



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA
Campo de conocimiento Tecnologías 2017-1
Módulo II (Ambiente y Energía)

**“ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE
INTERIOR EN LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE LA CDMX
(AMBIENTES TÉRMICO Y LUMÍNICO),
UNA PERSPECTIVA HABITABLE”**

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO
DE MAESTRO EN ARQUITECTURA

Presenta: **Arq. Alberto Juan Pablo López Hernández**

Comité sinodal:

TUTOR PRINCIPAL

Dr. José Diego Morales Ramírez
Facultad de Arquitectura

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

Dr. Eric Orlando Jiménez Rosas
Facultad de Arquitectura

Arq. Héctor Ferreiro León
Facultad de Arquitectura

Mtro. Arturo Valeriano Flores
Facultad de Arquitectura

Mtro. Jorge Rangel Dávalos
Facultad de Arquitectura

UNIDAD DE POSGRADO / CIUDAD UNIVERSITARIA / CDMX / NOVIEMBRE 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ÍNDICE

ÍNDICE 2

INTRODUCCIÓN 5

CAPITULO I DESARROLLO DE PROBLEMA 7

PROBLEMA 8

Habitabilidad y Salud en la vivienda 8

Escalas de la Habitabilidad 10

 Ergonomía y antropometría espacial 10

 Calidad de materiales y procesos constructivos 11

 Confort y Calidad del Ambiente Interior 11

 Psicología Ambiental 12

Confort y Calidad del Ambiente Interior como escala de estudio 13

 Efectos orgánicos, fisiológicos y psicológicos a la salud derivadas del Ambiente Físico 14

 Ambiente térmico 14

 Ambiente Acústico 15

 Ambiente Lumínico 16

Conclusiones del Problema 17

JUSTIFICACIÓN Y PERTINENCIA 18

OBJETIVOS 19

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN 20

HIPÓTESIS 20

CAPITULO II VARIABLES DE ESTUDIO 21

ANTECEDENTES DE LA VIVIENDA 22

Vivienda social multifamiliar 22

Vivienda, salud y ambiente 24

ANTECEDENTES DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR 25

Ambiente físico 27

 Energía Mecánica 27

 Energía Térmica 27

 Energía Electromagnética 27

VARIABLES ESTUDIO 27

Energía térmica-Ambiente térmico 28

 Confort higrotérmico 29

 Factores internos 29

 Factores externos 30

 Percepción térmica 31

 Ambiente térmico en la vivienda 33

 Método de estimación 35

 Normas aplicables 37

Energía electromagnética-Ambiente lumínico 38

 Confort Lumínico 39

 Factores internos 39

 Factores externos 40

 Percepción lumínica 41

Ambiente lumínico en la vivienda	43
Método de Estimación	45
Normas aplicables.....	46
<i>Componente subjetivo (Satisfacción de la vivienda)</i>	<i>46</i>
Transacciones psicológicas.....	47
Procesos psicológicos	47
Perspectiva holística	48
Rol Activo (sentido de pertenencia, apego, territorio y privacidad)	48
Teoría de la excitación o activación.....	48
Satisfacción ambiental.....	49
Estrés Ambiental	50
Efectos del estrés ambiental	51
Medición.....	52
CAPITULO III APROXIMACIONES A LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR EN LA VIVIENDA	53
CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR EN LA ACTUALIDAD.....	54
<i>Certificaciones</i>	<i>55</i>
<i>Evaluaciones.....</i>	<i>56</i>
<i>Auditorias</i>	<i>60</i>
<i>Estudios exploratorios</i>	<i>62</i>
CONCLUSIÓN	66
CAPITULO IV MÉTODO	68
MÉTODO CUASI-EXPERIMENTAL.....	69
EVALUACIÓN POST-OCUPACIONAL (EPO)	69
DESARROLLO DEL EXPERIMENTO	73
<i>Casos de estudios</i>	<i>73</i>
FASE 1 Medición instantánea.....	73
FASE 2 Medición extendida.....	78
<i>Proceso de medición.....</i>	<i>85</i>
FASE 1 Medición instantánea.....	85
FASE 2 Medición extendida.....	89
CAPITULO V PROCESAMIENTO DE DATOS Y RESULTADOS	91
PROCESAMIENTO DE DATOS.....	92
<i>Ambiente Térmico</i>	<i>92</i>
FASE 1 Medición instantánea.....	93
FASE 2 Medición extendida.....	93
<i>Ambiente Lumínico.....</i>	<i>94</i>
FASE 1 Medición instantánea.....	94
FASE 2 Medición extendida.....	96
<i>Satisfacción de la Vivienda</i>	<i>96</i>
FASE 1 Medición instantánea.....	96
FASE 2 Medición extendida.....	96
RESULTADOS	96
<i>FASE 1 Medición Instantánea.....</i>	<i>97</i>
Caso L351.....	97

Caso R1307	99
Caso R515	101
Caso A20	104
Caso A180	106
Caso G757	108
Caso A492	111
Caso C80	113
Caso S756	115
Caso P89	117
<i>Comparativa de Resultados FASE 1</i>	<i>120</i>
<i>Variables ambientales vs Variables Psicológicas.....</i>	<i>124</i>
<i>Conclusiones de la FASE 1 Medición instantánea.....</i>	<i>128</i>
<i>FASE 2 Medición extendida</i>	<i>131</i>
Caso R515	131
Caso A20	136
<i>Comparativa de Resultados FASE 2</i>	<i>142</i>
<i>Conclusiones de la FASE 2 Medición extendida</i>	<i>144</i>
CONCLUSIONES GENERALES.....	145
FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	148
ANEXO	155

Agradecimiento

A CONACYT por su apoyo económico otorgado para la realización de esta investigación.

A mis tutores Dr. Diego Morales, Arq. Héctor Ferreiro, Dr. Eric Jiménez, Mtro. Arturo Valeriano quien además de su asesoría me facilitó los equipos para medición siendo Titular de Laboratorio de Interacción con el Medio, al Mtro. Jorge Rangel y demás profesionales que aportaron su conocimiento en aras de mejorar las condiciones del hábitat social.

A mi familia, pero principalmente a mi madre por estar y hacerse partícipe de este logro, permitiéndome compartir experiencias y desahogos.

A todos los participantes de este estudio quienes expusieron su privacidad y concedieron su tiempo sin un beneficio inmediato, les agradezco y sigan con la convicción de aprender y modificar los paradigmas actuales.

A todos muchas gracias.

Alberto López

Introducción

Según datos de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda en la Ciudad de México existen 2,589,081 viviendas, de las cuales la tipología multifamiliar vertical representa el 80%. Pese a la gran cantidad de viviendas el modelo centralizado ha generado un déficit histórico de 200,000 unidades, con el objetivo de solucionar tal necesidad se han impulsado políticas públicas deficientes caracterizadas por el “boom inmobiliario”. Tales acciones han generado la explotación de suelo útil por la máxima retribución económica, incrementando la producción de multifamiliares bajo esquemas de construcción pobre y exponiendo a sus habitantes a padecimientos relacionado con una mala Calidad del Ambiente Interior (CAI). A lo anterior se suman diversas estimaciones que pronostican el incremento poblacional de hasta un 75% en centros urbanos para el año 2050, lo que implicaría mayores padecimientos relacionados a la CAI de no modificar el paradigma de la construcción actual. (Obras, 2020). (Economista, 2020).

Diversos estudios de laboratorio han constatado que los efectos de la baja Calidad del Ambiente Interior pueden provocar enfermedades fisiológicas y psicológicas. La permanencia a determinados estresores puede propiciar malestares psicosomáticos y provocar daños a corto y largo plazo. Además algunas otras investigaciones demuestran la influencia del ambiente interior en las relaciones sociales, propiciando actividades delictivas y agresivas (Ogawa, 2017) (Ingvar , Per-Ola , & Dahlstrom, 2017) (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. , 2017) (Holahan C. , 2016) (Guasch Farrás, 2014) (Palafox , 2017) (Barceló Pérez , Guzman Piñeiro , & González Sánchez , Factores físicos de riesgo en el medio residencial, 2013).

El estudio más relevante dirigido por la Organización Mundial de la Salud el estudio LARES confirman el conocimiento existente de que varios aspectos de la vivienda están asociados con la salud y potencialmente pueden empeorar o mejorar las patologías sociales como; la depresión, el aislamiento, la ansiedad, trastornos de sueño, entre otros. Se noto que dichos efectos se agudizan en hogares de bajos recursos exponiendo una asociación general entre la calidad de la vivienda y el estado de salud (World Health Organization, 2007).

La necesidad de abordar la problemática de la vivienda actual y futura se intensifica sabiendo que el adulto promedio pasa del 80% al 90% en espacios interiores, mismos que en un futuro serán ocupados por adultos mayores, población en riesgo que estiman un crecimiento del 22% derivado del incremento en la esperanza de vida y la disminución de la tasa de fecundidad. Esta población además es la que mayor tiempo pasa en la vivienda según cifras del estudio LARES. A la población en riesgo se suman sensibilidades como enfermedades crónicas, asma, fibrosis quística, capacidad reducida de movimiento etc. que intensifican los efectos de cualquiera de los indicadores de la Calidad del Ambiente Interior en la vivienda. Esta población (adultos de 50 a 75 años) junto con los niños menores de cinco años son los más afectados por los riesgos ambientales. Según cifras de la OMS suman 1.7 millones de niños y 4.9 millones de adultos se ven afectados por la mala gestión en el medio ambiente interior (Aldaz, 2017) (Organización Mundial de la Salud , 2017) (World Health Organization, 2007).

La resolución del problema de la vivienda demanda acciones tocantes a la Calidad del Ambiente Interior, ya que, de no cambiar el paradigma actual, se construirá un hábitat perjudicial, contrastado con la premisa de la Organización de las Naciones Unidas y el derecho constitucional a tener una vivienda adecuada digna y decorosa.

La Calidad del Ambiente Interior no es un tema nuevo, en otras instancias; industriales y oficinas, existen diversos parámetros, umbrales de magnitud y tiempos de exposición que permiten mediante la auditoría ambiental asegurar que en el uso habitual del inmueble no se pondrá en riesgo la salud de sus ocupantes. Sin embargo, debido a la magnitud de los padecimientos y tipos de contaminantes la vivienda se ha mantenido al margen por lo que se desconocen parámetros objetivos y mucho menos valorizados por la percepción del usuario que permitan asegurar que en su permanencia no estará expuesto a estresores ambientales.

De lo anterior se plantea una investigación de corte exploratorio y descriptivo con el objetivo primario de **“exponer y analizar las cualidades de la vivienda multifamiliar con respecto al ambiente térmico y lumínico a través de una evaluación Post-Ocupacional (mediciones físicas y psicológicas)”**. Para corroborar si los resultados de las mediciones son o no adecuadas las medidas físicas se comparan con estándares nacionales e internacionales considerados óptimos. Las mediciones subjetivas se tomarán como correctas toda vez que el resultado de la encuesta refleje satisfacción con respecto a la vivienda.

En este sentido la satisfacción se considera un indicador de salud por lo que su ausencia revelaría la presencia de estresores ambientales.

Se buscará que ambas medidas puedan ser relacionadas con la finalidad de ***“vislumbrar las posibles coincidencias entre la medida subjetiva y la medida física, permitiendo obtener un rango de confort valorizado por la percepción”***, independiente de los parámetros establecidos y fundamentados en estudios de laboratorio. Además, se busca ***“indagar sobre las posibles fuentes que desencadenan variados fenómenos ambientales positivos y negativos al interior de la vivienda”*** a sabiendas que las afirmaciones no pueden ser consideradas concluyentes debido al número reducido de casos de estudio.

Los objetivos generales buscan fundamentar cambios en el paradigma de la vivienda social multifamiliar, mejorando las condiciones de habitabilidad primordial y segura en el marco de la vivienda habitable y desde la perspectiva del Confort y la Calidad del Ambiente Interior. En el ámbito de las Tecnologías en la Arquitectura se busca generar un acercamiento hacia métodos de evaluación de la vivienda más precisos y rigurosos. Además se pretende que los hallazgos fundamenten las hipótesis de investigaciones específicas más profundas relacionadas a las variables de la CAI y desde otras perspectivas y disciplinas.

Para cumplir los objetivos de la investigación se realizó; revisión de literatura, diseño de experimento y análisis de datos y resultados dando pie al cuerpo del presente documento mismo que se divide en cinco capítulos.

El primer capítulo denominado “Desarrollo de problema” tiene la finalidad de introducirnos a las motivaciones del tema de investigación. El porqué de abordar la habitabilidad en la vivienda y fundamentar su intervención desde la Calidad del Ambiente Interior, ésta como perspectiva esencial en la construcción del hábitat social. En el mismo apartado y concluido el fundamento teórico del problema se establecen objetivos, hipótesis, justificación y pertinencia, que servirán de guía a la presente investigación.

En el capítulo nombrado “Variables de estudio” se abordan las variables involucradas en la investigación. En este apartado se realiza un análisis bibliográfico de la vivienda genérica dentro del Zona Metropolitana de la Ciudad de México; sus antecedentes, desarrollo y problemática. La Calidad del Ambiente Interior desde sus factores de riesgo físicos, químicos y biológicos con la finalidad de verificar los alcances, pertinencia y aplicabilidad en la vivienda multifamiliar. Se resuelve la intervención en los factores de riesgo físicos dando pie al análisis del ambiente térmico y lumínico. Se indagan aspectos técnicos, perceptuales, Normas, métodos de medición y su intervención en la construcción del ambiente interior de la vivienda multifamiliar. Por último, se aborda el componente subjetivo, los procesos psicológicos que se llevan a cabo en la percepción del ambiente físico y sus efectos. En el mismo apartado se desarrolla el concepto de satisfacción ambiental los efectos de su ausencia y formas de medición.

En el capítulo tres, “Aproximaciones a la evaluación de la Calidad del Ambiente Interior en la vivienda” se aborda a la Calidad del Ambiente Interior desde el punto de vista doméstico, poniendo especial énfasis en los métodos para su medición. En este transitar nos encontramos con diferentes medios; certificaciones, auditorías, evaluaciones y ejercicios exploratorios con breves acercamientos a la vivienda, destacando el uso de las evaluaciones Post-Ocupacionales por el uso de medidas cualitativas y cuantitativas y su utilidad para alcanzar los objetivos propuestos. Concluido este capítulo se define a la Evaluación Post-Ocupación como método de experimentación.

En capítulo cuatro “Método” se describen las características del procedimiento de experimentación, sus atributos y restricción derivadas de la aplicación a la vivienda. Se definen los casos de estudio y los protocolos y equipos de medición objetivos y subjetivos. Los pasos realizados para la medición se describen exhaustivamente con la finalidad de documentar el proceso y coadyuvar a la consolidación de métodos más exhaustivos y menos intrusivos, que se integre con mayor facilidad a las actividades y participación de los residentes.

Por último, el capítulo cinco “Procesamiento de datos y resultados” describe los pasos previos para el análisis datos recabados. Se exponen y describen los resultados derivados de las mediciones de cada una de las variables físicas y psicologías de ambas FASES. De cada una se exponen los hallazgos más relevantes para concluir con una comparativa por FASE y por variable. Finalmente se presentan conclusiones generales y futuras líneas de investigación.

CAPITULO I DESARROLLO DE PROBLEMA

PROBLEMA

- Habitabilidad y salud de la vivienda
- Escalas de la habitabilidad
- Confort y Calidad del Ambiente Interior
- Conclusiones del Problema

JUSTIFICACIÓN Y PERTINENCIA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

PROBLEMA

Habitabilidad y Salud en la vivienda

La explotación del suelo en la Zona Metropolitana derivado de déficit de vivienda y políticas públicas deficientes constituyeron el denominado “boom inmobiliario” mismo que han generado el crecimiento desmedido de complejos multifamiliares en la Ciudad de México. La vivienda de interés social (menor a 65m²) es la mayormente afectada por la premisa de mayor construcción con menores estándares de calidad. Esto ha traído consecuencias no solo de los que habitan la vivienda, sino también de los que ven mermados sus servicios básicos, causado por la baja capacidad para satisfacer las nuevas densidades poblacionales. Las condiciones de la vivienda multifamiliar pueden generar afectaciones físicas y psicológicas derivadas de fallas en la habitabilidad de la vivienda y que se constatan en estudios de campo y laboratorio fácilmente relevados a esta tipología (Coulomb, 2005).

En este sentido el concepto de “habitabilidad” como cualidad del hogar contiene un alto grado de complejidad, no obstante, la aparición en diversas concepciones que definen la calidad de la vivienda. Con la finalidad de generalizar un concepto de calidad para vivienda mínima se han generado definiciones como la vivienda adecuada, digna y decorosa.

La ONU Habitat define el concepto de vivienda adecuada como el lugar donde el habitante se puede aislar si lo desea, mismo que cuenta con; espacio, seguridad, iluminación y ventilación, infraestructura básica y una situación adecuada en relación con el trabajo y los servicios básicos, todo ello a un costo razonable. La seguridad de tenencia, la disponibilidad de servicios materiales, instalaciones e infraestructura, asequibilidad, habitabilidad (la vivienda debe garantizar la seguridad física, espacio suficiente, así como protección contra el frío, la humedad, el calor, la lluvia el viento u otros riesgos para la salud y peligros estructurales), accesibilidad, ubicación y adecuación cultural (Naciones Unidas, Derechos Humanos, 2016).

El Art. 4to. De la Constitución mexicana menciona que, “Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La Ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo” (Camara de diputados del H. Congreso de la Union, Secretaria General, Secretaria de servicios parlamentarios, 2017).

Por su parte la Ley de Vivienda de México menciona que “se considerará vivienda digna y decorosa la que cumpla con las disposiciones jurídicas aplicables en materia de asentamientos humanos y construcción, habitabilidad, salubridad, cuente con los servicios básicos y brinde a sus ocupantes seguridad jurídica en cuanto a su propiedad o legítima posesión, y contemple criterios para la prevención de desastres y la protección física de sus ocupantes ante los elementos naturales potencialmente agresivos” (Cámara de diputados del H. Congreso de la unión, Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios, 2020).

En ambos conceptos aparece la cualidad de “habitable” pero no se definen con claridad sus alcances. Por tal razón y para fines de esta investigación se define habitabilidad “como la acción de habitar en el espacio arquitectónico y que tiene un alto grado de subjetividad pues ésta depende del habitante, su sistema cultural y su relación con el lugar que habita, esta relación se puede dar desde diferentes perspectivas contemplando aspectos físicos del espacio material, aspectos biológicos y psicológicos, es por esta razón que un mismo objeto arquitectónico puede mostrar o no las condiciones de habitabilidad (Torres , 2011).

Así pues, se puede hablar de la vivienda adecuada, digna y decorosa como aquel objeto arquitectónico que, como característica fundamental tiene la cualidad de ser habitable, al satisfacer las necesidades objetivas y subjetivas de un individuo con su propio sistema cultural.

Se habla de problemas en la vivienda relacionados con la habitabilidad originados por los aspectos físicos materiales de la vivienda y sus deficiencias derivada de la construcción poco ética de esta tipología, que busca el interés económico o político más allá de la calidad de vida que puede proveer. Las cualidades de habitabilidad de estas construcciones están determinadas por factores propios del sistema económico político y social que rigen el desarrollo inmobiliario. Sin embargo, la vivienda no debiera concebirse solo como un bien, sino cómo satisfactor y facilitador, conformada por microhábitats que se ordenan en redes sistémicas de apoyo para el hombre y la familia. Dentro de estos sistemas se encuentra; un sistema de alimentación vital centrado en la cocina, uno de reposo, sueño y reproducción, centrado en la habitación o higiene y aseo personal centrado en el baño, estos espacios facilitadores a veces integrados en un único espacio multifuncional se conciben

para vivir las necesidades biológicas físicas y sociales de manera plena. La vivienda pues, se concibe como un ente facilitador del cumplimiento de un conjunto de funciones específicas para el individuo y la familia cuya finalidad es proveer abrigo ante el intemperismo, garantizar la seguridad y protección física, facilitar el descanso, permitir el empleo de los sentidos para el ejercicio de la cultura y la socialización primaria, el desenvolvimiento de facetas emotivas de la vida, implementar almacenamiento, procesamiento y consumo de alimentos, suministrar los recursos de la higiene personal, doméstica y saneamiento, favorecer la convalecencia de los enfermos, la atención de los ancianos y minusválidos, el desenvolvimiento de la vida del niño y la protección de grupos de riesgo así como, promover el desarrollo equilibrado de la vida familiar.. Esto hace que la vivienda pueda ser considerada una herramienta indispensable para la acción y la vida, por lo que las fallas en la habitabilidad que imposibiliten o dificulten satisfacer esas necesidades sería violentar el núcleo vital del ser humano (Organización Panamericana de Salud, 1999).

El núcleo vital se concibe como aquello que busca la supervivencia del ser humano y que en su ausencia dificultaría la vida. En la vivienda éste está relacionado con la característica de habitable que debería tener el objeto arquitectónico para considerarse como un conjunto de satisfactores que procuran la supervivencia y desarrollo del ser humano. Este concepto está íntimamente relacionado con la llamada vivienda saludable como aquel objeto que procura la salud del ocupante.

¿Pero que es la salud? en esencia, “es una condición para el despliegue no perturbado de las capacidades y potencialidades del ser vivo la pérdida de estas posibilidades resultaría en malestar, discapacidad y enfermedad” (Barceló Pérez, Vivienda saludable: un espacio de salud pública, 2011). El ser humano como ser vivo atraviesa distintas etapas en su desarrollo individual en donde la pérdida de potencialidades o enfermedades generadas por las alteraciones del ambiente o núcleo vital anticipa la muerte mermando el ciclo de vida evolutivo; crecimiento, madurez y vejez. El hombre procura salud en su vida y la vida precisa salud para su óptimo despliegue funcional. Las enfermedades como alteración del estado de salud pueden tener origen en el individuo o en el ambiente en que este se desenvuelve, pero tanto en uno como en otro, el factor ambiental da la severidad de la afección (Barcelo Pérez, Hugo Levinton , & Gonzalez Sánchez , Introducción el ambiente y los seres vivos, 2013).”

Con respecto a esto la ONU HABITAT y la Organización Panamericana de la Salud confirman que las fallas en la vivienda caracterizadas por la ausencia de habitabilidad tienen afectaciones en la salud y en el comportamiento social, además, reconoce que el crecimiento de estos defectos podría aumentar los problemas de salud física y mental de la población, especialmente la de bajos ingresos o en desventaja económica y social. (Caballeros Ramos , y otros, 2015).

Los aspectos determinantes de la habitabilidad que influyen de manera positiva o negativa a la salud encierran la multicausalidad y modulación de los efectos ante determinados estímulos, por lo que la identificación de estos y sus afectaciones particulares de talla física y psicológica han sido motivo de estudio.

Uno de los estudios más representativos fue el realizado en 2007 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unión Europea, el estudio Large Analysis and Review of European housing and health Status, evaluó la calidad del parque habitacional de manera holística lográndose una comprensión amplia de la vivienda y la salud que esta brinda, con miras a establecer prioridades y recomendaciones para la formulación de políticas públicas.

El proyecto, llevado a cabo en ocho ciudades, muestra a través de una encuesta evidencias de los vínculos entre la salud de los habitantes y sus condiciones de vivienda. Identificó los principales factores de riesgo: humedad, moho, emisiones contaminantes en interiores, infestaciones, falta de luz de día, confort térmico, ruido, seguridad en el hogar y la calidad social y física de la vivienda y el entorno inmediato. Los resultados confirman el conocimiento existente de que varios aspectos de la vivienda están asociados con la salud y potencialmente pueden empeorar o mejorar las patologías sociales como; la depresión, el aislamiento, la ansiedad, trastornos de sueño, entre otros. Dichos efectos se agudizan en hogares de bajos recursos exponiendo una asociación general entre la calidad de la vivienda y el estado de salud auto-declarado. En resumen, los resultados sugieren que la vivienda inadecuada afecta la salud y que el estatus socioeconómico es sólo uno de los varios mecanismos para explicar este vínculo. (World Health Organization, 2007)

El estudio LARES proporciona pruebas de que, independientemente de las cuestiones individuales y sectoriales, las condiciones de vivienda están relacionadas con la salud y el bienestar. Los casos estudiados se enfocan a la percepción de salud ante aspectos generales físicos y ambientales de la vivienda, logrando generalizar los resultados sin importar la

diversidad de sistemas culturales de los encuestados, por esta razón el ejemplo europeo puede representar una realidad vigente en nuestro país.

Escalas de la Habitabilidad

El estudio LARES y la OMS dan cuenta de las afectaciones a la salud originadas por espacios inhabitables, pero ¿qué aspectos de la vivienda inhabitable ocasionan que daños a la salud?

Para tal efecto el concepto de habitabilidad tiene distintos enfoques algunos de los cuales se remiten exclusivamente a la vivienda mientras que otras exceden ese marco de análisis para hacer referencia a la satisfacción de las personas en un determinado escenario o grupo de escenarios. En este contexto se concibe a la habitabilidad de la vivienda desde dos perspectivas: la habitabilidad interna, la vivienda y la habitabilidad externa, al entorno urbano inmediato, pero no como entidades separadas, sino como un todo relacionado, interactuando vivienda-contexto y actividad humana. En términos de territorialidad se define a la vivienda como la unidad física entendida como “casa-territorio-privado” que está integrada por el terreno, la infraestructura de urbanización y de servicios. Por el contrario, el entorno inmediato se refiere al territorio público y el que se encuentra entre lo público y lo privado, cuenta con diversas dimensiones y tipologías incluyendo pasajes, calles pequeñas, plazas, patios comunes o corredores, estos forman parte del contexto de la vivienda y/o dan servicio complementario al usuario. La relación que existe entre estas escalas territoriales y los habitantes determina el sistema habitacional y la satisfacción o no de las necesidades objetivas y subjetivas de los usuarios que caracteriza el concepto de habitabilidad, cabe mencionar que en la no procuración de algunas de ellas la habitabilidad no se alcanzara. Por ejemplo, una vivienda inmersa en un conjunto habitacional (espacio público y semipúblico) valorizado por el usuario como “adecuado” por su infraestructura, servicios y equipamiento, puede no cumplir esta cualidad en lo privado, por lo que la percepción general de habitabilidad puede verse modificada (Mercado Doménech S. J., Ortega Andeane, Luna Lara, & Estrada Rodríguez, 1995).

En este punto y derivado de lo extenso que es el termino de habitabilidad es necesario establecer la particularidad de la presente investigación, esta se desarrolla en torno al área de uso privativo, sensible de transformación y adecuación por parte del usuario que es esencialmente la vivienda, delimitada por bordes permanentes y sistemas de control que regulan el ingreso de agentes externos y que en adelante se entenderá como vivienda habitable en el nivel sistémico primario. Enfocar la investigación a este nivel si bien particulariza a la habitabilidad arquitectónica de una vivienda depende igualmente de diversos factores físicos-materiales cargados de un alto grado de subjetividad y los cuales se agrupan en los siguientes:

Ergonomía y antropometría espacial

La vivienda habitable evaluada desde las dimensiones físicas y distribución de los espacios podría pensarse que es de las formas más objetivas de evaluar sus cualidades para satisfacer, ya que existen medidas mínimas efectivas para realizar determinadas actividades. En México el Código de Edificación de la Vivienda y en la Ciudad de México el Reglamento de Construcción y sus Normas complementarias definen las medidas mínimas y metraje de los espacios en una vivienda económica o residencial e incluso la relación que debiera cumplir cada espacio. Sin embargo, las medidas y especificaciones “técnicas” que se desarrollan en el código o cualquier otro reglamento o Norma son los mínimos, pero no necesariamente los adecuados.

La habitabilidad medida desde esta escala en principio es objetiva ya que se estandarizan las medidas del adulto promedio, muebles y espacio requerido para actividades específicas, sin embargo, los requerimientos dimensionales se vuelven relativos con la presencia del usuario, quien evalúa el espacio con respecto a las expectativas previas derivadas de su sistema cultural.

A las expectativas de los usuarios se suma la ocupación, organización, dimensiones, proporciones y mobiliario que puede determinar factores como la movilidad y hacinamiento, ambos aspectos evidenciados como determinantes de estrés, traumatismos y violencia intrafamiliar, aspectos que merman la percepción de habitabilidad. La vivienda habitable en esta escala en principio objetiva se vuelve tan variable que reitera la necesidad de parámetros más confiables que consideren no solo las medidas estándar sino la percepción que de estas emane (CONAVI, 2017) (Betancour Suárez & Arnal Simon, 2005) (Viana de Vasconcelos, De Olivera Fonseca, & Araújo Cardoso, 2013).

Calidad de materiales y procesos constructivos

Poniendo énfasis en la calidad como cualidad de aquello que satisface las necesidades objetivas y subjetivas, se concibe la calidad de los materiales y procesos constructivos ambos concuerdan con el concepto de vivienda adecuada, digna y decorosa. Sin embargo, existe un alto grado de subjetividad y ambigüedad en lo que la legislación y la ONU manifiesta, ya que para un grupo de personas puede resultar ineficiente lo que para otros resulta resistente o duradero, si bien estos conceptos se pueden fundamentar en aspectos técnicos de los elementos que conforman la edificación no se mencionan en los anteriores enunciados, por lo que a falta de imposición se dejara a consideración propia las cualidades de los materiales, siempre que cumplan con el objetivo primordial como “protector del ambiente exterior”.

Los materiales de construcción elegidos conformaran; estructura, acabados, divisiones e instalaciones, su correcta colocación garantizara la durabilidad de los materiales y el mantenimiento sistemático, ambos aspectos condicionan el estado de conservación o deterioro de los elementos constructivos, por lo que la elección y ejecución se vuelven vitales para conseguir niveles óptimos de habitabilidad. La habitabilidad desde esta perspectiva pretende garantizar que la construcción material de la vivienda excluya problemas derivados de una mala ejecución como humedades, pérdida de recubrimientos, fisuras superficiales o estructurales, fugas, cortos circuitos, etc. Malestares que pudieran agravarse hasta el punto de que el elemento deja de cumplir la función para la que fue destinado, fundamentalmente el desarrollo de la vida.

Adicional a esto la elección de los materiales se vuelve fundamental para garantizar que el espacio no demerita la salud de sus ocupantes por el simple hecho de estar. La presencia de partículas nocivas resultado de la degradación de materiales fabricados con compuesto químicos nocivos pueden detonar u ocasionar enfermedades orgánicas a largo o corto plazo, principalmente en pulmones y vías respiratorias debido a la permanente exposición a compuesto nocivos que supone el uso cotidiano de la vivienda. En países desarrollados e instancias internacionales se presta especial atención a la influencia de los materiales de construcción en la salud de las personas, por lo que se han generado Normas y reglamentos tocantes a la Calidad del Aire Interior en la búsqueda de garantizar que los espacios permanezcan dentro de parámetros aceptables.

Los materiales y su composición no solo están involucrados en aspectos tangibles o fácilmente identificables como pueden ser enfermedades fisiológicas, los mismos toman un papel relevante en la percepción del usuario al ser condicionantes de emociones como; control, privacidad y seguridad, aspectos relevantes cuando se evalúa la habitabilidad de la vivienda. La influencia de los materiales en este sentido tiene que ver con la envolvente y divisiones interiores y como estas interactúan con su contexto inmediato, público o privado, tales elementos debieran asegurar que los habitantes al interior del espacio tendrán la posibilidad de aislarse o exponerse tanto en el sentido visual como auditivo según sus requerimientos personales o colectivos.

La vivienda pues como objeto material debiera desde esta perspectiva satisfacer las necesidades de control, privacidad, seguridad y resguardo del usuario, sin demeritar su salud ni exponer su integridad y economía, por lo que el espacio construido debe tener características que le permitan el envejecimiento digno durante su vida útil, es decir, que en su uso, descomposición o mantenimiento no contravenga el bienestar de sus ocupantes y permitan su sano desarrollo. (Roaf, Fuentes , & Thomas, 2003) (Garcia Rodriguez & Solis Flores , 2008) (Ramirez & Serpell, 2011) (Javier Rey & Velazco Gomez , 2007).

Confort y Calidad del Ambiente Interior

El confort ambiental se refiere de manera puntual a un estado de percepción ambiental momentáneo el cual se determina por varios factores que de forma genérica se dividen en dos grupos, los endógenos como; etnicidad, sexo, edad, características físicas y biológicas, salud física y mental e incluso estado de ánimo y actividad física y los exógenos que no dependen de la persona como; grado de arropamiento, tipo y color de la vestimenta, factores ambientales, elementos visuales, entre muchos otros, que componen estímulos positivos y negativos.

Los factores endógenos que determinan el confort nos llevan a hablar en principio de aspectos muy variados debido al sin fin de características físicas y biológicas del ser humano, pero también de aspectos perceptuales cargados de un alto grado de subjetividad. Ambos se han modificado y transformando debido al sistema cultural y nivel de adaptabilidad que desde el nacimiento se va consolidando conformando un individuo único e irrepitible, que satisface sus necesidades de confort visual, higrotérmico o auditivo de manera infinitamente variada, por lo que se puede afirmar que un mismo espacio nunca va satisfacer al cien por ciento las necesidades de sus ocupantes (Garcia Chavez & Fuentes Freixanet , 2000).

Por otro lado, el concepto de Calidad del Ambiente Interior retoma variables relacionadas con el confort ambiental, pero desde factores cuantificables relacionados con los aspectos físicos, químicos y biológicos que conforman el ambiente interior de un espacio construido tales como; la calidad del aire, iluminación, ruido y ambiente térmico. Estos factores son comparados con valores absolutos establecidos en Normas y reglamentos que se fundamentan en los efectos a la salud que la exposición prolongada a determinado contaminante o la deficiencia del rango podría generar a quien habita el espacio. A diferencia del confort estas no dependen de la percepción del individuo ya que las Normas establecen rangos de bienestar y salud física del ser humano promedio sin importar factores endógenos del ocupante.

Al igual que el confort en la Calidad del Ambiente Interior los factores exógenos juegan un papel importante, no como determinantes en la percepción de los ocupantes sino como causantes del cumplimiento o no de la Norma. Es decir, mientras que el confort se enfoca en el individuo, la Calidad del Ambiente Interior se enfoca en el ser humano, y mientras que los factores externos afectan la percepción del individuo, sistemas que generan el ambiente afectan la salud de sus ocupantes. En cualquiera de los dos casos se les denomina sistemas de control.

La vestimenta y otros accesorios tienen el objetivo de controlar las variables ambientales de acuerdo con la actividad y el ambiente en el que se desarrollan con la finalidad de mantener el estado de confort, estos elementos de control forman parte de la cultura y se han vuelto inherentes al ser humano por lo que su aplicación con regularidad es inconsciente. Por su cuenta el diseño y construcción de espacios ofrece similares herramientas. El nivel aislamiento térmico y acústico de los elementos “permanentes” aunado a los elementos de control como; puertas, ventanas, domos, pérgolas, celosías, sistemas de acondicionamiento mecánico, etc. regulan la intervención del medio exterior y definen el ambiente interior que, idóneamente estaría dentro de rangos aceptables.

La relación entre la Calidad del Ambiente Interior y el confort radica no solo en el origen de los conceptos o los factores internos y externos que intervienen. Los factores de riesgo físicos, químicos y biológicos que componen la Calidad del Ambiente Interior se trabajan con la finalidad de alcanzar parámetros que aseguren que el usuario no verá mermada su salud física y fisiológica durante el tiempo de estancia. Por su parte el confort busca mantener al usuario en rangos individuales adecuados, lo que involucra transiciones cognitivas elaboradas a partir del sistema cultural, no cumplir con estos requerimientos implicaría la presencia de estresores ambientales y con ello enfermedades de tipo psicosomáticas, mentales y sociales. En resumen, las fallas en la habitabilidad desde esta perspectiva pueden transitar desde los efectos orgánicos inmediatos hasta los psicosomáticos y sociales (Javier Rey & Velazco Gomez , 2007).

Psicología Ambiental

Como se ha mencionado las tres perspectivas para medir la habitabilidad contienen un alto grado de subjetividad incluso tanto como el concepto en sí. Para este efecto se consolida la psicología ambiental como una herramienta para medir la percepción de los usuarios a los espacios. Ésta pretende entender la relación del medio ambiente natural o construido con el individuo y como este interactúan a través de un filtro cognitivo, es decir, como una persona con determinadas características biológicas y con un sistema cultural único concibe el espacio en donde permanece o desarrolla una actividad específica.

En este caso se puede insistir que el concepto de habitabilidad es una cualidad compuesta por dos elementos uno objetivo; Ergonomía y Antropometría espacial, Materiales y Procesos constructivos y Calidad del Ambiente Interior y otra subjetiva idoneidad de los anteriores respecto al individuo, es decir, la habitabilidad compuesta de tres perspectivas en donde la percepción resulta ser una constante. Por lo anterior cualquier herramienta que pretenda medir la habitabilidad debe contener en si un sistema de evaluación subjetivo que exponga el sentir de los ocupantes. (Landázuri Ortiz & Mercado Domenech, 2004) (Holahan C. J., 2016) (Viana de Vasconcelos , De Olivera Fonseca, & Araújo Cardoso, 2013)



Ilustración 1 *Habitabilidad en la vivienda* (elaboración propia)

Confort y Calidad del Ambiente Interior como escala de estudio

Las tres perspectivas y su relación con la psicología ambiental ofrecen puntos de partida desde donde atacar las deficiencias de habitabilidad. Las mismas no son independientes entre sí y la multicausalidad de los efectos precisa generar un panorama holístico, no obstante, y debido a lo extenso del tema se opta por abordar en esta investigación al “Confort y la Calidad del Ambiente Interior” por su definitorio aporte en la salud física, mental y social del individuo dentro de la vivienda. Es pues que la salud, como estado del ser vivo, merece prioridad ya que atañe no solo a su bienestar sino a su capacidad para el despliegue de funciones dentro y fuera de la vivienda, tomando gran importancia para la vida y el desarrollo humano (Barcelo Pérez, Hugo Levinton , & Gonzalez Sánchez , Introducción el ambiente y los seres vivos, 2013).

La finalidad de abordar esta perspectiva busca mejorar los aspectos esenciales para la vida. Desde esta perspectiva se aborda la satisfacción de necesidades fisiológica, de salud y bienestar equivalentes a la habitabilidad primordial y segura dentro de la pirámide de necesidades de María Mues. Ambos peldaños buscan satisfacer las necesidades para la conservación de la vida y la salud humana mediante infraestructura mínima. Son las escalas más importantes y sin su satisfacción es imposible alcanzar los siguientes peldaños, por lo que se ubica en la base de la pirámide como sustento de las demás. (Zepeda , 2011)

Así pues, un espacio arquitectónico habitable desde las tres perspectivas debiera satisfacer las necesidades individuales de todos y cada uno de los estratos de quien lo habite, esto se reduciría a la construcción de un hábitat “hecho a la medida”. No obstante, la vivienda de interés social y su modelo actual deberían ofrecer por lo menos niveles de habitabilidad segura y primordial, estratos base que le permitirán al usuario sobrellevar a plenitud y cómodamente sus necesidades básicas de supervivencia. Una vez satisfechas las necesidades primarias el ocupante será capaz de transformar su espacio o contexto e ir en busca de aquellos satisfactores correspondientes a estratos superiores.

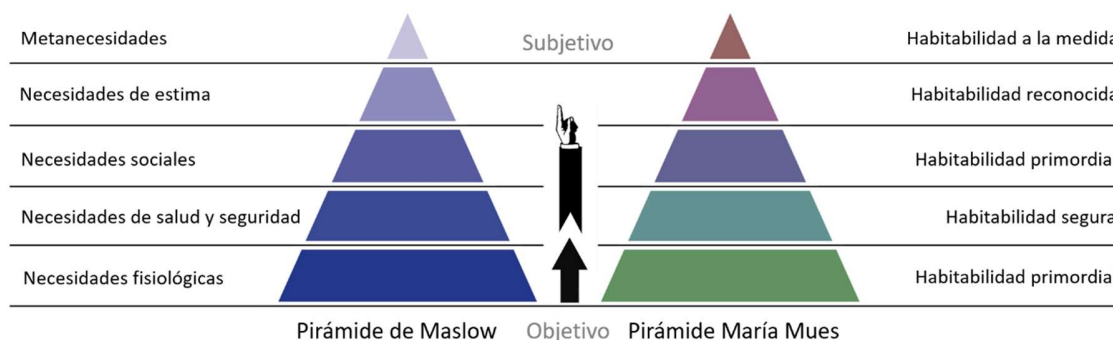


Ilustración 2 *Pirámide de satisfacción* (elaboración propia)

Efectos orgánicos, fisiológicos y psicológicos a la salud derivadas del Ambiente Físico

La Calidad del Ambiente Interior se compone por factores de riesgo físicos, químicos y biológicos tales factores han sido fundamentados por su aparición y efecto en edificios no domésticos donde la proliferación de contaminantes puede ser constante grave e incluso mortal. Por lo anterior algunos factores difícilmente podrán ser relevados a la vivienda. Ejemplo de ello son los factores de riesgo químicos y biológicos que engloba la Calidad del Aire Interior, se pueden decir, son exclusivos de ambientes de oficina o industriales donde debido a sus características cuentan con sistemas de acondicionamiento mecánico o manipulan compuestos químicos y biológicos a voluntad. La vivienda multifamiliar o de interés social, excluye ambos factores debido a que las condiciones higrotérmicas interiores no son reguladas por sistemas de acondicionamiento mecánico y el uso habitual del espacio es doméstico, es decir no hay presencia de compuestos químicos y biológicos en magnitudes alarmantes. La presencia de compuestos químicos en la vivienda son los derivados de la degradación de acabados, muebles y sustancias utilizadas para uso personal e higiene del hogar, por lo que la cantidad de compuestos volátiles resultan mínimos. Por otra parte, los factores de riesgo biológicos se limitan a organismos vivos derivados de la falta de higiene, presencia de humedades, estancamientos de agua y en general actividades conscientes o inconscientes que fomentan ambientes propicios para la proliferación de organismos nocivos, en otras palabras, los factores de riesgo biológicos se deben a circunstancias ajenas al ambiente interior y están mayormente relacionados a actividades del usuario.

Con respecto a los factores de riesgo físico las afectaciones pueden ser inmediatas o a largo plazo, ambas inciden irremediablemente en efectos fisiológicos con daños de leves a severos afectando los diversos sistemas del cuerpo humano hasta incluso provocar la muerte prematura o inmediata (Organización Mundial de la Salud , 2017).

Ambiente térmico

En el extremo de las afectaciones físicas por temperaturas altas o bajas, están las relacionadas a la pérdida insuficiente de calor provocando el sobrecalentamiento, hipertermia y la pérdida excesiva de calor, provocando el enfriamiento corporal excesivo, hipotermia. Adicional a esto, existen características en la biología del ser humano que lo hacen especialmente sensible a temperaturas extremas, por ejemplo; la temperatura de la piel superior a 45°C o inferior a 18°C puede causar dolor. Una temperatura interna inferior a aproximadamente 28°C puede provocar arritmias cardíacas graves y la muerte, y una temperatura superior a 43°C puede causar daño cerebral irreversible (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. , 2017).

Un efecto menos extremo, es el estrés por cambios de temperatura constantes, esto se produce cuando el entorno de una persona, determinado por temperatura del aire, temperatura radiante, humedad, velocidad de aire, ropa y actividad, interactúan y producen que la temperatura corporal (20°C a 26°C rango neutro) aumente o disminuya constantemente. El sistema de regulación térmica aumenta o disminuye con el objetivo de contrarrestar los efectos de calor o frío. Por medio de vasoconstricción, escalofríos o sudoración el cuerpo da una respuesta eficaz a los cambios de temperatura, no obstante, la permanencia en estado de constantes cambios estresa al organismo originando molestias, sensibilidades y disfunción neuromuscular, tales enfermedades derivadas de las respuestas fisiológicas repetitivas.

El tipo y la magnitud de la reacción depende sobre todo del tipo y el grado de variación de temperatura, pudiendo implementar reguladores que atañen a diversos sistemas, pero que solo se hacen visibles con escalofríos y la segregación de sudor. En este caso los termorreguladores pueden causar sensaciones desagradables en la piel, lo que ocasionara distracciones o mayor esfuerzo mental para enfrentarse a los nuevos factores de estrés, evitando el enfriamiento, el calentamiento o adoptando medidas de protección que, aunque inconscientes restan eficiencia en la actividad que se realiza. Estas adecuaciones inconscientes causan también un estado de alerta, aumenta los niveles de actividad nerviosa y por consiguiente la preparación para la acción. En condiciones normales las personas inconscientes utilizan solo una pequeña parte de su capacidad para tareas de termorregulación, reservando por tanto la mayor parte de la misma para hacer frente a condiciones inesperadas o extremas.

Las molestias por el frío o calor suelen ser suficientes para aplicar los mecanismos de enfriamiento o calentamiento, ropa de abrigo, calzado etc. y sistemas de acondicionamiento mecánico. No obstante, puede hablarse de un precio relacionado al gasto energético, movimiento, intimidad o agotamiento, además, la necesidad de ajustar y mantener un alto nivel de protección

ante las inclemencias del clima exige atención y capacidad de juicio que puede además comprometer factores de vigilancia y tiempos de reacción.

Aunado a la respuesta inmediata se suman las afectaciones por permanecer en constante estado de disconfort esto significa la activación continua de termorreguladores, en donde el sistema cardiovascular es uno de los mayormente involucrados por el aumento o disminución del gasto y frecuencia cardíaca, propiciando a largo plazo descompensaciones aumento de coronarias, infartos, hemorragias cerebrales y en general enfermedades de corazón y síntomas anginosos (Ogawa, 2017) (Ingvar , Per-Ola , & Dahlstrom, 2017).

Adicional a las afectaciones fisiológicas derivadas de cambios en la temperatura corporal se suman las afectaciones de carga psicológica. Con respecto a esto existe poca evidencia científica en campo debido a la multicausalidad de diversas enfermedades ambientales, no obstante, en estudios de laboratorio señalan que las temperaturas excesivamente altas afectan la conducta social del individuo, caracterizada por menor agrado a una persona extraña y al aumentar la agresión interpersonal. Aparentemente la violencia se daba con mayor frecuencia en el rango de los 27°C y tendía a disminuir en la medida que disminuía la temperatura. (Holahan C. , 2016)

Ambiente Acústico

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el ruido es uno de los problemas ambientales más relevantes derivado de su indudable dimensión social, ya que las fuentes forman parte de la vida cotidiana. Los especialistas europeos consideran la contaminación acústica como uno de los factores ambientales más molestos y con mayor incidencia sobre el bienestar ciudadano. Sus efectos sobre la salud están ampliamente demostrados y documentados en la literatura científica, estos se fundamentan en estudios experimentales de campo y laboratorio (Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía, 2016).

Las pérdidas de audición constituyen los efectos más conocidos sobre la salud humana. La sordera o tapamiento de oídos después de la exposición a altos niveles sonoros desaparece al tiempo que se limita los niveles de sonido. La recuperación es parcial al cabo de dos horas y completa a la 16hrs. permaneciendo en un estado de confort acústico a no más de 50dBA en vigilia o de 30dBA durante el sueño. A nivel internacional se establece que un nivel de ruido entre 45dB y 55dB resulta molesto y desagradable.

El problema se produce cuando la exposición a altos niveles de sonido no cesa y se mantiene durante tiempo prolongado, por lo que no se tiene tiempo de recuperación, esta continua afectación puede manifestar “desplazamiento permanente del umbral auditivo” o hipoacusia produciendo daño gradual e irreversible. El daño auditivo permanente se considera a partir de exposiciones prolongadas a niveles por encima de los 75dBA y por sonidos de corta duración de más de 110dBA o bien por acumulación de fatiga auditiva sin tiempo suficiente de recuperación. Más allá de estas cifras y hasta 160dBA puede ocasionar pérdida auditiva inmediata producida por la ruptura del tímpano.

Los daños a la salud no se limitan a la intensidad y frecuencia de sonido o a la pérdida de la audición. El oído interno cuenta con conexiones nerviosas no solo hacia el nervio auditivo, sino a otras conexiones indirectas dirigidas a otros sistemas como el Límbico, Neuroendocrino y Sistema nervioso autónomo. Debido a esto se derivan efectos extra-auditivos, efectos psicofisiológicos que puede traer afectaciones motoras; contracciones musculares, vegetativas; variación de frecuencia cardíaca, vasoconstricción periférica, aumento de presión sanguínea, ralentización de los movimientos respiratorios y electroencefalográficos. Estas reacciones pueden presentarse a corto plazo provocadas por cambios cualitativos y cuantitativos en el ruido caracterizados por el “reflejo de orientación” y el “reflejo de sobresalto”. Ambas respuestas son cortas y débiles y no suelen tener consecuencias importantes, pero sirven como indicadores de la capacidad del ruido para distraer la atención.

Por otro lado, están los efectos a largo plazo que produce modificaciones fisiológicas. Estos efectos dependen del tipo de actividad, exigencia de la tarea, condiciones de ejecución y duración del trabajo con exposición al ruido y de las características de cada individuo. Las personas afectadas hablan de intranquilidad, inquietud, depresión, desasosiego, desamparo, ansiedad o rabia. El nivel de malestar no varía solamente en función de la intensidad del ruido y de otras características físicas del mismo que son menos objetables como ruidos estridentes o chirriantes, sino de factores psicológicos, sociales y culturales de cada persona. (Pereira Jotz, Cervantes , Abrahao , Parente Settanni , & Carrara de Angelis , 2002) (Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía, 2016) (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo , 2017).

Dentro de estas afecciones a largo plazo se encuentran los trastornos de sueño que entre otras consecuencias trae; cambios de humor, disminución del rendimiento, incremento de la presión arterial, de la tasa cardíaca y de la amplitud del pulso, vasoconstricción, cambios en la respiración, arritmias cardíacas, incremento del movimiento corporal, además de procesos de excitación de los sistemas nervioso central y vegetativo que genera cambios en la secreción de hormonas. (Carcedo Sañudo , Carcedo Garcia , & Vallejo Valdezate , 2008) (Unit for Experimental Psychiatry, 2010)

El ruido actúa como un estresor biológico, produciendo respuestas que preparan el cuerpo para una respuesta de tipo “lucha y huye”. Por ello el ruido puede provocar respuestas tanto en el sistema endocrino como del sistema nervioso autónomo que afecta al sistema cardiovascular y por ellos ser un factor de riesgo para las enfermedades cardiovasculares. Estos efectos son observados a niveles por encima de los 65dB y en exposiciones agudas activando las respuestas nerviosas y hormonales conduciendo a incrementos temporales de la presión sanguínea, tasa cardíaca y vasoconstricción. (Birgitta, Lindvall, & Schwela, 1999)

Adicional a los trastornos fisiológicos o los derivados de la molestia al ruido, diversas investigaciones demuestran que el ruido excesivo tiene efectos nocivos para diversos aspectos de la conducta social. Entre otros la baja participación, bajas manifestaciones de conductas de solidaridad, menos atención a señales sociales, molestia ante la perturbación de actividades, rendimiento en el trabajo y escuela, interferencia en la comunicación oral y modificaciones en el comportamiento social; agresividad, protestas y sensación de desamparo (Holahan C. , 2016) (Goines & Hagler, 2007).

Ambiente Lumínico

La luz es un elemento esencial para el sentido de la vista. Es necesaria para apreciar la forma, el color y la perspectiva de los objetos. El 80% de la información del ambiente se obtiene del sentido de la vista. Desde el punto de vista de la salud, los elementos mayormente normados son el flujo luminoso y el contraste de luminancia, este último principalmente para tareas de lectura y escritura. Aunque la iluminación puede afectar por exceso, los valores sanitarios de referencia se ofrecen por defecto para contrarrestar el déficit de luz independiente de que la fuente sea natural o artificial, no obstante, al establecer un flujo luminoso constante se entiende deberá ser artificial.

El flujo luminoso juega un papel importante en cuanto a la influencia que el espectro de luz puede tener sobre la eficiencia en el desenvolvimiento de las tareas. Para este caso existen parámetros asociados a ambientes luminosos idóneos debidamente identificados que son confortables al desarrollo de actividades específicas. La capacidad del ojo para distinguir detalles es influenciada significativamente por el flujo luminoso por lo que el aumento de la cantidad y calidad de luz mejora significativamente el rendimiento visual derivado de mejorar la agudeza. En general cuanto mayor sea la dificultad visual de la tarea mayor deberá ser el nivel de iluminación. Estos parámetros se establecen según la edad de las personas que las asumen.

Los parámetros establecidos giran en torno de necesidades específicas relacionadas a la actividad y el grado de seguridad con las que se ejecutan las tareas, disminuyendo la probabilidad de accidentes y afectaciones derivadas del cansancio visual, falta de visibilidad, deslumbramientos incapacitantes o molestos derivados de contrastes y bajos niveles de iluminación. Los efectos de estos malestares se caracterizan por la presencia de uno o más síntomas entre los que destacan; dolor ocular, lagrimeo, reducción de la capacidad ocular y convergencia adecuada, cefalea, entre otros. Si bien estos síntomas no son permanentes se ha demostrado que una adecuada iluminación aumenta hasta un 86% el nivel de energía personal y en un 75% la productividad en espacios no domésticos.

Lejos de la eficiencia operativa, la luz y el color influyen en la sensación general de las personas, los objetos con falta de luz tienen poco o ningún color y forma lo que produce la pérdida de perspectiva, a la inversa, el exceso luz puede causar incomodidad mayor a la generada por su escasez.

La correcta iluminación artificial y natural puede asegurar las condiciones para el desenvolvimiento eficiente y eficaz de las actividades. En este sentido la cantidad de luz necesaria de una fuente natural o artificial puede parecer indistinta, no obstante, los espectros son totalmente diferentes y el cuerpo es capaz de diferenciarlos, generando beneficios o perjuicios a la salud. La retina humana posee vías destinadas a la síntesis y degradación de diversos neurotransmisores, cuatro de los seis más importantes; acetilcolina, dopamina, noradrenalina, serotonina, ácidos gamma-aminobutírico o GABA y adrenalina. La luz con sus diferentes longitudes de onda permite sintetizar y degradar dichos neurotransmisores, al contrario, la falta o deficiencia de luz natural no permitirá sintetizarla, con las consecuentes alteraciones a nivel funcional y orgánico. Por tal

razón la cantidad y calidad de la luz que llega al ojo es fundamental para el correcto envío de información al sistema nervioso central, endocrino e inmunológico.

Uno de los efectos mayormente estudiados son las alteraciones al ciclo circadiano. Las funciones vitales del cuerpo humano sufren una regulación diferencial según el momento del día y de manera cíclica jornada tras jornada. Mediante el ciclo circadiano el cuerpo vierte al torrente sanguíneo sustancias que fomentan la actividad durante el día y el descanso durante la noche, el inicio y fin de este lo determinan las horas de luz natural. La alteración a esta secuencia por ausencia de luz natural puede tener síntomas como fatiga, desorientación y trastornos de sueño, enfermedades que con la permanencia puede desarrollar enfermedades cardiovasculares.

Además, a falta de luz natural se han constatado afectaciones como el trastorno afectivo estacional, síndrome premenstrual, infertilidad e inapetencia sexual, síndrome de fatiga crónica, depresión, irritabilidad, trastornos de sueño, variaciones de peso estacional, falta de concentración, dolores de cabeza, fibromialgia, y degeneración muscular asociada a la edad (Barceló Pérez, Guzman Piñeiro, & González Sánchez, Factores físicos de riesgo en el medio residencial, 2013) (Guasch Farrás, 2014) (García Alcolea & Alcolea Sotelo) (Palafox, 2017).

Conclusiones del Problema

Como se ha visto los daños a la salud pueden ser variados, pueden tener dimensiones fisiológicas, psicológicas en incluso sociales, algunas otras y debido a la permanencia de malestares psico-fisiológicos pueden provocar daños irremediables e incluso la muerte. La necesidad de abordar la problemática de la vivienda actual y futura se intensifica sabiendo que el adulto promedio pasa del 80% al 90% en espacios interiores, mismos que en un futuro serán ocupados por adultos mayores, población en riesgo que estiman un crecimiento del 22% derivado del incremento en la esperanza de vida y la disminución de la tasa de fecundidad. Esta población (adultos de 50 a 75 años) junto con los niños menores de cinco años son los más afectados por los riesgos ambientales. Según cifras de la OMS suman 1.7 millones de niños y 4.9 millones de adultos mueren por la mala gestión en el medio ambiente y principalmente por enfermedades no transmisibles (Aldaz, 2017) (Organización Mundial de la Salud, 2017). Esta población además es la que mayor tiempo pasa en la vivienda según cifras del estudio LARES (World Health Organization, 2007). A la población en riesgo se suman sensibilidades como enfermedades crónicas, asma, fibrosis quística, capacidad reducida de movimiento etc. que intensifican los efectos de cualquiera de los indicadores de la Calidad del Ambiente Interior en la vivienda.

Los efectos más graves del ambiente son los fundamentados en alteraciones fisiológicas, derivados de la exposición a rangos que sobrepasan lo establecido en la normativa de seguridad e higiene en el trabajo. Este rubro es el que ha logrado mayores avances en cuanto a la evidencia científica, debido principalmente al conocimiento de umbrales de dolor y estudios de laboratorio con ambientes controlados. En este sentido, los estudios de campo se han rezagado, algunos de los más importantes se limitan a los ambientes de oficina y educación, mismos que han expuesto efectos psicológicos y psicofisiológicos que no trascienden efectos mortales. No obstante, los acercamientos, los resultados son debatibles debido a la multicausalidad y a la variedad de estresores ambientales presentes en el ambiente interior, es decir tan difícil es aislarse del mundo como para atribuir una enfermedad definida a un factor específico. La vivienda en este sentido se ha limitado aún más, ya que cualquier experimento empírico implica necesariamente la autorización y participación de los residentes. Debido a esto es complicado atribuir ciertas afectaciones a determinadas características presentes en la vivienda social. Sin embargo, los resultados de laboratorio en ambientes no domésticos son contundentes y equiparables a la residencia, aún más, dichos efectos podrían agudizarse por la predisposición psicológica que desencadena la expectativa que se tiene del hogar relacionada con la resiliencia.

La adaptación o resiliencia está relacionada con la información que se obtiene del espacio y las referencias de aprendizaje anteriores. Las condiciones de la vivienda como satisfactor de necesidades fundamentales ofrecen un estereotipo objetivo, información de referencia a la experiencia de lo que una vivienda debiera cumplir, estos incluyen una permisividad para que los habitantes asuman algunos periodos de ciclo diario en estado basal, tales periodos se relacionan con el sueño, la digestión y el reposo simple de los residentes. Tales estadios, por razones fisiológicas incrementan la susceptibilidad de las personas a estresores ambientales pudiendo disminuir la actividad del sistema inmunológico. En otras palabras, debido a lo que se espera

de la vivienda el hombre resiste menos las presiones ambientales y llegará a desequilibrios de diversos órdenes antes que en otros ambientes con igual presión. Su fragilidad en este medio es más alta. Esto hace que los ocupantes tengan una mayor demanda de condiciones ambientales favorables que las que presentaría un sujeto en un ambiente productivo como su centro de trabajo o en ambiente de aprendizaje o desplazamiento como la escuela y el transporte, entre otros ambientes que demanden mayor atención o conciencia (Barcelo Pérez & González Sánchez , Relaciones ambiente-salud en el habitat humano, 2013).

Los efectos a la salud causados por el ambiente interior en la vivienda esta fundamentados y han motivado diversas acciones provenientes de diversos organismos entre los cuales destaca la OMS quien manifestó que es “sumamente urgente invertir en estrategias que reduzcan los riesgos ambientales en las ciudades, hogares y lugares de trabajo y por cual se esperaría reducir considerablemente las creciente carga mundial de enfermedades cardiovasculares y neumopatías, lesiones y canceres, y comportar una reducción inmediata en los costos sanitarios” (Organizacion Mundial de la Salud, 2017).

JUSTIFICACIÓN Y PERTINENCIA

En México y el mundo la vivienda se ha consolidado como un derecho constitucional con la llamada vivienda adecuada, digna y decorosa, ya que se considera el lugar en donde la familia consolida su patrimonio, establece mejores condiciones para su inserción en la sociedad, genera las bases para una emancipación individual y colectiva e inicia el desarrollo social sano de sus miembros. La vivienda habitable entonces debería como medio de interacción física, psicología y social actuar como un ambiente compuesto de espacios funcionales vitales y de recarga de potencialidades y donde las personas desenvuelven sus actividades diarias, dicho espacio se articularía como primer espacio jerárquico de la vida social y productiva del hombre, en correspondencia con su objetivo primario como facilitador de funciones y satisfactor elemental. Estas características de la vivienda son consideradas factores de riesgo o por el contrario agentes promotores de salud y bienestar dependiendo la administración de los recursos que ofrece la Arquitectura (World Health Organization, 1998) (Barcelo Pérez, Hugo Levinton , & Gonzalez Sánchez , Introducción el ambiente y los seres vivos, 2013).

La vivienda habitable debiera ser entonces una constatación o requisito de las edificaciones anteriores y actuales, sin embargo, no es así, se sigue construyendo bajo modelos ineficientes, sin tomar las medidas necesarias que mínimamente promuevan la salud de los ocupantes. Con esto al respecto la Calidad del Ambiente Interior presenta una perspectiva viable para intervenir y exponer las cualidades de esta tipología.

La Calidad del Ambiente Interior ha tenido grandes avances. De las primeras variables del ambiente interior que se abordaron por sus efectos a la salud fue la Calidad del Aire como factor de riesgo químico y biológico no solo en los ambientes industriales sino también en los de oficina. En estos espacios no extremos se constataron graves efectos a la salud con el Síndrome del Edificio Enfermo (SEE) esencialmente causado por el poco o nulo mantenimiento de los sistemas de acondicionamiento y la eventual presencia de compuestos químicos y biológicos nocivos para la salud. Este fue un avance sin precedente ya que por primera vez se había prestado importancia a efectos no mortales como los presentes en ambientes industriales. Actualmente existen puntos de referencia, auditorías y certificaciones con la finalidad de evitar caer en síntomas relacionados con SEE en ambientes de oficina y que se suman a las Normas de seguridad e higiene en ambientes trabajo (Junta de Andalucía, Union Europea y Oservatorio de salud y medio ambiente de andalucia , 2017) (ASHRAE, 2013).

Tal ha sido la importancia que se le ha brindado a los factores ambientales como determinantes de salud física y mental que ha trascendido el campo de acción de las edificaciones no domésticas. En la vivienda se han consolidado puntos de referencia o líneas guía exclusivos para ésta, particularmente respecto al ruido, dichos parámetros están fundamentados en estudios de campo y laboratorio de corte subjetivo (Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía, 2016) (World Health Organization, Geneva, 1999). El impacto ha sido tal que incluso ha fundamentado Normas tocantes al tema a lo largo del mundo, como es el caso de Chile (BCN, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2017).

El caso del ruido y la motivación que implicó la realización de Normas que regularan la reducción acústica en la vivienda es notable por los objetivos cualitativos y claro las enfermedades de tipo psicossomática que provoca. El ruido como se ha comentado parte de la percepción ante el ambiente acústico siendo la percepción y la connotación hacia el estímulo vitales para definir el efecto a la salud. Esto es entendible cuando se establece que, “las percepciones en el ser humano se consideran

realidades: lo que es percibido como real, incluso si no es cierto, es real para la persona y real en sus consecuencias influyendo incluso en el comportamiento y la salud” (Ibarra Sala , 2013).

Las investigaciones fundamentadas en la percepción generaron cambios en la normatividad de Chile principalmente con la creación de un standard mínimo de resistencia acústica tocando aspectos tangibles de la Arquitectura, pero basados en aspectos intangibles y subjetivos. Esta Norma que en principio fue opcional actualmente es de carácter obligatoria y coadyuva desde una escala objetiva a mejorar las condiciones en la que vive la población residente en multifamiliares.

La situación en Chile no dista de la realidad en México y las evidencias de malestares derivados del ambiente físico en espacio interiores cuentan el problema del hábitat social. El problema de la vivienda y las afectaciones que desencadena radica en que no existe un marco legal que obligue a los constructores a desarrollar proyectos habitacionales con materiales, ambientes y espacios de buena calidad, prácticamente porque se desconoce qué características cumplen con esa cualidad y se limitan a Normas mínimas que no motivan la creación de un entorno digno y saludable para el desarrollo integral de sus habitantes.

En este sentido el déficit de vivienda y el “boom inmobiliario” que potencializa el crecimiento de esta tipología crea una oportunidad para fundamentar un cambio en el paradigma futuro, construyendo vivienda que satisfaga las necesidades esenciales y que le permitan a la población procurar la vida y vivirla a plenitud.

El presente estudio busca mejorar las condiciones de habitabilidad primordial y segura en el marco de la vivienda habitable en el nivel sistémico primario y como indicador de calidad de vida y bienestar. Para lo cual se plantea la construcción de una investigación de corte exploratorio y descriptivo basada en experimentos de campo enfocados a diez casos de estudio. Se recolectarán datos de la Calidad del Ambiente Interior físico particularmente, iluminación natural y confort térmico con el fin primario de exponer las condiciones actuales de la vivienda y la satisfacción que de esa ambiente resulta.

De lo anterior se plantean los siguientes objetivos.

OBJETIVOS

Objetivo general:

“Exponer y analizar las cualidades de la vivienda de interés social multifamiliar con respecto al ambiente térmico y lumínico y su relación con la satisfacción ambiental a través de una evaluación Post-Ocupacional (mediciones físicas y psicológicas)”

Objetivos primarios:

“Indagar sobre las posibles fuentes que desencadenan variados fenómenos ambientales positivos y negativos al interior de la vivienda”

“Vislumbrar las posibles coincidencias entre la medida subjetiva y la medida física, permitiendo obtener un rango de confort lumínico y térmico valorizado por la percepción”

Objetivos particulares:

FASE 1 Mediciones instantáneas

1. Registrar temperatura de aire y radiante, humedad relativa e iluminancia en ambientes interiores de la vivienda multifamiliar de la Ciudad de México, por un lapso mayor a 12hrs.
2. Indagar acerca de la percepción de satisfacción que los participantes experimentan en su vivienda.

FASE 2 Mediciones extendidas

1. Identificar el periodo con temperaturas más frías y cálidas del año.
2. Registrar temperatura de aire y radiante, humedad relativa e iluminancia en ambientes interiores de la vivienda multifamiliar de la Ciudad de México, durante el periodo más cálido y más frío del año.
3. Indagar acerca de la percepción ambiental del usuario en cada temporada y su posible relación con la medida física.

Los objetivos buscan un acercamiento hacia el entendimiento de los fenómenos ambientales interiores de la vivienda con datos recabados en casos de estudio reales y enriquecer los parámetros establecidos y fundamentados en estudios de laboratorio. Se buscará generar una correlación entre la medida objetiva y subjetiva con la finalidad de vislumbrar un posible parámetro a partir de la percepción de satisfacción que el ambiente físico provoca y con esto generar una aproximación hacia umbrales específicos a las restricciones y expectativas del usuario en la vivienda. La construcción de esta escala coadyuvará a resolver el déficit de vivienda bajo nuevos paradigmas que valoricen la Calidad del Ambiente Interior y nos aproximen a la concepción de vivienda habitable.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Para cumplir los objetivos será necesario resolver algunas preguntas de investigación:

1. ¿Qué es la habitabilidad y cuáles son sus escalas de intervención?
2. ¿Es posible relevar los factores de riesgo declarados en definiciones actuales de la Calidad del Ambiente Interior a la vivienda multifamiliar? si es así ¿Cuáles serían aplicables y sensibles de evaluación?
3. ¿Existen métodos para medir la Calidad del Ambiente Interior en la vivienda multifamiliar?
4. ¿Es posible relevar los umbrales definidos en ambientes de oficinas o industriales a la vivienda?

HIPÓTESIS

Con la finalidad de guiar la investigación se establece que, **“los niveles de satisfacción se verán determinados por las condiciones físicas del ambiente interior (confort térmico y lumínico).**

CAPITULO II VARIABLES DE ESTUDIO

ANTECEDENTES DE LA VIVIENDA

Vivienda social multifamiliar
Vivienda, salud y ambiente

ANTECEDENTE DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR

Ambiente físico

VARIABLES DE ESTUDIO

Energía térmica-Ambiente térmico
Energía Electromagnética-Ambiente lumínico
Componente subjetivo (Satisfacción de la vivienda)

ANTECEDENTES DE LA VIVIENDA

La Arquitectura específica de la vivienda es entendida como la creación de ambientes para el hombre y la familia, esta debe tener características competentes que le permitan satisfacer las necesidades fundamentales y complementarias, individuales y colectivas de quien la habite. La vivienda actúa como facilitador, permite vivir las necesidades y vivirlas a plenitud, conforma el vínculo entre el espacio interior privado y lo público protegiendo del intemperismo y el peligro social. Las mencionadas características son propias de la vivienda habitable en su escala objetiva y subjetiva, del cumplimiento de estas cualidades dependerá el desarrollo pleno y saludable no solo de los ocupantes sino de la ciudad y sociedad. Caso contrario, cuando la vivienda esta incapacitada no permitirán el despliegue de funciones o potencialidades que el usuario concibe y espera como expectativa de su vivienda, conformando estresores ambientales que comprometerán su salud física y mental mermando calidad de vida y bienestar. Por tal razón es vital emprender estrategias que permitan abordar los problemas de la vivienda y dar soluciones en la búsqueda de viviendas habitables.

Vivienda social multifamiliar

Desde la conformación de la Ciudad Prehispánica uno de los problemas más recurrentes para los pobladores de la Ciudad de México fue la construcción de vivienda, en principio caracterizado por la necesidad de ganar terreno al lago, consolidando así un crecimiento urbano horizontal. Este hecho y sus complicaciones fue heredado y continuo su expansión y concentración centralizada, no obstante, los referentes contemporáneos Latinoamericanos que exploraban el crecimiento urbano vertical. La constante y a veces incontrolada expansión dio como resultado escaso espacio para construir viviendas nuevas (Corredor Horbath, 2003). Aunado a esto y a partir de los años cincuenta el modelo de desarrollo estabilizador implantado en México tuvo como sede principal la capital del país, lo que atrajo grandes flujos migratorios y genero una dinámica demográfica y urbana sin precedentes. El crecimiento urbano acelerado ocasionado principalmente por el proceso de migración del campo a las ciudades y las reiteradas crisis económicas, generaron ocupaciones a veces organizadas y otras violentas las cuales suscribieron el actual aspecto de la mancha urbana de la ciudad. Así pues, la población del área metropolitana se incrementó, no así el número de vivienda ocasionando el incremento de la densidad domiciliaria. La necesidad de vivienda para abastecer el centro era inminente, resultado de esto fue la aparición de vecindades, subdivisión de predios donde se ubicaban viejas casonas y cambios legales e ilegales de uso de suelo con la finalidad de promover los conjuntos departamentales (Coulomb, 2005).

La problemática actual fundamentada en el desarrollo de los años cincuenta ha sido intensificada por la falta de fuentes de empleo e infraestructura que permita disipar el déficit de vivienda en el área centro de la Zona Metropolitana y remitirla a zonas menos pobladas. Se estima que la población que ingresa a la Ciudad de México diariamente para estudiar o trabajar provenientes del Estado de México, Hidalgo y Morelos asciende a un millón 720 mil 145 personas. La gente que ingresa a la Ciudad de México para estudiar o trabajar equivale a 19% del total de la población capitalina que asciende a 8.9 millones, estas cifras hacen que la demanda habitacional crezca motivando el desarrollo vertical de la ciudad (Navarro, 2015).

Adicional a esto el incremento de población joven apta para adquirir una vivienda y los nuevos modelos de hogar de la población residente en la ciudad, familias de un solo residente y corresidentes conformadas por dos o más personas sin parentesco, hacen que la Comisión Nacional de Población (CONAPO) estime que para el año 2030 habrá un déficit de vivienda de 957 mil unidades. Las mencionadas complicaciones no son tema particular de México a nivel mundial se estima que para el mismo año el 77% de la población vivirá en centros urbanos (Gonzalez Sánchez , Guzmán Piñeiro , & Barceló Pérez , 2013).

El déficit de vivienda se arrastra desde tiempo atrás. Las estrategias implementadas se enfocaron a la llamada vivienda de interés social, derivado de las constantes crisis económicas y los altos niveles de pobreza. Este tipo de vivienda se ha ofrecido a la velocidad que lo demandan las presiones de la población, enfocando sus esfuerzos por la solución más simple que es, efectivamente generar más vivienda, pero desechando estrategias como la generación de empleo e infraestructura con la finalidad de encausar esa demanda hacia la periferia. Este mal manejo y construcción de vivienda, hace que sus habitantes se

vean afectados por su configuración arquitectónica, construcción y alto precio de venta (Escobar Arango , 2001) (Pinto Figue , 2007)

La clasificación de esta vivienda de acuerdo con El Código de Vivienda para la República Mexicana engloba la llamada vivienda económica, popular y tradicional. La clasificación está fundamentada en el precio de venta y la forma de producción, pudiendo estar construidas en conjuntos habitacionales o fraccionamientos. Dentro de esta clasificación el número de unidades por lote da pie a la vivienda plurifamiliar vertical, horizontal o mixta que se caracteriza por un número indefinido de propietarios dentro de un mismo predio bajo una relación condominal (CONAVI, 2017).

Las características de este tipo de vivienda culturalmente llamada de “interés social” de acuerdo con el Código de Vivienda engloba las características de la vivienda económica, popular y tradicional, es decir una vivienda de interés social es toda aquella que cumple un rango de área que va desde 30m² y hasta los 97.5m² y cuyo precio debe estar por debajo de los 350.1 veces el salario mínimo mensual de Distrito Federal. Sin embargo, los altos costos del suelo en la zona centro, han propiciado la construcción de conjuntos habitacionales con áreas características de la vivienda social, pero con variantes en acabado e infraestructura, haciendo que estos conjuntos sean valuados como vivienda residencial no obstante los metros cuadrado que ofrece. Así pues, en el centro de la Ciudad de México se puede hablar de vivienda plurifamiliar social o residencial a unidades con metrajes menores a 65m² diferenciándose entre sí, únicamente por el valor de venta.

La concepción de esta tipología se construyó bajo fuerte carga social y con la finalidad de mejorar la calidad de vida a través de una vivienda adecuada, brindada bajo la consigna de ofrecer la correcta relación entre área habitable y precio. Sin embargo, la forma como se han manejado las políticas públicas voluntaristas y asistencialistas respecto a la producción de vivienda para los estratos pobres, denominada “Vivienda de interés social”, ha sido mayormente enfocada para abatir el rezago de casas, que para mejorar la calidad de vida con un hábitat de vivienda adecuada (Borja , 2013).

En este sentido la oferta y demanda juegan un papel importante ya que a pesar de todas las deficiencias que el ojo especialista pudiera detectar o los altos costos por metro cuadrado, la producción y distribución de la vivienda no solo en México sino en casi toda Latinoamérica es regulada por las leyes del mercado de oferta y demanda libres. Lo anterior, propicia la construcción masiva de conjuntos habitacionales priorizados más por los aspectos económicos que por los sociales, relacionados con la idea de vivienda como mercancía de cambio en contraposición de vivienda como bien de uso y satisfactor de necesidades objetivas y subjetivas. (Barceló Pérez & González Sánchez , Anexo, Vivienda Saludable, La salud y la vivienda como derecho, 2013)

La demanda ha motivado estrategias de redensificación asumidas por las anteriores y actuales administraciones con la finalidad de dar solución inmediata y a futuro al constante déficit de vivienda que, en suma, han consolidado el “boom inmobiliario”. El llamado “boom inmobiliario” fue derivado de los cambios en la legislación establecidos desde finales del año 2000. En esos albores y con afán de revertir el crecimiento de la mancha urbana hacia las zonas de recarga de mantos acuíferos y generadora del mayor porcentaje de oxígeno se prohibiría la construcción de unidades habitacionales y desarrollos comerciales en las delegaciones periféricas, impulsando las edificaciones en el centro de la ciudad. Esta Norma es conocida bajo el nombre de “Bando Informativo Numero 2” concebido para estimular la construcción de vivienda de interés social en la ciudad y como cumplimiento de la oferta electoral de “primero los pobres”. Los resultados no fueron los esperados generando la máxima explotación de suelo urbano a precios excesivos, en algunos casos viviendas con metrajes de interés social tasadas en dólares y el crecimiento de edificaciones no domésticas. Posteriormente y bajo la siguiente administración (2006-2012) se sustituyó el Bando 2 por la “Norma 26” que establecía la construcción de vivienda de interés social en todas las delegaciones y no solo en el centro. La Norma 26 trajo consigo gran inversión destinada a la edificación vertical, sin embargo, la vivienda no era social. Los metros cuadrados de la vivienda correspondían al tipo de vivienda que marcaba la Norma no así los precios de venta, es decir, donde debía haber departamentos con valor inferior a 700 mil pesos aparecieron departamentos a precios residenciales. A la par de la Norma 26 la administración en curso emitió la vigente Ley de Desarrollo Urbano heredando figuras como los polígonos de actuación que permiten retificar y relocalizar los usos de suelo en un predio para un proyecto determinado, lo que promovió la densificación de nuevas zonas (Sin Embargo , 2016).

En actualidad la administración ha implementado como estrategia la redensificación de 192 colonias catalogadas como “áreas con potencial de desarrollo”. El mencionado programa manifiesta como prioridad de la administración 2012-2018 la

generación de vivienda asequible para la población de bajos ingresos con la ya conocida vivienda de interés social, construida bajo Normas y estándares de calidad poco regulados (Aldaz, 2017).

En suma, el panorama actual y la problemática de la Ciudad de México es un reflejo de los intereses políticos, inversores y desarrolladores anteriores y contemporáneos con una ideología centrada en el capital, en donde los intereses de la ciudad y sus habitantes han quedado de lado. Con el objetivo de tener mayor retribución por el precio del suelo, se desarrolla vivienda bajo las especificaciones mínimas que establece “El Reglamento de Construcción del Distrito Federal y sus Normas complementarias”, procurando mantener el mayor número de acciones por predio relacionado al costo de la tierra, es decir el suelo más caro pronostica mayor número de viviendas, mayor costo y menos metros cuadrados.

Por otro lado, el suelo más barato se encuentra donde existe menor cantidad de servicios urbanos y donde la vivienda tendrá menor costo y más metros cuadrados. Esta es una de las razones por las que los proyectos de fraccionamientos se localizan en zonas periféricas distantes de comercio, centros educativos, centros de salud o abastecimiento de alimentos, entre otros servicios necesarios para el desarrollo integral de la familia, todo por el hecho de incurrir en menores costos. Sin embargo, lo que las administraciones municipales no prevén es que a largo plazo se verán obligadas a construir infraestructura y servicios complementarios que no corresponden necesariamente a las lógicas de mínimo costo. La vivienda inmersa en la zona centro de la Ciudad de México si bien no padece de infraestructura o equipamiento sigue este paradigma y sus costos son excesivamente altos por lo que cada vez es menos recurrente encontrar vivienda de interés social a no ser que esta sea desarrollada bajo interés políticos o grupos organizados.

La alta demanda de vivienda arrendada o propia sigue dejando un nicho bastante productivo para la iniciativa privada, siendo el mismo gobierno el impulsor de su construcción derivado del constante déficit que se presenta. La vivienda residencial además de costosa, está construida con materiales y procesos optimizados y económicos al igual que la vivienda de interés social, igualando no solo su metraje sino su construcción y configuración, distinguiéndose a veces solo por los acabados que marcará la diferencia de estatus.

La explotación del suelo en la zona metropolitana ha traído deficiencia no solo de los que habitan la vivienda, sino de los que se ven afectados por el menoscabo de servicios derivado de la baja capacidad para satisfacer las nuevas densidades poblacionales. Los habitantes de la vivienda multifamiliar por su parte podrían presentar afectaciones físicas y psicológicas causadas por fallas en la habitabilidad y particularmente en el ambiente físico que engloba la Calidad del Ambiente Interior.

Vivienda, salud y ambiente

La calidad de los ambientes interiores por los que el hombre transita y permanece definen su salud y por ende su calidad de vida. Si el ambiente es óptimo procurará las condiciones para conservar dicho indicador, sino por el contrario la demeritará. Un buen estado de salud, como se ha definido debe proveer al humano el despliegue no perturbado de sus potencialidades, con esto en mente, un individuo demanda entender y si fuese necesario abordar estrategias que permitan mantener o proveer como fin primario las cualidades ambientales que procuran salud. Sin embargo, evitar las afectaciones a la salud no suele ser tarea fácil, principalmente si los factores de riesgo ambientales resultan ser aportes a veces necesarios en el desarrollo social y tecnológico de prácticamente todo el mundo. En este sentido el estudio de la Calidad del Ambiente Interior se concibe como una estrategia de mitigación.

La Calidad del Ambiente Interior clasifica los agentes nocivos en factores de riesgo físicos, químicos y biológicos, tal clasificación obedece a las magnitudes que las determinan y no a los efectos que pueden ser lineales o no lineales derivado de la multicausalidad de una enfermedad específica. La evaluación de estos factores transcurre a través del análisis de situaciones de riesgo concretas comparadas con valores de magnitud y exposición tolerables, establecidos en la normatividad de seguridad e higiene en el trabajo.

Derivado de estudios de laboratorio y de campo se ha constatado que el medio ambiente en el que se desenvuelve el ser humano, ambientes domésticos o no domésticos, contiene una serie de determinantes de salud que pueden influir de manera positiva o negativa. La evidencia de efectos físicos y mentales causados por la baja Calidad del Ambiente Interior se ha consolidado en espacios educativos, oficinas, casas hogar de adultos mayores, entre otras tipologías con ambientes menos agresivos que los industriales. Estos efectos trascurren mayormente en afectaciones leves y psicosomáticas. El conocimiento

generado relacionado a las ciencias biológicas permite vislumbrar los efectos que en la permanencia traerán, causando enfermedades de talla fisiológica.

En ese marco la vivienda y su ambiente interior ha sido poco explorada principalmente por sus cualidades de espacio privado y de resguardo. Estas características limitan los estudios ya que necesariamente demanda la aprobación de los propietarios, contrario a otras tipológicas donde las actividades de evaluación, exploración o auditoria se conciben complementarios al desenvolvimiento natural del espacio. Pese a lo anterior, la evidencia puede ser relevada a la vivienda donde incluso las afectaciones a la salud podrían agudizarse por las expectativas que involucra y la economía de sus procesos de diseño y construcción (Barcelo Pérez & González Sánchez, Relaciones ambiente-salud en el habitat humano, 2013).

ANTECEDENTES DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR

El estudio de la Ambiente Interior se fundamentó indirectamente en los efectos perjudiciales para el ser humano causados por factores de riesgo presentes en ambientes industriales. Las auditorías ambientales consolidadas en la industria se comenzarían a utilizar hasta 1980 en los ambientes de oficina debido a evidencia relacionada al SEE, éstas representaban tan solo el 8% del total de las auditorías, no obstante, se enfocaban a la investigación y exploración del fenómeno. Diez años después en 1990 las auditorías para evaluar las condiciones del ambiente interior formaban ya el 52% de las evaluaciones existentes.

Las preocupaciones por los factores ambientales insalubres consolidaron el término “Calidad del Ambiente Interior” (CAI) que se definió como el conjunto de condiciones ambientales existentes en un recinto cerrado, instalación y/o edificación. Esta se determina por la cantidad de agentes de riesgo físicos, químicos y biológicos. Los primeros corresponden a los fenómenos calificados por los tipos de energías que en ellos se manifiestan, así tendremos los correspondientes a las energías: Mecánica (impactos, sonidos y vibraciones), Termodinámica (microclima, tecnología de la ventilación), Electromagnética (radiación ionizante y no ionizante) y Atómica (mutaciones de elementos). Por otro lado, la calidad del aire interior se determina por los factores de riesgo químicos y biológicos, los primeros son todos los derivados del uso, manipulación y degradación de compuesto químicos que se dispersan en forma de gas y se disipan en el ambiente. Los contaminantes biológicos por su parte corresponden a mohos, bacterias, virus o cualquier otro organismo o parásito vivo presente o disperso en el aire. En síntesis, la CAI busca la perfecta calidad en el conjunto de factores ergonómicos que se refieren a la calidad del ambiente térmico, acústico, luminoso y aire interior referido a los contaminantes químicos y biológicos presentes. (Javier Rey & Velazco Gomez, 2007)

Las bases de la CAI, umbrales y afecciones, fueron consolidados en ambientes de oficina e industriales basados en estudios dosis-respuesta logrando determinar, tipo, magnitud y tiempo de exposición. Por tal razón la relación entre CAI y salud resulta evidente ya que se conocen los efectos fisiológicos causados por la exposición a determinados contaminantes. En la evidencia radica la diferencia entre el confort y la CAI ya que esta última puede ser medidas objetivamente.

En el ambiente doméstico la exposición y magnitud de los contaminantes son distintos. En los hogares las concentraciones son a menudo bastante bajas y es difícil establecer relaciones dosis-respuesta. Aunque no existen pruebas sobre la base de una vivienda los contaminantes están presentes y aunque mínimos pueden potencializarse debido al estado basal que la estancia en el hogar supone.

El peligro, como algo con potencial de causar daño inmediato, por fallas en la CAI tal cual se concibe en ambientes industriales, según la evidencia no está presente en la vivienda. No obstante, los daños a la salud menos graves a corto y largo plazo han sido documentados en diferentes estudios que constatan la importancia del ambiente como determinante de la salud física o mental, entre otros factores como el desconfort térmico, acústico y lumínico.

A diferencia de los ambientes de oficina o industriales el usuario de la vivienda de interés social como dueño o arrendador tiene la capacidad de modificar su ambiente por medio de capacidades intrínsecas o exógenas, las primeras determinadas por fisonomía y adaptación del ocupante y la segunda por los medios de control, modificación o regulación del ambiente interior con los que cuenta. Tal premisa nos llevaría a pensar que las fallas en el ambiente interior pueden ser el efecto de las características y comportamiento del usuario y que el espacio podría ser cambiado o mejor adaptado a los requisitos de una vivienda saludable. De esta forma es posible inferir que el bienestar ambiental de una edificación está directamente

relacionado al esfuerzo que hace el usuario desde el punto de vista fisiológico y conductual, principalmente en lo concerniente al sonido, calor e iluminación. No obstante, las modificaciones que el usuario pueda hacer al ambiente, el espacio material permanente debiera poder alcanzar estos niveles óptimos de CAI que provee bienestar y procure su salud.

Como se ha comentado la CAI se compone de diferentes agentes contaminantes agrupados por factores de riesgo. Sin embargo, las actividades en el hogar distan de las realizadas en la industria u oficina por lo que no todas las variables que componen la CAI serán evaluadas en el presente estudio. Ahondando un poco en el tema y analizando la literatura, los factores que se identifican y determinan la salud de las personas, entiéndase como síntomas físicos o mentales ocasionados por el estado constante de desconfort son el ambiente térmico, acústico, lumínico y calidad del aire.

El ambiente térmico es determinado por diversas variables ambientales y personales como; temperatura, humedad, velocidad del aire, actividad física, nivel de arropamiento, entre otros factores del ser humano y el ambiente. Además, la adaptabilidad y características fisiológicas del ser humano le permite auto regularse de diferentes maneras, pudiendo mantener un estado de confort difícilmente generalizado, en suma, el confort térmico en lo colectivo es un elemento difícil de satisfacer. El factor térmico en edificaciones ha sido el mayormente analizado principalmente para el cálculo de sistemas de acondicionamiento mecánico alcanzando una efectividad de hasta el 95% de usuarios en confort. Por otra parte, la temperatura también puede influir en la calidad del aire, su aumento puede favorecer la volatilidad de ciertos compuestos químicos y la proliferación de determinados mohos y bacterias. (Javier Rey & Velazco Gomez , 2007)

La calidad del aire por su cuenta es un factor esencial para sentirnos cómodos. Sobre este pueden influir varios factores, principalmente de origen químico o biológico. En este sentido la ventilación, la velocidad con la que se renueva el aire, juega un papel relevante, ya que de la efectividad de esta dependerá la disolución de los contaminantes. La calidad del aire, aunque a veces imperceptible puede generar graves problemas a la salud. No obstante, existe poca evidencia debido a la dificultad de identificar la fuente del problema, la inespecificidad de los síntomas y la frecuente multicausalidad. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015)

Excluyendo el ambiente industrial, el ruido y las vibraciones están presentes en prácticamente todas las edificaciones, forman parte de la vida cotidiana y difícilmente se producirá a niveles que puedan producir daños auditivos. Las afectaciones más recurrentes son las causadas por el constante estado de estrés que en general favorece trastornos mentales. Respecto a las vibraciones, es uno de los factores menos estudiados y en ocasiones puede resultar complicado identificar su procedencia. Ambos pueden resultar molestos según las características individuales pudiendo incluso dificultar la realización de determinadas tareas.

La iluminación artificial cuenta con medidas específicas para los diferentes tipos de actividades enfocadas al ámbito industrial y de oficinas, lo que facilita su evaluación e intervención. En tales espacios las condiciones de iluminación suelen ser generalizadas por lo que adecuaciones individuales podrían no ser posibles. El caso de la vivienda, por el contrario, al ser un espacio privado y con capacidad de transformarse hace que este probable factor de riesgo sea mitigado con relativa facilidad. Sin embargo, el factor de riesgo en la actualidad no solo considera la falta de iluminación para realizar una tarea o moverse dentro del lugar sin peligro, sino también la acción fisiológica determinada por la intensidad y temperatura que la fuente puede proveer. La luz melanopica, frecuencia de onda adecuada para estimular la generación de melatonina, está relacionada con el ciclo circadiano la modificación de éste por la falta de exposición a luz de día puede ocasionar trastornos fisiológicos. En este sentido el análisis de la variable no está relacionada a la falta de iluminación artificial y su beneficio operativo, sino a la falta de iluminación natural como determinante de la salud.

Así pues, pequeñas fluctuaciones en estas variables, motivadas por elementos del propio edificio o usuario pueden deteriorar considerablemente la calidad de los factores ergonómicos del ambiente acústico, térmico, lumínico y aire interior y elevar de forma relevante el número de quejas transmitidas por los usuarios. En lo que resta del presente capítulo se ahondara en las variables consideradas para este estudio, se analizara la medida ergonómica y generalidades técnicas para entender a cabalidad los fenómenos que intervienen en la Calidad del Ambiente Interior de la vivienda social.

Ambiente físico

Los factores de riesgo físicos en la vivienda constituyen fenómenos calificados por los tipos de energías que en ellos se manifiestan, pudiéndose enumerar tres; energía mecánica, energía termodinámica y energía electromagnética. La aplicación en la vivienda se fundamenta en su campo de acción o evidenciaría documentada (Barceló Pérez , Guzman Piñeiro , & González Sánchez , Factores físicos de riesgo en el medio residencial, 2013).

Energía Mecánica

Fenómenos de impacto: Caracterizados por la transferencia de energía mecánica de tipo cinética o de movimiento, estos constituyen una lesión adquirida a los individuos expuestos de modo inmediato más que gradual, caracterizados usualmente por traumatismos.

Fenómenos sonoros: En el campo de la salud ambiental se pueden distinguir tres vertientes; Sonoridad, relacionado con los niveles biológicamente aceptables y en donde la permanencia en rangos más allá del umbral aceptable sugiere daño al órgano receptor, Audibilidad relacionada con la fracción audible y Ruido relacionada a la percepción de molestia derivada de las estructuras tonales.

Fenómenos vibratorios: Caracterizadas por oscilaciones mecánicas. En la vivienda pueden percibirse como consecuencia de la cercanía o colindancia vertical y/o horizontal a fuentes de impacto como asesores, instalaciones, tráfico, etc.

Energía Térmica

Microclima y ventilación: En la vivienda el concepto de microclima alude a las condiciones físicas del aire interior de los locales (temperatura, humedad, viento y calor radiante) y la ventilación general. Proceso de disipación de calor o remoción de contaminantes atmosféricos a través de la circulación del aire. Los efectos del discomfort térmico transitan a través de una gama de efectos psicósomáticos con impactos extremos en el sistema cardiovascular.

Energía Electromagnética

La energía electromagnética tiene componentes eléctricos y magnéticos y se relaciona con la aceleración de las cargas eléctricas en diferentes escalas de movimiento. Estas se pueden dividir en radiaciones ionizantes y no ionizantes.

La radiación ionizante es aquella que tiene la capacidad de arrancar electrones a la materia, ionizando átomos o moléculas por lo que pueden considerarse manifestaciones de energías atómicas. La radiación ionizante es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (alfa, beta o neutrones). La desintegración espontánea de los átomos se denomina radiactividad y la energía excedente emitida es una forma de radiación ionizante. En la vivienda la fuente de radiación natural más importante es el radón originado en el subsuelo y en determinadas zonas geográficas. De manera artificial se puede encontrar en tuberías metálicas. El acumulamiento de este gas en espacios interiores y la exposición constante puede causar daños graves a la salud como el cáncer de pulmón.

Con respecto a la radiación no ionizante comprenden las subregiones, por orden creciente de longitudes de onda; Ultravioleta (UV), Radiación luminosa o visible, Radiación Infrarroja, Microonda, Radiofrecuencia y otras frecuencias muy bajas.

VARIABLES ESTUDIO

Las fallas en el ambiente interior caracterizados por la presencia de factores de riesgos pueden cuásar variadas afecciones a la salud, recorriendo síntomas que van desde los leves hasta los agudos y que en suma pueden causar trastornos psicológicos o la muerte, esto dependiendo de los determinantes ambientales y la connotación del espacio.

Las características de cada edificio y su uso pueden limitar ciertos factores de riesgo. En el caso de la vivienda multifamiliar de la Ciudad de México, esta no cuenta con sistemas de acondicionamiento mecánico, mismos que podrían caracterizar los síntomas del edificio enfermo intrínsecos a los factores de riesgo químicos y biológicos. Los compuestos

químicos podrían estar presentes en la vivienda derivado del uso de sustancias para la limpieza y desinfección del hogar, encontrándose en cantidades mínimas y poco peligrosas para el ser humano. Los factores biológicos por su parte pueden ser caracterizados por flora y fauna presentes en la vivienda de manera consiente o hábitos de higiene incorrectos, ambos pueden detonar o intensificar la presencia de contaminantes. En resumen, ambos factores, químicos y biológicos en la vivienda son determinados por las actividades propias de los usuarios, razón por lo que no se abordaran en la investigación.

A los factores de riesgo químico y biológicos se suma la energía mecánica (ruido y vibraciones) y la radiación ionizante debido a que no se cuenta equipo para llevar a cabo los métodos de experimentación.

Por otro lado, la energía electromagnética (radiación visible, ondas electromagnéticas ejemplificada por la iluminación natural y artificial) y termodinámica (equilibrio térmico y confort) se abordan como estresores ambientales, es decir como aquella perturbación ambiental que propicia una serie de mecanismos fisiológicos de resiliencia perjudiciales a largo plazo y no como detonantes de enfermedades agudas o lesiones inmediatas. Los estresores ambientales en ambas variables sobrepasan los problemas agudos no mortales y a corto plazo causados por estas energías y otros factores ambientales, debido a que se califica como más significativo un problema duradero si la población afectada es creciente y muchas más personas se ven y se verán afectadas por los mismos factores.

La clasificación mostrada es la que más se ajusta a los factores presentes en la vivienda, si bien los padecimientos no se presentan con agudeza y a corto plazo, el constante estado de disconfort causado por los diferentes estresores afecta a la mayoría de la población que habita la vivienda social haciendo que este problema de salud sea considerado como más significativo. (Barcelo Pérez & González Sánchez, Relaciones ambiente-salud en el habitat humano, 2013).

Energía térmica-Ambiente térmico

La energía térmica también conocida como energía calórica o energía calorífica se relaciona con la manifestación de energía en forma de calor o incremento de temperatura originada por los movimientos vibratorios de los átomos y moléculas que conforman la materia. Esta puede estar contenida en sustancias con movimiento molecular o aparecer como radiación electromagnética en el espacio.

La temperatura (T) es la magnitud con la que se mide el calor en la materia. Las escalas para su medición se denominan Celsius o Kelvin. Los grados (°) Celsius se fundamenta en el estado del agua: su punto de congelación se toma como 0°C y su punto de ebullición (en presión atmosférica normal) como 100°C. La escala Kelvin por otra parte comienza con el “cero absolutos” (la ausencia total de calor). Por lo tanto $0^{\circ}\text{C} = 273.15^{\circ}\text{K}$.

El ser humano tiene la capacidad de experimentar la sensación de calor cuando entra en contacto con un cuerpo o ambiente a mayor temperatura que la de su piel, en este proceso intervienen diferentes variables que componen el sistema térmico, entiéndase sistema; como el conjunto ordenado de componentes y procedimientos que actúan para lograr un fin determinado.

Al estudio que describe los estados de equilibrio entre un sistema a nivel microscópico es llamado termodinámica, para llevar a cabo un proceso termodinámico debe haber interacción entre dos o más sistemas térmicos en desequilibrio. El equilibrio térmico se alcanza cuando ambas emiten y reciben la misma cantidad de calor, lo que iguala su temperatura.

La termodinámica es pues, la ciencia que estudia los flujos de calor, la misma establecen dos leyes. La primera de ellas se fundamenta en los principios de conservación de energía que dicta que, “la energía no se crea ni se destruye solo se transforma de una forma a otra”. En este sentido se determina que la energía interna de un sistema aumenta cuando se le transfiere calor o se realiza un trabajo sobre él. La segunda ley establece que la transferencia de calor puede tener lugar espontáneamente en una sola dirección, es decir, de un cuerpo más caliente a uno más frío, o generalmente de un estado de mayor a menor temperatura.

El flujo de calor de un sistema a otro puede darse de tres diferentes formas;

- Conducción; (transmisión de calor basado en el contacto de los cuerpos y la propagación del movimiento molecular).
- Convección; flujo de calor de un sólido a un fluido líquido o gaseoso y viceversa, este dependerá del área, la viscosidad, la configuración física y la diferencia de temperatura.
- Por radiación electromagnética; longitudes de onda generalmente tomada de los 700nm-10,000nm.

Sea cual sea la forma en que se lleva a cabo el flujo calorífico, intervienen diversos factores, entre otros; la humedad y velocidad del aire, ambos tienen la capacidad de modificar la rapidez en que se lleva a cabo el equilibrio térmico.

El aire es una mezcla de gases, principalmente oxígeno y nitrógeno. La atmósfera que nos rodea es el aire húmedo y contiene cantidades variables de vapor de agua. A cualquier temperatura el aire solo puede soportar cierta cantidad de vapor, dando pie a la saturación del aire. En otras palabras, la relación entre temperatura y humedad determinará la saturación de vapor de agua presente en el ambiente pudiendo alcanzar el punto de rocío. El flujo de aire natural y su velocidad es causado por la diferencia de presión y fluirá desde una zona de alta presión hacia una zona de baja presión. Para el estudio de estas interacciones, determinantes en el equilibrio térmico, se cuentan con recursos gráficos llamados tablas psicrométricas los cuales permiten explicar y predecir tales comportamientos ambientales.

La energía calorífica que transita de un cuerpo a otro, conocido como flujo de calor, estudiado por la termodinámica y determinado por el flujo y humedad del aire, es considerado factor de riesgo para la vida laboral tanto por su dimensión física como fisiológica. La interacción entre el sistema térmico humano y ambiental en la búsqueda de equilibrio térmico es denominada transición termodinámica, en este transitar intervienen aspectos biológicos y psicológicos, además de otros determinantes como la actividad y el nivel de arropamiento, el resultado de dichos vínculos será invariablemente la pérdida o ganancia de calor del ser humano. Con la intención de explicar este fenómeno térmico humano-ambiente se puede hablar de confort.

Confort higrotérmico

Las condiciones térmicas como factores de riesgo físico se ven caracterizadas por laborar en condiciones higrotérmicas extremas derivadas de las épocas estivales, invernales o ambientes de trabajo que precisan altas o bajas temperaturas. En estos ambientes, las consecuencias de un mal manejo de las estrategias para disipar el excesivo calor o frío pueden causar accidentes de trabajo algunos de ellos mortales. La causa de estas afecciones no recae solo en el exceso o descenso de temperatura ambiente, sino de la acumulación o disminución excesiva de calor o frío en el organismo. La afectación más grave en estos ambientes son la hipertermia o golpe de calor y la hipotermia ambas transcurren por una serie de síntomas generales, cutáneos y neurosensoriales que hacen que de entre el 15 al 25% de los casos concluyan en escenarios fatales.

Las condiciones térmicas extremas difícilmente se dan en ambientes domésticos o incluso en oficinas. En ambientes menos extremos los daños a la salud están relacionados con el estado de desconfort higrotérmico de los usuarios. (Jean-Jacques , 2017)

El confort según ASHRAE “es la condición de la mente que expresa satisfacción con el entorno térmico y se evalúa mediante la evaluación subjetiva”. Esta definición deja abierto lo que se entiende por "condición de la mente" o "satisfacción", pero enfatiza correctamente que el juicio de la comodidad es un proceso cognitivo que involucra muchas aportaciones influenciadas por procesos físicos, biológicos y fisiológicos. (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. , 2017)

Los factores que determinan el confort higrotérmico de forma genérica se dividen en dos grupos; los factores internos, concernientes a la gran diversidad de características que puede tener un ser humano como; etnicidad, sexo, edad, salud física, mental, estado de ánimo, actividad física y los factores externos; grado de arropamiento, tipo y color de la vestimenta y factores ambientales como; radiación térmica, temperatura, humedad y velocidad del aire. Dentro de este apartado se puede integrar el diseño de la envolvente arquitectónicas como interfaz entre los factores internos y externos.

Factores internos

Los factores intrínsecos se componen de aspectos biológicos y fisiológicos del ser humano, estos últimos con alto grado de subjetividad, ya que cada individuo se ha acondicionado durante años a determinado clima y forma de vida de acuerdo con su sistema cultural y nivel de adaptabilidad.

El componente biológico se centra en la temperatura interna del cuerpo, conocida como temperatura central o temperatura corporal profunda. La temperatura interior del adulto promedio sano y en reposo oscila entre los 37°C. Esta medida debe ser

modulada por el sistema de control fisiológico debido a que la muerte puede ocurrir en temperaturas por encima de 45°C o por debajo de 25°C.

El componente fisiológico, involucra a los receptores en la piel para regular la temperatura interna y así buscar la supervivencia. La piel básicamente no está regulada y puede variar entre los 31°C y 36°C en entornos y actividades normales.

Los receptores forman parte del sistema de regulación de temperatura, mismos que emplea diversos mecanismos coordinados firmemente desde varios sistemas corporales para mantener el cuerpo en un estado óptimo de funcionamiento, estas acciones se llevan a cabo en el interior de manera imperceptible y en el exterior de manera visible; bombeando sangre, secretando sudor, temblando, entre otros, que reacciona ante la variación de temperatura ambiente con la finalidad de mantener la temperatura central. (Larry Kenney, 2017)

El encargado de realizar el ajuste térmico interno es el hipotálamo, ubicado en el cerebro, es el órgano de control central para la temperatura corporal y de los varios procesos fisiológicos para regularla. Tiene sensores de temperatura fría y caliente y está bañado por sangre arterial. Debido a que la velocidad de recirculación de la sangre es rápida y la sangre que regresa se mezcla en el corazón antes de regresar al cuerpo, la sangre arterial es indicativa de la temperatura corporal interna promedio. El hipotálamo también recibe información térmica de los sensores de temperatura en la piel y quizás en otras ubicaciones como la medula espinal o el intestino (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. , 2017).

El proceso fisiológico más importante y utilizado es la regulación del flujo sanguíneo a la piel, cuando la temperatura interna aumenta se dirige más sangre a la superficie aumentando el flujo hasta en 15 veces. Por el contrario, cuando la temperatura corporal cae, el flujo sanguíneo de la piel se reduce llevando a cabo la vasoconstricción con el objetivo de conservar calor, la vasoconstricción máxima es tan efectiva que puede ser equiparable al aislamiento que provee un suéter pesado. A temperaturas inferiores, la tensión muscular aumenta para generar calor adicional, los grupos musculares se oponen aumentando los temblores visibles, incrementando con esto la producción de calor en reposo. A temperaturas internas elevadas, se produce sudoración. Las glándulas sudoríparas bombean la transpiración hacia la superficie de la piel para su evaporación, tal mecanismo de defensa es una forma poderosa de enfriar la piel y aumentar la pérdida de calor en el núcleo (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. , 2017)

Con la repetida exposición a prolongadas condiciones calientes o frías, el punto de ajuste de los termorreguladores aumenta, para reducir el esfuerzo fisiológico. Es pues que ocurre la adaptación o aclimatación a través de la adaptación genética o derivado de cambios fisiológicos y de comportamiento después de una exposición prolongada al calor o frío.

Dado que la percepción de la temperatura ambiente depende en cierta medida del funcionamiento de los mecanismos de adaptación, termorreguladores del cuerpo, cualquier factor ambiental o personal, que interfiera con estos mecanismos influirá en la percepción de la temperatura ambiente.

Factores externos

Las actividades fisiológicas reguladoras pueden determinar el balance térmico sin ser el único mecanismo para regular el estado térmico del cuerpo. En este caso los factores exógenos que contribuyen a la percepción de temperatura se pueden agrupar en dos; el aislamiento térmico (vestimenta, envolventes arquitectónicas y sistemas de acondicionamiento mecánico) y los factores ambientales naturales como la velocidad de viento, humedad y temperatura, estos últimos se abordaran más adelante.

Para poder sobrevivir y trabajar en condiciones más frías o calurosas se han creado superficies artificiales, una cubierta para la piel que aísla del frío y ayuda a la regulación de la temperatura. Este mecanismo de intercambio de calor se refiere a la vestimenta, muchas veces especializada. La vestimenta u otros accesorios tienen la finalidad de controlar las variables ambientales de acuerdo con la actividad y el ambiente en el que se desarrollan, tales elementos de control forman parte de la cultura y se han vuelto inherentes al ser humano. La transferencia de calor a través de la ropa depende en gran medida de las propiedades de sus materiales, algunas de las más importantes son; resistencia al viento, capacidad de las fibras para contener altas o bajas temperatura, absorción de vapor de agua o sudor y reflexión de calor radiante, estas características y otras determinaran la eficacia de este medio de termorregulación.

Aunado al arropamiento, los sistemas de acondicionamiento mecánico y las envolventes arquitectónicas se conciben como medios de interacción y adecuación en la búsqueda de sensaciones térmicas satisfactorias.

La Arquitectura ofrece herramientas de control que en general son todos aquellos elementos que nos aíslan del medio exterior. El nivel aislamiento térmico de los elementos “permanentes” aunado a los elementos de control como; puertas, ventanas, domos, pérgolas, celosías, etc. y sistemas de acondicionamiento mecánico (si existieran) definirán el ambiente interior que aunado a la vestimenta y actividad modificarán la percepción térmica (Yarke, 2005) (Lotens Wouner, 2017).

Percepción térmica

Los factores internos y externos se conjugan para establecer la percepción térmica que en su idoneidad se define como confort higrotérmico. Según diversos estudios la mayoría de los seres humanos experimentan sensación de neutralidad térmica a una temperatura efectiva, (modificada por el viento, humedad y arropamiento), de entre 20°C y 26°C en condiciones de trabajo ligero o sedentario y con un nivel de arropamiento de entre 0.6clo. y 1.0clo. tal estado y en ausencia de desequilibrios térmicos locales permitiría a los usuarios alcanzar un estado de bienestar térmico (ASHRAE Standard, 2010).

Como se observa, el rango es suficientemente amplio para abarcar la gran diversidad de factores internos que alcanza la humanidad. Esto sin embargo no asegura que el 100% de los usuarios alcancen un estado confortable. Lo anterior se debe a que el confort como lo define ASHRAE es una condición de la mente en donde se involucran factores objetivos y subjetivos. Si bien es posible establecer un valor para obtener condiciones óptimas de temperatura, se reconoce también que dicho valor no será absoluto, es decir que estará en función de la percepción del usuario por lo que puede o no cumplir esa condición. (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. , 2017).

En este sentido la psicología ambiental puede dar una explicación aproximada respecto a los procesos psicológicos que se involucran en la percepción del ambiente térmico y sus efectos. Los estudios relacionados a la percepción del ambiente térmico se dividen en tres líneas de investigación; rendimiento, relaciones sociales y percepción ambiental, estas buscan explicar el porqué de determinada emoción, actitud o desempeño.

Rendimiento

Los efectos en el rendimiento bajo condiciones de frío son escasas y especialmente difíciles de interpretar, debido a que la estancia en estos ambientes supone la utilización de vestimenta. Por otro lado, los estudios de laboratorio respecto a la influencia de las altas temperaturas en el rendimiento han sido variados y desde diferentes perspectivas. Se ha examinado el desempeño relacionado con el tiempo de reacción, el seguimiento y la vigilancia, procedimientos mentales y cálculos matemáticos.

En general, las temperaturas por encima de los 32°C afectarán el desempeño mental después de dos horas de exposición para sujetos no aclimatados. Por encima de esta misma temperatura, el trabajo físico moderado sufrirá tras una hora de exposición. A medida que aumentan las temperaturas, se necesitan tiempos de exposición más cortos para mostrar disminuciones en el rendimiento. No obstante tales indicios, algunos investigadores encuentran que el calor no influye en el rendimiento, otros encuentran que el calor es perjudicial para el rendimiento y otros al contrario encuentran que el calor lo mejora. Además, otros sugieren que a medida que aumentan las temperaturas, el rendimiento primero mejora y luego se deteriora, por si fuera poco, tal patrón se presenta en algunas tareas y en otras se muestra a la inversa (Brebner, 1982).

Con el objetivo de explicar la complejidad de los hallazgos algunos autores han planteado cinco teorías:

- Teoría de la excitación; la exposición al calor o frío puede provocar una breve respuesta de "sobresalto" sin sobrecargar el mecanismo de adaptación del cuerpo podría aumentar la excitación y por tanto, mejora el rendimiento (Poulton, 1976; Poulton y Kerslake, 1965; Provins, 1966; Bell 1981, 1982).
- Teoría de la temperatura central; básicamente la exposición prolongada a altas temperaturas resultara en agotamiento en el cuerpo ya que este no puede mantener la temperatura central a un nivel de funcionamiento adecuado (Provins, 1960; Bell, Loomis y Cervone, 1982).

- Teoría de la atención; esta define que medida que aumenta el estrés por calor la atención se reduce hacia los estímulos centrales para la tarea en cuestión, de modo que el desempeño en actividades no centrales se deteriora (Bursill, 1958; Pepler, 1963).
- Teoría del control; según esta interpretación, a medida que aumenta el estrés por calor, los individuos se sienten cada vez menos en control del medio ambiente y por lo tanto, el rendimiento se deteriora (Greene y Bell 1980; Wyndhman 1970).
- Teoría del nivel de adaptación; es casi seguro que cada individuo tiene un nivel de adaptación o un nivel máximo de tolerancia. La adaptación ocurre dentro de los individuos cuando los diferentes grupos responden fisiológicamente de diferentes formas a las condiciones ambientales (Greene y Bell, 1986; Rohles, 1974; Wilkinson, 1974).

Tales mediadores operan como mecanismos individuales o integrados que permiten comprender el porqué de las distintas conductas relacionadas con la temperatura (Brebner, 1982).

Relaciones sociales

Las teorías mencionadas se relacionan con el rendimiento, pero no son exclusivas de este, otros efectos sociales son el nivel de agresión, irritación u hostilidad, delitos sexuales violentos, que algunas evidencias mencionan se presenta temperaturas superiores a los 27°C o 29°C. Sobre los efectos de las bajas temperaturas existe evidencia de laboratorios, que sugiere que a temperaturas menores a los 16°C los individuos se sienten más negativos. En consecuencia, las bajas temperaturas influyen en la agresión de la misma forma que las altas temperaturas.

Particularmente el nivel de agresión se puede ver mediado por la teoría de escape afectivo activo.

- Teoría de escape afectivo activo; según esta explicación, los sentimientos afectivos negativos pueden ser un mediador entre la percepción de calor o frío. Esta relación se lleva a cabo en forma de U invertida. Hasta un punto crítico, el afecto negativo aumenta el comportamiento agresivo, pero más allá de este punto, los sentimientos negativos más fuertes en realidad reducen la agresión, debido a que el comportamiento de huida u otros intentos de minimizar la incomodidad se vuelven más importante para el individuo que la actividad agresiva. Por otro lado, las temperaturas ambientales extremadamente altas, especialmente cuando se combinan con otras fuentes de irritación o malestar, pueden volverse tan debilitantes que la agresión ya no se facilita y bien puede reducirse cuando las personas prefieren concentrarse en escapar del calor o frío extremos (Baron y Bell, 1975). Esta teoría podría explicar algunos estudios informales donde los inviernos fríos y duros tienden a aumentar el comportamiento de ayuda y a reducir las tasas de delincuencia y violencia intrafamiliar

Los resultados están lejos de ser concluyentes y difícilmente podrían ser generalizados ya que los estudios de campo a veces encuentran una relación de temperatura con un tipo de delito, pero no con otro. Además que se ha encontrado que el nivel socioeconómico y la relación entre los individuos involucrados, puede modificar los resultados (Anderson, 1987; Rotton, 1993; Baron y Bell, 1976; Bell y Baron, 1977).

Un tercer tipo de comportamiento social es la de ofrecer ayuda a alguien que la necesita. Algunas investigaciones han demostrado que cuando las personas se sienten incómodas no están dispuestas a ayudar, mientras que otras sugieren que cuando las personas se sienten mal ayudan a otros para sentirse mejor, otras, sin embargo, no ha podido encontrar una relación entre el calor y la ayuda. Los datos disponibles, no son suficientes para establecer una firme relación (Bell y Doyle 1983).

Percepción ambiental

Algunos otros experimentos están mayormente relacionados al sistema cultural individual. En algunos experimentos de laboratorio se ha constatado que existen una relación entre la percepción de calor y la seguridad. Sujetos asociaron estar en un ambiente cálido desde un sentido físico con estar protegido. Por ejemplo; meterse a una tina de hidromasaje o dormir junto a la calefacción cuando hace frío.

La percepción térmica también se puede ver modificada por el toque de ciertas telas como felpas, terciopelo, piel, relleno de plumas, alfombras de pelo grueso y largo, alfombras de piel entre otras que rememoran ambientes cálidos.

La molestia de la vestimenta por las bajas o altas temperaturas es otra forma en que el ambiente térmico puede modificar la percepción de confort. La vestimenta gruesa que supone la permanencia en entornos fríos reducirá la destreza manual y efectividades de los movimientos. En ambientes con temperaturas altas y con sudoración excesiva puede causar enfado derivado del aumento de fricción entre la piel y las prendas, haciendo que la ropa se sienta menos agradable y mas pesada.

Los anteriores efectos igual que las relaciones sociales y el rendimiento no cuenta con investigaciones suficientes que permitan generar conclusiones o evidencia indiscutibles. Por lo que atribuir tal comportamiento a la temperatura es especulativo (Fox, 1967; Gaydos, 1958; Gaydos y Dusek, 1958; Rotton, Shats, 1990).

Ambiente térmico en la vivienda

El confort térmico como se ha visto es determinado por diversos factores internos y externos influenciados por características individuales. Tal composición dificulta la generalización o procuración de temperaturas neutras en los ambientes interiores. No obstante, trabajar con predicciones de temperaturas confortables basadas en un rango establecido puede facilitar alcanzar tal condición.

La temperatura dentro de un espacio está determinada por la energía calórica que recibe, se crea o se disipa a través de diferentes fuentes, entre otras la actividad humana. El objetivo es alcanzar una temperatura neutra percibida, permitiendo la realización de actividades con relativa plenitud.

Las condiciones de confort en los ambientes interiores se pueden abordar de dos formas notablemente diferente. La primera de ellas es por medio de sistemas artificiales, de acondicionamiento mecánico o aire acondicionado. Como su nombre lo dice acondiciona la temperatura del aire de manera artificial con la finalidad de mantener una temperatura neutra. Por otro lado, el sistema de acondicionamiento pasivo implica el aprovechamiento de los recursos naturales. Esta última es una premisa de la sustentabilidad por el poco gasto energético que implica acondicionar un espacio. Lógicamente para lograr un buen desempeño de forma pasiva se debe hacer un análisis profundo de los recursos ambientales de los que se disponen.

La vivienda multifamiliar de la Ciudad de México ha restringido la utilización de estrategias pasivas o activas derivadas de las bondades climáticas de la capital y factores económicos que caracterizan esta tipología, ajustándose solo a las restricciones mínimas que establece el Reglamento de Construcción del Distrito Federal, en otras palabras, se concibe a la vivienda por su mera cualidad de resguardo, sin tomar en cuenta estrategias que permitan habitar bajo condiciones interiores adecuadas. Por su parte los edificios de oficina o comerciales son ejemplo de la utilización de medios mecánicos para el acondicionamiento, estas se desarrollan bajo paradigmas que no valoran las condiciones ambientales de la Capital y que como pocas en el mundo son benignas. El clima de la capital brinda la posibilidad de diseñar y construir edificaciones que no requieran sistemas de acondicionamiento artificial y conserven condiciones higrotérmicas adecuadas para sus ocupantes durante casi la totalidad del año. En resumen, la implementación de estrategias pasivas son métodos poco explorados en el acondicionamiento de los espacios interiores en la Ciudad de México uno de los elementos más relevantes en dichas estrategias es el diseño de la envolvente como interfaz de comunicación entre el ambiente interior y exterior (García Chávez & Fuentes Freizanet, 2000).

Tanto para estrategias pasivas o activas el análisis de la envolvente juega un papel importante, ya que de esto dependerá la eficiencia de los sistemas térmicos. Particularmente en la vivienda multifamiliar no se concibe un análisis de envolvente exhaustivo, sin embargo, aunque carente de diseño, ventanas, muros y colindancias componen un sistema que desempeña, adecuada o inadecuadamente, la regulación de los recursos ambientales.

Esta envolvente, determinada por las cualidades de sus materiales estructurales, recubrimientos y sistemas de control, regulan directa o indirectamente, la temperatura, humedad y viento que componen el ambiente interior. La interacción del ambiente o flujo de calor del exterior al interior y viceversa se lleva a cabo por medio de la conducción de los materiales y convección que permiten los sistemas de control, ambos siguiendo las leyes de la termodinámica e influenciados por humedad y viento.

Aunque en el interior intervienen fuentes caloríficas propias de la actividad humana, la principal fuente térmica proviene de la radiación electromagnética de longitud de onda de los 700nm a 10,000nm mejor conocida como radiación térmica o radiación calórica y cuya fuente es el sol. El análisis de la envolvente respecto a la ganancia de calor por radiación solar directa y por conducción componen solo una parte del sistema térmico de una edificación, además interviene otros factores

que en suma determinan la temperatura interior, estos son; ganancia de calor interna por equipos, ganancia de calor por actividad metabólica, ganancia o pérdida de calor por ventilación y ganancia o pérdida de calor por infiltración.

Ganancia por radiación solar directa

Como se ha dicho la energía calorífica más significativa es la radiación solar, esta interactúa con las superficies sólidas permanentes y traslucidas y móviles que componen la envolvente, las últimas conforman los sistemas de control y regulación caracterizado por ventanas, puertas domos y otros elementos arquitectónicos que permiten entrar o limitar la ganancia solar directa. La primera tarea de control sería establecer cuando la radiación solar puede ser ingresada como estrategia de calentamiento o cuando debe ser limitada para evitar sobrecalentamiento. En este sentido la ubicación del sistema de control con respecto a la envolvente es esencial, al agotar este recurso de análisis, se puede entonces pensar en intervenir con dispositivos de sombreado. El diseño de sombreado para la exclusión de radiación solar suele ser una tarea geométrica, ya que se debe tomar en consideración; altitud, latitud, orientación, ángulo de elevación y azimut de cada hora que contemple la trayectoria solar. Analizada la incidencia solar de la superficie expuesta se puede implementar el sombreado, por medio del diseño e integración de elementos horizontales o verticales, sea cual sea caso, el aspecto técnico deberá predominar al estético. Si no existen dispositivos para impedir la entrada de radiación esta ingresará al interior, por lo que deberá ser considerada. Pese a la laboriosidad del análisis, la correcta implementación del sombreado generalmente resolverá el problema.

Ganancia por conducción

La energía calorífica no se ve, pero se siente y las cualidades de los materiales determinan en gran medida el ingreso y salida de esta. En este sentido el flujo de calor por conducción es junto con la radiación solar directa los que determinan en mayor medida el ambiente térmico interior. Este flujo se encuentra en toda la envolvente del edificio incluso si las superficies no están expuestas directamente a la radiación solar, en este caso se considera una ganancia equivalente a la irradiancia que despiden la bóveda celeste conocida como temperatura sol aire, para todas las caras expuestas es de vital importancia implementar estrategias de aislamiento integrado a los procesos constructivos con la finalidad de incrementar la inercia térmica de los materiales asegurando la estabilidad en el interior. Para tal caso se deben conocer e implementar racionalmente materiales con un valor R conocido, la suma de estos determinarán la conductividad del sistema constructivo y con el cual se podrá estimar la ganancia o pérdida de calor por conducción.

Ganancia de calor interna por equipos y actividad metabólica

Otro elemento que suma al sistema térmico interior es el flujo de calor por el uso del espacio. La actividad incluye el calor generado por ocupantes, electrodomésticos e iluminación (potencia W) que durante el uso propio del espacio estarán encendidos y trabajando, lógicamente y siguiendo las leyes de la física la energía utilizada se transformará en calor. Para cálculos puntuales en una hora específica se puede pensar en la suma de las potencias al instante, En casos donde se requiere más de una se podrá promediar el tiempo de uso y la potencia con la finalidad de generar una constante (Wt).

Ganancia o pérdida de calor por ventilación y por infiltración

Usualmente el elemento de control que permite el acceso a la irradiancia hace lo mismo con la ventilación. La ventilación es un término acuñado con normalidad como la acción de introducir aire, sin embargo, el término se puede referir a tres procesos totalmente diferentes. El primero tiene que ver con suministrar aire "limpio" para eliminar biofluentes, CO₂ y otros contaminantes propios de la actividad humana. El segundo tiene la finalidad de desplazar el calor interno por el externo, esto se lleva a cabo por las diferencias de temperaturas entre el interior y exterior. Por último, la ventilación para promover la disipación de calor en la piel. Las dos primeras requieren tasas de intercambio de aire (caudales de volumen L/s) relativamente pequeñas, para este fin existen parámetros mejor conocidos como el número de cambios por hora (N) que básicamente es el número de veces que se renueva el aire en determinado volumen de espacio, con este dato es posible determinar el caudal de aire (L/s). El último proceso tiene que ver con la velocidad del aire (m/s) que en su idoneidad coadyuvará a disipar el exceso de calor, es pues que se puede hablar de pérdida de calor por evaporación. La ventana en los sistemas pasivos tiene la capacidad de incrementar o disminuir la temperatura de confort por medio de convección, evaporación cutánea, por lo que la

manipulación de los elementos arquitectónicos que regulan el aire debe llevarse con especial cuidado. Las fallas por hermeticidad o estrategias consientes pueden ocasionar ganancias o pérdidas por infiltración.

El balance térmico entre un sistema (edificio) y otro (ambiente exterior) se da cuando la suma de las ganancias y pérdidas de flujo de calor son igual a cero. Si la suma fuera mayor, la temperatura en el interior del edificio sería superior a la exterior, es decir, el edificio está calentando, caso contrario si la suma fuera menor a cero el edificio estaría enfriando. Lógicamente lo que se busca es generar una correcta interacción para que las temperaturas interiores se mantengan en condiciones estables de confort. El sistema puede analizarse suponiendo condiciones de estado estacionario, es decir que tanto las condiciones del interior como del exterior se toman como constantes durante las 24hrs. De otra forma se puede considerar el comportamiento dinámico del edificio, en donde intervendrían el uso horario del espacio caracterizado por el tipo de actividad metabólica y flujo calórico que implica (Szokolay, V., 2008).

Los sistemas de acondicionamiento pasivos requieren un estudio a profundidad de las variables que intervienen en la creación de espacios confortables dando respuestas puntuales y enfocadas a resolver los problemas que pudiera presentar el sistema térmico. Lamentablemente este tipo de consideraciones no se llevan a cabo en la vivienda multifamiliar lo que propicia espacios que en el mejor de los casos sostiene temperaturas por arriba o por debajo de los rangos de confort, en el peor se pueden llegar a presentar temperaturas extremas. De cualquier forma, ambos espacios se comportarán como estresores que irán en contra de postulado de la vivienda habitable. El sostenido estado de disconfort caracterizado por el estrés térmico puede generar trastornos orgánicos derivado del agotamiento de las defensas naturales del cuerpo humano con el objetivo de mantener una temperatura saludable.

La vivienda multifamiliar y social sigue el paradigma de vivienda económica por lo que la inversión de tiempo y dinero en aislamiento o estudios que aseguren adecuadas temperaturas, orientaciones y correctas ganancias solares se estilan como gastos infructuosos, incluso en ambientes extremos. La forma de presionar un cambio se pronostica a través de Normas de escala obligatoria como es el caso de muchos otros países que, contrario a lo que se pensaría tienen climas similares al de México. El déficit de CONAPO y la proyección para el 2030 presenta la oportunidad de cambiar la situación en el medio residencial, atendiendo los sistemas térmicos en la construcción de la vivienda futura.

Método de estimación

La percepción del frío o calor está estrechamente relacionada con el equilibrio térmico de todo el cuerpo. La sensación de malestar a bajas o altas temperaturas aparece cuando el equilibrio térmico del organismo no puede mantenerse como consecuencia de inadecuadas condiciones térmicas, tales condiciones son determinadas por variables personales y ambientales. En este sentido la ecuación de bienestar térmico de Fanger descrita en la UNE-EN-ISO7730 resulta ser un método fiable y recomendable para realizar predicciones de confort basadas en ambas variables (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. , 2017).

La Norma, establece que el método Fanger es aplicable para hombres y mujeres sanos, expuestos a ambientes interiores en los que el bienestar térmico es deseable, pero que igualmente tienen lugar para desviaciones moderadas. Además, está indicado para el diseño de ambientes nuevos o para la evaluación de los ya existentes. El método mencionado se revela como una fórmula simplificada y razonablemente exacta para calcular y predecir temperaturas en confort. Aunque no es el único método para evaluar, su aparición desde 1970 en la obra "Thermal Comfort" de Fanger representó un avance sustancial, al incluir las seis principales variables que influyen en los intercambios térmicos hombre-ambiente haciéndolo el método evaluación más utilizado. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo , 2016) (Asociación Española de Normalización y Certificación , 2006).

Las variables contempladas se dividen en dos grupos; los aspectos ambientales a los cuales el ser humano está expuesto y los aspectos personales o concernientes al individuo.

Aspectos ambientales

- Temperatura del aire; Se define como la temperatura promedio del aire que está rodeando al ocupante. Para ocupantes sentados, el promedio corresponde a las temperaturas medidas al nivel de tobillo, cintura y cabeza, estos son a 0.1m, 0.6m y 1.1m respectivamente. Para ocupantes de pie se utilizan 0.10m, 1.1m y 1.7m. Las mediciones de estos puntos no deben

ser menor a tres minutos pudiendo llegar a un máximo de 15min. para el cíclico promedio de fluctuaciones. La temperatura de aire local se define de la misma manera que la temperatura de aire, excepto a que se refiere a un solo nivel, pudiendo ser la cabeza o torso, aunque siempre será recomendable múltiples ubicaciones.

- Temperatura radiante; Esta se define como la temperatura resultante del intercambio de calor entre el cuerpo y las superficies que lo rodean. La Temperatura radiante es un valor único para todo el cuerpo y puede considerarse como un promedio espacial de la temperatura de las superficies circundantes. Al igual que la temperatura del aire, esta también es un valor promediado, por lo menos tres minutos y con al menos 18 puntos de registro.
- Velocidad del aire; La velocidad del aire es la velocidad promedio del aire al que el cuerpo está expuesto. El promedio será máximo de tres minutos las variaciones que ocurran durante un período superior se tratarán como múltiples velocidades de aire.
- Humedad Relativa; La humedad es una referencia general al contenido de vapor de agua contenido en el aire, esta se representa en porcentaje. Los promedios se llevan a cabo de la misma manera que la temperatura del aire.

Aspectos personales

- Tasa metabólica; Los valores Met Units miden el gasto energético muscular transformado directamente en calor durante el desarrollo de determinada tarea. Los valores son generados en función a la superficie de piel del individuo que realiza la acción, ASHRAE Fundamentals ha estimado la tasa metabólica típica para diversas actividades industriales, oficina y residenciales tomando como constantes la superficie de piel de un adulto promedio (área DuBois = 1.8 m², o 19.6 ft²) y actividades realizadas continuamente.
- Aislamiento de la vestimenta; La cantidad de aislamiento térmico usado por una persona tiene un impacto sustancial en el confort térmico y es una variable importante en la aplicación de Normas como ASHRAE. El aislamiento proporcionado por la ropa se puede determinar por una variedad de medios experimentales en sitio, no obstante, cuando dicha información no está disponible, es admisible el uso de valores predeterminados que se ajusten al arropamiento en cuestión. En este caso ASHRAE Fundamentals proporciona un listado con diversas variedades de prendas o conjuntos de ropa útiles para el cálculo de las distintas temporadas.

La variabilidad de la vestimenta entre los ocupantes de un espacio es una consideración importante al aplicar este estándar. Esta variabilidad toma dos perspectivas. En la primera, diferentes personas usan diferentes prendas debido a actores no relacionados con las condiciones térmicas, esta variabilidad puede dar lugar a diferencias en los requisitos de confort térmico entre los diferentes ocupantes por lo que se deben considerar por separado. En la segunda perspectiva, la variabilidad resulta de la adaptación a las diferencias individuales en respuesta al entorno térmico, resultado de que los individuos realicen libremente ajustes en la ropa para satisfacer sus preferencias térmicas individuales, en este caso es conveniente generar un promedio representativo que caracterice este grupo.

El resultado de la correlación entre las seis variables es el PMV (Predicted Mean Vote), una escala derivada de estudios de laboratorio donde un gran número de personas manifestaron estar en estado de confort o no con respecto a condiciones térmicas controladas.

El resultado de estos estudios en un umbral de aceptable -0.5 a +0.5 PMV que establece la permanencia a temperatura neutra o de confort, adicional a esto la relación de PMV con la escala de sensación genera el PPD (Predicted Percentage Dissatisfied) que establece el porcentaje de personas disatisfechas cuyo rango no debiera ser mayor al 10%. Cabe mencionar que debido a la subjetividad de los parámetros aun teniendo un PMV=0 el porcentaje de disatifechos será de 5%.

El método de Fanger desde su aparición ha sido la herramienta más utilizada y perfeccionada con respecto a los parámetros que maneja principalmente porque se basa en la respuesta humana a las diferentes situaciones provocadas por las variables combinadas. El PMV y el PPD combinados pueden ser utilizados para el diseño de ambientes térmicos confortables o para la evaluación de ambientes térmicos existentes.

Normas aplicables

El concepto de Calidad del Ambiente Interior se acuñó desde sus inicios en los ambientes industriales, en este marco se consolidaron Normas y reglamentos tocantes a los factores físicos, entre ellos el ambiente térmico. La norma mexicana NOM-015-STPS-2001 de condiciones térmicas elevadas o abatidas, expedida por La Secretaría del Trabajo y Previsión Social establece las condiciones de seguridad e higiene, los niveles y tiempos máximos permisibles de exposición y condiciones térmicas extremas, que, por sus características, tipo de actividades, nivel, tiempo y frecuencia de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2017).

La Norma pues, establece pautas con la finalidad de evitar lesiones y riesgos fisiológicos derivados de trabajar a temperaturas extremas. Establece que la temperatura corporal de los trabajadores no deberá ser inferior a 36°C o superior a 38°C lógicamente la permanencia en estas temperaturas puede provocar hipotermia o hipertermia con resultados fatales. Los efectos menos graves como el estrés térmico no se manejan en esta Norma ni en ninguna otra tocante al ambiente térmico en espacios laborales ni mucho menos en la vivienda.

Parte del problema del estrés térmico en la vivienda recae principalmente en la poca ordenación con respecto a los elementos que regulan la temperatura interior de manera pasiva. En todo caso las existentes bajo el concepto de “buenas prácticas” están dirigidas a mitigar el gasto energético derivado de sistemas de acondicionamiento mecánico en climas extremos. Si bien la Ciudad de México cuenta con un clima privilegiado, no debe ser ajeno a la implementación de estas estrategias.

Actualmente el Reglamento de Construcción de la Ciudad de México (3.4.2 Iluminación y ventilación natural, 3.4.2.1 Ventanas) tal vez motivados por el clima local se limitan a dar un porcentaje mínimo de ventilación de 5% en relación con el área del local, el elemento que contenga este porcentaje puede estar dirigido a fachadas exteriores, interiores o patios destinados a la ventilación e iluminación natural. De estos últimos menciona las características que debiera cumplir, deben ser de forma rectangular y con dimensión mínima de 2.5m medida perpendicular al plano de la ventana, además de tener proporciones 1/3 o 1/4 de acuerdo al tipo de local. El Código de Edificación de Vivienda por su parte establece que “el área de los patios de iluminación y ventilación natural no debe ser menor de 4.41 m² con un lado mínimo de 2.1 m”.

Por otro lado, El Reglamento, establece que, “en los locales de trabajo, reunión o servicio en todo tipo de edificaciones tendrán ventilación natural... o bien, se ventilarán con medios artificiales que garanticen durante los periodos de uso” determinado número de cambios, por ejemplo, los baños domésticos con un mínimo de 6 cambios por hora, cabe mencionar que este es el único parámetro aplicable a la vivienda. De manera general tanto el reglamento como el código establecen mínimos recomendables pudiendo superarse en beneficio de la construcción. Ambos documentos manejan la ventilación como una estrategia enfocada a disipar los biofluentes y “garantizar” la renovación de aire. Sin embargo, la velocidad del mismo como determinante de confort no es abordado en ninguno de los dos apartados o dentro de un marco generalizado de diseño.

El actual “boom” de la sustentabilidad y el calentamiento global ha generado cambios relativos a la eficiencia energética de diferentes tipologías, la vivienda no ha sido la excepción, al punto de que se habla de la “vivienda sustentable” como aquella que implementa “ecotecnologías” con el objetivo de brindar cierta autonomía o reducir el consumo energético de fuentes no renovables. Tales tecnologías en esencia buscan la autonomía energética y en cuyo objetivo toma importancia la inercia térmica de la envolvente y la ventilación, no como motivadores de temperaturas confortables sino como asistencia a los sistemas de acondicionamiento mecánico que en su eficiencia ahorran energía.

El Código de Edificación de Vivienda en su apartado de Sustentabilidad Capítulo 27, establece pautas con la finalidad de “realizar una homologación y estandarización de criterios mínimos de sustentabilidad en las envolventes de una vivienda y a la selección e instalación de sistemas y equipos mecánicos energéticamente eficientes...”. De manera muy general y escueta este apartado presenta estrategias de diseño bioclimático para los diferentes bioclimas presentes a largo de toda la República Mexicana, ofrece recomendaciones para la selección de materiales, equipos, luminarias, controles entre otros aspectos que debieran procurarse en la construcción de una vivienda sustentable. Con respecto a la envolvente térmica menciona que, “todos los materiales utilizados para los aislamientos de techos y muros deben tener resistencia térmica calculada de acuerdo con lo establecido en la NOM-018-ENER-1997 Aislantes térmicos para edificaciones, características, límites y métodos de prueba”. Específicamente menciona en el punto 2,706.4.2 y el 2,706.44 con respecto a la envolvente de la vivienda y vanos vidriados respectivamente que, “se deben observar las especificaciones de resistencia térmica total que aplican a las

envolventes de la vivienda en su interior de acuerdo a la zona térmica del país en que se ubiquen, cumpliendo con lo establecido en la NMX-C-460-ONNCCE-2009 “Industria de la Construcción-Aislamiento Térmico, Valor “R” para las envolvente de vivienda por zona térmica para la República Mexicana – especificaciones y verificación.”. No obstante, el documento cita: “esta Norma no es obligatoria establece las especificaciones de resistencia térmica total que aplica en las envolventes de la vivienda para mejorar las condiciones de habitabilidad y para disminuir la demanda de energía utilizada para acondicionar térmicamente su interior, de acuerdo con la zona térmica del estado en que se ubique”.

En relación con esto la Ciudad de México se divide en dos zonas térmicas la Norte 3A, 3B y 3C y sur como 4A, 4B y 4C, de esta forma se puede determinar el nivel de aislamiento de los elementos constructivos que componen la vivienda dependiendo los alcances que se pretendan (mínimo, habitable y ahorro energético).

Además del Nivel de Aislamiento el Código de Vivienda establece un par de términos que trabaja en torno a la sustentabilidad, el Derecho al Sol (2,707.1) y el Derecho al viento (2,707.2) contrario a lo que se pudiera pensar ambos se conciben como elementos de aprovechamiento para la cosecha de energía pudiendo incluso demandar indemnización por la obstrucción de algún equipo destinado para ese fin.

Sin más, los reglamentos y normas que aborda a la vivienda y su relación con el confort térmico solo establecen una serie de buenas prácticas sin obligatoriedad, que además de escuetas no aborda los aspectos térmicos como un problema de salud sino como estrategias que aseguran la eficiencia del sistema de acondicionamiento mecánico. Este hecho limita el campo de acción a la vivienda multifamiliar de la Ciudad de México debido a que el acondicionamiento se lleva a cabo de forma pasiva.

La falta de normatividad constituye parte del problema térmico, sin embargo, el más relevante es el desconocimiento de parámetros válidos para la vivienda. No se pueden generar leyes tocantes al confort como determinante de salud sin antes no se entiende el problema o se analizan las expectativas hay que satisfacer. Si bien la normatividad desde una perspectiva sustentable es un punto de referencia que aporta a la comodidad térmica, es necesario explorar cada una de las variables que determinan el bienestar térmico poniendo especial énfasis a las valoradas por los usuarios.

Energía electromagnética-Ambiente lumínico

Se llama radiación de espectro visible a la región del espectro magnético que el ojo humano es capaz de percibir. A este tipo de longitud de onda también se le conoce como luz visible o simplemente luz y se encuentra en una longitud de onda estrecha de radiación electromagnética desde aproximadamente 380nm a 780nm.

Dentro de estas longitudes de onda tiene cabida los colores. El color de la luz visible es determinado por su espectro, así pues, una longitud de onda particular o una banda estrecha de longitudes de onda puede denominarse monocromática por la especificidad del color que expone. Una luz blanca de espectro continuo a través de un prisma permite observar la gama de colores que el espectro engloba.

El color de la luz depende de la fuente y la composición espectral de la emisión siendo la luz natural diurna la que proporciona el espectro de luz con mayor riqueza de colores y la que mejor reproduce el color. La luz artificial por otro lado ofrece solo algunos colores debido a la composición de la lámpara. Dos fuentes artificiales pueden aparentar el mismo blanco, no obstante, el espectro y por lo tanto los colores que emitirán serán diferentes. En pues que se habla de la temperatura de la luz, una luz blanca con mayor proporción de rojo parecerá más cálida y un blanco con una mayor proporción de azul parecerá más fría.

El ojo humano es capaz de percibir esta variación en el espectro, pudiendo llegar a generar cambios en la fisiología humana. La riqueza de colores puede ser producida por filtros pudiendo absorber la mayoría de las longitudes de onda dadas y transmitir solo una banda especificada, en este sentido la luz se vuelve aditiva, es decir, dos colores primarios darán secundarios y dos secundarios darán terciarios y así repetidamente. Los colores de la superficie al contrario son sustractivos, o más bien sus absorbancias son aditivas. Una superficie pintada parece ser de un color, ya que absorbe todo lo demás.

La clasificación más completa de colores de superficie es el sistema Munsell que distingue tres atributos; el concepto del color, que básicamente son los términos utilizados (rojo, amarillo azul etc.) la claridad, definida por la medida subjetiva de apariencia clara u oscura dentro de una escala numérica de 0 a 10 donde 0 es negro absoluto y 10 es blanco perfecto y saturación, la intensidad o plenitud del color.

La fotometría es la ciencia que se encarga de medir la capacidad el espectro visible de la radiación electromagnética para estimular el sistema visual. Para tal caso, es necesario un sistema luminoso, siendo el más simple el que consiste en una fuente de luz, una superficie iluminada y un ojo que perciba ambas. Las cuatro escalas fotométricas medibles son:

- Intensidad luminosa, que se define como la cantidad de flujo de luz emitido en una cierta dirección, medida en unidades de candela (cd), esta es la unidad básica, de la cual derivan otras.
- Iluminancia (E) o nivel de iluminación es la cantidad de luz que incide en una superficie. La unidad es lux (lx), que es la iluminancia causada por 1lm incidente en 1m², es decir la densidad de flujo incidente de 1lm/m².
- Luminancia (L), es la unidad de medida para la intensidad de luz que proviene de una superficie, cuando se mira desde una dirección dada. Su unidad es cd/m², que es la intensidad unitaria de una fuente de área unitaria.
- Flujo luminoso (lm) tiene la misma dimensión física que vatios (W) y la iluminancia (lx) es igual a la irradiancia (W/m²). Mientras que el último es una unidad basada en energía (densidad de potencia), el primero es una cantidad luminosa.

Cabe mencionar que las cantidades de energía no se pueden convertir directamente en cantidades fotométricas sin especificar la longitud de onda debido a que la sensibilidad del ojo humano varía con respecto a esta.

Por otro lado, los cuerpos o superficie que reciben luz transmiten la misma de diversas maneras. Los incidentes más ligeros son; reflejados, absorbidos o transmitidos. Las propiedades correspondientes son:

- Reflectancia (ρ), capacidad del cuerpo para reflejar la luz
- Absorbancia (α) fracción de radiación absorbida
- Transmitancia (τ) se define como la fracción de luz incidente, a una longitud de onda especificada, que pasa a través de un cuerpo.

En todos los casos $\rho + \alpha + \tau = 1$. Los tres términos son funciones de la longitud de onda de la radiación y cuando se aplican a las longitudes de onda visibles se pueden denominar "funciones ópticas".

Confort Lumínico

La iluminación como factor de riesgo físico, tiene que ver con la cantidad adecuada de iluminación para realizar una tarea, básicamente entre mayor detalle, mayor cantidad de iluminación requerirá. La falla en esa consigna puede ocasionar accidentes inmediatos o a largo plazo. El confort visual refiere la misma premisa, con una carga de subjetividad ya que la cantidad adecuada de iluminación no dependerá del cumplimiento de la norma si no de la percepción del usuario y nivel de adaptabilidad. En este caso se puede hablar con exclusividad de fuentes artificiales ya que el flujo luminoso debe ser constante, esto no significa que no se pueda asegurar un rango aprovechando fuentes naturales.

En segundo lugar, pero no menos importante es la iluminación natural. Este se identifica mayormente por sus efectos fisiológicos y psicológicos que provee y no por la efectividad visual, aunque es idónea y se busca aprovechar.

El confort lumínico se compone al igual que el confort térmico de dos factores uno interno y otro externo; el primero se refiere a la biología del ojo y a las características intrínsecas de quien recibe el estímulo lumínico. Los factores externos básicamente se refieren a la fuente natural o artificial. Sea una u otra ambas se comportan y componen bajo los fundamentos de la energía electromagnética.

Factores internos

La luz sea cual sea la fuente es percibida por el ojo humano. Su biología fácilmente puede compararse con una cámara ya que dentro de sus características está el de regular la apertura de la pupila, actúa como un fotómetro controlado por la retina, siendo este el principal mecanismo de adaptación a la luz. El enfoque que realiza el ojo es en sí un cambio en la forma del lente generado por los músculos ciliares variando su longitud focal como mecanismo de ajuste y adaptabilidad de la retina.

El proceso biológico para la percepción de la luz comienza cuando la luz cae sobre la capa protectora de la córnea pasa a través del humor acuoso y luego a través de la pupila del ojo, que es una abertura redonda y contráctil en el iris. Detrás de la pupila se encuentra el cristalino del ojo suspendido a cada lado por los músculos ciliares. La luz proyectada a través del cristalino atraviesa el interior del ojo a través del humor vítreo hasta llegar a la retina donde están las células fotorreceptoras.

La retina incorpora dos tipos de terminaciones nerviosas los conos y los bastones. Casi 6.5 millones de conos sensibles a la cantidad y calidad de la luz vinculada con el espectro de luz (color). Existen tres tipos de conos diferenciados por su sensibilidad a la radiación roja, verde y azul y opera solo con buena iluminación (visión fotópica), por otro lado, la retina cuenta con 125 millones de bastones más sensibles que los conos, pero distinguen solo la cantidad de luz y no los colores (visión escotópica). Fuera de los conos y bastones la retina también contiene células ganglionares sensibles a la luz. Estas células son las que determinan algunos procesos fisiológicos que regulan los ritmos diarios y estacionales las alteraciones derivadas de la falta de luz pueden transitar por efectos psicosomáticos.

La respuesta del humano a la iluminación es casi inmediata. La adaptación de la retina en condiciones de oscuridad puede tardar hasta 30 minutos mientras que la adaptación a condiciones de mayor o menor luz no durara más de 3 minutos. Ambos mecanismos de adaptación responden a la luminancia promedio del campo de visión (A. Bell, D. Fisher, & J. Loomis, 1978).

Sin luz no hay visión, no obstante, la percepción visual no depende tanto del ojo sino del cerebro, ya que este último realiza en primer instancia labor de reconocimiento, vinculándolo con el aprendizaje anterior y construyendo imágenes en relación con las ya almacenadas. La percepción en si se basa en la memoria hasta el punto de que las expectativas pueden influir en la misma.

La sensibilidad del ojo es muy buena con adecuada iluminación pudiendo distinguir diferencias de luminancias de hasta 1%. En caso contrario con poca iluminación las diferencias de hasta el 10% pueden ser percibidas como iguales. La agudeza visual o la nitidez de la visión depende de la iluminación. La agudeza se mide por el menor detalle percibido, expresado como el recíproco del ángulo visual subtendido en el ojo por extremos opuestos del detalle menos perceptible

El rendimiento visual es una función del tiempo requerido para ver un objeto o un número de elementos percibidos con el tiempo como unidad. El tiempo requerido para realizar una determinada tarea visual disminuye con el aumento de la iluminación siendo medidas de eficiencia del proceso visual.

Ya sea natural o artificial las cualidades físicas de la luz son las mismas, no así la percepción y su derivación fisiológica. En este sentido las funciones que debieran cumplir una u otra se pueden clasificar en visuales, biológicos y emocionales. La primera es la mayormente normada y la que garantiza la efectividad de la luz para realizar actividades con seguridad y eficiencia. Los objetivos biológicos tienen que ver con los efectos a los procesos fisiológicos y psicológicos, determinado por el espectro de la fuente de iluminación, motivando la síntesis de determinadas hormonas con diversos efectos a la salud. Por último, los objetivos emocionales, cuyo fin primario es generar efectos y escenarios. Los objetivos pueden ser alcanzados con las diferentes fuentes que ofrece la tecnología y la naturaleza. (Szokolay, V., 2008) (Philips, 2017).

Factores externos

Iluminación artificial

El desarrollo de la energía eléctrica revolucionó la iluminación artificial que en ese entonces dependía de combustibles. Esto tuvo sus inicios alrededor de 1870 con el desarrollo comercial de lámparas de arco, nueve años más tarde sería creada por Edison la primera lámpara incandescente. En ese momento se dejó de depender de la flama como fuente principal de luz ejerciendo mayor presión a la iluminación encendida eléctricamente y motivando el rápido desarrollo de esta tecnología. La transformación de energía eléctrica a energía lumínica se lleva a cabo dentro de las diferentes lámparas bajo procesos específicos. Hoy en día existe una gran diversidad de ellas con diferentes objetivos estéticos y energéticos, siendo las innovaciones más recientes las que involucran la utilización de diodos emisores de luz (LED).

Este desarrollo desde sus inicios ha traído beneficios sin precedentes, edificios como oficinas, centros comerciales, fábricas y los propios hogares pueden operar durante las horas diurnas y nocturnas por igual. Los nuevos y sustanciales avances tecnológicos desarrollados en la industria de la iluminación ofrecen al diseñador una gran variedad de luminarias y artefactos ambientalmente responsables.

La iluminación artificial compone los sistemas lumínicos esenciales causados por la falta de iluminación natural. En este sentido el escenario idóneo sería aquel que optimice y agote el recurso solar durante las horas diurnas y continúe con tecnología artificial (Szokolay, V., 2008) (Reynolds John, 2010) (Zumtobel Lighting GmbH, 2013).

Iluminación artificial

La iluminación natural es esencial para la vida no solo como parte del ambiente exterior sino componente primario del ambiente interior. La suma correcta de factores ambientales es la que determinara el desarrollo sano de sus habitantes, en esta ecuación la radiación solar proveería autonomía visual, atmosferas emocionales y la carga exacta que desencadene los procesos biológicos inherentes al ser humano.

La radiación solar o luz natural es la energía más abundante e inagotable emitida por el sol, se propaga en forma de radiación de ondas electromagnéticas. La energía se produce en el sol debido a la continua reacción termonuclear que en su interior se lleva a cabo a temperaturas de varios millones de grados. La reacción nuclear básica en el interior del sol es la función nuclear en la cual los cuatro protones de hidrogeno se combinan para formar un átomo de helio, como consecuencia de esta reacción se genera la masa perdida que se estima es de unas 4 megatoneladas de materia que se convierten por segundo en energía de radiación.

Este proceso tiene lugar en el núcleo de la esfera solar para luego ser transferida a la superficie a través de una sucesión de procesos radiacionales y convectivos, incluidos los fenómenos de emisión, absorción y re-radiación, de tal manera que la energía solar que llega a la tierra es solo una parte de la radiada emitida por el Sol y que se expulsa en todas direcciones desde la parte más externa de la esfera solar.

La longitud de onda de la radiación solar, que transporta energía apreciable fotón por fotón cubre un rango que va desde 100nm a 5,000 nm. A través de la solarimetría se mide la energía de radiación en forma de ondas electromagnéticas con longitudes de onda, que cubren la parte del espectro electromagnético llamado actinometria de radiación y que comprende longitudes de onda con valores que van desde 0.100 μ m y hasta 4.000 μ m en este espectro se encuentra la luz ultravioleta C, B y A, la radiación visible y la radiación de infrarrojo cercano.

La cantidad o incidencia de radiación de espectro visible o luz solar está determinada por las condiciones de cielo; nubosidad y cantidad de smog, temporada, fecha, hora y latitud. Además, la ganancia interior puede verse influenciada por la localización de inmueble, terreno, configuración de local, características de construcciones colindantes y en general elementos naturales o artificiales que produzcan sombreados y/o reflexiones.

La posición del sol en el cielo se expresa en términos de su altitud sobre el horizonte y su ángulo de azimut. El ángulo de azimut está definido como el ángulo de posición horizontal del sol, medido del Sur. Con ambos datos la posición solar es absolutamente predecible para cualquier hora y ubicación, lo que facilita los análisis para el aprovechamiento pleno del recurso (Szokolay, V., 2008) (Reynolds John, 2010) (Muhlia V., 2006).

Percepción lumínica

El desarrollo evolutivo del cuerpo humano lo ha formado para trabajar en condiciones exteriores, el ciclo circadiano esta tan solo uno de los efectos biológicos derivados del pasado histórico. Las enfermedades derivadas de la falta de iluminación natural constatan tal necesidad de antecedente animal. La iluminación sea natural o artificial más allá del desempeño biológico que desencadena también es el medio sensorial por el que se perciben colores, formas, texturas, etc. La cantidad adecuada de iluminación permitirá percibir y valorar el ambiente donde nos desenvolvemos y actuar en efecto.

Rendimiento

Históricamente la sensibilidad a la energía electromagnética irradiada por la luz se ha considerado la principal entrada sensorial para recibir información del ambiente que nos rodea, siendo este el canal preferido para mantener el contacto con el entorno. La percepción adecuada de iluminación ha sido mayormente relacionada al rendimiento, haciéndolo más lento y requiriendo mayor esfuerzo mental en la medida que se reduce la iluminación. Tal consideración se ha consolidado principalmente en el ámbito ergonómico fundamentado en el sistema visual humano, los rangos de sus funciones y las limitaciones de sus capacidades. La tarea básica de los ergonomistas es asegurarse que en el mundo visual haya iluminación

y tiempo suficiente para que se produzca la visualización. Otros requisitos incluyen evitar deslumbramientos, evitar ilusiones visuales, garantizar que el mundo visual sea estable y en consonancia con la actividad que se desarrolla, tocando aspectos de la fuente y el color.

En arquitectura y en especial en el ámbito de la higiene y salud en el trabajo, se han consolidado rangos, niveles mínimos de iluminación con el cual la tarea en particular se vuelve posible y por encima del cual el rendimiento no mejora. Sin embargo, si está midiendo la agudeza visual, el nivel de iluminación no es la única variable que debe medirse. La región de la retina estimulada, la forma y el color del objetivo y su contraste con el fondo, el tiempo disponible para la visualización y si el objetivo está parado en una posición conocida o moviéndose en algún lugar del campo visual, todos son relevantes. A lo anterior se le ha atribuido la falta de congruencia entre valores en diferentes momentos y países.

Además de los aspectos medibles cuantitativamente se han detectado otros factores. Una posibilidad que parece no haber sido explorada se refiere al método Blackwell (1959). Básicamente, derivado de un estudio de laboratorio para medir la intensidad de iluminación, se detectó que los bordes de las fuentes de iluminación pueden modificar la percepción de esta. Las fuentes sin bordes fueron percibidas como menos brillantes a pesar de que ambas despiden la misma cantidad de iluminación. La causa se debe a pequeños movimientos de tambaleo de los ojos que algunos participantes al estudio presentaron, haciendo que el borde duro produzca un marcado cambio de intensidad entre el interior y el exterior de la fuente y esta sea percibida con una gran diferencia de brillo. Las diferencias en la intensidad de iluminación percibida nos hablan de un enfoque particular y difícilmente generalizable, aunque no necesariamente equivocado. Este factor no se suele tener en cuenta cuando se proponen los niveles de iluminación recomendados, pero es una buena razón por la que es deseable la evaluación in situ del nivel y la calidad de la iluminación.

La variabilidad entre las personas en su visión es tal que los umbrales respecto a la cantidad de iluminación óptima resultan ser recomendaciones muy útiles pero aproximadas de los niveles en los que se han llevado a cabo con éxito diversas tareas. No obstante, se debe tener cuidado cuando los espacios se enfocan a cumplir solo los umbrales mínimos para la realización de una tarea, ya que estos resultan ser más vulnerables a factores específicos e individuales de los usuarios que otros espacios con valores muy por encima del umbral (Brebner, 1982).

Relaciones sociales

Los efectos de la iluminación en las relaciones sociales están mayormente relacionadas al rendimiento, cualquier evidencia de otro efecto es escaso. Algunos experimentos han demostrado que los niveles bajos de iluminación conducen a una mayor intimidad física y verbal, además de una conversación más rápida. Al parecer la oscuridad y el anonimato habían eliminado algunas barreras habituales de sociabilización entre desconocidos. Algunos otros estudios refieren lo contrario, una habitación bien iluminada estimulaba la comunicación general, pero una luz más brillante fomentaba una comunicación más íntima. Con afán de encontrar una preferencia entre un espacio iluminado y otro oscuro relacionado con la comunicación, se demostró que la cantidad de sonido de diversas conversaciones es mayor en ambientes muy iluminados que en otros menor iluminados. El autor se lo atribuye a prácticas aprendidas donde se considera apropiado hablar en voz baja, por ejemplo, en restaurantes o en atmosferas más recatadas. Tal premisa le atribuye las motivaciones de la conversación a una actitud aprendida más que un efecto directo de la cantidad de iluminación (Feller, 1968; Saunders, Gustanski y Lawton, 1974; Gergen, Gergen y Barton, 1973; Gifford, 1988; Veitch y Kaye, 1988).

Percepción ambiental

Los colores, texturas y formas que permite la cantidad adecuada de iluminación e incluso la cantidad de iluminación puede generar diversas emociones alguna satisfactorias y otras poco placenteras. En este sentido la valoración estética del espacio es solo uno de los efectos relacionados al ambiente lumínico. Debido probablemente al pasado del hombre, algunos estudios han demostrado que si de estética se trata el contenido relacionado a la naturaleza; colores, elementos decorativos como plantas fuentes etc. son mejor percibidos. Mas allá del tono cromático la fuente del color puede afectar su valor como estímulo estético, la experiencia de color puede mejorarse utilizando fuentes naturales como la luz solar. En este sentido, quizá el apoyo más persuasivo para el uso generoso de las ventanas proviene de una literatura cada vez mayor respecto a los efectos terapéuticos de la iluminación natural y las vistas a paisajes agradables. Aunque se muestra una tendencia hacia los orígenes

naturales del hombre, los resultados no son generalizables ya que la connotación que tiene el medio natural es individual y modificable según la experiencia. Por ejemplo, una persona con antecedentes de plaga en su jardín, puede no estar del todo cómoda con las áreas verdes (Ulrich, 1984; Verderber, 1986).

Si bien la cantidad de iluminación como estímulo es relevante, también lo es lo que nos permite descubrir. El color en general y su relación con el estado de ánimo sugiere una serie de proposiciones. Los colores fríos se asocian con sentimientos de calma, tranquilidad, seguridad y paz. Los colores marrones o naranjas se relacionan con sentimientos cálidos, cómodos o acogedores. Así muchos otros colores se asocian con muchas otras y variadas emociones. Sin embargo, la mayoría de estas inferencias se basan en experimentos de grupos de análisis promedio, donde incluso algunos individuos mencionaron que el color azul le produce sensaciones frías y estériles y los colores rojos y ocres sensaciones aversivas y estresantes.

Los ejemplos anteriores ilustran que los resultados de las investigaciones relacionadas a la percepción no pueden aplicarse indiscriminadamente. Las diferencias individuales hacen que los colores, cantidad y calidad de iluminación y fuentes adquieran asociaciones particulares sobre la base de las experiencias previas y los antecedentes culturales.

Siguiendo la teoría de la activación podemos decir que el correcto estímulo puede generar adecuadas experiencias según la consideración de quien vive el espacio, en el hogar sugiere la personalización de la vivienda contribuyendo al sentido de identidad y bajo la premisa que una correcta intervención puede mejorar el estado de ánimo y las relaciones sociales.

Ambiente lumínico en la vivienda

La iluminación sea cual sea su fuente es una necesidad que deriva de la evolución, en principio satisfecha por la iluminación natural y el máximo aprovechamiento de ésta. A este tipo de luz se le sumaron las antorchas y velas con la finalidad de extender las horas productivas y de esparcimiento. En la actualidad la iluminación juega un papel relevante e indispensable para el desarrollo de la vida. En oficinas, bodegas, fábricas o viviendas, la iluminación es una constante no solo como determinante del desempeño, la seguridad y la comodidad que brinda sino por la versatilidad de ambientes que puede proveer, desde ambientes dinámicos que brillen por su operatividad hasta atmósferas agradables y cálidas donde habitar.

En el caso de edificios no domésticos la encomienda puede ser obvia, generar espacios operativos y eficientes. Sin embargo, la perspectiva ha cambiado y gana terreno con la ayuda de evaluaciones pos-ocupacionales, tales ejercicios han expuesto las cualidades de los espacios no solo por sus capacidades operativas sino también por prever espacios saludables y satisfactorios. Desde el punto de vista de la salud ambiental y factores de riesgo en el ambiente industrial la claridad para realizar una tarea disminuye la probabilidad de que ocurra un accidente, con este objetivo se regula la cantidad de iluminación mínima de acuerdo con la tarea. Por su parte la falta de iluminación natural puede modificar los procesos fisiológicos. Además de la salud la iluminación también toca conceptos poco más complejos, emoción y percepción. Ambos aspectos se ven influenciados por las cualidades de la fuente y el contexto que compone el espacio interior.

Proveer una correcta iluminación es fundamental en la creación de espacios, aunque no se limita solo a los requerimientos técnicos relacionados con la funcionalidad o eficiencia, sino también por los ambientes que determinarán las emociones y actitudes derivadas de la cantidad y calidad de luz. Por lo que se ha entendido la relación eficiencia-iluminación no debe ocuparse solo de proveer la cantidad de luz adecuada sea cual sea la fuente sino de brindarla con calidad, sea esta cualidad siempre valorizada por el usuario. Es pues que un sistema de iluminación hace más que revelar espacios, trasciende lo físico e influencia las actitudes y expectativas individuales. El ambiente provisto por el sistema lumínico debe contemplar la respuesta emocional como una variable más en el diseño de los espacios interiores (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2017) (Barceló Pérez, Guzmán Piñeiro, & González Sánchez, Factores físicos de riesgo en el medio residencial, 2013).

En los espacios interiores y en especial los concernientes a la vivienda la iluminación es uno de los aspectos más importantes y cualitativos. Una iluminación interior en la vivienda no significa solamente alcanzar un adecuado nivel de luminosidad dentro de los diferentes espacios funcionales habitables y complementarios que componen el hogar. Es también una herramienta transformadora, potencializando la expresividad y el sentir individual forjado culturalmente. La intervención correcta o incorrecta puede beneficiar o al contrario perjudicar incluso más que otros ambientes interiores. Como se ha comentado las características de la vivienda sitúan a los ocupantes en un ambiente estereotipo, cargado de expectativas e incrementando la susceptibilidad de este al ambiente. Por lo que las diferentes fuentes de luz y su interacción con los elementos

que componen la vivienda más que en cualquier otra tipología puede generar atmósferas que desencadenen emociones y actitudes de talla psicofisiológica.

Un recurso viable para solventar estas necesidades proviene de la iluminación artificial. La vivienda al ser un espacio privativo, donde se controla prácticamente cualquier elemento que conforma el hábitat individual, permite modificar las características de la iluminación artificial. Por lo que se puede asegurar que si existe descontento es prácticamente por el desconocimiento de las diversas fuentes de luz que ofrece la tecnología y conceptos básicos de iluminación como; el uso del color y texturas en muros, pisos y techos, que pueden modificar para bien o para mal percepción del espacio. Se puede hablar de descontento, pero a también de adaptabilidad relacionada al sistema cultural del usuario, quien podría concebir un espacio habitable y satisfactorio en condiciones totalmente contrarias a lo que se concibe adecuado.

En el caso de la iluminación natural la Arquitectura tiene mucho que ver, si bien el espacio privado permite modificar el interior, la envolvente exterior, su configuración y dispositivos de control serán definidos por el arquitecto, constructor o propietario. De los dispositivos de control y su ubicación dependerá el ingreso de luz difusa o directa y las reflexiones de superficies próximas exteriores de la vivienda. Los criterios de vivienda sostenible postulan indiscutiblemente el empleo de la luz natural como fuente primaria y por excelencia de iluminación en condiciones diurnas, esta premisa se suma a los atributos fisiológicos que desencadenan la luz natural derivada del espectro visual y las emociones causadas por la vinculación con el exterior. Los dispositivos de control en este sentido toman vital importancia no solo para proveer condiciones adecuadas de iluminancia sino por el beneficio emocional y psicofisiológico de los usuarios. Por lo que, no obstante, la temporalidad y variabilidad del recurso solar y la necesaria integración de fuentes artificiales se debe permitir y procurar el ingreso eficiente de luz natural a la vivienda.

Cabe mencionar que las ondas de radiación visibles son acompañadas por radiación térmica, por lo que su ingreso a la vivienda debe ser analizado. De no hacerse un estudio profundo la ganancia del componente térmico podría afectar la temperatura y por ende el confort.

La vivienda en multifamiliar presenta graves problemas con respecto a su configuración, lo que ha generado problemas en la captación del recurso solar principalmente por la obstrucción y sombreado de los dispositivos de control. Lo anterior es causado en parte por fallas en la regulación existente pero principalmente por falta de normas que aseguren el recurso solar para cada unidad de vivienda independiente del nivel socioeconómico o configuración arquitectónica.

La implementación de los sistemas de iluminación natural o artificial hoy implican un equilibrio complejo de consideraciones que buscan satisfacer características espaciales en parte subjetivas, por ejemplo; la calidad de la iluminación. En la búsqueda de satisfacer esta cualidad, la fuente de iluminación, la iluminancia, las vistas, la comodidad visual, los contrastes y los deslumbramientos toman un papel relevante, ya que de la administración de dichos factores dependerá satisfacer las necesidades individuales. De los elementos antes mencionados la iluminancia y el contraste, son los mayormente Normados ofreciendo valores de referencia idóneos con la finalidad del proteger el desempeño visual contra el déficit de luz o el deslumbramiento. Debe señalarse que dichos valores recomendados muestran una tendencia creciente, en parte debido a la disponibilidad de lámparas más eficientes.

La calidad de la iluminación es un requisito cualitativo y cuantitativo, no obstante, se pueden nombrar algunos aspectos que asegurarían el cumplimiento de esta cualidad.

- Cantidad adecuada de iluminancia: Debe destacarse que estos elementos están asociados a ambientes luminosos idóneos, debidamente identificados y que son confortables al desarrollo de actividades visuales específicas, estos ambientes están establecidos según la edad de las personas que las asumen.
- Reproducción de color: A medida que nuestros ojos se desarrollaron durante millones de años para operar bajo condiciones de iluminación natural, su sensibilidad evolucionó al espectro de la luz solar. De ahí que la expectativa puede cambiar la percepción de la luz artificial.
- Apariencia del color: El entorno se asocia con el estado de ánimo y la atmósfera esperada. Estos son efectos psicológicos y estéticos en donde el carácter arquitectónico de un espacio se puede mejorar, contrarrestar, cambiar o incluso destruir mediante la iluminación.

- **Direccionalidad de la luz:** Esta debe satisfacer los requisitos funcionales y psicológicos de una tarea visual. Una luz más difusa normalmente se considera más "agradable", pero emitirá poca o ninguna sombra, por lo que puede crear una atmósfera nebulosa o incluso misteriosa. Donde la percepción 3D es esencial, se necesita una iluminación más direccional, ya que las sombras revelarán la forma y la textura.
- **Deslumbramiento:** Ésta puede ser causado por un efecto de saturación o por un contraste excesivo. Podemos distinguir el deslumbramiento por incomodidad y el deslumbramiento por discapacidad, dependiendo de la magnitud del efecto dentro del campo visual.
- **Contexto:** La iluminación puede determinar la percepción de los espacios, no obstante, el correcto diseño de éste puede verse afectado por el entorno particularmente de los elementos visuales colores o texturas.

Las características de la iluminación y los elementos que la componen no aseguran un estímulo positivo. La percepción del ambiente interior en su escala lumínica, como cualquier concepto relacionado con el ser humano tienen una alta carga de subjetividad, por lo que la valoración de calidad debe observarse una vez habitado el espacio. Lo anterior no limita el estudios y estrategias que permitan solventar las características mínimas aceptables para una mayoría en este caso un adulto promedio, habitante de la vivienda de interés social (Szokolay, V., 2008) (Reynolds John, 2010) (Muhlia V., 2006) (Osuna Hens, 2016) (Rea, 2000) (Barceló Pérez , Guzman Piñeiro , & González Sánchez , Factores físicos de riesgo en el medio residencial, 2013)

Método de Estimación

Con respecto a la cantidad de iluminancia en el interior ésta es determinada por el tipo de lámpara, potencia y rango de acción, estos métodos de cálculos son mayormente utilizado en el diseño de iluminación. Las mediciones de iluminancia natural o artificial en el interior y bajo condiciones normales se lleva a cabo bajo ciertas consideraciones que regulan diversos organismos como ASTM. En México estos métodos de evaluación están a cargo de La Secretaría de Trabajo y Previsión Social bajo la Norma NOM-025-STPS-2008, "Condiciones de iluminación en los centros de trabajo" (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2017). Quien establece entre otros puntos:

- Las mediciones deben ser efectuadas en las posiciones donde están situados los puestos de trabajo
- La célula fotosensible del luxómetro debe situarse en el plano de trabajo con su misma inclinación
- Durante la medición el técnico no debe perturbar las condiciones de ejecución de la tarea ni interferir la luz que llega a la zona de trabajo
- Cuando el área donde se realiza la tarea es pequeña, puede bastar con una sola medición en el centro de la superficie.
- Para obtener mediciones detalladas en un área de trabajo extensa se puede dividir la superficie en una cuadrícula para localizar los diferentes puntos de medición.

Claramente estas condiciones de medición corresponden a ambiente laborales por lo que su utilización en otros ambientes debe ser reservado o adaptado.

Como parte del diseño bioclimático existen diferentes métodos para calcular la incidencia de luz diurna en espacios interiores, estos métodos transitan desde los matemáticos, gráficos e incluso digitales con el uso de softwares de predicción.

Dentro de los métodos para estimar la ganancia solar dentro de la vivienda se encuentra el llamado Factor de luz de día (Fd). Este factor permite estimar el porcentaje de iluminancia en un punto específico del interior en relación con el exterior. Para este método normalmente se utiliza la fuente de luz provista por la bóveda celeste, tomada desde un punto en el exterior sin obstrucción, esto es principalmente porque no siempre se cuenta con ganancias solares directas, debido a la trayectoria propia del sol, por lo cual no es conveniente depender de ella. El resultado final puede ser relacionado a estándares validados que refieran al porcentaje óptimo recomendado de iluminación natural al interior, lógicamente este estará relacionado con la cantidad de recurso solar de la localidad determinado por su ubicación geográfica (Szokolay, V., 2008) (Reynolds John, 2010) (Muhlia V., 2006).

Normas aplicables

La falta de objetivos claros que cumplir en torno al ambiente del hogar han cimentado las deficiencias de esta tipología. Los ejemplos más importantes con respecto a la calidad de iluminación se establecen en el marco de Seguridad Higiene y Salud en el Trabajo por ser considerada un factor de riesgo a la salud. Desde este punto de vista los aspectos de los que se cuenta mayor regulación no solo en México sino a nivel mundial son la iluminancia y reflexión.

En México la Norma NOM-025-STPS-2008 de La Secretaria del trabajo y Previsión social. “Establece los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores”. Adicional a esto establece métodos de reconocimiento, evaluación, control, mantenimiento, reporte del estudio, unidades de verificación y laboratorios de prueba, así como los procedimientos para la evaluación de la conformidad, aplicables a la cantidad de iluminancia y contraste. Cabe mencionar que los aspectos que consideran la Norma (iluminancia y contraste) se enfocan a satisfacer la visibilidad como habilidad de extraer información del campo de visión. Los rangos de iluminación medido en lx como lo establece en el documento va desde 20lx y hasta los 2,000lx dependiendo de la tarea. Para talleres, áreas de empaque, ensamble, aulas y oficinas establece 300lx como parámetro óptimo. (Secretaria del Trabajo y Prevision Social, 2017)

El Reglamento de Construcción del Distrito Federal en sus Normas complementarias 3.4 Iluminación y ventilación establece los niveles mínimos de iluminación artificial que deben tener las edificaciones, en esta tabla se marcan los requerimientos para diferentes tipologías, además de oficinas con mínimos de 100lx y hasta 500lx dependiendo las tareas. Para locales de uso habitacional, vivienda unifamiliar y plurifamiliar particularmente para circulaciones horizontales y verticales establece un mínimo de 50lx.

Con respecto a la iluminación natural el mismo reglamento establece que, “los locales habitables y complementarios deben tener iluminación natural diurna por medio de ventanas que den directamente a la vía pública, azoteas, superficies descubiertas o patios” con dimensiones “mínimas de 2.50m perpendicularmente al plano de la ventana sin considerar remetimientos” además de tener una proporción mínima 1/3 en locales habitables y 1/4 en locales complementarios e industriales en relación a la altura de los parámetros del patio. El Código de Edificación de Vivienda aplicable a toda la República Mexicana con respecto a esto (Sección 802) establece que, “el área de los patios de iluminación y ventilación natural no debe ser menor de 4.41m² con un lado mínimo de 2.1m. Su cálculo, para edificios de tres o más niveles se debe hacer multiplicando 2.1m por un tercio de la altura del parámetro. Para ventanas el Reglamento de construcción menciona que “el área de iluminación no será inferior al 17.5% del área del local en todas las edificaciones a excepción de los locales complementarios donde este porcentaje no será inferior al 15%” (Arnal Simón & Betancourt Suárez , 2005) (CONAVI, 2017).

En resumen, las Normas mexicanas establecen la cantidad mínima de iluminancia para espacios y circulaciones, el porcentaje mínimo de ventana en relación al espacio y la geometría de los cubos de iluminación. Tales estándares se manifiestan como los mínimos recomendables, sugiriendo que en su cumplimiento dotaran de iluminación natural y artificial suficiente. Esta lógica se ha tomado útilmente como premisa para la concepción de la vivienda multifamiliar ya que permite basados en la norma bajar costos y optimizar espacio. Contrario a esta lógica la Norma no expresa valores óptimos por lo que siempre será mejor explorar otras estrategias para alcanzar esta característica.

Los parámetros para regular la vivienda pueden llegar a ser en extremo permisibles y manipulables. Esta investigación fue motivada por tales imprecisiones y buscar mediante la exploración fundamentos que generen restricciones más rigurosas acerca de los niveles mínimos que debiera cumplir una construcción y así cambiar el paradigma de la vivienda multifamiliar.

Componente subjetivo (Satisfacción de la vivienda)

Para fines de la investigación el componente subjetivo se define como la parte perceptual cuya disciplina a fin es la psicología y particularmente la psicología ambiental, que estudia la relación entre el ambiente y el usuario. Esta será involucrada en las variables físicas del ambiente térmico y lumínico con la finalidad de darle una perspectiva habitable. Recordemos que la habitabilidad considera aspectos objetivos y subjetivos del espacio construido. Todos los aspectos relacionados son juzgados desde el conocimiento, expectativas y sistema cultura del individuo. El resultado es la percepción

de satisfacción del ambiente térmico o lumínico componentes de la calidad del ambiente interior que a su vez forma parte de la habitabilidad segura y primordial.

Transacciones psicológicas

La psicología ambiental desde el modelo transaccional se compone de tres factores; el ambiente físico (donde se lleva a cabo la situación), los procesos psicológicos (percepción, conocimiento, características personales y culturales) y procesos conductuales (estrategias para enfrentar el ambiente y conductas derivadas del ambiente). Tales transacciones no se llevan a cabo en una sola dirección, las tres se relacionan y ejercen influencia en la medida que se desarrolla una situación.

Además de estos tres factores que coadyuvan al entendimiento general de la disciplina, la psicología ambiental se caracteriza por la importancia que se les atribuye a los procesos adaptativos con objetivo de sobrellevar molestias ambientales simples y complejas. La teoría principal parte de la premisa de que los seres vivos tienen una participación activa en el proceso de adaptación.

El enfoque adaptativo considera tres aspectos relacionados entre sí que sirven a los procesos implicados en la percepción del ambiente físico y en la elaboración de imágenes mentales de los ambientes (Brebner, 1982).

Procesos psicológicos

Se refiere el efecto que producen los ambientes físicos en la actividad humana, es decir, cómo se relaciona el ambiente con la conducta del usuario.

La percepción es el punto de partida para el desarrollo de los procesos psicológicos. Por medio de la percepción los diversos estímulos ambientales con que se encuentra el individuo, por todas partes, se organizan y forman un cuadro coherente e integrado del mundo.

La percepción ambiental implica el proceso de conocer el ambiente físico inmediato a través de los sentidos. La percepción sensorial proporciona la información básica del ambiente determinando las ideas que el individuo se forma. La concepción de la idea aunada al conocimiento y expectativas del usuario modela una percepción única. Algunos hallazgos mencionan que cada individuo tiene un mapa mental personal del ambiente que frecuenta, relacionado con la pertenencia y territorialidad, que a su vez se relaciona con el conocimiento que se tiene del espacio y las expectativas de este. Tales expectativas se consolidan del almacenamiento, organización, reconstrucción y evocación de las imágenes y características de ambientes similares o debido a la permanencia prolongada que se ha tenido en el espacio. Por tal razón la percepción del individuo se modifica o adapta con el tiempo a las características y requerimientos particulares del lugar en donde se desenvuelve habitualmente.

Las actitudes que inspira una situación u objeto y particularmente al ambiente son los sentimientos favorables o desfavorables que las personas emiten derivado de la percepción del ambiente físico. Las actitudes ambientales por tanto implican sentimientos evaluativos que indican que tanto agrado o desagrado tiene un individuo hacia características determinadas de un espacio tocando aspectos tangibles e intangible.

Es pues que el significado, basados en la propia experiencia son exclusivos del individuo o puede representar las asociaciones compartidas de un grupo cultural o no. En ocasiones los resultados de la percepción en dos personas expuestas al mismo espacio pueden resultar contrastantes, por ejemplo; un espacio limitado puede simbolizar protección, cercanía e intimidad para algunas personas, pero puede estar asociado con restricción, confinamiento y formalidad para otras, el espacio abierto puede provocar ansiedad o ser liberador y el color rojo puede verse como vibrante y emocionante o abrumador.

Los procesos donde las personas se relacionan con el ambiente no operan de forma independiente, sino que se influencia constante y mutuamente, así el conocimiento influye en las actitudes y viceversa. Por tal razón la percepción del ambiente y por tanto las actitudes están estrechamente relacionadas al comportamiento adaptativo, es decir que derivado de la permanencia y conocimiento del espacio se modificaría la percepción para bien o para mal. Este aspecto es relevante ya que tal adaptabilidad puede contrastar la percepción ambiental y no seguir estándares o rangos normados u óptimos (Brebner, 1982).

Perspectiva holística

Los psicólogos ambientales creen que para comprender la conducta humana en forma adecuada el ambiente y la conducta derivada de este deben contemplarse como partes interrelacionadas de un todo indivisible. El modelo holístico considera todas las configuraciones, épocas diversas, características físicas del ambiente, el diseño interior, estructura, configuración de edificios, regiones geográficas, tamaño de un vecindario o ciudad enteras, etc. El modelo holístico analiza simultáneamente todos los aspectos del ambiente físico con su contexto sociocultural para lograr un cabal conocimiento acerca del papel que desempeña el ambiente en la programación de la conducta humana (Brebner, 1982).

Rol Activo (sentido de pertenencia, apego, territorio y privacidad)

El rol activo está relacionado con el énfasis en las formas positivas y adaptativas en que las personas enfrentan el ambiente. Los valores humanos relacionados a un edificio a menudo son relacionados con la propiedad. Un espacio o edificio modificado para satisfacer las necesidades físicas, emocionales e intelectuales de un individuo generara un fuerte apego. El apego es una de las formas en que ocurre la arquitectura, un hombre convierte los espacios de acuerdo con sus necesidades específicas de aislamiento, distribución de muebles, cantidad de iluminación, estilo de decoración, etc. para tal hombre eso es arquitectura, aunque el mismo espacio no lo sea para otra persona.

Tal comportamiento está influenciado además de la percepción (criterios de evaluación que se han desarrollado basado en el conocimiento y la permanencia en el espacio) por el sentido de pertenencia territorio y privacidad que a grandes rasgos implica la capacidad de controlar la información de uno mismo.

La privacidad y la territorialidad no son completamente independientes ya que la territorialidad algunas veces se utiliza para aumentar el sentido de privacidad, sin embargo, se debe tener en cuenta que, aunque la territorialidad se emplea algunas veces para lograr la privacidad los dos conceptos no son idénticos.

La privacidad tiene diversos significados algunos, cotidianos que ponen énfasis en el aislamiento, a la soledad como el deseo de estar solo, a la reclusión que se refiere al deseo de vivir fuera del bullicio de vecinos o vecindario y la intimidad que implica aislarse colectivamente con una persona o un grupo de personas específicas. Las tres perspectivas refuerzan el concepto de control como la capacidad de preservar el anonimato, reservarse y retraerse, en síntesis, la capacidad de controlar toda especie de información, de cerrarse o abrirse uno mismo, de acuerdo con los sentimientos personales.

Por su parte la territorialidad, como conducta humana, puede en principio explicarse en función de la herencia biológica que los seres humanos toman de su pasado evolutivo. No obstante, y pese a ser una condición biológica e instintiva, la territorialidad humana es fundamentalmente diferente a la conducta territorial animal ya que la primera solo puede entenderse dentro del contexto organizacional social y de diversidad cultural que distinguen a las sociedades humanas.

Los efectos derivados de los diversos estímulos ambientales, negativos o positivos y los modificados por el apego, generaran actitudes, mismas que pueden tocar aspectos fisiológicos, psicológicos y sociales. Existen diversas teorías que ayudan a explicar de qué forma se realiza la interacción entre el ambiente y el usuario la más utilizadas es la teoría de la excitación o activación (Brebner, 1982).

Teoría de la excitación o activación

La teoría de la excitación, como una variable moduladora, es el modelo más ampliamente aceptado ya que ayuda a explicar un gran número de conductas humanas relacionadas con la actividad y derivadas de situaciones o sucesos, particularmente los relacionados con el ambiente; ruido, temperatura e iluminación. La teoría de activación induce a buscar información acerca del estado interno y así tratamos de interpretar la naturaleza de la activación y su razón de ser, lo cual puede ser placentero o displacentero.

El nivel de excitación puede provocar efectos en dos escalas la fisiológicas y la social. En el especto fisiológico la excitación emocional se relaciona con la aceleración del ritmo cardiaco, alteración de la respiración y transpiración. Tales reacciones pueden ser positivas o negativas según la connotación o si el estímulo llega a ser excesivamente alto. Respecto a las conductas sociales el nivel de activación está relacionada con conductas agresivas, rendimiento laboral o estudiantil, capacidad de ayuda, entre otras, según estudios son determinadas por el nivel de excitación o activación al que se sujeta un individuo inmerso en un ambiente laboral, educativo, industrial, residencial u hospitalario.

Los teóricos de la estimulación han explicado los complejos efectos del ambiente en el rendimiento basándose en los principios de la psicología experimental conocidos como la ley de Yerkes-Dodson. Según dicha ley la relación entre el nivel de estimulación y rendimiento humano está representado como una función en forma de “U” invertida donde el rendimiento máximo se alcanza con un nivel intermedio de estimulación, pero desciende gradualmente a medida que la estimulación aumenta o disminuye, además esta Ley establece que los efectos de la estimulación se modifican dependiendo el nivel de complejidad de la tarea que se realiza. Es pues que el nivel de estimulación que se juzga óptimo para tareas complejas es inferior al que se considera óptimo para tareas simples.

Por ejemplo, según la teoría de excitación una temperatura de calor moderada y posiblemente un frío moderado puede aumentar el rendimiento cuando genera un nivel óptimo de estimulación. Sin embargo, cuando la estimulación rebasa el nivel óptimo afecta negativamente el desempeño de la tarea. Además, según la teoría, la situación generada por la temperatura es más perjudicial en tareas complejas que en tareas simples.

Aunque con excepciones, las investigaciones en general han apoyado la opinión de que las personas prefieren grados intermedios de activación, siendo deseable variantes mínimas que renueven y mantengan un nivel óptimo de excitación. Al proveer ciertos estímulos como variantes se debe tener cuidado de no rebasar los niveles óptimos ya que de lo contrario generaría demasiada incertidumbre, estrés y sentimiento de aversión.

Aunque la apreciación ambiental puede ser el resultado de una combinación óptima de estímulos, lo que es óptimo para un individuo puede no serlo para otro. Según algunos autores (Wohlwill, 1974) las personas se acostumbran a niveles particulares de diversidad y patrones en el medio ambiente derivada de su experiencia previa con esos niveles, de esta forma es posible conseguir un nivel de adaptación relativamente estable que actúe como marco de referencia para emitir juicios sobre los entornos actuales y futuros. Si la cantidad percibida de estimulación ambiental es similar o se desvía levemente del nivel de adaptación, es probable que esa persona responda favorablemente, en otro sentido, las grandes desviaciones del nivel de adaptación se experimentarían como estresantes (Brebner, 1982).

Satisfacción ambiental

La satisfacción es un componente cognitivo del bienestar psicológico definido como la percepción y valoración positiva que una persona realiza a su vida en general o particular. Éste es definido por diversos aspectos, entre los cuales destacan; edad, sexo, nivel cultural y educativo, experiencias anteriores, entre muchos otros propios del ser humano. Tales aspectos determinan la interacción del individuo y el ambiente físico y social, estos factores influyen en cómo se construyen las amenazas para el bienestar derivadas de la connotación negativa que se le da a tal o cual factor. Lo anterior se resume en la percepción individual de que tan bien dotado está el medio en que se vive, para proporcionar lo necesario y mantener la vida de acuerdo con las expectativas individuales.

Con esto al respecto el crecimiento poblacional al centro de la Ciudad de México como núcleo urbano presenta un verdadero desafío para mantener estos factores bajo estándares “adecuados”. El espacio urbano como nivel macro y la vivienda como micro contienen características propias que tocan aspectos materiales, ambientales y sociales y en los cuales prevalecen condiciones que determinan la percepción de bienestar. Ya sea en el ambiente público o privado, se pueden encontrar situaciones plagadas de estímulos positivos y negativos que al final determinarían la construcción de bienestar (Ibarra Sala, 2013).

Respecto a la vivienda cada uno de estos factores adquiere relevancia en el juicio subjetivo respecto a los patrones mínimos para el desempeño de las actividades inherentes al hogar y que suman al resto de satisfactores que componen la percepción de bienestar psicológico del usuario. (Viana de Vasconcelos, De Olivera Fonseca, & Araújo Cardoso, 2013) (Landázuri Ortiz & Mercado Domenech, 2004)

El bienestar psicológico se compone de diversos factores. Particularmente en lo que se refiere a la valoración positiva de la salud, esta se define como el equilibrio armónico entre las diferentes dimensiones que integran al ser humano, aspectos físicos, sociales y psicológico, dando lugar a la percepción de salud personal. Es pues que la salud personal se compone de salud física, salud social y salud psicológica.

La salud física compete a aspectos más conocidos y que tienen que ver con buenos hábitos de alimentación, actividad física, reposo, etc. La salud social depende de las relaciones interpersonales. Por último, la salud psicológica, dada por el

pensamiento y actitudes positivas, optimismo, autoestima, asertividad, resiliencia etc. y el desarrollo de conductas saludables cuyo fin primario es de protegerse de conductas de riesgo para la salud, como el estrés, la ansiedad, la depresión y la ira. Las tres dimensiones en suma determinarían la salud personal. Al contrario, la falla en alguna de ella puede perjudicar la percepción de bienestar.

En resumen, el bienestar psicológico como componente cognitivo de la satisfacción y particularmente lo concerniente a la salud personal es determinado en parte por el ambiente físico que compone el macro y micro ambiente. Si la interacción individuo-contexto resulta negativa por fallas en el ambiente térmico, acústico y lumínico, puede verse mermada en principio la salud psicológica con el desarrollo de trastornos psicosomáticos que en su prevalencia afectaría la salud física y social. De lo anterior se puede afirmar que la Satisfacción o bienestar psicológico es condicionado por el ambiente físico ya que de la correcta interacción con el usuario dependerá la salud personal.

Como se ha mencionado el estrés es solo unos de los síntomas en contra de la salud psicológica, este se define como la reacción de tensión generalizada del organismo ante la percepción y el significado abrumador de las demandas excesivas de la vida en el hogar, escuela, trabajo y sociedad, que se presentan cuando la persona no cuenta con los suficientes recursos para afrontarlos adecuadamente. El estrés se experimenta con pensamientos, emociones y conductas de ansiedad, depresión, o ira, que interfieren con el adecuado funcionamiento del individuo en todos sus contextos sociales. Al estrés y a las manifestaciones de este, se le suman las deficiencias ambientales, que en su falta de competencia pueden agudizar dichos síntomas rumbo a la consolidación de enfermedades psicosomáticas. El estrés causado por deficiencias del ambiente natural o construido es mejor conocido como estrés ambiental (Oblitas Guadalupe , y otros, 2017).

Estrés Ambiental

Aunque el estrés ambiental pareciera un tema lejano, es mucho más familiar de lo que se pensaría principalmente para todos los habitantes de las ciudades urbanas. El ambiente laboral, educativo, interpersonal entre muchos otros escenarios en lo que transita las actividades de la vida diaria pueden crear ambientes con algún tipo de estrés. El estrés ambiental se refiere solo al ambiente físico, no como un recurso satisfactorio o enriquecedor, sino como una fuente que afecta la estabilidad del ser humano. Este tipo de estrés es definido puntualmente como “el proceso humano implícito en las reacciones de enfrentar en forma efectiva exigencias ambientales extremas”, en este sentido, es importante recalcar que la efectividad para contrarrestar los estímulos negativos dependerá de cada persona y la capacidad fisiológica y psicológica que tenga para adaptarse al ambiente. Para tal caso existen dos perspectivas el “estrés orgánico” y el “estrés psicológico” ambos estarán vinculados en el proceso de adaptación no obstante la diferencia de enfoques (Mejía Castillo , 2010).

Estrés orgánico

Este pone énfasis a los efectos fisiológicos del estrés y es definido como la respuesta no específica del cuerpo a la acción del ambiente. En otras palabras, la noción de estrés ocasiona que el organismo reaccione bioquímicamente a sensaciones de frío, calor, síntesis de hormonas, etc. respondiendo a la gran variedad de estresores ambientales. Esta reacción no dependerá si el estímulo es benéfico o perjudicial, agradable o desagradable, simplemente en la acción primaria del cuerpo para frenar las alteraciones que se provoca en el organismo.

El estrés orgánico identifica tres etapas que se presentan cuando el individuo se encuentra en condiciones de estrés, estas etapas se denominan síndrome de adaptación general.

- Reacción de alarma; es la primera etapa que se desencadena desde el sistema nervioso autónomo, implica un aumento en la secreción de adrenalina, el ritmo cardiaco, la presión arterial y las conductas de la piel.
- Etapa de resistencia y adaptación; incluye una gran variedad de respuestas fisiológicas bastante diferentes y a menudo opuestas a los de la reacción de alarma
- Agotamiento; se manifestará si el productor de estrés es fuerte, es de larga duración o los esfuerzos de adaptación no fueron suficientes.

En resumen, el síndrome de adaptación general es el esfuerzo del cuerpo para seguir funcionando en forma estable cuando se encuentra sometido al estrés.

Al proceso que lleva en el cuerpo para mantener la estabilidad se le llama homeostasis, para que el cuerpo se mantenga saludable no se debe permitir que ninguno de estos procesos sobrepase los niveles normales. Para solventar este proceso homeostático el cuerpo realiza de dos tipos de reacciones fisiológicas. El primero de ellos es la reacción sintoxicas que entra en acción cuando un elemento agresivo entra en contacto con el cuerpo, pero éste no representa una seria amenaza. Las segundas son las reacciones catatoxicas que se inician cuando el cuerpo es atacado por elementos que son considerados una seria amenaza al funcionamiento del cuerpo. Estas reacciones tienen un complejo patrón de estímulos y retroalimentación en el que intervienen mensajeros químicos y estímulos nervioso (Holahan C. , 2016).

La finalidad de estos mecanismos a nivel biológico es contrarrestar la información buena o mala que suministra el ambiente, la permanencia en condiciones ambientales inadecuadas predice una afectación a la salud derivada de los constantes mecanismos de adaptación, si fuera el caso de llegar a un agotamiento, los efectos se agudizaran.

El estrés psicológico

Este pone énfasis en el factor psicológico, estableciendo que, “el individuo evalúa el significado personal y la importancia que le da al productor de estrés” es decir, el usuario dentro de una transacción psicológica determinara si la información del ambiente es lo suficientemente fuerte como para causarle malestar.

El estrés psicológico transita por tres tipos de evaluación cognitiva. La evaluación primaria como un proceso psicológico mediador, sirve para distinguir las situaciones potencialmente amenazantes de las benéficas o de las que no tienen ninguna importancia. La evaluación secundaria, funciona para estimar los recursos del individuo para poder enfrentarse a una situación amenazante. La reevaluación, modifica la percepción inicial de la situación debido a cambios en las condiciones ambientales o cambios internos de la persona tendentes a enfrentar la situación. Es decir, la reevaluación puede consistir en una percepción cambiante ante una situación originalmente benigna que luego resulto amenazante y viceversa (Holahan C. , 2016).

El estrés psicológico a diferencia del estrés orgánico depende en gran medida de la percepción del usuario. Con esto, dos personas distintas cada una con un sistema cultural particular, pueden percibir emociones muy disímiles hacia el mismo estresor. Por otro lado, una persona expuesta a un estresor que la amenaza puede parecerle menos grave si se reevalúa y se compensa con otros estímulos. En resumen, el estrés psicológico y la respuesta que se tenga ante el estresor depende en gran medida del afectado, quien puede ignorar, modificar o sobrellevar.

Efectos del estrés ambiental

El ser humano como modificador de espacios no es un ser estático, esto le permite modificar el ambiente o su actitud hacia él con la finalidad de salvaguardar su estabilidad física o psicológica. Esta respuesta hacia el estrés puede transitar por dos vías, la respuesta enfocada al problema o la respuesta enfocada a sus emociones. La primera consiste en conductas o actos cognoscitivos dirigidos a la fuente del estrés con el objetivo de cambiar la condición ambiental que provoca tal efecto o la conducta personal implementada para enfrentar la fuente. La segunda implica el manejo de emociones y actos cognoscitivos orientados a reducir o a tolerar de mejor manera las reacciones emocionales ante una situación de estrés. Las medidas que se tomen no solo dependen de las personas o de la capacidad que tenga para modificar sus emociones o ambiente. Este último debe proveer las condiciones necesarias para poder ser modificado, la falta de esta cualidad puede recaer en el agotamiento fisiológico o psicológico caracterizados por sus efectos a la salud (Holahan C. , 2016).

Con la definición de Estrés Ambiental el siguiente paso sería identificar las diferentes causas, ésta ha sido la tarea de un sinfín de investigaciones de campo y laboratorio siendo el estrés por ruido y temperaturas extremas los aspectos del ambiente mayormente estudiados. A pesar de que los resultados no siempre son contundentes o precisos debido a la naturaleza y multicausalidad de los estresores y las complejidades que traen estudios de campo, demuestran que existen una gran diversidad de factores ambientales materiales y físicos que pueden generar efectos a la salud física, psicológica y social de las personas y que en síntesis ven reducida su calidad de vida. (Aregonés, 2000) (Bechtel, 2002) (Giffort, 2007).

Medición

Para la medición del estrés, psicólogos ambientales han establecido tres métodos.

El primero de ellos son los métodos psicofisiológicos, se utilizan para medir reacciones a corto o largo plazo. A corto plazo se basan en las mediciones de procesos fisiológicos que se activan cada vez que la personas se encuentra en condiciones de estrés, incluyen cambios cardiovasculares, alteraciones en el ritmo respiratorio, reducción de la piel, trastornos digestivos, etc. A largo plazo la medición se enfoca a las enfermedades relacionadas con la exposición prolongada al estresor, incluye hipertensión, dolores de cabeza recurrentes, trastornos estomacales crónicos, etc.

El segundo método se refiere a las mediciones de conducta. Esta mide reacciones, expresiones corporales o conductas impropias al ambiente que la gente manifiesta al enfrentar el estrés, por ejemplo; incapacidad para realizar un trabajo, morderse los labios, caminar de un lado a otro, etc.

Por ultimo las mediciones subjetivas, estas pueden echar mano de índices subjetivos, autoreportes de sus componentes emocionales o afectivos. Las mediciones subjetivas pueden consistir en una evaluación del grado de malestar emocional provocado por el estrés. (Lazarus, 1979) (Holahan C. , 2016)

CAPITULO III APROXIMACIONES A LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR EN LA VIVIENDA

CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR EN LA ACTUALIDAD

- Certificaciones
- Evaluaciones
- Auditorias
- Estudios exploratorios

CONCLUSIÓN

CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR EN LA ACTUALIDAD

La Calidad del Ambiente Interior (CAI) de manera general no es un tema nuevo, sin embargo, se ha enfocado a buscar la salud en los ambientes industriales y de oficinas en donde las afectaciones por la presencia de factores de riesgo se agravan y se hacen presentes con mayor regularidad. Los avances más importantes se enfocan a asegurar que las condiciones ambientales de los trabajadores sean las más apropiadas, mitigando los posibles riesgos con la aplicación de Normas y reglamentos generados por diversos organismos en todo el mundo, llamados genéricamente “Normas de seguridad e higiene en el trabajo”.

Con la llegada del aire acondicionado, edificaciones selladas por fachadas acristaladas y centros urbanos más densos, se hicieron presentes padecimientos característicos del Síndrome del Edificio Enfermo, principalmente en edificios administrativos, las cuales se sumaría a las ya estudiadas edificaciones de tipo industrial. Con dichos acontecimientos creció la importancia de abordar otras tipologías que se caracterizaban por la permanencia de usuarios en el interior durante tiempo prolongado. Al igual que los ambientes industriales el término “calidad” en estas tipologías se acuño no como un adjetivo sino como requisito objetivo que permitiera asegurar que las condiciones laborales interiores no afectarían la salud y la funcionalidad de los trabajadores. Las afecciones presentes en estas edificaciones se generaban por el bajo o nulo mantenimiento a los sistemas de acondicionamiento, la presencia de máquinas que en su uso habitual genera gases nocivos para la salud o la acumulación de CO² derivada del uso propio del espacio y la poca renovación de aire. La vivienda y otras edificaciones hasta entonces se habían mantenido al margen principalmente por que los efectos al contaminante no son inmediatos, es decir, son más extensos que agudos.

Es importante distinguir los factores de riesgo y sus efectos en edificios domésticos y no domésticos. Aunque se utiliza a discreción el concepto de Calidad del Ambiente Interior, lo cierto es que se distinguen por las fuentes y los padecimientos que los factores de riesgo pueden propiciar en las diferentes tipologías (Javier Rey & Velazco Gomez , 2007).

El concepto de Calidad del Ambiente Interior en edificios no industriales engloba los mismos factores de riesgo, pero sus efectos transitan por efectos psicológico, fisiológicos y sociales, caso contrario a los efectos inmediatos característicos de los ambientes industriales. Por ejemplo, la presencia y saturación de compuestos químicos volátiles derivados de la manipulación o fabricación de ciertos objetos, difícilmente se encontrará en ambientes domésticos, en este caso los contaminantes se traducen en biofluentes, altas concentraciones de CO₂ o compuestos químicos derivados del uso para la limpieza del hogar. Los contaminantes biológicos son causados por falta de higiene en sistemas de acondicionamiento, fauna nociva o doméstica y presencia de humedades, entre otros aspectos que el propio usuario puede eliminar con prácticas correctivas. El ruido generado en la utilización de maquinaria no se compara con el ruido ambiental de instalaciones, tráfico, vecinos o equipos colindantes a los espacios habitables de la vivienda. Los niveles de iluminación artificial en espacios de uso privado son susceptibles de cambios con la finalidad de mantener condiciones adecuadas individualmente, caso contrario al ambiente industrial donde se es sujeto a las condiciones que el empleador considere. Por último, el factor de riesgo por energía térmica se traduce por los efectos a la permanencia en estado de disconfort, dichos efectos distan de una hipertermia o hipotermia que podría presentarse en ambientes laborales extremos. Es pues que la Calidad del Ambiente Interior en ambientes domésticos se caracteriza en principio por malestares relacionados con el estrés ambiental.

En este caso los factores de riesgo químicos y biológicos en la vivienda se podrán resolver, no con el cumplimiento de los estándares industriales, sino procurando las adecuadas prácticas de higiene preventiva y apropiados niveles de ventilación artificial o natural. Respecto a los factores de riesgo físicos, el nivel de iluminación artificial puede ser determinada por el usuario, no así el ruido, la temperatura y la iluminación natural que depende en gran medida del diseño de la envolvente, configuración arquitectónica y los sistemas de control, por lo que se demanda de los implicados en su construcción, adecuados sistemas que permitan regular el ambiente interior.

En la actualidad las estrategias que abordan la Calidad del Ambiente Interior y factores de riesgo en ambientes domésticos son los tocantes a sistemas de acondicionamiento artificiales presentes en climas con temperaturas muy bajas o muy altas y donde claramente el uso de tecnología para la construcción de la envolvente y los sistemas de regulación interiores están considerados como estrategias de optimización. Gracias al creciente interés por el cambio climático y la sustentabilidad, estos sistemas se evalúan o auditan, con la finalidad de asegurar su uso eficiente.

En el marco de la sustentabilidad la vivienda toma gran importancia ya que sea cual sea su configuración, multifamiliar o unifamiliar, es la que ocupa la mayor parte de los territorios. En climas donde el uso de sistemas de acondicionamiento mecánico es imprescindible, su eficiencia puede significar grandes ahorros energéticos. Estas edificaciones han generado estudios con diferentes alcances, es posible hablar de certificaciones, evaluaciones, auditorias y estudios de usability, cuyo objetivo primario es la eficiencia energética, trayendo consigo el análisis de la Calidad del Ambiente Interior como un objetivo secundario.

El boom sustentable ha beneficiado en la integración de la vivienda a los estudios de Calidad del Ambiente Interior, no obstante, el enfoque energético que este tiene. Dichos avances comienzan a dar mayor importancia a la vivienda como determinante de la salud.

Los medios utilizados que directa o indirectamente abordan el tema de la Calidad del Ambiente Interior en los edificios y escasamente en la vivienda son diversos, no obstante, se pueden agrupar en; Certificaciones, Evaluaciones, Auditorias y algunos Exploratorios en la vivienda cuyos objetivos específicos van desde la eficiencia energética hasta la salud.

Certificaciones

Las evaluaciones y certificaciones componen el marco más robusto con respecto al estudio de la Calidad del Ambiente Interior ya que forman parte de las auditorias para conseguir un sello ambiental que la distinga por su eficiencia energética.

Una de las certificaciones con mayor presencia en México es Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) de origen estadounidense, certifica edificios domésticos y no domésticos. La certificación se basa en las evidencias mostradas antes y/o después de su ocupación donde conste el cumplimiento de la normatividad ambiental, regularmente de talla internacional siendo estas en la que se fundamenta la certificación. La finalidad en el cumplimiento de estos estándares es obtener edificios energéticamente eficientes, amplio ahorro de recursos y menos daños al medio ambiente, lo que además conlleva una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero e incentivos fiscales. Los edificios que pretendan una certificación deben cumplir con determinados estándares que le sumaran puntos y le permitan alcanzar unos de los niveles de certificación que ofrecen el U.S. Green Building Council (U.S. Green Building Council, 2017).

Al igual que LEED existen en el mercado otras certificaciones ambientales para edificios domésticos que comparten método de evaluación tales como VERDE de España, CASBEE de Japón, Qualitel Habitat & Environnement (QH&E) de Francia y BREEAM de Reino Unido cada una con diferentes niveles de certificación, fases de evaluación y dimensiones de sostenibilidad, no obstante, coinciden en la denominada “dimensión social” equivalente a la certificación y evaluación de la Calidad del Ambiente Interior. La perspectiva que maneja cada una de las certificaciones con respecto al mismo tema determina la meta, por ejemplo la certificación LEED, CASBEE y VERDE certifican la Calidad del Ambiente Interior toda vez que se muestran evidencias de las medidas que se tomaron para satisfacer cada uno de los rubros correspondientes a ésta, que en general están enfocados al cálculo de los sistemas de acondicionamiento, es decir que dependiendo el número de usuarios se mantengan en rangos correctos de higiene y confort, pruebas o modelos que comprueben la hermeticidad y cálculos de iluminación correctos para cada actividad, en algunos casos se implementan pruebas de vibración o acústica de los sistemas mecánicos con la finalidad de que en su uso cotidiano no afecte el funcionamiento u operatividad de los espacios. En el caso de BREEAM y QH&E la perspectiva tiene que ver con el confort, salud y bienestar que la calidad del ambiente interior puede proveer a los usuarios, sin embargo, las evidencias son prácticamente las mismas lo que sugiere el mismo resultado eficiencia energética y operatividad lo que hace que ambas perspectivas sean acercamientos muy superficiales del problema que nos atañe (Quesada Molina, 2014).

La eficiencia energética y la operatividad son conceptos relacionados con los ambientes de trabajo donde los sistemas de acondicionamiento y los factores de riesgo físicos, químicos y biológicos se presentan con mayor frecuencia, no obstante, se han logrado llevar a la vivienda, aunque a un sector determinado. “La vivienda verde” cuenta con sistemas de acondicionamiento mecánico que puede llegar a presentar los vicios de edificios no domésticos, por lo que la implementación de una certificación ambiental enfocada a esta tipología puede asegurar el uso eficiente del recurso y una relativa Calidad del Ambiente Interior basada en evidencias antes, durante y después de la construcción. Estas certificaciones están limitadas lógicamente a tipologías con uso de sistemas de acondicionamiento artificiales o ecotecnologías para la cosecha de energía

en donde un deficiente desarrollo o mantenimiento puede significar grandes pérdidas y propiciar alteraciones al confort de sus ocupantes.

La certificación BREEAM de origen inglés creada por BRE Global y antecesor de LEED cuenta con una certificación enfocada a la vivienda (BREEAM Multi-Residential), al igual que las anteriores certificaciones genera una herramienta de evaluación energética donde un pequeño porcentaje de la ponderación corresponde a la Calidad del Ambiente Interior, no obstante, las deficiencias de los ambientes interiores sobrepasan los requisitos y fundamentos de las certificaciones ambientales por lo que BRE Global ofrece servicios de pruebas y monitoreo para ambientes residenciales o comerciales post-ocupacionales, estos servicios incluyen, pruebas de aislamiento acústico, evaluación de ruido ambiental, hermeticidad, ventilación, calidad del aire interior, confort térmico y sobrecalentamiento, con la finalidad de que a través de la evaluación se pueda retroalimentar y mejorar las condiciones interiores derivadas de equipos y ecotecnologías ineficientes. Esta evaluación tiene un claro objetivo, identificar las fallas de la infraestructura y equipo que provoca gastos energéticos incensarios. Tales intervenciones tienen la finalidad de fundamentar cambios puntuales que permitan mejorar la eficiencia de equipos y sistemas (BRE Group, 2017).

Evaluaciones

Las certificaciones ambientales con miras a la sustentabilidad y particularmente la certificación de la Calidad del Ambiente Interior en edificios no domésticos y últimamente domésticos, busca la eficiencia energética y operatividad basado en el cumplimiento de Normas ambientales. Recientemente BRE Global testigo de las deficiencias del ambiente interior ha implementado evaluaciones para los factores que la determinan con la encomienda de detectar y plantear estrategias que permitan confirmar o modificar los equipos o sistemas que se involucran en el gasto energético. Estos métodos son conocidos como métodos de evaluación pos-ocupacional o estudios de usability, este último enfocado principalmente a las buenas prácticas y facilidad en la manipulación de los equipos que regulan los sistemas de ahorro energético.

Las evaluaciones pos-ocupacionales a la infraestructura y equipamiento generada por BRE Global abre una serie de posibilidades pensando no solo en la certificación como objetivo primordial, sino como medio para satisfacer eficientemente a los usuarios que habitan los llamados “edificios verdes”. Pensar en una evaluación que permita hacer mejoras en el equipo implementado, motivada por afectaciones en el confort y la operatividad es un acercamiento a la valorización del usuario y el papel que juega en la transformación de los ambientes interiores.

La evaluación de BRE muestra el interés por valorar la percepción del usuario con respecto al lugar que habita, relacionado con el rendimiento técnico y humano que el espacio y sus instalaciones está propiciando, en otras palabras, que operatividad y eficiencia del factor humano me genera un edificio sostenible y si este puede ser mejorado con la evaluación de sus sistemas. No obstante generar espacios operables no es el fin de la Arquitectura, en la medida que un espacio satisfaga las necesidades objetivas y subjetivas de las personas se estará propiciando la operatividad por lo que la satisfacción más que la operatividad puede ser un mejor indicador del buen funcionamiento del edificio como lo constata BUS Methodology.

En 1981 se fundó en Londres Building Use Studies quien desarrollaría durante los 90's The BUS Methodology presentando una alternativa enfocada únicamente a la percepción de los ocupantes medida por el nivel satisfacción con respecto a factores como; confort térmico, ventilación, iluminación, ruido, control personal de los sistemas de acondicionamiento, espacio diseño e imagen. La herramienta de evaluación utiliza cuestionarios en línea o presenciales estructurados y diseñados para extraer la mayor información posible, calificando en una escala lickert del 1 al 7 cada uno de los aspectos antes mencionados y que determinan la calidad del ambiente interior y la satisfacción que genera el espacio, estas variables generan una vista instantánea acerca del rendimiento general del edificio reflejando la satisfacción plena de sus ocupantes. Las interpretaciones de las encuestas fundamentan cambios en la configuración espacial y sistemas de acondicionamiento con la finalidad de mejorar los niveles de satisfacción. (Busmethodology, 2017)

Por otro lado, el método Building Performance Evaluation (BPE) creado por BSRIA, examina las características del edificio con el fin de determinar si está trabajando para las personas, identifica a través de una evaluación post-ocupacional las deficiencias del ambiente y espacio interior, no solo con respecto al factor energético sino a cada aspecto que pueda influir a la satisfacción y bienestar del propio usuario. El BPE consiste en la inspección edificios ocupados de uno a cinco años

después de su terminación cuyo objetivo es generar un marco que permita tomar decisiones fundamentadas en el consumo actual de recursos y la satisfacción de los ocupantes. Las evaluaciones además de generar cambios inmediatos que permiten modificar el gasto energético y la percepción de las personas, buscan mejorar la práctica esencialmente en las etapas de planeación, diseño y construcción a través de la retroalimentación. Las evaluaciones realizadas forman parte del acervo de la propia empresa generado al igual que BUS una base de datos robusta de las características de diversos tipos de edificios con los aspectos detallados que funcionan óptimamente y cuales son susceptibles de mejoras. La herramienta permite evaluar a través observación, medición y encuesta el desempeño de diferentes componentes del edificio como; uso de recursos, materiales de construcción, construcción de servicios y estrategias de control, satisfacción y confort de los ocupantes. Además, BSRIA proporciona una gama servicios complementarios como ensayos de estanqueidad, medición in situ del valor U y monitoreo y medición de la Calidad del Ambiente Interior con la finalidad de entender con cabalidad los fenómenos que determinan el bienestar de sus ocupantes (BSRIA, 2017).

El protocolo de implementación de BPE empieza con el primer acercamiento correspondiente a una serie de encuestas de nivel subjetivo para determinar que aciertos y fallas tiene el edificio y determinan el estado de disconfort e insatisfacción, posteriormente y si la evaluación lo requiere se puede echar mano de herramientas de medición in situ y generar un diagnóstico de la fuentes contaminantes o equipos que funcionan ineficazmente. El resultado de cada evaluación es una serie de gráficas, tablas estadísticas, fotos y la narración de comentarios anónimos con la interpretación de los resultados y posibles soluciones. Cabe mencionar que al igual que la certificación las evaluaciones se ajustan a parámetros establecidos en la normatividad por lo que las mediciones in situ en principio se relacionan con éstas, no obstante, dan prioridad a lo que percibe el ocupante como satisfactorio.

The BUS Methodology y BPE comparten en general el método de evaluación, aunque este último realiza mediciones in situ. A diferencia de las certificaciones priorizan la ocupación del ser humano, por lo que no se enfoca simplemente a la eficiencia energética y operatividad de los espacios, sino que evalúa cada aspecto que determina la satisfacción y el confort de las personas, se puede decir, que evalúa la calidad de los espacios enfatizando la característica de calidad como determinante de bienestar. Ambas herramientas evalúan los aspectos físicos, químicos y biológicos del ambiente interior y sus indicadores o factores de riesgo; ruido, iluminación, calidad del aire interior, confort térmico, entre otros de nivel espacial que igualmente determinan la satisfacción de los ocupantes.

Ambos métodos tienen el objetivo de cerrar la brecha entre la planeación, diseño y construcción, adicionando la ocupación y evaluación como parte en el proceso de construcción de espacios habitables, generando así un ciclo cerrado que valida las decisiones y estrategias implementadas en cada etapa del proyecto. Dicho ciclo permite aceptar o descartar las estrategias que coadyuvan o perjudican el objetivo inherente de la edificación como satisfactorio y no solo como un objeto sostenible.

La certificación y evaluación de la Calidad del Ambiente Interior bajo la perspectiva de la sostenibilidad está relacionado al igual que los ambientes industriales con la mitigación de los factores de riesgo físicos, químicos y biológicos aunque enfocada a solo ciertos aspectos de las construcciones, por ejemplo, los factores de riesgo químicos y biológicos, se abordan con el correcto cálculo, efectividad y mantenimiento de los equipos, así como, de la utilización de materiales que en su uso y degradación no despidan compuestos químicos nocivos. Los factores de riesgo físicos se relacionan con luminarias adecuadas para cada actividad, correctos niveles de aislamiento acústico en tuberías y equipos y apropiados niveles de temperatura y caudal de aire provista por el sistema de acondicionamiento. Las mencionadas estrategias caracterizan los esfuerzos por generar mejoras en los ambientes interiores, claramente bajo la búsqueda de eficiencia energética, no obstante, el fin, este concepto se relaciona con el objetivo inherente de la Arquitectura, generar ambientes interiores operables, confortables y en el caso de las evaluaciones, satisfactorios para los futuros habitantes. Ambas estrategias se caracterizan por su implementación en edificios concebidos dentro del marco de la sustentabilidad, en donde la evaluación o certificación se aplica a equipos de acondicionamiento artificial y sistemas de envolvente diseñados para procurar estados de bienestar a un bajo costo energético lo que proyecta su verdadero fin económico, es decir, abordar el entendimiento de las edificaciones ya sea con evidencias o por mediciones cualitativas y cuantitativas busca tener consecuencias económicas, no obstante sus repercusiones en aspectos subjetivos.

Las certificaciones y evaluaciones se presentan como una alternativa viable para cambiar la situación actual de la vivienda, sin embargo, el enfoque sustentable determina sus límites de acción. Ambas, certificación y evaluación están enfocadas a

“edificios verdes” diseñados con el fin de ser eficientes energéticamente, las estrategias para mejorar las condiciones del ambiente interior, sugiere pues, forzosamente la intervención a los equipos de acondicionamiento y/o envolvente del edificio; habitacional, industrial o de oficinas, por lo que una edificación donde las ecotecnologías sean ausentes difícilmente será motivo de análisis o evaluación.

El cambio climático y la actual preocupación por el medio ambiente han transformado la industria de la construcción caracterizado por la generación de nuevas Normas y reglamentos que respaldan las decisiones globales con el fin de detener tal problema. Las certificaciones y evaluaciones mencionadas son solo una muestra de esto, sin embargo, durante la última década las estrategias para mejorar la salud y bienestar humano han desempeñado un papel significativo elevando la salud humana a la vanguardia de las nuevas prácticas de construcción y reinventar los edificios con la premisa de “generar edificaciones que no solo sean buenas para el planeta sino también para la gente” es así como nace The Well Building Standard (WBS) primer standard que centra la atención únicamente en la salud y bienestar.

La certificación The Well Building Standard (WBS) fue desarrollada por el International Well Building Institute tras un trabajo interdisciplinario de siete años donde investigadores, médicos y profesionales de la industria se dieron a la tarea de fundamentar los daños a la salud que generan ciertos ambientes interiores. El desarrollo de la certificación integro la investigación científica y médica contenida en la literatura existente sobre salud ambiental o consultas de expertos con la finalidad de definir los requisitos mínimos de desempeño. Algunos tópicos, umbrales y métricas específicas aún no se han establecido, pero la existencia de fuerte evidencia causal de algunos aspectos sugirió que hay beneficios para su implementación, por lo que se integran en la evaluación final.

Este enfoque integral e interdisciplinario pretende abordar de manera significativa la complejidad de la salud y bienestar humano, ya que, se ha comprobado que el espacio físico-material y factores físicos químicos y biológicos de la Calidad del Ambiente Interior interactúan con las características personales, genéticas y factores de comportamiento que terminan por modelar la salud, el bienestar y productividad cotidiana. Las investigaciones demuestran que el bienestar puede ser una experiencia muy personal por lo que la certificación cubre de manera integral las distintas necesidades individuales de los ocupantes del edificio.

Para cumplir con los requisitos de la Norma de construcción WBS el espacio se somete a un proceso que incluye una evaluación in situ y pruebas de rendimiento pudiendo alcanzar diferentes niveles de certificación que deberán renovar máximo cada tres años. Esta certificación busca conducir un ambiente interior que pueda ayudar a mejorar la nutrición, la aptitud, el humor, los patrones de sueño y el desempeño de sus ocupantes.

De manera muy general la certificación evalúa las variables de Aire, Agua, Alimentación, Iluminación, Estado Físico, Confort y Estado mental, cada una con subcategorías relacionadas al tema principal, por ejemplo; la categoría Aire contiene las subcategorías, calidad del aire, el humo de tabaco en el interior, la efectividad de la ventilación, protocolos de limpieza entre muchos otros factores que determinan la salud dentro del edificio. Entre las categorías que destacan por su afinidad con el tema de investigación obviamente figura la calidad del aire y luz de día. El apartado de Confort no se refiere solo a la relación de entre el ambiente térmico y el ser humano, sino a los aspectos ergonómicos del ruido, reverberación, propiamente confort térmico y confort visual y psicológico.

En el apartado estado mental se integran evaluaciones de tipo subjetivo como la percepción individual ante la belleza y el diseño de los espacios. Además con la utilización de evaluaciones post-ocupacionales periódicas se busca medir el nivel de satisfacción ante los aspectos acústicos, confort térmico, niveles de iluminación en los espacios de trabajo, entre otros factores que coadyuvaran a garantizar un ambiente interior adecuado y saludable.

Estas categorías tienen la función de determinar, en base a los parámetros establecidos y fundamentados en los efectos a la salud, las cualidades que permitan el sano desarrollo de las actividades en ambientes laborales.

Lamentablemente la certificación aún no está disponible para la vivienda, aunque se prevé la implementación futura enfocada a edificios residenciales multifamiliares, estos incluyen vivienda a precios de mercado asequibles, por lo que pronostican deficiencias. WBS diferencia a las oficinas de los hogares por la gama de actividades que ahí se realizan, estos “son lugares donde la gente prepara y come alimentos, duerme y obtiene respiro para iniciar un nuevo día por lo que las especificaciones que debiera cumplir para procurar su salud serán muy diferentes” y la certificación WBS busca reflejar y apoyar estas variadas necesidades. (The WELL Building Standard, Delos Living LLC, 2017)

WBS valoriza la salud de los ocupantes sin importar la perspectiva con la que se edificó la construcción, puede ser “verde” o tradicional, utilizar sistemas de acondicionamiento pasivo o mecánico y aún debe estar pensado para la satisfacción y salud de los ocupantes.

Las evaluaciones post-ocupacionales que maneja la certificación BREEAM y LEED y la evaluación energética como BUS o BPE se limitan al recaudo de evidencia que permita saber si cumple o no con la normatividad en la que se fundamenta, toma poco en cuenta la percepción de los usuarios relacionada con su salud, algo que The Well Building Standard valoriza y entiende que también es determinante en el desarrollo de las actividades dentro del edificio y que además determinara la salud de las personas.

Las Evaluaciones Post-Ocupacionales (POE), en WBS forman parte del apartado “Estado Mental” enfocado a la satisfacción individual de los ocupantes. La evaluación es aplicada a través de una encuesta en donde se cuestiona sobre aspectos físicos de la calidad del ambiente interior y como estos se interrelacionan con la permanencia de las personas, esta no utiliza mediciones profundas en sitio que permitan entender la interrelación edificio-usuario, al contrario del método Building Occupants Survey System Australia (BOSSA).

El método BOSSA es una evaluación POE que se lleva a cabo con la premisa de buscar espacios de oficina saludables, confortables y productivos, a diferencia de BPE y BUS esta busca la salud de sus ocupantes independientemente del sistema de acondicionamiento utilizado. Esta integra mediciones simultáneas, cuantitativas y cualitativas en sitio dentro de un programa continuo de investigación dirigido a mejorar la interacción edificio-usuario en espacios de oficina.

La evaluación consta de dos herramientas el BOSSA Snap-Shot, un cuestionario administrado a los ocupantes para evaluar la Calidad del Ambiente Interior de su área de trabajo. El cuestionario cuenta con cuatro módulos independientes; acústica, confort térmico, confort visual y calidad del aire interior, que se evalúan indirectamente con preguntas relacionadas a la comodidad espacial, distracción por ruido y privacidad, conexión al entorno exterior, imagen y mantenimiento de edificios, espacio individual, confort térmico, confort visual, salud y productividad.

El BOSSA Snap-Shot instantáneo está acompañado por un móvil de evaluación de Calidad del Aire Interior llamado BOSSA Nova Cart equipado con una matriz de sensores de temperatura del aire, humedad, temperatura radiante media, velocidad del aire, contador de partículas de CO₂, compuestos orgánicos volátiles, formaldehídos y partículas (PM₁, PM_{2.5}, PM₄ y PM₁₀) medidores de iluminación horizontal y vertical, así como un sonómetro para medir la presión de sonido. (BOSSA System, 2017)

Ambas medidas buscan identificar y comprender los umbrales, los límites de aceptabilidad y las interacciones entre las variables de la Calidad del Ambiente Interior. Esta herramienta expone las características en un momento y tiempo determinado siendo una valiosa herramienta de investigación a profundidad para optimizar el diseño y las operaciones de la Calidad del Ambiente Interior.

La evaluación utiliza la recopilación sistemática de información con la finalidad de atribuir la satisfacción e insatisfacción de los ocupantes a características específicas del diseño del edificio, el acondicionamiento, la tecnología de servicios y la construcción que determinan los factores antes mencionados. Un aspecto innovador del sistema es la integración de la tecnología Wifi y Bluetooth para la recolección de datos a distancia con el beneficio de realizar trabajos menos intrusivos.

Al igual que BUS y BPE este análisis forma parte de una base de datos disponible para clientes con la información descriptiva de resultados. La innovación de estas evaluaciones eleva la utilización de una EPO que ayuda de diagnóstico de construcción, a una poderosa herramienta de investigación de edificios.

Las evaluaciones Post-Ocupacionales forman parte esencial para el entendimiento del comportamiento no solo energético del edificio sino con respecto a todos los factores que determinan de manera directa la percepción de los usuarios, como es que se da la interacción entre el espacio construido y el espectador y como este es capaz de modificarlo.

Como se ha comentado el espacio físico-material se considera habitable en la medida que el usuario le otorga esa característica, es decir un espacio habitable no se concibe sin la evaluación y ocupación humana. No obstante esta ocupación por inherencia generará modificaciones para bien o para mal en el ambiente. Particularmente con respecto a la Calidad del Ambiente Interior las modificaciones vienen por el uso de los sistemas de control pasivos o mecánicos. En este sentido el método BPE o BUS busca por medio de una EPO entender la interacción de las personas con los sistemas de control tecnológicos en busca de ahorro energético. La EPO desde otras perspectivas como es el caso de BOSSA o WBS busca

entender cómo el edificio se comporta con la ocupación humana y si este le satisface o provee espacios saludables u operables. Estas perspectivas y métodos de evaluación priorizan la percepción humana con respecto al uso y satisfacción que pueden brindar los espacios, además de arrojar información valiosa para implementar estrategias que mejoren las condiciones actuales y sirva para fundamentar futuras decisiones en las distintas etapas de proyecto.

Auditorias

Las certificaciones y evoluciones abordan a los edificios domésticos o no domésticos con fines económicos, operativos, satisfacción, salud o científicos, sin embargo, ambos estudios y sus diferentes objetivos son motivados por particulares, en un marco económico y/o sustentable sin obligatoriedad, se puede decir que forman parte de las buenas prácticas dentro del mantenimiento del propio edificio. En ambientes laborales donde la actividad o simple permanencia humana está expuesta a ambientes extremos o con presencia de factores de riesgo latentes o sensibles de presentar síntomas del síndrome del edificio enfermo, las llamadas auditorías ambientales se implementan de manera obligatoria como medida de prevención.

La auditorias particularmente del ambiente interior se fundamentan en Normas y reglamentos establecidos de manera general por instituciones enfocadas a la seguridad, salud e higiene en el trabajo, estos mecanismos constituyen rangos de magnitud y umbrales de exposición aceptables a los que un adulto promedio puede estar expuesto sin afectar de manera inmediata su salud. Cabe mencionar que estos rangos son exclusivos para ambientes laborales ya que se establecen bajo tiempos de exposición no superiores a 8hrs. y tiempos de reposición o descanso no inferiores a las 16hrs. por lo que la aplicación de los umbrales laborales, aunque posiblemente relevados a otros ambientes, no es recomendable.

Las energías que actúan en los factores de riesgo en algunos países son consideradas tanto por sus efectos físicos inmediatos como quemaduras, pérdida de la audición, fallas visuales, etc. Como por sus efectos psicofisiológicos, trastornos de sueño, activación continua de termorreguladores, estrés visual, entre otros de talla psicológica y social y que pueden manifestarse a largo plazo con efectos orgánicos.

Con la finalidad de motivar políticas públicas enfocadas mayormente a padecimientos extensos, la Organización Mundial de la Salud recopila investigaciones científicas que atribuyen cada vez más padecimientos orgánicos a largo plazo derivado de la exposición prolongada a estresores ambientales. Este compendio ha fundamentado líneas guía para factores de riesgo físicos, químicos y biológicos, principalmente para contaminantes ambientales como el ruido y la calidad del aire. Algunos gobiernos principalmente europeos han tomado estas líneas guías como base para el desarrollo de Normas y reglamentos tocantes a la construcción de ambientes menos nocivos a la salud. La aplicación de estos umbrales se enfoca a edificios con cierta connotación, es decir, en donde el ser humano presenta ciertas susceptibilidades derivadas del estado basal como es el caso de la vivienda.

Como se ha comentado cada tipología tiene objetivos particulares, fines primarios para los que se les concibe. Dichos espacios tienen requerimientos que sobrepasan las medidas mínimas y de las cuales depende la eficiencia del espacio. Un espacio laboral debe ser operativos, funcional y eficiente, el ser humano y su sistema cultural así lo concibe y a lo largo de la historia se ha consolidado esa connotación por lo que no se espera que el ambiente interior implique estar en estado de reposo o basal. En el caso de la vivienda el fin primario es brindar seguridad, privacidad y resguardo, pero además cumplir con la expectativa como lugar de recarga. El hogar al ser un espacio privado genera en el ser humano cierta fragilidad ante la contaminación ambiental, por tal razón el frío, calor o ruido excesivo pueden parecer más molestos que si se presentaran en cualquier otro ambiente. Es importante mencionar que un fin no limita a otro y más aun tratándose de salud física y mental, sin embargo, se debe resaltar que los objetivos y expectativas pueden modificar los umbrales haciéndose menos permisivos en ambientes en donde el hombre puede ser más susceptible. La legislación en México con respecto a lo anterior es prácticamente nula por lo que se estima un largo camino por recorrer. La “idoneidad” de clima con respecto a otras localidades y la falta de sistemas de acondicionamiento parece ser la evasiva perfecta, no obstante, el calentamiento global intensifica las altas o bajas temperaturas, la densidad urbana incrementa el ruido ambiental y demerita la iluminación y la calidad del aire, estos y otros fenómenos puede considerarse motivadores en estudios que fundamenten adecuaciones a la legislación actual.

La Calidad del Ambiente Interior en México no se concibe bajo ese nombre, sin embargo, existen referentes, una serie de Normas y reglamentos que bien pueden clasificarse como variables en el estudio de la Calidad del Ambiente Interior en

ambientes laborales por sus lineamientos enfocados a mitigar y prevenir efectos a la salud agudos e inmediatos. El marco normativo de Seguridad y Salud en el Trabajo se encuentra regulada por diversos preceptos contenidos en la constitución mexicana; la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Ley Federal de Trabajo, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo. En suma, los reglamentos tocantes al ambiente laboral establecen que el patrón está obligado a observar de acuerdo con la naturaleza de su establecimiento los mandatos legales que apliquen e implementar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de máquinas, instrumentos y materiales de trabajo. De los cuatro mandatos la Ley Orgánica insta a la secretaria del Trabajo y Previsión Social a estudiar y ordenar las medidas de seguridad e higiene industriales para la protección de los trabajadores, es esta institución quien encabeza las auditorías con respecto a diversos tópicos seguridad, salud, organización y otros aspectos de talla específica. A lo que nos atañe los preceptos tocantes a las variables que determinan la Calidad del Ambiente Interior se componen de siete Normas:

- NOM-010-STPS-1999 Contaminantes por sustancias químicas
- NOM-011-STPS-2001 Ruido
- NOM-012-STPS-2012 Radiaciones ionizantes
- NOM-013-STPS-1993 Radiaciones no ionizantes
- NOM-015-STPS-2001 Condiciones térmicas elevadas o abatidas
- NOM-024-STPS-2001 Vibraciones
- NOM-025-STPS-2008 Iluminación

Estas tienen la finalidad de asegurar que las condiciones de trabajo no perjudiquen la salud de los usuarios pudiendo implementar estrategias de seguridad, prevención o protección durante el periodo laboral. De manera general las Normas establecen objetivos, campo de acción, derechos y obligaciones del personal expuesto, umbrales aceptables de exposición y estrategias para el reconocimiento, control y evaluación. Los documentos establecen protocolos, equipos y periodos para la validación o evaluación de los umbrales en sitio, fundamentado en procedimientos de talla internacional lo que permite que las mediciones se lleven a cabo bajo procedimiento objetivos y eficaces. Cada factor de riesgo es auditado con equipo especializado y durante periodos de tiempo específicos, esto deben permitir caracterizar el área de trabajo con la finalidad de obtener un parámetro comparable a los umbrales enmarcados en la Norma. Cabe mencionar que los procedimientos se deben implementar en condiciones normales de trabajo y ocupación por lo que el diseño de cada protocolo contempla la participación de los implicados.

Las Normas antes mencionadas se aplican a ambientes de trabajo extremo donde las actividades que se realizan necesariamente requieren la aplicación de estrategias de prevención que aseguren la salud y vida de sus ocupantes, en otras palabras, se enfoca a los factores de riesgo por sus efectos físicos más que por los psicofisiológicos o sociales por lo que gran parte de las edificaciones laborales no pueden ser auditadas bajo estas condiciones. La Norma de iluminación es la única que contempla características mínimas de iluminación para edificios administrativos con fines visuales, es decir, que permita la extracción de información mínima para realizar actividades sin riesgo físico.

En otras instancias tocantes al diseño y construcción de espacios; el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal y sus Normas complementarias, rigen la construcción de edificaciones de diversas tipologías. En este rubro lo estipulado se refieren a mínimos “funcionales”, dimensiones e infraestructura que permitan realizar las actividades para las que se destina el edificio, sugiriendo que estos parámetros son suficientes para realizar la actividad, pero no necesariamente los adecuados para procurar la salud física y mental.

Recientemente y con la implementación de estrategias para el ahorro de energía se han generado una serie de lineamientos tocante a los sistemas de acondicionamiento y funcionamiento de la envolvente, con la finalidad de obtener un sello que refiera sustentabilidad en mantenimiento, uso y desechos propios del edificio. Estos lineamientos no obligatorios tocan, entre otros aspectos al confort térmico como meta de los sistemas que conforman el edificio, por lo que se auditan con la finalidad de mantener el estado de confort con el menor costo energético posible.

En resumen, las medidas legislativas libres u obligatorias actuales en el país, que abordan las variables que determinan la Calidad del Ambiente Interior en los edificios por sus efectos psicofisiológicos son escasos o nulos. No obstante, en otras instancias internacionales se entiende que la adecuada Calidad del Ambiente Interior puede evitar problemas de salud o incomodidad por lo que se llevan a cabo periódicamente auditorías profundas, algunas de ellas, las más comunes, basadas en medidas objetivas comparada con rangos normados y otras basadas en dimensiones cualitativas y cuantitativas, es decir, en el comportamiento del edificio y las actitudes del ocupante, en esta última el edificio se examina con base a información relativa al usuario, el edificio y su relación con el ambiente exterior. Los ocupantes serán objeto de una encuesta, un cuestionario cuyo fin esencial es valorar el ambiente interior del espacio que ocupa con regularidad y la relevancia que este tiene en los problemas de salud si es que existen y se perciben. A grandes rasgos y si afán de generalizar los procedimientos, estas auditorías se llevan a cabo siguiendo un protocolo de implementación parecido a las evaluaciones post-ocupacionales.

- Pre-auditoria: En este primer encuentro se extrae de los responsables o propietarios del edificio datos relativos al edificio por medio de fichas de información general.
- Inspección visual: Los factores de riesgo pueden ser fácilmente observados desde la apreciación visual del estado del edificio y sus instalaciones.
- Cuestionario a los ocupantes: En este punto se recaba información relevante de la percepción del usuario con respecto posibles factores de riesgo derivado de su connotación subjetiva o los efectos a su salud que se desencadenan.
- Análisis de Resultado: En la mayoría de las ocasiones es suficiente la interpretación de los cuestionarios para determinar estrategias que permitan mitigar algún problema percibido.
- Medidas experimentales de factores contaminantes: En el caso de que la información general, la inspección visual y el cuestionario no haya permitido generar recomendaciones o concluir un problema concreto que resolver se deben realizar medidas a los factores de riesgo que se estiman causan esa percepción.
- Análisis de mejora de la Calidad del Ambiente Interior y viabilidad económica: En esta parte de la auditoria, el investigador debe dar solución al problema derivado del análisis de datos cualitativos y cuantitativos. Además de un perfil económico que aborde las posibles soluciones.
- Informe de la Auditoria: El análisis de datos y soluciones se ven plasmadas en este informe, con este se da por terminada la auditoría ambiental referida a la Calidad del Ambiente Interior.

El anterior protocolo se lleva a cabo en edificios no domésticos donde los factores de riesgo y sus efectos son fácilmente identificados por los trabajadores, por lo que en primera instancia se agota el recurso visual y escrito antes de mediciones especializadas. En estos ambientes se habla de efectos característicos del Síndrome del Edificio Enfermo, es decir, síntomas que se presentan durante la estadía y desaparecen después de las horas de reposo. Es pues que la herramienta cualitativa se centra en la valoración del usuario, en la búsqueda de efectos agudos derivados de contaminantes precisos, por lo que las molestias que pudieran vislumbrar la presencia de posibles estresores ambientales permanecen fuera de esta valoración.

Recientemente en otras instancias, edificaciones enfocadas a la educación y salud se han visto explorados por los efectos psicológicos y sociales que se han expuesto desde estudios de laboratorio y campo. Trasladar este conocimiento a la vivienda genérica demanda su exploración en situaciones normales de uso, sin embargo, a menos que esta cuente con sistemas de acondicionamiento mecánico se mantendrá al margen de auditorías, evaluaciones o certificaciones, que permitan entender los factores de riesgo desde escalas mucho menores. En este sentido y con el objetivo de analizar los estresores ambientales en la vivienda y determinar puntos de tolerancias que coadyuven a implementar estrategias que los disipen, se han generado estudios de corte exploratorio (Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020).

Estudios exploratorios

La Calidad del Ambiente Interior determinada por el análisis de los tres factores de riesgo; biológicos, químicos y físicos es un tema poco explorado desde la academia, como hemos visto es un tema recurrente en la iniciativa privada o concesionada desde instancias gubernamentales, probablemente debido a que para su evaluación se requiere equipo especializado y

demanda tiempo y recursos. Con respecto a la vivienda los estudios que abarcan todas las dimensiones son aún menos recurrentes. La falta de exploración es atribuible a la cantidad de variables sin control presentes en un estudio de campo, mismo que debe ser modificado por la gran diversidad de estilos de vida.

La vivienda en si misma presenta una serie de complejidades para su medición en sitio, ya sea cualitativa o cuantitativa, comenzando por la intromisión de tiempo y espacio de sus ocupantes y la inseguridad que estudios de este tipo pueden causar. Motivo por el cual los acercamientos a la evaluación de las cuatro variables son puntuales, no obstante, existen y se abordan en esta sección para dar un panorama general de las investigaciones que comparten el enfoque del presente estudio.

Un estudio a fin con la disciplina es el llamado “An evaluation model for indoor environmental quality, acceptance in residential buildings” realizado por varias instancias educativas de Hong Kong. La investigación consta de una evaluación cualitativa y cuantitativa sobre una muestra de 125 ocupantes, 82 mujeres y 43 hombres de 32 departamentos residenciales “típicos” en Hong Kong. Los datos fueron recabados a través de entrevistas individuales donde se abordan los parámetros físicos de la Calidad del Ambiente Interior. Además, se realizó la recolección de datos in situ de temperatura del aire, temperatura media radiante, velocidad de aire, humedad relativa, concentraciones de CO₂, nivel de iluminación horizontal y nivel de presión acústica.

La medición in situ de cada una de las dimensiones se llevó a cabo en el interior y exterior simultáneamente por un periodo de 15 minutos. Los datos recabados se promediaron para dar una dimensión total. Los monitores al interior se colocaron al centro de la Estancia con ventanas inmediatas al espacio abiertas. Cabe mencionar que las mediciones en general se tomaron hasta ver estabilizados todos los sensores.

La medición cualitativa se llevó a cabo a través de una evaluación dicotómica con el propósito de captar las opiniones y sentimientos de los residentes hacia su entorno al tiempo que se realizaban las mediciones in situ. Los residentes fueron orientados para responder preguntas sencillas acerca de su percepción con respecto a la Calidad del Ambiente Interior y su comportamiento adaptativo. Las respuestas de los ocupantes se registraron en forma de retroalimentación directa con la pregunta ¿Se percibe el entorno térmico / calidad del aire interior / nivel de ruido / iluminación en el entorno residencial aceptable? Si o No. Para confirmar la validez de una respuesta, cada encuestado tuvo que utilizar una escala de evaluación diferencial semántica para la evaluación subjetiva del ambiente interior y una escala visual para la evaluación de las comodidades físicas y visuales.

El resultado, umbrales valorizados subjetivamente por usuarios, es decir, de acuerdo con el nivel de satisfacción presentado durante las mediciones in situ se generó un rango mínimo, máximo y óptimo aplicable al habitante de la vivienda convencional de Hong Kong (Kwok W. Mui, Tsz W. Tsang, Ling T. Wong, 2009)

A raíz de este estudio se realizó una aplicación para plataformas IOS y Android con la finalidad de que el usuario pudiera visualizar en base a la valorización cualitativa de su estado de confort un escenario de escala cuantitativa. En otras palabras, podría saber sobre que valores o rangos concibe determinado nivel satisfacción.

El objetivo de esta herramienta era generar una ponderación cuantitativa basada en la percepción cualitativa o lo manifestado como satisfactorio por el usuario, a sabiendas que él no posee el equipo especializado para la medición. La plataforma mide solo el nivel de satisfacción y lo relaciona con los parámetros previamente cargados. Cabe mencionar que cualquier condición de la calidad del ambiente interior (temperatura, iluminación, ruido y calidad del aire interior) puede ser comparada con la predicción de los rangos aceptables establecidos en el estudio previo. (Kwok W. Mui, Ling T. Wong, Chin T. Cheung, Ho C. Yu, 2015)

La investigación es un aporte valioso para la difusión de las condiciones ambientales interiores, principalmente para la población que desconoce las condiciones en las que vive. Con frecuencia se piensa que lo experimentado en la vivienda social es “normal” sin conocer las cualidades ambientales de similares espacios. La aplicación en este caso permitiría comparar entre vivienda los rangos que se perciben y hacer cambios para alcanzar los umbrales óptimos. En otras instancias la población convencional podría exigir, basado en el conocimiento, la satisfacción de sus necesidades. Es en este punto en donde la oferta y demanda permitirían hacer cambios relevantes en la construcción del hábitat social.

La investigación en general abre un panorama prometedor, sin embargo, las mediciones iniciales para determinar los rangos parecen escuetas, independientemente de la formulación de la herramienta cualitativa. Los datos cuantitativos recabados representan el ambiente interior en una temporada y tiempo específico, sería necesario tomar mediciones más

extensas con duraciones mayores a 15 minutos con el objetivo de validar la información recabada, además de darle mayor veracidad a la herramienta digital. No obstante el enfoque limitado, es un referente importante en la Evaluación de la Calidad del Ambiente Interior.

Este estudio utiliza mediciones in situ y evaluaciones subjetivas con el objetivo de generar un rango o umbral valorizados por la percepción de los ocupantes, el método utilizado podría concebirse como correcto de acuerdo a la finalidad del estudio, es decir, no importaría la hora o la temporada si lo que interesa es la percepción al instante, por tal motivo cualquier método de experimentación utilizado debe exponer claramente el objetivo al que se pretende llegar, el objetivo de esta investigación es entender el comportamiento ambiental de la vivienda por lo que el método utilizado deberá reflejar ese interés.

Con esto al respecto el Mtro. Helmut Ramos Calonge de la Universidad Nacional de Colombia presenta una alternativa de elaboración de un Método para la evaluación del confort térmico, lumínico y acústico. A través de protocolos y herramientas para la recolección de datos en campo, tanto en lo objetivo como en lo subjetivo, realiza una prueba piloto que fundamenta la retroalimentación para la generación del modelo definitivo.

El estudio se lleva a cabo tomando en cuenta tres premisas. La primera, la vivienda de bajo costo tiene deficiencias, la investigación no trata de refutar esa premisa sino evidenciar de manera cuantificable tangible y objetiva los problemas que se presentan en esta tipología. Dos el trabajo de campo cuantitativo arroja resultados objetivos, sin embargo, la percepción de estos factores presenta subjetividades, por lo que las medidas objetivas y subjetivas se complementaran para definir cada parámetro. Y tres, la prueba piloto servirá de retroalimentación para determinar el modelo definitivo, aunque este no será puesto a prueba.

La selección de los casos de estudio obedeció a viviendas que caracterizan la tipología arquitectónica de bajo costo e interés social, materiales típicos, ubicación en un sector de alta producción constructiva, orientación hacia los cuatro puntos cardinales.

Las mediciones incluyeron entrevistas y mediciones in situ de temperatura, velocidad del viento y humedad relativa. Ambas medidas cualitativa y cuantitativa tomadas en simultaneidad, interior y exterior. En cuanto a la iluminación se midió con luces encendidas, apagadas, cubiertas y descubiertas, se clasificó tipo de luminarias, orientación de la vivienda y actividades en los espacios. Con respecto a la variable acústica se midió al interior y exterior y las actividades realizadas a la hora de las tomas de datos. Los datos recabados de las mediciones in situ son comparados con rangos previamente establecidos para determinar si el espacio se encuentra dentro o fuera de éstos.

Los resultados más importantes tienen que ver con la descripción de los espacios con respecto a las variables medidas y los umbrales de confort establecidos, la aplicación de la encuesta tiene el objetivo de detectar posibles fuentes, lo que se logra, aunque con bastante subjetividad y sin la posibilidad de generalizar.

Con respecto a la retroalimentación del “modelo metodológico” concluyeron que, éste debe abarcar la escala urbana apoyándose de estaciones que midan los mismos parámetros, el tiempo para el levantamiento de datos debe abarcar por lo menos las épocas de invierno y verano con la finalidad de realizar una comparación. En cuanto a las variables evaluadas el confort térmico demanda un acercamiento más profundo a la conductividad térmica de los materiales de construcción. Con respecto a la iluminación menciona la necesidad de caracterizar las cualidades lumínicas de los materiales. Por último, con respecto al ruido menciona la necesidad de establecer fuentes generales y poder plantear soluciones paliativas. (Ramos Calonge, 2011)

El estudio retrata perfectamente la complejidad para generalizar las diversas multicausales fuentes contaminantes que intervienen en la Calidad del Ambiente Interior de la vivienda. Primeramente, se plantea un protocolo para la implementación basado en la literatura, pero no presenta un fundamento para el desarrollo de las mediciones, menciona: “debido a falta de información de referencia”. Se ha comentado que en la actualidad los edificios de oficina son los objetos mayormente estudiados por las bondades que presenta el espacio y sus actividades, no así la vivienda a la que se le han restringido estudios similares debido a la complejidad de ésta. El estudio no menciona con certeza que horarios se tomaron para las mediciones, menciona mañana, tarde y noche lo que sugiere un día de medición. En otros estudios se ha manifestado la necesidad de medir temporadas completas para caracterizar el ambiente interior de la vivienda debido a los cambios horarios y este no es la excepción, sin embargo, debido a las actividades propias de la vivienda resultaría prácticamente imposible medir sin faltar a la privacidad de los ocupantes.

El estudio completo se realizó a cuatro viviendas lo dificultaría la generalización de información necesaria para retroalimentar el instrumento definitivo. Aunque se estipula en el documento que debido a que se trata de una prueba piloto los casos de estudio son mínimos, debiera realizarse un estudio de mayor alcance para tratar de generalizar variables parámetros, contaminantes y actitudes que determinan el ambiente interior.

Otro aspecto que llama la atención es que el estudio se lleva a cabo bajo una perspectiva de post-ocupación, es decir, las mediciones se llevan a cabo con la población residente habitando el espacio, no obstante, no mencionan esas actividades ni como estas afectan el desempeño de la vivienda, un aspecto muy concreto es el número de ocupantes presentes al momento de la medición lo que supondría la modificación de las lecturas de por lo menos humedad y temperatura.

Sin duda y a falta de información y estudios referentes de la Calidad del Ambiente Interior en la Vivienda el estudio presenta una alternativa útil de referencia para pulir un método que permita implementar mediciones en sitio. No obstante, la medida subjetiva que supone al ser una EPO es escueta y debiera estar regionalizada.

Las evaluaciones subjetivas son herramientas útiles en el desarrollo de investigaciones de corte exploratorio o descriptivo. La realización de ésta debe ser cuidadosa en cuanto a sus conceptos para poder recabar la información que se está buscando, no divagar y generar solo el conocimiento que se espera.

El estudio realizado por el Royal Institute of Technology y The Institute for Housing and Urban Research realizó un estudio comisionado por The Swedish National Board of Housing, Building and Planning para la recopilación de datos subjetivos sobre salud, Calidad del Ambiente Interior, el rendimiento energético y el estado técnico y del mantenimiento del parque inmobiliario sueco.

Los datos se obtuvieron mediante encuestas dirigidas a residentes de viviendas unifamiliares y edificios de departamentos. Se diseñaron cuatro etapas para la definición de la muestra definitiva, las primeras tres fueron filtros para poder aplicar la cuarta etapa. Los instrumentos (encuestas de calidad y salud en el ambiente interior) se hicieron llegar a la población mayor de 18 años con la finalidad de que representara una muestra significativa del país, según es mencionado en el documento.

El cuestionario fue dirigido a todos los residentes seleccionados en el periodo de mayo a junio. La encuesta incluía 35 preguntas divididas en seis partes; opinión sobre la satisfacción general con el ambiente interior, medida bajo una escala ordinal de cinco puntos de muy satisfecho a muy insatisfecho. Las tres partes siguientes más detalladas con respecto al confort térmico, la calidad del aire y la calidad del sonido evaluada bajo una escala ordinal de cinco puntos de muy bueno a muy malo. La quinta parte correspondiente a preguntas sobre la salud del entrevistado ponderaba el problema basado en tres escalas “si, el problema ocurre a menudo”, “si, el problema ocurre a veces” o “no, nunca sucede”. La última parte recopiló datos de antecedentes sobre los encuestados.

Los cuestionarios fueron enviados a un total de 2,499 habitantes de los tipos más comunes de vivienda en Dinamarca, sin embargo, solo el 26% 645 personas respondieron.

El resultado en general reitera la importancia de las variables de la Calidad del Ambiente Interior y muestran que los principales parámetros son las condiciones visuales, acústicas térmicas y calidad del aire, éstas como responsables de la comodidad y satisfacción general, no obstante, también se identificó que esta percepción puede variar dependiendo de la ubicación, el estilo de vida de los ocupantes y el año de construcción. Por ejemplo, los edificios de 1975 tienen problemas con el confort térmico relacionado a la falta de aislantes y la poca hermeticidad de ventanas. (Agnieszka & Mats , 2013)

Al igual que la medida cuantitativa la evaluación cualitativa presenta una serie de dificultades principalmente relacionada a la participación de las personas que sufre la afectación. Ya sea de manera presencial o a distancia la participación en este y otros estudios es algo alarmante. No obstante, es un estudio formal con intereses claros y con infraestructura y rigor necesario para recabar los datos solicitados. Es pues un estudio valioso ya que confirma que la Calidad del Ambiente Interior es determinante en la salud y comodidad de los ocupantes, reiterando la necesidad de evaluar las características de la vivienda. El estudio es claramente social y no busca acercamientos de corte técnico, como mediciones in situ, por lo que la información recabada da un panorama muy general de la vivienda, sin la capacidad de ahondar en lo que genera dicha percepción. En este caso se insiste en la utilización de escalas psicológicas y cuantitativas con el fin de generar perspectivas holísticas sensibles de análisis más robustos.

El objetivo de la investigación busca mejorar las condiciones del ambiente interior ofreciendo en síntesis ambientes más saludables, en este sentido la investigación realizado por el Dr. Carlos Barceló y colaboradores del Instituto Nacional de Epidemiología y Microbiología de Cuba coadyuvan a fundamentar estudios con estas características

Desde una perspectiva netamente medica se realizó el estudio “Vivienda y salud en residentes en el municipio de centro Habana, ambiente fisico”, un estudio descriptivo sobre estresores ambientales en dos tipologías de vivienda multifamiliar ubicadas en el centro de la Habana en Cuba. Mediante un sistema instrumental compararon dos tipos de vivienda, la primera en un edificio multifamiliar y la segunda ubicada en una vecindad. El estudio consto de mediciones de temperatura, humedad, velocidad de aire, iluminación natural y artificial, así como, ruido interior y exterior de la vivienda. Concluyeron que la temperatura era más alta en el interior de ambos casos, que la humedad era más baja que el exterior presentando una situación más desfavorable en la vecindad. El nivel sonoro alrededor del domicilio estaba elevado, valorado bajo rangos sanitarios como peor en el interior del multifamiliar que en la vecindad. La iluminación natural y artificial de la vecindad resultaron en promedio peores que las del multifamiliar, aunque en ambos casos se presentaron deficiencias. En general los investigadores concluyeron que la ausencia de los parámetros optimo sanitarios serian fuentes de estresores, siendo más agudos en la vecindad. Las deficiencias fueron atribuidas al bajo estrato socioeconómico, en este caso la vecindad supone menores recursos y menor cuidado en la construcción que el multifamiliar con mayor estrato social. (Barceló Pérez , Raisa , Louks , Spiegel , & Plá Rodríguez , 2013)

La contribución más relevante tiene que ver con la atribución de las deficiencias ambientales interiores al estrato social, premisa que motivo la presente investigación. Tal aseveración resulta ser una constante en varios países y diferentes estudios lo ha corroborado. Por lo anterior se deben promover las intervenciones a las tipologías que involucran los estratos sociales más bajos, deduciendo por la evidencia que tendrá problemas relacionados a la economía de sus procesos de diseño y construcción. Por otro lado, el estudio presenta ambigüedades mayormente en el desarrollo del experimento, no menciona si las mediciones fueron simultaneas ni por cuanto tiempo, recordemos que las condiciones ambientales exteriores determinan en gran medida las interiores, además no menciona los rangos ni los umbrales que se establecieron como punto de comparación. No obstante, el caso es valioso por la disciplina desde donde se genera. La medición de los factores físicos de la Calidad del Ambiente Interior como estresores, medidos desde las ciencias biológicas validan el campo de acción de esta investigación.

CONCLUSIÓN

La revisión de la literatura ha abierto un panorama bastante amplio con respecto a las formas y herramientas para medir la Calidad del Ambiente Interior particularmente en los clasificados como no domésticos. Se han encontrado ejemplos en el ámbito privado y público, estudios universitarios y acercamientos puntuales motivados por el mismo objetivo que busca la presente investigación, mejorar las condiciones de los diversos ambientes interiores.

A pesar de la diversidad de objetivos en la medición de la Calidad del Ambiente Interior existen constantes que reflejan la efectividad de ciertos métodos. La Evaluación Post-Ocupacional se presenta como un método de uso frecuente, no con el rigor de un método único sino como una mezcla de procesos objetivos y subjetivos relacionados entre sí para dar un panorama completo y apegado a la realidad de las variables que estudia. La Evaluación Post-Ocupacional echan mano de ambas medidas cualitativas y cuantitativas administradas a juicio del investigador con la finalidad de alcanzar los objetivos que el mismo establece.

Las mediciones in situ tiene la finalidad de reflejar el comportamiento instantáneo o temporal de las edificaciones como un reflejo de la realidad, un filtro sin opacidades ni ambigüedades, una realidad que se ve afectada por ocupantes y contexto; ambiental, natural o artificial, que trasciende las simulaciones digitales o algoritmos que pronostican un desempeño aproximado. Las mediciones in situ como todas las mediciones de campo se complican por la cantidad de factores que intervienen y que con frecuencia no se pueden controlar, no obstante, el valor de la medición es valiosa en sí misma, ya que los datos recabados son tomados de un entorno real, cargado de variables tangibles e intangibles que lo modifican y que manifiestan el comportamiento del objeto de estudio en condiciones de uso real.

Por otro lado, la medida psicológica o subjetiva buscan exponer las características de los espacios bajo el filtro fisiológico y cognitivo del ser humano, ente complejo por su diversidad de tamaños, formas, edades, razas, sexos, etc. que vive y transita el espacio. Aunado a la simple permanencia modificadora del ser humano y sus actividades intrínsecas de supervivencia, se suman actividades culturales que cambian de persona a persona y de región a región. Las mediciones subjetivas en resumen reflejan la percepción del usuario final, quien determina si el espacio es o no adecuado de acuerdo con sus expectativas psicológicas, fisiológicas y culturales.

Es importante destacar que la evaluación de ambas escalas literalmente conlleva un valorización o calificación que refleje las características de lo evaluado, relacionado con lo correcto. En el caso de la escala cualitativa se puede acudir a parámetros nacionales o internacionales que dictan rangos aceptables para cada una de las variables. En el caso de la escala subjetiva no existe un parámetro correcto generalizado debido a la naturaleza de los datos, por lo que la evaluación esta mayormente dirigida a detectar fuentes e implementar, si fuese posible, estrategias que aseguren condiciones de bienestar individual encaminados a la generalización y buscando posibles correlaciones con las medidas físicas. Es pues que el resultado es la interpretación de ambas mediciones para determinar si el espacio cumple o no con las expectativas de quien o quienes ocupan el lugar y bajo qué rangos son satisfechas.

La presente investigación busca determinar la correlación entre el ambiente físico y psicológico en espacios ocupados, bajo la premisa de que la Arquitectura como cualquier otra disciplina fue creada con la finalidad de satisfacer espacialmente las diversas necesidades del ser humano, por lo que es trascendental para el cumplimiento inherente de la disciplina que estos sean evaluados por las personas a las que dan servicio en condiciones de uso normal, con una ocupación mínima que permita valorar si el espacio puede ser operado según las necesidades del usuario.

Las escala cualitativa y cuantitativa que utiliza una Evaluación Post-Ocupación nos remite a la relación entre la Habitabilidad y Calidad del Ambiente Interior. La habitabilidad, como la calidad de un espacio para satisfacer necesidades físicas, psicológicas y sociales, demanda, para entender o mejorar esta condición, una escala subjetiva que permita conocer las transacciones psicológicas que se llevan a cabo y determinan la satisfacción ante un espacio. Por su parte los estudios de Calidad del Ambiente Interior se fundamentan en rangos aceptables que determinan si un espacio es adecuado desde el punto de vista de la salud.

Ambos conceptos confluyen en la llamada Habitabilidad primordial y segura, enfocada a la procuración de necesidades fisiológicas y salud mínima y que permita satisfacer las necesidades superiores. Es pues que Habitabilidad y Calidad del Ambiente Interior, escala cualitativa y cuantitativa se relacionan en un mismo concepto medibles desde un método de Evaluación Post-Ocupacional. Tal herramienta permitirá alcanzar los objetivos propuestos en la investigación.

En los siguientes apartados revisaremos antecedentes atributos y restricciones de las Evaluaciones Pos-Ocupacionales enfocadas a la Calidad del Ambiente Interior en la vivienda multifamiliar.

CAPITULO IV MÉTODO

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Método cuasi-experimental

Evaluación Post-Ocupacional (EPO)

Casos de estudio

FASE 1 Medición instantánea (12hrs. finales en verano)

FASE 2 Medición extendida (30 días en invierno y 30 días en verano)

Proceso de medición

FASE 1 Medición instantánea (12hrs. finales en verano)

FASE 2 Medición extendida (30 días en invierno y 30 días en verano)

MÉTODO CUASI-EXPERIMENTAL

Debido a las características de la investigación se definirá el método cuasi-experimental y particularmente una Evaluación Post-Ocupacional como medio para la resolución de los objetivos. De esta última se comentarán particularidades más adelante.

El método cuasi-experimental se ajusta a diversos contextos sociales a causa de una gran variedad de problemas prácticos, éticos, políticos, culturales, etc. donde el supuesto de aleatoriedad no se puede cumplir y mucho menos el control de las variables.

El método propuesto obedece al número, tipos de casos y sujetos de estudio que fueron elegidos por conveniencia y las características del experimento en condiciones de normalidad, es decir, no se realizó la modificación de variables ni se cuenta con una muestra de control. No obstante, como investigador se buscó definir características y cualidades generalizables, buscar deliberadamente un laboratorio natural que brindara las mejores oportunidades de control, pero con el conocimiento pleno y consciente de que los resultados pueden ser equívocos.

En este sentido la Evaluación Post-Ocupacional se muestra como un método viable desarrollado bajo la premisa de un método cuasi-experimental particularmente por el contexto en el que se desarrolla, derivado de la necesidad de profundizar en el desempeño de los espacios en situaciones de uso normal y la relación entre la medida cualitativa y cuantitativa. A continuación, se ahondará en los antecedentes, procesos, justificación, pertinencia y recomendaciones que fundamentan su utilización en investigaciones del mundo real (Campbell & Stanley, 1963).

EVALUACIÓN POST-OCUPACIONAL (EPO)

El término EPO se define como el proceso de evaluación de un edificio que se realiza de manera sistemática y rigurosa después que ha sido construido y habitado. Otras definiciones suman al concepto, enunciando que la evaluación post-ocupación es un proceso para evaluar edificios una vez que han sido ocupados con el fin de mejorar las condiciones existentes y como guía para el diseño de futuros edificios (Wolfgang, Harvey Z., & Edward T., 1988).

El objetivo, es saber a través de sus ocupantes como ha sido el funcionamiento real del espacio diseñado y construido después de un periodo de tiempo determinado para obtener información veraz sobre su desempeño y traducirla en retroalimentación que arroje defectos y virtudes. La búsqueda de retroalimentación puede dirigirse a tres vertientes. La primera enfocada a los aspectos espaciales que determinan la funcionalidad y operatividad de los espacios. La segunda enfocada al desempeño físico de la edificación relacionada con el consumo energético y condiciones de ambiente interior y por último las tocantes al confort, salud y productividad de los ocupantes.

Los diversos enfoques relacionados entre sí coinciden en un objetivo general, conseguir un diagnóstico que permita mejorar las condiciones en las que se desarrolla la vida dentro de los edificios (Peretti & Shiavon, 2011) (Galatioto, Leone, Milone, Pitruzzuella Salvatore, & Franzitta, 2013).

La retroalimentación busca generar conocimiento útil a por lo menos cuatro personajes involucrados en la creación de edificios nuevos; diseñadores (que quieren evitar los errores del pasado), educadores (pasando el conocimiento a los estudiantes), propietarios de edificios y ocupantes (que administran el mantenimiento y uso) y desarrolladores y gestores (los encargados de formular políticas buscando el mejor camino a seguir).



Ilustración 3 Evaluación Post-Ocupacional
(elaboración propia)

Es así que, planificadores y gerentes son capaces de aprender, modificar y mejorar las diferentes características de diseño y tecnología que impactan; la eficiencia, operatividad, funcionalidad, confort, satisfacción y productividad dentro de los edificios y que podrían ser deficientes resultado del análisis incompleto de sus fases (Peretti & Shiavon , 2011) (Stevenson , Leaman , & Bordass, 2010).

Las EPO enfocadas a la Calidad del Ambiente Interior se pueden agrupar en dos. El primer grupo corresponde a los edificios no domésticos donde se engloban edificaciones destinadas a industria u oficinas o en general ambientes laborales. El otro grupo corresponde a los edificios doméstico como vivienda unifamiliar, multifamiliar, estancias estudiantiles, residencia de ancianos, etc. La diferencia entre ambos grupos radica en las actividades, el tipo de contaminantes y efectos. En los edificios no domésticos las actividades pueden ser programadas y hasta cierto punto controladas, los contaminantes son más agresivos trayendo consigo efectos físicos o fisiológicos más graves e inmediatos y los métodos de medición objetivos o subjetivos pueden considerarse dentro de las actividades laborales. Por su parte en los edificios domésticos las actividades se ven modificadas por los diversos tipos de vida y libertades que supone un lugar de uso privado, los contaminantes, aunque menos agresivos ocasionan enfermedades de tipo psicósomáticas con efectos a largo plazo y los métodos de medición resultan intrusivos y poco atractivos. Resultado de estos factores las tasas de respuesta entre ambos grupos pueden variar bastante, manteniéndose muy por debajo los edificios domésticos (Stevenson , Leaman , & Bordass, 2010).

En cualquiera de los dos grupos las evaluaciones pueden ser a largo plazo, monitoreo constante de mínimo un año o las llamadas instantáneas, mediciones que describen las características ambientales al momento, en ambos casos los mediciones pueden parecer aisladas o útiles únicamente para el caso de estudio, no obstante, la iniciativa privada ha generado bases de datos hechas en diversos edificios catalogados por tipología, con la finalidad de ofrecer puntos de comparación que identifican aciertos y errores con el objetivo de replicar o detener determinados criterios en edificios futuros. Es pues que evaluando e identificando la eficacia de lo efectuado se pueden conseguir resultados a largo plazo que sirvan no solo a un edificio si no a una tipología específica, forjando ajustes en diseño, construcción y operación.

Para realizar estas mediciones se pueden incluir técnicas cuantitativas, cualitativas y otros medios gráficos y audiovisuales con la finalidad de tener un análisis de datos profundos y apegados a la realidad. Entre los más utilizados están:

- Paseos con expertos quienes llevan a cabo discusiones informales, rápidas y usualmente eficaces con usuarios frecuentes del espacio, aunque eficaz, se debe realizar con reservas ya que el experto podría resultar engañado.
- Registro fotográfico y/o audiovisual de las características del proyecto que ayuden a resaltar e identificar problemas.
- Observación, usuarios sujetos a grabación de audio y/o video para capturar de manera física y fidedigna el comportamiento ante el diseño. La finalidad es de aprender de las actividades cotidianas sin interrumpir su realización. En edificios domésticos estos métodos son especialmente rechazados por faltar a la privacidad de los ocupantes.
- Evaluación subjetiva del desempeño ambiental; sugiere, entrevistas, cuestionarios y encuestas estructuradas. En este sentido los ocupantes son una valiosa fuente de información para entender la interacción usuarios-ambiente y como estos se determinan entre sí, por un lado, salud, comodidad y satisfacción del individuo y por otro el desempeño del edificio.

El tipo de herramienta, papel u online es determinado en gran medida por el tipo de población al que va dirigido. La estructura del cuestionario cuenta con apartados de percepción con respecto a los indicadores de la Calidad del Ambiente Interior poniendo especial énfasis en el confort como desencadenante de salud, operatividad o satisfacción.

Respecto a la presentación de los reactivos, las preguntas abiertas donde el encuestado puede exponer con libertad la percepción que tiene acerca del ambiente o las afectaciones que supone le provocan, son las más enriquecedoras, ya que la mayoría de las fuentes contaminantes se determinan bajo estas interrogantes. Otra de las escalas mayormente utilizadas es la escala Likert, la cual mide actitudes hacia una predisposición aprendida permitiendo responder coherentemente de manera favorable o desfavorable, dentro de una escala categorizada a tres, cinco o siete posibles respuestas. El número de preguntas varía dependiendo del tipo de medición pudiendo ir desde los 5 y hasta los 60 reactivos, cabe mencionar que la cantidad de reactivos no determina el resultado, pero si lo exhaustivo del ejercicio (Hernández Sampieri , Fernández Collado , & Baptista Lucio , 2006).

Este tipo de herramientas engloban la medida subjetiva que caracteriza los mejores resultados, siempre que los ocupantes construyen una base para el debate e identificación del problema, irónicamente el inconveniente más importante es precisamente conseguir una alta tasa de respuesta.

- Medición del rendimiento técnico y físico del edificio; fabricación, servicios y sistemas. Las mediciones en sitio no son constantes debido a la complejidad de variables implicadas en mediciones de campo su utilización más frecuente es cuando se comparan los contaminantes interiores con puntos de referencia normados o cuando se demandan derivadas de la medida cualitativa, es decir, si se observa fallas graves manifestadas por usuarios y no se detecta la fuente.

El monitoreo puede ser a largo plazo o instantáneo pudiendo abarcar diversos indicadores entre los que destacan; cuantificación de CO₂ y Compuesto Orgánicos Volátiles (COV), velocidad de aire, temperatura radiante, de globo y aire, humedad relativa, niveles de ruido e iluminación. La medición de los indicadores depende de los objetivos y la posible asociación con la medida cualitativa. Cabe mencionar que además de la medición interior es importante la comparación con medidas al exterior, principalmente cuando no existe hermeticidad.

Los contaminantes biológicos, químicos y físicos que determinan la Calidad del Ambiente Interior pueden ser medidos objetivamente bajo rangos y umbrales establecidos, si cumple o no cumple con ese valor fácilmente se puede decir relacionando medidas en sitio con puntos de referencia presente en la normatividad. El resultado puede limitarse a expresar un sí o un no con respecto a lo establecido como óptimo, no obstante, las EPO para la Calidad del Ambiente Interior pueden sobre pasar esos límites dependiendo de los objetivos de la evaluación y la retroalimentación que se quiera lograr.

La utilización de medio gráficos y audiovisuales difícilmente es cuestionada, sin embargo, en el campo de la ciencia del edificio existe una discusión activa sobre si y cuándo la encuesta de ocupantes debe utilizarse en lugar de, o además de, mediciones físicas. Las mediciones en sitio pueden exponer fenómenos físicos que las encuestas sólo pueden describir cualitativamente con la flexibilidad del confort ambiental y criterios culturales no completamente restringidos por la fisiología humana. Por otro lado, las encuestas previamente validadas pueden aplicarse con mayor velocidad a las medidas en sitio y no requieren personal capacitado para su implementación. La toma de datos con instrumentación puede reducir el número de reactivos de la medida subjetiva o caso contrario puede incrementarlas hasta magnitudes inadmisibles. Lo cierto es que, tanto una como otra tienen atributos y limitantes.

Algunas investigaciones basadas exclusivamente en las respuestas de los ocupantes suelen ser exageradas, otras donde se utiliza únicamente mediciones en sitio reflejan solo parte del problema. Lo anterior ha sido expuesto en estudios realizados con mediciones instrumentales cuyos resultados contrastan fuertemente con lo manifestado por el usuario, es pues necesario administrar ambas escalas con la finalidad de dar un panorama holístico del edificio apegado a la realidad de los usuarios, pero con un respaldo riguroso basado en datos confiables e inapelables (Stevenson , Leaman , & Bordass, 2010) (Peretti & Shiavon , 2011) (Galatioto, Leone, Milone, Pitruzzuella Salvatore, & Franzitta, 2013).

Al final las estrategias de medición dependerán del caso de estudio y criterio del auditor, pero siempre estarán dirigidas a todos aquellos que hacen usos de los espacios ya sea de manera ocasional o permanente, no obstante, es importante diferenciar ambos ya que las necesidades de los usuarios frecuentes serán tomadas con mayor rigor que los ocasionales. Dependiendo las estrategias u objetivos el auditor debe ser capaz de determinar con base en su experiencia los parámetros que evaluará objetiva y subjetivamente para lo cual debe considerar:

- Que las técnicas utilizadas sean relativamente baratas, fáciles de replicar y no demasiado intrusivas. Como cualquier estudio intervencionista, hay un deber de cuidado hacia los ocupantes del edificio.
- Los métodos deben cubrir las necesidades básicas de los usuarios, como comodidad y control de los ocupantes, uso del espacio, almacenamiento, calefacción, iluminación, refrigeración, ruido, salud y productividad en el trabajo, imagen, ubicación y seguridad.
- Que existan puntos de comparación. Los puntos de referencia son difíciles de lograr ya que su existencia aplicada a la vivienda es bastante escasa, no obstante, se han acumulado conocimientos sobre evaluación de la construcción en más de 25 años en el sector no doméstico que, a pesar de algunas diferencias notables, muchos de los principios y técnicas utilizados son relevantes para el sector doméstico y a veces directamente transferibles.

- El método permite una respuesta graduada, es decir, que permita enfocarse, previo a la terminación, a ciertas variables que requieran mediciones específicas.

Lo anterior expuesto son recomendaciones generadas por especialistas enfocados a la investigación cuyo objetivo es difundir los resultados y experiencias de la aplicación en casos de estudio. Estas características han motivado el cuestionamiento de si estos métodos los datos y resultados pueden considerarse para investigaciones de talla científica. El trabajo de evaluación de edificaciones no encaja en clasificaciones, si bien existen grupos definidos de edificios, la evaluación precisa de trabajos interdisciplinarios hasta una dimensión confusa, abarca profesiones como; arquitectura, ingeniería de servicios y gestión de instalaciones, diseño, psicología, economía, planificación, sociología, etc. disciplinas que figuran por el trabajo de campo empírico y estudios con edificios en uso y reales. (Stevenson , Leaman , & Bordass, 2010)

No obstante, la versatilidad de disciplinas que se pueden enfocar en el estudio de un edificio las investigaciones de este tipo puede no ajustarse a métodos de investigación científica o académica como lo haría una investigación correlacional, explicativa, exploratoria y descriptiva. Colin Robson clasifica esta investigación como “real world investigation” definiendo sus principales características. (Robson & McCartan , 2002)

- Resolver problemas: La evaluación de edificios monitorea el desempeño para descubrir y luego tratar de resolver. Esto no es conocimiento en sí mismo, pero el resultado de la evaluación si y ayudara a orientar a diseñadores y gestores a tomar decisiones más informadas con respecto al edificio estudiado o a difundir los resultados para mejorar la construcción de los futuros edificios.
- Predicción de efectos: Ayuda a comprender las consecuencias de ciertos procesos, muchos de estos pueden ser predecibles dados suficientes y compartidos conocimientos, es decir, en la medida que se estudie cierta tipología se generara conocimiento útil que permita definir aspectos perjudiciales en determinado tipo de construcción.
- Resultados robustos: Los estudios de evaluación de edificios no pueden controlar insumos como la ciencia de laboratorio. Las entradas son dadas por las circunstancias del edificio, su funcionamiento y contexto. Los métodos empleados deben ser repetibles, los resultados deben ser creíbles y convincentes para satisfacer el escrutinio científico, sin embargo, esto no es ciencia experimental, por lo que es necesario ser relajado para permitir su carácter de mundo real.
- Campo no laboratorio: Un estudio de evaluación conlleva una promesa implícita hacia los ocupantes de que, si existe algún problema con el edificio, algo se hará al respecto.
- Organización Exterior: Cada vez que se realiza un estudio, el investigador siempre necesita la cooperación de los ocupantes. Obtener acceso es a menudo la parte más difícil debido a la inseguridad.
- Limitaciones de tiempo y costo: Cuanto menor sea el tiempo invertido en el edificio, menos molesta a los ocupantes.
- Amplias habilidades: Como la evaluación del edificio es multidisciplinaria los practicantes deben estar familiarizados con los procesos de diseño, tener una perspectiva de servicios ambientales y ser sensibles ante las necesidades humanas, todo esto con un equilibrio rara vez alcanzado.
- Métodos múltiples: Las técnicas básicas utilizadas deben ser probadas con un conjunto de puntos de referencia empíricos derivados de estudios previos disponibles para realizar la comparación.
- Dudoso por los académicos: Una de las razones del lento progreso en la evaluación de la construcción es que algunos académicos consideran que los estudios de caso se basan en una variedad de materiales y métodos demasiado desafiantes o meramente anecdóticos. No obstante, no hay nada mejor que un estudio de caso vivo para comunicar lecciones aprendidas y respaldar la toma de decisiones.

El presente estudio se considera “real world investigation” derivado de los objetivos y limitantes del proceso experimental que supone una investigación de campo. La investigación evalúa, explora, describe y trata de entender la realidad de los sucesos relacionados a la Calidad del Ambiente Interior y su medición en la vivienda multifamiliar con la finalidad de establecer causas, antecedentes y experiencias respecto a una de las tipologías menos estudiadas dentro de este rubro y quien precisa la generación de investigación que fundamente estándares y procesos basados en conocimientos empíricos.

Está bien establecido que el fracaso recurrente de los proyectos de vivienda se debe a la falta de retroalimentación y lecciones aprendidas derivadas de las perspectivas de los usuarios finales, no obstante, las EPO se siguen concibiendo como un gasto de tiempo y costos innecesarios para usuarios, clientes y constructores (Jiboye, 2012).

Aunado al desinterés generalizado de profesionales se suman en los edificios domésticos; la inseguridad, la diferencia entre inquilinos y propietarios y la gran variedad de formas de vida que la gente sigue en sus hogares, limitan y modifican el acceso, desempeño, monitoreo de actividad y datos necesarios para una investigación de campo, debido a la intrusión de un espacio privado. Aplicar los más altos estándares de muestreo, recolección y análisis de datos, e informes, como se llevaría a cabo en instalación con cierta autoridad resulta en la vivienda particularmente complicado. Los resultados tienen que apelar a la administración y diseño de los instrumentos que permitan contar una historia lo más clara posible pero también rica de detalles necesario para un escrutinio. Los resultados deben exponer los casos de estudio sin normalizar, solo al final del estudio y si es estrictamente necesario se podrán generalizar, manifestando un fundamento racional.

DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

Basado en la revisión de literatura y recomendaciones de EPO enfocadas a edificios domésticos y no domésticos orientadas a optimizar el desempeño energético, la operatividad y recientemente el bienestar de los usuarios, se plantea la realización de dos Evaluaciones Post-Ocupacionales utilizando herramientas de medición subjetivas y objetivas, además de medios gráficos útiles para el análisis de resultados y que en siguientes apartados se describirán.

En este punto cabe describir ambas escalas. La escala objetiva para fines del estudio se precisa como aquella información derivada de los equipos de medición validados y calibrados, compuesta por los registros del ambiente térmico y lumínico natural. La escala subjetiva se conforma por información extraída del usuario, por medio de instrumentos de corte psicológico.

La evaluación objetiva se compone de mediciones de iluminancia natural, temperatura radiante y aire y humedad relativa medidas en el interior y exterior de los casos de estudio, la escala busca comparar los resultados de las mediciones con parámetros establecidos en Normas nacionales e internaciones considerados óptimos. Por su parte las evaluaciones subjetivas tienen la finalidad de determinar las actitudes que el usuario tienen ante diferentes aspectos de la vivienda, mismos que determinan la percepción de Satisfacción residencial. Los resultados en este punto se limitan a describir el comportamiento tanto psicológico como ambiental de las variables que se estudian. Ambas medidas se traducirán en información de talla cuantitativa describiendo el ambiente interior de la vivienda y como éste es percibido. Una vez realizado el análisis de ambas escalas se buscará relacionarlas bajo métodos estadísticos cuya finalidad es vislumbrar los posibles rangos en los que se alcanza determinada percepción.

La primera valuación será instantánea aplicada a una muestra no probabilística de diez casos de estudio (vivienda multifamiliar menor a 65m²). Posteriormente se eligieron dos de los diez casos de estudio para continuar con mediciones temporalmente más extensas, treinta días a mediados de la temporada invernal y treinta días a mediados de la temporada primaveral, temporadas que de acuerdo con las normales climatológicas presenta las menores y mayores temperaturas en la Ciudad de México.

Casos de estudios

Con la finalidad de cumplir los objetivos primarios se plantearon objetivos particulares. Estos últimos fueron la base para el diseño del experimento por lo que se retoman como guía para el desarrollo de ambas fases.

FASE 1 Medición instantánea

Objetivos particulares:

1. Registrar temperatura de aire y radiante, humedad relativa e iluminancia en ambientes interiores de la vivienda multifamiliar de la Ciudad de México, por un lapso mayor a 12hrs.
2. Indagar acerca de la percepción de satisfacción que los participantes experimentan en su vivienda.

El propósito de la investigación busca exponer las características ambientales de la vivienda multifamiliar en la Ciudad de México, no obstante, la dimensión de ésta presenta retos importantes. Para dar un panorama general, según datos del INEGI del 2015 existen 2,589,081 vivienda en la Ciudad de México de las cuales cerca del 80% son vivienda multifamiliares en condominio vertical, por lo que abordar una muestra representativa de este universo implicaría mayor tiempo y recursos. Por lo anterior se planteó la selección de diversos casos de estudio que presentaran las características de la vivienda social en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. El esfuerzo deliberado está en función de aumentar la varianza de las variables, es decir, exponer la mayor cantidad de casos, diferentes configuraciones, localizaciones, materiales y estilos de vida. Este planteamiento es adecuado ya que se trata de un estudio con un diseño exploratorio y descriptivo, no pretende ser concluyente, sino documentar y generar datos e hipótesis que constituyan la materia prima para investigaciones más precisas.

Contrario a lo que se pudiera pensar el estudio no pretende generalizar a la vivienda multifamiliar sino exponer las cualidades ambientales y la percepción que estas propician en casos de estudio elegidos únicamente por sus características espaciales. La selección de casos se planteó conscientes de que estos no representan a la población y los resultados no podrán ser generalizados de manera rigurosa, no obstante, la literatura indica que las características y resultados de las viviendas elegidas pueden presentar comportamientos y fenómenos considerados constantes en esta tipología, por lo que los resultados pueden ser transferibles, con reservas, a otros casos de estudio con similares características.

Como parte la investigación exploratoria y con la finalidad de exponer aciertos y errores que sirvan a futuras investigaciones, se describirán algunas actividades que se llevaron a cabo y que no trascendieron por su ineficacia o factores ajenos a los intereses del investigador.

Para definir los casos de estudio en principio se realizó una convocatoria abierta a tres edificios localizados en diferentes localidades de la Ciudad de México con similares características; edificios de departamentos menores a 65m² con densidad media, similares espacios, similares acabados y procesos constructivos. La convocatoria se llevó bajo el siguiente protocolo:

- Concertar cita con el administrador del edificio
- Platica informativa con el administrador. En esta cita se tocaron temas relevantes de la investigación, objetivos, métodos de medición y posibles beneficios. El objetivo, lanzar una convocatoria impresa a los condóminos.
- Convocatoria a condóminos. Se llevó acabo por medio de trípticos y un cartel 90x60 donde se expresó la problemática de la Calidad del Ambiente Interior y de la cual podrían estar sujetos, los beneficios particulares de su participación en el estudio y el aporte a investigaciones que buscan mejorar las condiciones de vida en la vivienda multifamiliar. Su participación sería confirmada al anotar sus datos de contacto en formatos previamente habilitados.
- Una vez confirmada su participación se concertaría una cita y se le brindaría un pequeño documento donde se informan los requerimientos de tiempo y espacio para la medición. Aceptado el procedimiento que se realizaría se procedería a concertar una cita para la medición instantánea.

La participación ante esta convocatoria fue nula, en ninguno de los tres edificios hubo interés por participar. El personal de servicio sugirió que la inseguridad es un factor importante en la participación. Aunque se reiteró la cualidad de ejercicio académico con respaldo de la UNAM la desconfianza y molestia que sugiere la intromisión al hogar no permitió que la convocatoria tuviese éxito. En síntesis, la estrategia planteada no fue adecuada.

En otras instancias se debería tomar en cuenta estos factores y tratar de generar confianza entre los condóminos, reiterar los objetivos, beneficios y posibles soluciones en conferencias o exposiciones informativas personales en donde se permita conocer al investigador y las metas que este tiene, reiterar que su participación y experiencia con respecto a vivir este espacio es valiosa con posibilidades de generar acciones inmediatas y aportes importantes a la sociedad.

Derivado del aprendizaje en la estrategia implementada se optó por enviar una convocatoria entre un grupo menos aleatorio con la finalidad de definir su posible participación siempre y cuando cumpliera con ciertas características materiales y temporales.

- La vivienda de preferencia debía permanecer desocupada de 8:00am a 8:00pm con la finalidad de que las mediciones se vieran lo menos modificada por la actividad humana.

- El espacio privativo no debía estar fuera del rango de los 30m² a los 65m² estipulado así por el Código de Edificación de Vivienda como de interés social (económica, popular y tradicional).
- Debía contar con por lo menos; 1 baño completo, estancia/comedor, 2 recamaras y cocina o cocineta integrada.
- Debía localizarse dentro de un complejo habitacional multifamiliar en condominio vertical densidad media.

Una vez asegurada la participación de los usuarios se procedió a informar de los procedimientos que se llevaría a cabo durante un día previamente agendado del mes de agosto.

El resultado de la convocatoria fueron once departamentos de los cuales, a partir del análisis de datos, se decidió eliminar el caso F539 ya que presentaba inconsistencias en las mediciones relacionadas con la participación de los usuarios y el apego a las instrucciones que debían seguir durante la medición. Abundando en el tema, la actitud con respecto al seguimiento de instrucciones es particularmente compleja, ya que cualquier actividad como registrar la apertura o cierre de ventanas, forman parte de comportamientos poco habituales, por lo que puede considerarse molesto, tedioso o difícil de seguir por los participantes.

En síntesis, el número de casos finales, se componen de diez departamentos y propietarios.

Participantes

Con lo que respecta a los usuarios la muestra se compone de nueve participantes de sexo masculino y uno femenino. Las edades varían entre los 26 y los 41 años. Solo cuatro de los diez usuarios arrendan la propiedad y en general llevan entre 1 y 22 años residiendo en el inmueble. Todos los encuestados tienen el nivel de licenciatura como último grado de estudio. Solo uno de los diez departamentos manifiesta tener cinco habitantes, mientras que el resto tiene solo dos.

DESCRIPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES								
No.	Clave	Sexo		Edad	Habitantes	Años de Habitar	Tenencia	
		F	M				Propia	Arrendada
1	L351	x		36	1	1		x
2	R1307		x	32	1	3		x
3	R515		x	41	2	1	x	
4	F539	x		26	7	20	x	
5	A20		x	34	2	9	x	
6	A180		x	30	2	1	x	
7	G757		x	26	2	1		x
8	A492		x	39	1	5		x
9	C80		x	32	1	7	x	
10	S756		x	31	1	3	x	
11	P89		x	32	5	22	x	

Tabla 1 Participantes (elaboración propia)

Viviendas

Las viviendas de estudio se componen de diez departamentos de entre 48.27m² y 65.03m². El número de unidades sobre el departamento que conforman la misma torre no supera los dos entrepisos, este punto es importante ya que determina la ganancia por radiación directa impactando la temperatura y la pérdida de iluminación por obstrucciones y sombreado.

DESCRIPCIÓN DE LAS VIVIENDAS							
No.	Clave	Área Total m ²	Niveles sobre Depto.	Módulo Experimental C.U. km.	PEMBU		Fecha de registro
					Estación	Dist. km.	
1	L351	65.03	2	19.12	ENP 3	2.34	19/08/17
2	R1307	55.95	2	22.07	ENP 9	3.96	20/08/17
3	R515	58.80	2	7.27	ENP6	1.70	21/08/17
4	F539	38.08	2	18.87	CCH Azc	3.54	22/08/17
5	A20	55.53	1	17.64	ENP 9	3.06	23/08/17
6	A180	64.73	1	4.00	ENP 5	1.31	24/08/17
7	G757	63.84	2	17.55	ENP 9	2.79	25/08/17
8	A492	48.27	2	11.61	ENP 7	2.16	27/08/17
9	C80	48.27	2	20.33	CCH Azc	2.65	29/08/17
10	S756	52.26	0	19.55	CCH Azc	2.12	30/08/17
11	P89	46.55	2	16.64	ENP 7	3.10	31/08/17

Tabla 2 Viviendas (elaboración propia)

Registros ambientales exteriores

El estudio busca exponer el ambiente interior térmico y lumínico natural, ambos son determinados por el exterior debido a que la vivienda no cuenta con sistemas de acondicionamiento mecánico que regulen y mantengan el estado de confort. Es pues que el ambiente interior está determinado por la interacción de la envolvente y el clima exterior, dicho clima cambia día a día y temporada a temporada, por ambos aspectos se hace necesaria la toma de datos al exterior que ayuden a entender la interacción entre interior y exterior. A falta de equipo adecuado para ambientes exteriores se prevé la utilización de datos generados por las estaciones meteorológicas cercanas al caso de estudio pertenecientes al Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU) localizadas a un promedio de 2.52km. a los

casos de estudio y el Módulo Experimental de la Unidad de Posgrado de Ciudad Universitaria localizado a un promedio de 15.58km. De ambos recursos se demandará información de humedad relativa, temperatura de aire e iluminancia.

Las fechas de medición son especialmente relevantes, en un escenario ideal de evaluación ambiental se debiera medir el espacio interior durante por lo menos un año, 365 días que caracterizarían cada día y temporada dentro del edificio. Sin embargo, las restricciones de la vivienda dotan de complejidad al estudio por lo que se deben elegir medios menos intrusivos que aseguren la participación consiente de los ocupantes. En este caso se determinó llevar acabo el registro de mediciones físicas y psicológicas de un día durante los últimos días del mes de agosto, finales de verano.

La riqueza del estudio radica en la gran diversidad de variables sin control que los casos de estudio tienen, con diferentes regiones geográficas, orientaciones, restricciones relacionadas con el contexto inmediato, configuración y materiales de construcción, se busca exponer el comportamiento de diversos hogares, comparar y analizar las cualidades del ambiente físico y psicológico que el espacio provee y el usuario percibe. La finalidad del estudio no es atribuir las cualidades del ambiente interior a características del contexto, construcción o espacio ya que, además de no contar con casos suficientes el estudio busca exponer, comparar y analizar las cualidades ambientales tal cual se presentan. Si bien parte de los resultados abordaran posibles causas estos no buscan ser concluyentes y dependerán en gran medida del juicio del investigador. Lo anterior busca justificar lo superficial de la caracterización del espacio ya que en su lugar se realizará un levantamiento gráfico que ilustra y describe las dimensiones y aspectos relevantes del sistema de control.

UBICACIÓN DE ESTACIONES Y CASOS DE ESTUDIO

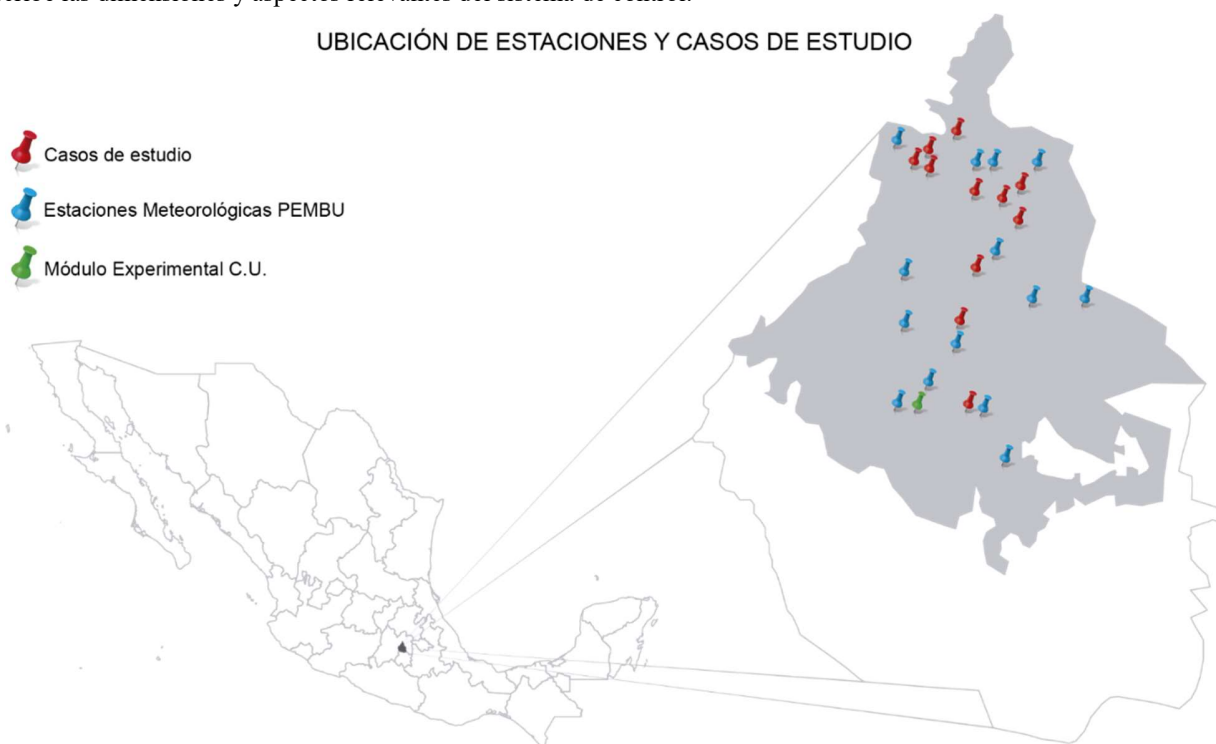


Ilustración 4 Ubicación de casos, estaciones y modulo experimental (elaboración propia)

Como se ha comentado los ejercicios de evaluación conllevan una valorización relacionada con un parámetro idóneo o correcto. En el caso particular de la vivienda el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal y sus Normas complementarias establecen porcentajes mínimos para vanos y aberturas de ventanas que permitan tener ganancia lumínica y ventilación natural suficiente, lo anterior sugiere que este mínimo le brindaría autonomía lumínica y una ventilación óptima para disipar contaminantes y mantener una temperatura confortable. Si bien la comparación con estas referencias no son el objeto del estudio, se agregan a la descripción de los casos de estudio y levantamiento gráfico con la finalidad de verificar su aplicación y eficacia, además de colaborar en la explicación de los fenómenos térmicos y lumínicos que se presentan. Es pues que los departamentos en cuestión fueron sujetos de medición, recabando información indispensable para la descripción de los inmuebles y sistemas de control que coadyuven al análisis de resultados.



Ilustración 5 Planta esquemática muestra (elaboración propia)

- Área Total del departamento
- Área de Recamara Principal
- Área de Estancia Comedor
- Dimensión de ventana
- Área de ventana
- Porcentaje de ventana
- Área de ventilación efectiva
- Porcentaje de ventilación efectiva
- Orientación
- Ubicación vertical en el condominio
- Fuente de iluminación y ventilación
- Colindancias
- Fronteras de cubo de iluminación

Los datos recabados se integraron a un plano grafico que permitirá atribuir el comportamiento térmico y lumínico a determinadas características de la envolvente y contexto natural y construido. Además, se realizó una tabla de acumulado con las características sensibles de agrupación con el fin distinguir coincidencias del comportamiento ambiental entre los diez casos de estudio (ver anexo).

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL													
No.	Clave	RECAMARA					ESTANCIA /COMEDOR						
		Área local	Área de Ventana m2	% Ventana	% Ventilación	Orient.*	Fuente**	Área local	Área de Ventana m2	% Ventana	% Ventilación	Orient.*	Fuente**
1	L351	8.37	1.32	15.77	7.88	Norte	Cubo	13.05	1.80	13.79	6.89	Norte	Cubo
2	R1307	6.27	1.32	21.15	10.57	Norte	F. Ext.	18.58	3.30	17.76	11.57	Sur	F. Ext.
3	R515	9.66	3.52	36.43	18.21	Oeste	F. Ext.	15.79	3.52	22.29	5.57	Este	Cubo
4	F539	7.84	1.32	16.84	8.42	Norte	F. Ext.	11.20	2.64	23.57	5.89	Sur	Cubo
5	A20	10.56	0.60	5.68	2.84	Norte	Cubo	18.22	3.15	17.27	8.61	Oeste	Cubo
6	A180	7.28	2.64	36.26	18.13	Oeste	F. Int.	18.42	7.92	42.99	21.48	Norte/Oeste	F. Int.
7	G757	7.99	1.85	23.15	11.57	Este	Cubo	16.40	7.04	42.92	10.76	Este/Oeste	Cubo
8	A492	9.85	1.44	14.61	7.30	Sur	Cubo	20.01	1.44	7.19	3.59	Sur	Cubo
9	C80	7.68	1.44	18.75	9.36	Este	Cubo	20.01	1.44	7.19	3.59	Este	Cubo
10	S756	6.97	1.51	21.66	10.76	Oeste	F. Int.	14.63	3.67	25.13	12.54	Norte/Oeste	F.Int./Cubo
11	P89	8.09	1.44	17.79	8.89	Sur	Cubo	13.91	1.44	10.35	5.17	Este	Cubo

** Corresponde a fuente: (F. Ext.)Fachada exterior, distancia perpendicular de un solidos a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un solidos a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la ventana no mayor a 4m.

*** El espacio tiene dos ventanas con distintas orientaciones y/o fuentes

>17.5% Cumple con el porcentaje mínimo de ventana de acuerdo al RCDF para espacios habitables
 >5% Cumple con el porcentaje mínimo de ventilación de acuerdo al RCDF Para espacios habitables

 Menor al mínimo

Tabla 3 Sistemas de control (elaboración propia)

La tabla superior representa la descripción acumulada de cada uno de los casos de estudio y el cumplimiento a la Norma que rige la construcción de la vivienda en la Ciudad de México. Se observa que la gran mayoría de los espacios habitables cumplen y sobrepasan el porcentaje mínimo de ventilación e iluminación natural, otros, en menor cantidad, no cumplen con el estándar.

Las mediciones físicas y psicológicas de los diez departamentos buscan relacionar ambas medidas y generar un acercamiento hacia la consolidación de umbrales valorizados en la percepción, además de exponer las deficiencias que pueda tener la vivienda con respecto a parámetros nacionales e internacionales. Este último punto se encuentra ante un cuestionamiento recurrente ¿las mediciones instantáneas representan el comportamiento general de la vivienda? la respuesta es no, ya que como se ha comentado este escenario es determinado por el exterior y este cambia prácticamente a cada segundo, en ese entendido, se ha reiterado que no se busca generalizar el comportamiento térmico y lumínico de la vivienda o afirmar que los resultados de las mediciones son invariables o constantes los 365 días del año. En este sentido y con el fin de generar un panorama más amplio, se extendió el periodo de medición para dos de las diez viviendas. La ampliación de la medición

en solo dos departamentos obedeció a la disponibilidad de los participantes y los equipos de medición disponibles para mediciones simultaneas.

En este punto es importante resaltar dos periodos dentro de la investigación. El primero con mediciones objetivas de 12hrs. a diez casos de estudio con una evaluación subjetiva más extensa y controlada, que en adelante llamaremos FASE 1 Medición instantánea y el segundo que contempla mediciones objetivas más extensas a dos de los diez casos estudio, nombrada FASE 2 Medición Extendida. A continuación, se describe el proceso por el cual se definió una muestra que representara el comportamiento ambiental interior de los casos de estudio de la FASE 2.

FASE 2 Medición extendida

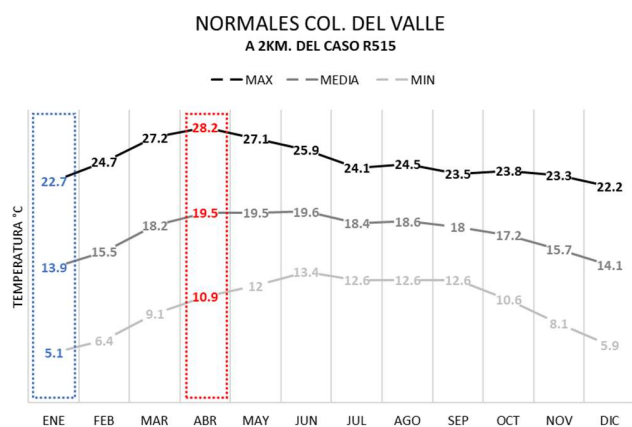
Objetivos particulares:

1. Identificar el periodo con temperaturas más frías y cálidas del año.
2. Registrar temperatura de aire y radiante, humedad relativa e iluminancia en ambientes interiores de la vivienda multifamiliar de la Ciudad de México y durante el periodo más cálido y más frio del año.
3. Indagar acerca de la percepción ambiental del usuario en cada temporada y su posible relación con la medida física.

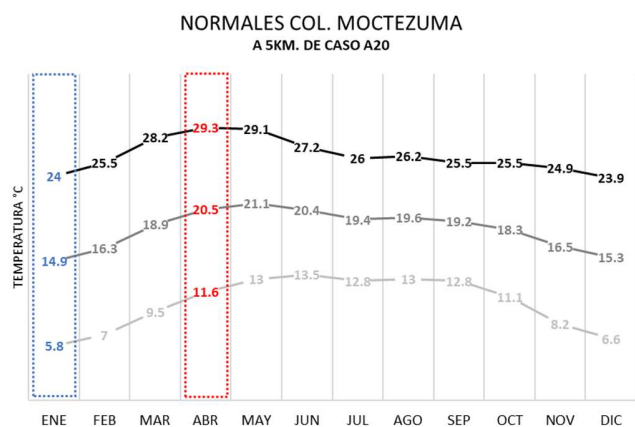
Previo consentimiento e informe de actividades el usuario A20 y R515 accedieron a extender la medición. La muestra en este caso se enfoca a la necesidad de representar las temporadas con temperaturas más frías y cálidas con el fin de exponer el comportamiento térmico y lumínico interior bajo condiciones ambientales exteriores extremas.

Para tal caso se asistió del Servicio Meteorológico Nacional quien establece información climatológica por estado y localidad. Para ambos casos se recabaron Normales climatológicas que permitieran conocer los periodos mensuales con temperaturas extremas para la Ciudad de México. Cabe mencionar que las normales climatológicas en estos casos son registros recabados a lo largo de 59 años, gracias a los cuales es posible generar promedios mensuales considerados constantes de estudio. Las Normales fueron tomadas de la Estación “Col. del Valle” para el caso R515 y de la estación “Col. Moctezuma” para el caso A20 ubicadas a 2km. y 5km. respectivamente.

De lo anterior se establecieron como periodos de estudio las estaciones de invierno y primavera por ser las que presentan temperaturas más frías en el mes de enero y cálidas en el mes de abril. Dichos meses serán los utilizados para la segunda medición, que busca representar condiciones extremas al exterior y un comportamiento equivalente al interior.



Gráfica 1 Normales CASO R515 (elaboración propia)



Gráfica 2 Normales CASO A20 (elaboración propia)

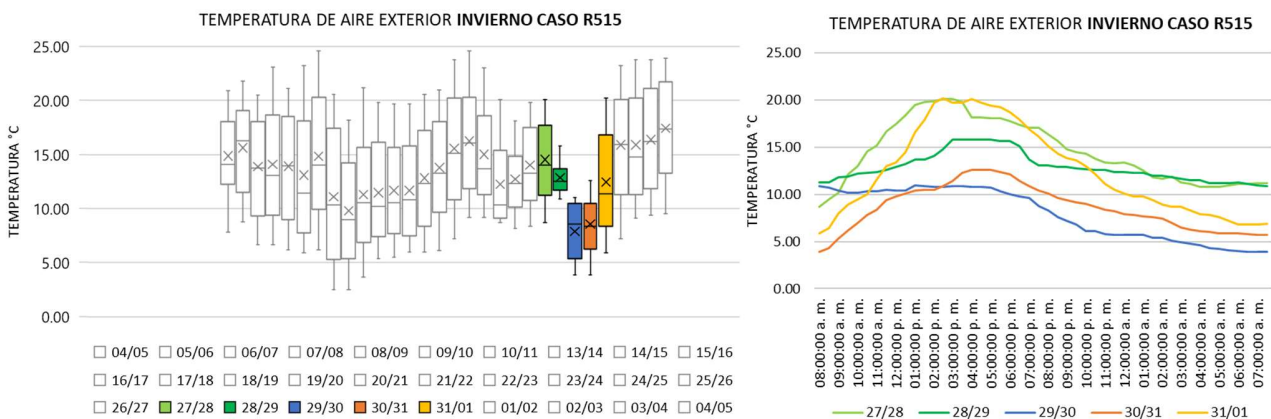
Las mediciones objetivas de estos casos de estudio se realizarán durante un periodo de 60 días, 30 días en enero y 30 días en abril, recabando información en el interior y exterior. Los registros exteriores se tomarán nuevamente del PEMBU más cercano (R515-ENP6 y A20-ENP9) y del Módulo Experimental (Ciudad Universitaria UNAM) con la finalidad de establecer los días más fríos, más cálido y los que tienen mayor iluminancia interior dando un total de 20 días sensibles de análisis por sus condiciones “extremas”.

Ambiente Térmico

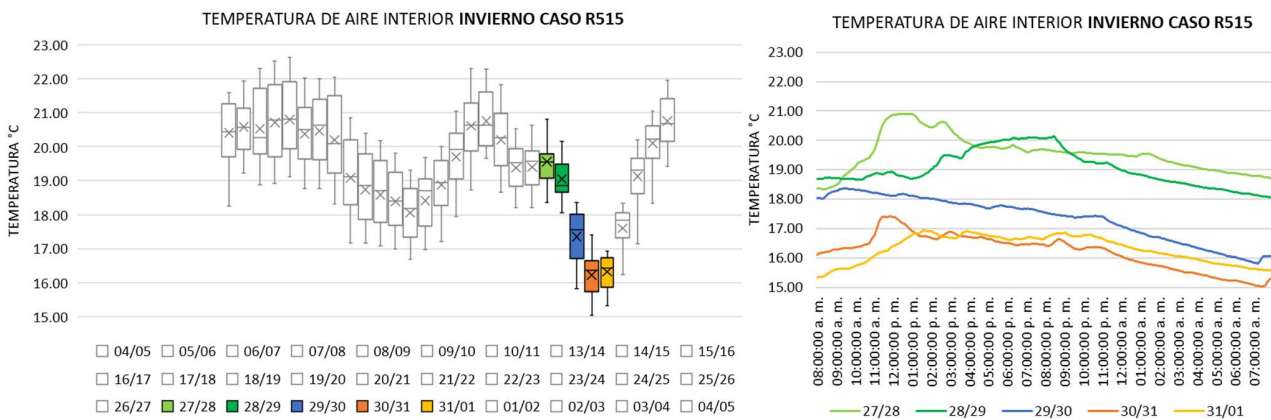
Para la elección de días se realizó el procesamiento de datos en periodos de 24hrs con registros a cada 30min. iniciando a las 8:00am. y terminando a las 7:30am del día siguiente, de tal forma que los lapsos se nombran con el día de inicio y final (1/2, 2/3, 3/4, etc...). El lapso de 30min obedece a los tiempos de registro generados por el PEMBU. De esta forma se generaron los gráficos que representan los treinta días medidos y los cinco elegidos por presentar las menores y mayores temperaturas de cada temporada. El diagrama de caja además de ayudarnos visualizar un resumen estadístico nos muestra las tendencias de las temperaturas durante el día. Adicional a éste se agrega un gráfico de líneas donde se visualizan las temperaturas horarias que se presentaron los cinco días más fríos y cálidos resultado del análisis.

La elección de días en invierno y particularmente los de primavera, no dependieron exclusivamente de la visualización de los conjuntos de datos o la media representada en el diagrama de caja. Se procesaron y analizaron datos interiores y exteriores con la finalidad de elegir los días que impactaran mayormente el ambiente térmico interior. Una vez seleccionado el día más frío y más cálido se procedería simplemente a definir dos días anteriores y dos posteriores con el propósito de analizar el comportamiento interior previo y posterior a temperaturas extremas exteriores.

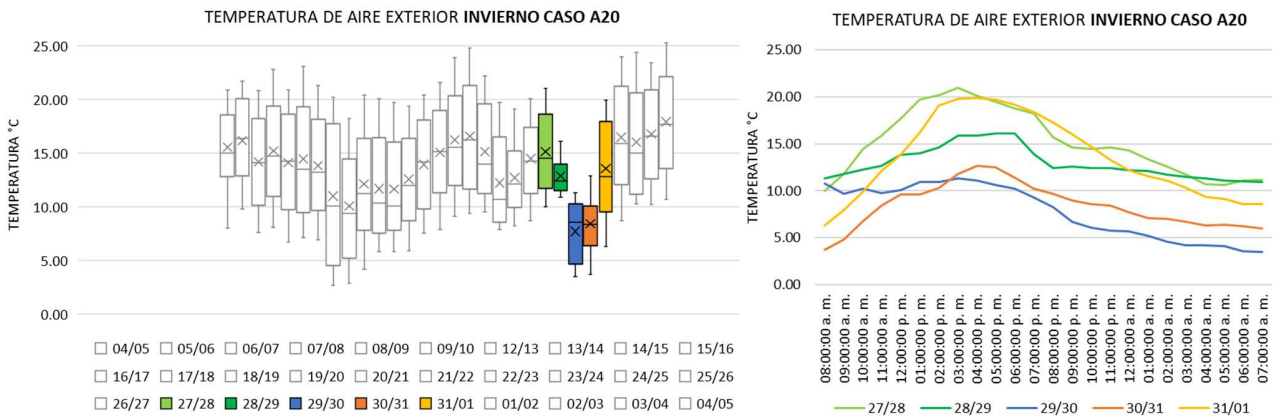
En los gráficos inferiores se observan la temperatura del aire de los cinco días elegidos para el análisis térmico en invierno y primavera, referenciados bajo código de color con la finalidad de equiparar las temperaturas interiores y exteriores. En estos, se puede observar que, pese a las diferentes características de la envolvente el ambiente térmico de ambos casos es determinado por el exterior, teniendo un desfase aproximado de 24 horas, es decir, el comportamiento exterior se verá reflejado proporcionalmente hasta después de un día. Esta afirmación puede no ser una constante ni pretende ser concluyente, no obstante, se describe.



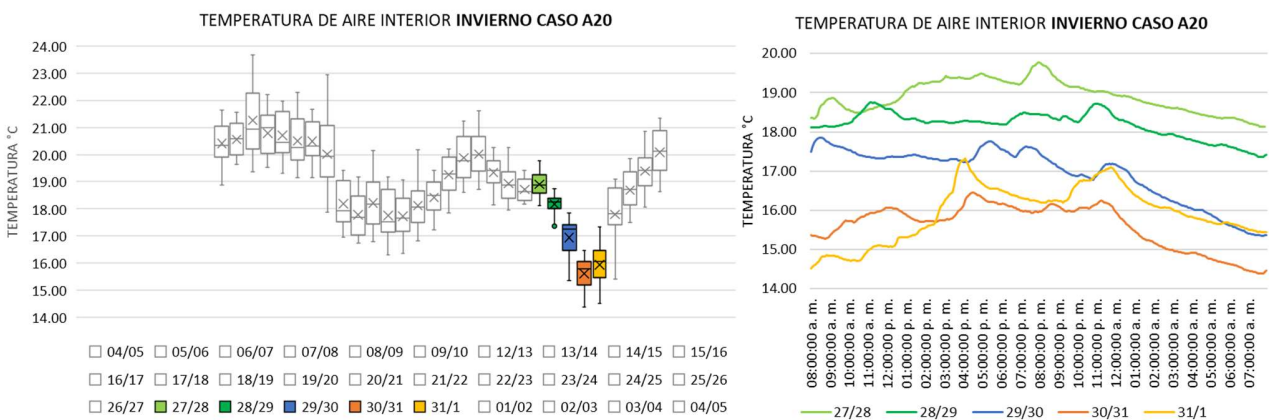
Gráfica 3 Temperatura de aire exterior invierno CASO R515 (elaboración propia)



Gráfica 4 Temperatura de aire interior invierno CASO R515 (elaboración propia)

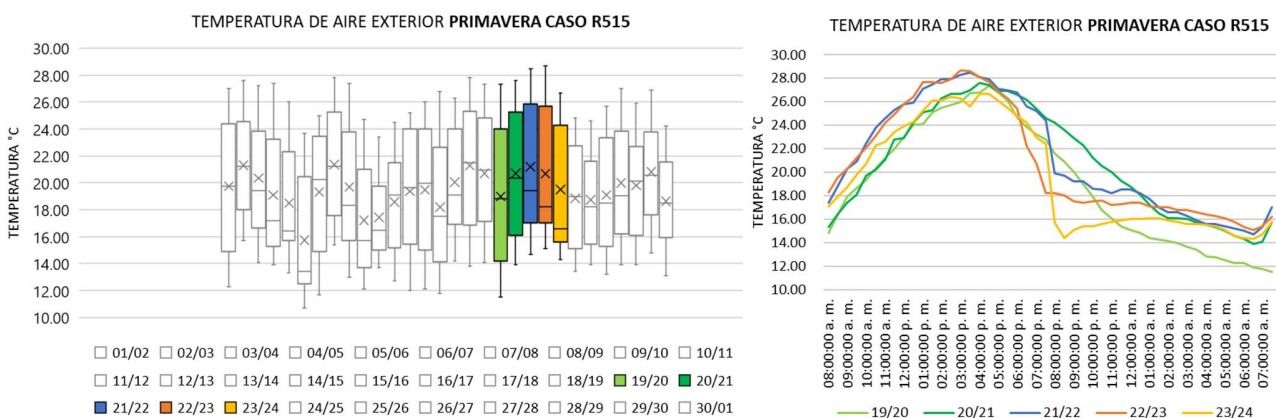


Gráfica 5 Temperatura de aire exterior invierno CASO A20 (elaboración propia)

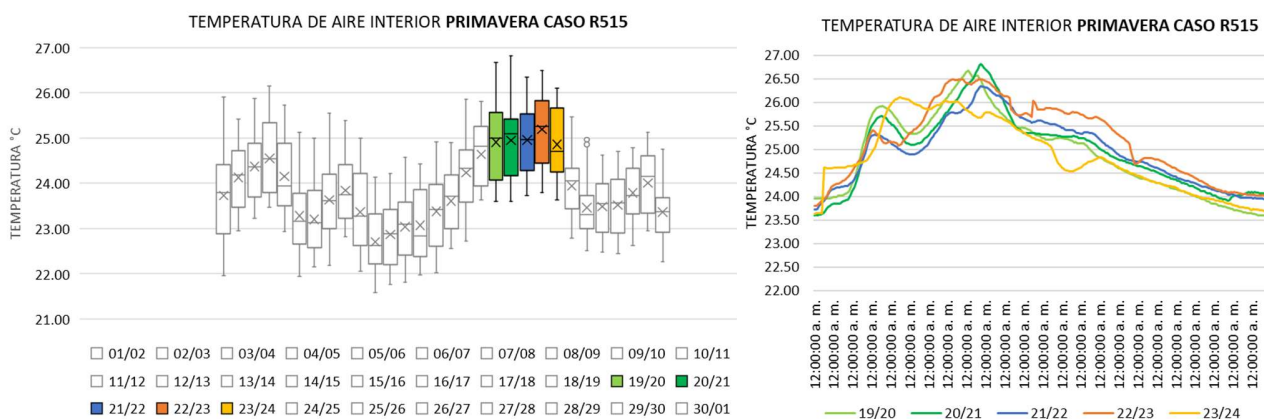


Gráfica 6 Temperatura de aire interior invierno CASO A20 (elaboración propia)

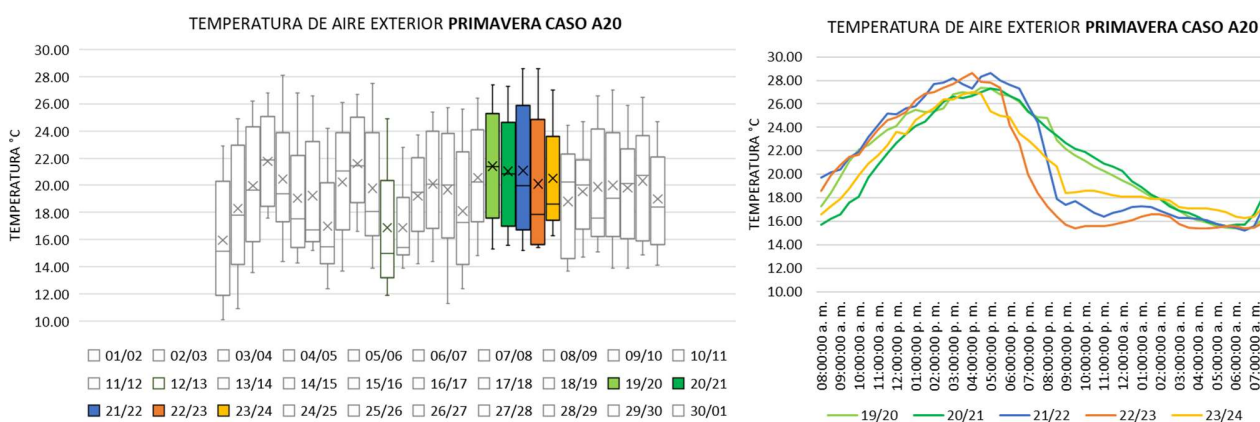
Para ambos casos la elección del día más frío de la temporada de invierno se definió a partir del día 29/30 por presentar temperaturas exteriores entre los 4°C y 11°C, los días anteriores y posteriores a este presentaron tendencia de temperaturas superiores sin rebasar los 20°C. La elección de los días se confirmó con los registros interiores de ambos casos los cuales presentaron temperaturas de entre 14°C y 21°C siendo el día más frío el 30/31 de enero con registros de los 15°C a 17°C en el caso R515 y de 14°C a 16°C en el caso A20.



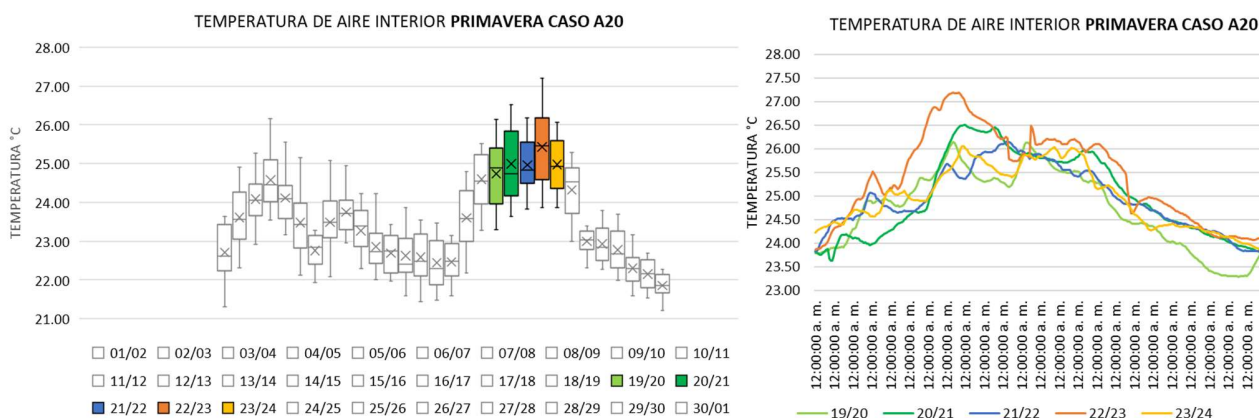
Gráfica 7 Temperatura de aire exterior primavera CASO R515 (elaboración propia)



Gráfica 8 Temperatura de aire interior primavera CASO R515 (elaboración propia)



Gráfica 9 Temperatura de aire exterior primavera CASO A20 (elaboración propia)



Gráfica 10 Temperatura de aire interior primavera CASO A20 (elaboración propia)

Los días elegidos para representar la temporada de primavera en el exterior no presentan variaciones relevantes ni en el conjunto de datos ni en las medias, es pues que existe más de un día con temperaturas extremas. Para tal caso se hizo indispensable relacionar los datos exteriores con lecturas interiores, dando como resultado el día 21/22 de abril como el día con mayor temperatura y mayores efectos al comportamiento interior. Las temperaturas exteriores de este día y los días anteriores y posteriores no presentan variaciones importantes, el caso R515 presenta temperaturas de entre los 14°C y 28°C mientras el caso A20 oscila entre los 16°C y 28°C. El comportamiento interior no difiere del exterior y las temperaturas en ambos casos se presentan entre los 23°C y 27°C.

A pesar de encontrarse las estaciones de PEMBU a poco más de 14km. de distancia entre si los registros meteorológicos y las mediciones interiores muestran similares comportamientos. Por tal razón los días de estudio para ambos casos resultan ser los mismos, tanto en invierno como en primavera.

DÍAS DE ESTUDIO (AMBIENTE TÉRMICO)						
R515/A20	INVIERNO	26/27	28/29	29/30	30/31	30/31
	PRIMAVERA	19/20	20/21	21/22	22/23	23/24

Tabla 4 Días de estudio ambiente térmico (elaboración propia)

En resumen, se eligieron los días 29/30 de enero por presentar temperaturas menores a 12°C y el día 21/22 de abril por mostrar temperaturas mayores a los 28°C. Como se había comentado se analizarán dos días previos y dos posteriores a los días con temperaturas extremas dando un total de diez días por caso. Esta necesidad se reitera ya que distingue en principio que el comportamiento térmico interior de la vivienda obedece a las condiciones exteriores con un desfase aproximado de 24hrs.

Ambiente Lumínico

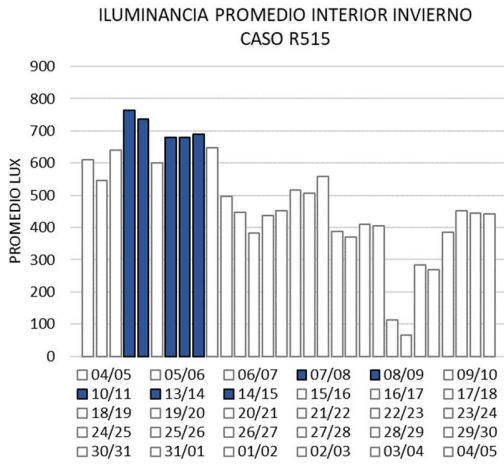
El procesamiento de datos para determinar los días de estudio, que representaran el ambiente lumínico interior en la vivienda fueron trabajados de manera distinta al ambiente térmico. Al igual que este, cuyo resultado fue positivo y hasta cierto punto elemental, se buscó una relación entre el interior y exterior que fundamentara la elección de días. Se realizaron pues ejercicios de correlación entre la iluminancia registrada al centro de la ventana vs iluminancia exterior dando un total de cuatro ejercicios (dos casos, dos temporadas). Los resultados fueron correlaciones débiles en tres de los cuatro ejercicios. El caso A20 en invierno con $R^2=0.6965$ y primavera con $R^2=0.4156$. El caso R515 en primavera $R^2=0.6653$ y la de mayor correlación en invierno $R^2=0.8321$ atribuible a la orientación sur en la temporada y con fuente a cubo de iluminación con tres fronteras.

La falta de correlación se debe a que la iluminación promedio al centro de la habitación está determinada por la ganancia directa o difusa que permite la fuente y el sistema de control. En este sentido la fuente para ambos casos es por cubo de iluminación con tres fronteras macizas y un vano, estos definen el ingreso de iluminancia derivado de la interacción de la superficie y las ganancias directas a través del vano. Por su parte el sistema de control regula este aporte al interior por medio de la ventana, sus dimensiones y si es que cuenta con dispositivos que limiten la visibilidad, como cortinas, persianas, etc. La ventana del caso R515 de manera habitual se mantenía descubierta con un porcentaje respecto al espacio de 22.29% superior al 17.5% que establece el RCDF. Contrario al caso R515 la ventana del A20 se mantuvo parcialmente cubierta con material traslucido, característica que se incrementó a partir del 23 de enero y hasta el término de las mediciones derivado del cambio de densidad del material, dicho material cubría el 17.27% de ventana con el que cuenta el espacio y que resulta menor a lo establecido en el RCDF.

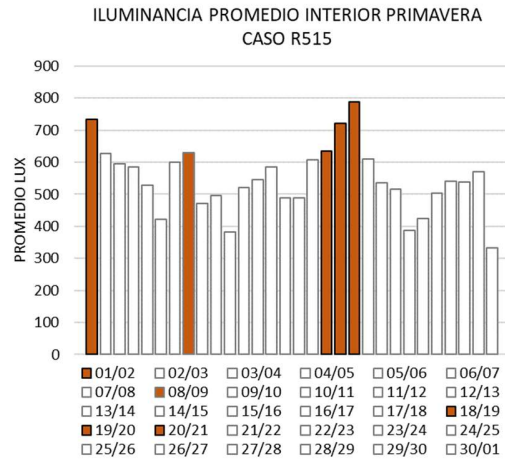
Conociendo las características de la fuente y control es natural concluir la poca correlación con las medidas exteriores, por lo que se determinó la elección de días no por la magnitud del recurso al exterior sino por las ganancias definitivas al interior.

Para la elección de días se realizaron promedios de los datos registrado entre las 8:00am y 6:00pm. Confinar la muestra de datos a este horario se debió a que aproximadamente a las 6.00pm y en ambos casos de estudio se encendían fuentes artificiales de luz, modificando las lecturas directamente relacionada con la autonomía lumínica.

Los promedios que se muestran en las gráficas de barras fueron relacionados con información contenida en los formatos para el registro de actividad brindados a los usuarios con la finalidad de asegurar que la fuente de iluminación fuera enteramente natural. En el caso R515 los días seleccionados no se vieron modificados por alteraciones a los sistemas de control (abrir y/o cerrar ventanas) o fuentes artificiales de iluminación durante el periodo de análisis, no por una restricción sino como parte de las actividades habituales de los ocupantes. Lo anterior propicio que los registros de iluminancia aumentaran o disminuyeran de manera gradual, comportamiento usual en un espacio cuya fuente de iluminación es natural.

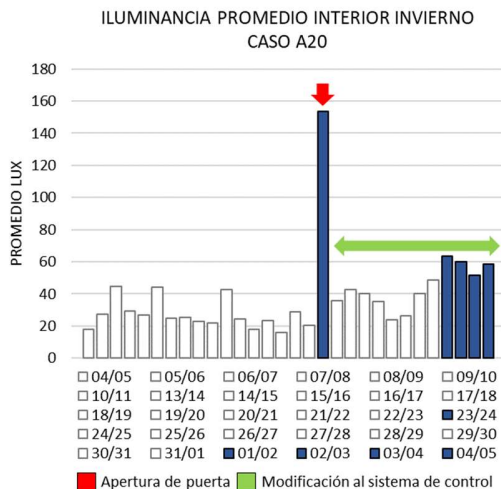


Gráfica 11 Iluminancia invierno CASO R515 (elaboración propia)

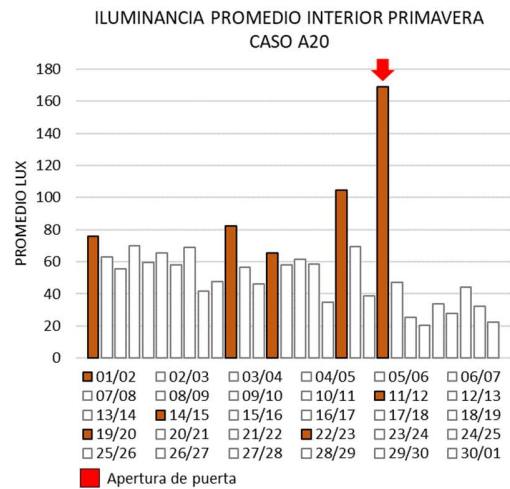


Gráfica 12 Iluminancia primavera CASO R515 (elaboración propia)

En el caso A20 el comportamiento lumínico relacionado a actividades modificadoras fue mayor. Se asentaron dos acciones que incrementaron la ganancia de iluminancia de manera relevante. La primera fue la apertura del acceso hacia una orientación sur, con ganancia solar directa en invierno e indirecta en primavera durante un periodo mayor a cinco horas, que en los gráficos se enmarcan en rojo. La segunda el cambio de cortina que provocó el incremento de las lecturas a partir del día 23/24 de enero y hasta el final de las mediciones en abril. Ambas actividades quedaron expuestas en el formato de registro de actividades, no obstante, el incremento y disminución de iluminancia de manera repentina supone actividades que no fueron declaradas por los usuarios, por lo que a juicio del investigador se realizó el recorte de datos atípicos (aumento o disminución repentina de iluminancia sin causa aparente) con la finalidad generar promedios que reflejarán un comportamiento normalizado durante los treinta días. Cabe mencionar que el proceso de recorte no superó los cuatro días ni un número mayor a cinco datos, esto permitió seleccionar los días con datos “normales”.



Gráfica 13 Iluminancia invierno CASO A20 (elaboración propia)



Gráfica 14 Iluminancia primavera CASO A20 (elaboración propia)

En ambos casos el resultado de las mediciones refleja el comportamiento habitual de los espacios, es decir, con las adaptaciones que realizan sus ocupantes de manera consciente e inconsciente con el objetivo de mantener el espacio en condiciones de uso óptimo de acuerdo con sus necesidades.

La lógica modificación a los registros por actividades de adaptación se contempló en el planteamiento del experimento. Se mencionan los modificadores de lecturas con la finalidad de entender la interacción que se lleva a cabo entre el recurso lumínico y los usuarios, utilizando como medio los diversos mecanismos de regulación con los que cuenta los ocupantes. Con esto se busca exponer las cualidades del espacio optimizados para la estancia y satisfacción de necesidades particulares.

Con el procesamiento de datos y las causas de tal comportamiento se realizó la elección para el análisis. Se seleccionaron diez días por caso, cinco por temporada que representaran mayores ganancias de iluminancia, estos bajo la premisa de exponer el mejor escenario provisto por el espacio. Los días para el caso R515 presentaron promedios de entre 600lux a 800lux registrando datos horarios máximos de hasta 1,931.5lux. Por su parte el caso A20 presento ganancias promedio de 50lux a 170lux y registro máximo de 875.1lux. La tabla inferior muestra los días de estudio que representaran el mejor escenario para la evaluación del ambiente lumínico en las temporadas de invierno y primavera.

DÍAS DE ESTUDIO (AMBIENTE LUMÍNICO)						
R515	INVIERNO	07/08	08/09	10/11	13/14	14/15
	PRIMAVERA	01/02	08/09	18/19	19/20	20/21
A20	INVIERNO	23/24	01/02	02/03	03/04	04/05
	PRIMAVERA	01/02	11/12	14/15	19/20	22/23

Tabla 5 Días de estudio FASE 2 (elaboración propia)

Proceso de medición

Las mediciones de la FASE 1 y FASE 2 comparten a grandes rasgos los procesos para la recolección de información objetiva y subjetiva del ambiente térmico y lumínico interior de la vivienda. No obstante, la diferencia de extensión generó escenarios distintos relacionados principalmente a la participación de los usuarios e investigador.

Los procedimientos y equipos implementados en ambas FASES estuvieron en función de las restricciones que los usuarios externaron previa participación. Se buscó elaborar procedimientos poco intrusivos y prácticos de implementar, donde la participación del usuario fuera limitada y estrictamente la necesaria, de igual forma se buscó que la permanencia del investigador, equipos y la modificación del espacio y/o sistemas de control fueran mínimos para que los participantes no perdieran tiempo de privacidad o control.

Equipos de medición

Los equipos de medición utilizados obedecieron a las mismas restricciones y la existencia en el Laboratorio de Sustentabilidad de la Unidad de Posgrado de la UNAM quien facilitó los siguientes equipos; HOBO Data Logger Marca Onset (ver ilustración 6) para medir temperatura de aire, humedad relativa e iluminancia y medio de almacenaje para datos generados por el TEL-7001 marca Onset contador de partículas de CO2 (ver ilustración 7) y la Sonda TMC1-HD marca Onset (ver ilustración 8) para temperatura media radiante. Cabe mencionar que la Sonda no fue diseñada para medir temperatura media radiante, sin embargo, en estudios de laboratorio ha registrado temperaturas similares a los termómetros de globo. Los tres equipos fueron calibrados de fábrica y previamente probados en Laboratorio de Sustentabilidad, por lo que su confiabilidad es alta.

El periodo de tiempo para la FASE 1 se diseñó con la finalidad de ocupar un solo día del propietario que permitiera recabar la información necesaria para cada etapa del análisis. Para la FASE 2 se replantearon las mediciones objetivas y subjetivas con la finalidad registrar datos generales de la vivienda y para que la participación del usuario fuese consciente y precisa sin la presencia del investigador.

En los siguientes apartados se detallan los procesos y medios por los que se recabó la información objetiva y subjetiva.

FASE 1 Medición instantánea

Escala objetiva

Una vez confirmada la participación y previa entrega de información y firma de carta compromiso, se procedió a agendar citas con los propietarios durante el mes de agosto. Dicha cita fue concertada según las ocupaciones de los participantes con la única restricción de que esta debía ser antes de las 7:00am y tener disposición de 30min. a 60min. con la finalidad de colocar equipos, reiterar objetivos y alcances de la investigación.

Como parte de la información recibida por los usuarios y antes de que ocurriese un segundo acercamiento se les hizo saber las condiciones en las que la medición se llevaría a cabo, condiciones que no eran obligatorias pero que a conveniencia de la investigación debían procurarse.



Ilustración 6 HOBO Data Logger
(<https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u12-012>)



Ilustración 7 TEL-7001
(<https://www.onsetcomp.com/products/sensors/tel-7001/>)



Ilustración 8 Sonda TMC1-HD
(<https://www.onsetcomp.com/products/sensors/tmcx-hd/>)

Las condiciones tienen la finalidad de reducir las variables relacionadas con los sistemas de control, determinantes en la interacción del interior y exterior, estas se conforman por una serie de pasos protocolarios que buscan restar importancia a las actividades de adaptación que el usuario realiza con frecuencia inconscientemente como abrir o descubrir ventanas además de asegurar que los casos de estudio permanecerán bajo condiciones similares durante la medición. Las actividades fueron:

- De preferencia dejar el departamento de 8:00am a 8:00pm.
- Las ventanas inmediatas a la Estancia/Comedor y Recámara principal debían permanecer totalmente descubiertas.
- Las ventanas de toda la vivienda debían permanecer cerradas.
- Las puertas inmediatas a la Estancia/Comedor y Recámara principal debían permanecer cerradas.
- La iluminación artificial en ambas habitaciones apagadas.

Las “restricciones” antes mencionadas fueron expuestas como recomendaciones, ideales de la medición y tomadas en cuenta para la definición de los casos de estudio, en este sentido, se buscó fueran departamentos utilizados por gente que por sus actividades de rutina tuviera que abandonar su vivienda el tiempo que las mediciones requerían. No obstante, la vivienda como propiedad y espacio de uso privado, satisface necesidades vitales que no se puede restringir, por tal motivo y como alternativa del uso imprescindible de algún equipo que pudiera modificar las lecturas, se les hizo entrega de un formato de Registro de Actividad. Dicho formato permitiría atribuir a determinada acción la modificación de una lectura. Este registro debía ser llenado por los habitantes que permanecieran en el departamento o en alguna de las habitaciones donde se llevaría a cabo la lectura, aunque evidentemente se instó a no permanecer en el lugar para obtener mediciones relativamente estables.

El registro de actividad enumera actividades recurrentes en la vivienda que pueden modificar los datos de humedad, temperatura, e iluminación tales como; comer, limpiar, dormir, platicar, cocinar, ducharse y otras. Además de enumerar los posibles modificadores de ambiente como; encender la estufa, la luz o la TV, abrir ventanas y otras que, a su consideración generaran calor, humedad o luz.

Una vez en la cita, se procedería a colocar los equipos configurados previamente para comenzar el registro a las 8:00am y se habilitarían los espacios (retirar cortinas, persianas y otras obstrucciones de las ventanas). Después de la colocación se entregarían instrucciones adicionales, responderían preguntas y se confirmaría la hora para el retiro de los equipos, posterior a las 8:00pm.

Para la recolección de datos se utilizaron 4 equipos HOBO Data Logger, 2 Sondas y 1 TEL-7001 configurados para realizar registros cada 5min. Los equipos fueron distribuidos en dos espacios, Recámara principal y Estancia/Comedor, ambos son considerados áreas habitables, es decir, que su uso y la permanencia de usuarios es recurrente y precisa condiciones adecuadas. En cada uno se colocó un HOBO y una Sonda que medirían; temperatura del aire, temperatura media radiante, humedad relativa e iluminancia. El equipo de la Estancia/Comedor además registraría el



Fotografía 1 F1 Interior CASO P89
(elaboración propia)



Fotografía 2 F1 Interior CASO G757
(elaboración propia)



Fotografía 3 F1 Interior CASO A20
(elaboración propia)

conteo de partículas de CO₂ con el TEL-7001 con el propósito de corroborar la llegada, salida o permanencia de los usuarios durante la medición.

Los equipos fueron colocados horizontalmente al centro de la habitación y sobre un pedestal a una altura de 1.40m. Esta altura está relacionada con la del adulto promedio (1.70) entre el pecho y parte superior de la cabeza simulando el área de respiración y una media entre el espacio de trabajo (0.90) y la altura del adulto promedio. La decisión con respecto a la altura se debió a que el mismo Data Logger se usaría para medir iluminancia. Esto se considera adecuado toda vez que se evalúa la autonomía que provee la iluminación natural y no la iluminancia requerida en un espacio de trabajo como lo es en ambientes interiores industriales o de oficina. Los dos HOBO's adicionales se colocaron al centro de la ventana inmediata a cada local con el fin de registrar la cantidad de iluminancia recibida durante las horas diurnas.

Los HOBO's fueron configurados para realizar registros a partir de las 8:00am y hasta el retiro y extracción de datos. Aunque se lograron registros posteriores a las 8:00pm se decidió prescindir de ellos, debido a que en ausencia de sol que determine la ganancia de radiación e iluminancia de la envolvente las variables que determinan el ambiente térmico y lumínico natural pierden efecto y son sustituidos por medios artificiales, estas acciones provocarían registros modificados a la llegada de los usuarios. Con la finalidad de reducir estas modificaciones y normalizar el tiempo de medición de los once departamentos se limitó el tiempo a 12hrs. de registro 8:00am-8:00pm.

El planteamiento del experimento que resulto en 12hrs. de medición busco generar el mayor número de información en el menor tiempo posible, con la intención de no entorpecer lo rutina diaria de los habitantes. Para lograr esto se llevaron a cabo una serie de pasos que requeriría dos horas de atención por parte del usuario. La primera a la llegada (7:00am-8:00am) para la colocación de equipos, habilitado de espacio e informes adicionales y la segunda (8:00pm-9:00pm) para la recolección de equipos, levantamiento gráfico, registro fotográfico y aplicación de encuesta.

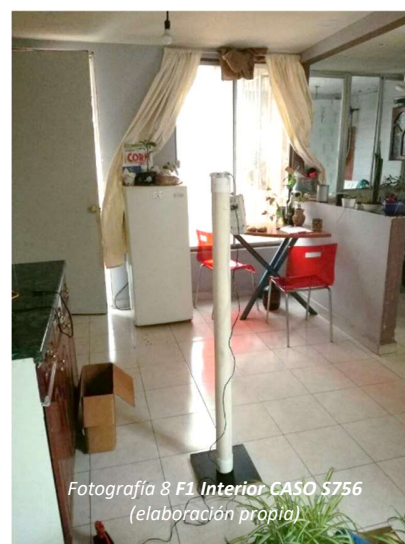
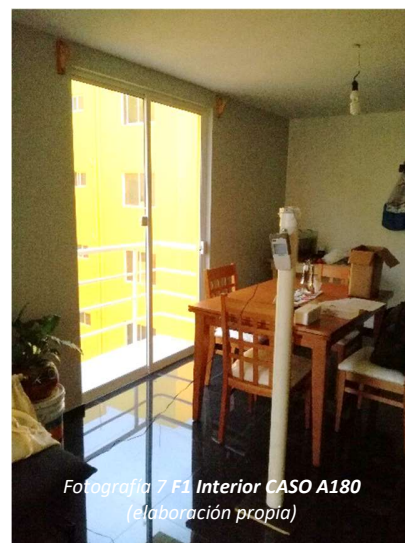
Escala Subjetiva

Al finalizar el día y a la llegada del investigador se procedía a realizar la evaluación de satisfacción con el instrumento de corte psicológico previamente validada y desarrollada por el Dr. Serafín J. Mercado como parte de las investigaciones encabezadas por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM en conjunto con INFONAVIT. Dicha herramienta es el resultado de años de investigaciones que aborda a la vivienda como un problema psicosocial de diseño, importante de resolver por la determinación de la calidad de vida de los sujetos que la habitan. El instrumento mide la satisfacción general por medio de la suma de valorizaciones a las diversas variables ambientales y espaciales que la determinan (Mercado Doménech S. , Ortega Andeane, Luna Lara , & Estrada Rodriguez , 1995).



Las variables que se evalúan son:

- **Habitabilidad:** Entendida como el grado en que la vivienda se ajusta a las expectativas, necesidades, patrones de vida y preferencia de la familia usuaria
- **Placer:** Nivel de agrado o desagrado que se siente en relación con el entorno de la vivienda.
- **Activación:** El grado de tensión emocional derivada de estimulación proveniente de la vivienda y de las actividades sociales de los moradores.
- **Control:** Referencia al manejo, apropiación, vigilancia y grado de privacidad que tienen los individuos, en relación con el espacio que define la vivienda.
- **Seguridad:** Relacionada a la percepción de seguridad que los individuos sienten dentro de su vivienda en cuanto a la posibilidad de robos y accidentes provocados por las instalaciones.
- **Operatividad:** Facilidad de desplazamiento, es decir, se enfoca a los aspectos sensorio-motrices que intervienen al contacto con la distribución espacial.
- **Privacidad:** La posibilidad de controlar el acceso de las personas y el poder realizar actividades sin ser molestado o vigilado.
- **Significatividad:** Se refiere a las cargas simbólicas que los individuos depositan en los espacios de su casa, así como los sentimientos de arraigo, identificación y posesión.
- **Funcionalidad:** Referente a la realización de actividades, donde la organización que se le dé al espacio, de acuerdo con su percepción, sea congruente con los movimientos que se tengan que hacer para la realización de las actividades.
- **Valores:** Esta escala está diseñada para medir los valores que la gente asocia a cada uno de los espacios que integra una casa.



COMPOSICIÓN DEL INSTRUMENTO			
VARIABLES	No. de Reactivos	Tipo de escala	Confiabilidad por mitades de Pearson
Habitabilidad	18	Diferencial Semántico	0.754
Placer	10	Diferencial Semántico	0.847
Activación	10	Diferencial Semántico	0.756
Control	10	Diferencial Semántico	0.808
Seguridad	14	Likert	0.621
Operatividad	17	Likert	0.724
Privacidad	21	Likert	0.630
Funcionalidad	24	Likert	0.750
Funcionalidad	66	Intervalo creciente de 1 a 10	0.621
Significatividad	18	Likert	0.780
Valores	70	Diferencial Semántico	0.858

Tabla 6 Instrumento "Habitabilidad en la vivienda"
(elaboración propia en base a Mercado Doménech, Ortega Andeane, Luna Lara, & Estrada Rodríguez, 1995)

El instrumento se compone de un cuestionario de 308 reactivos agrupados por variables en escala Likert, diferencial semántico, intervalo creciente y dicotomía con un coeficiente de confiabilidad por mitades de Pearson superior a 0.5. Este debía ser contestado por el propietario o cabeza de familia y tendría una duración de respuesta

aproximada de una hora. Cabe mencionar el descontento generalizado de los propietarios ante el instrumento y su extensión, esto resulta relevante ya puede sesgarse la información recabada.

El resultado ante la valorización de estas variables determinara el nivel de satisfacción que la vivienda es capaz de proveer. El mismo puede considerarse inversamente proporcional a la presencia de estresores, es decir, una baja valorización de satisfacción con respecto a la vivienda puede implicar la existencia de defectos o aspectos no gratos del ambiente físico o espacial que en ambos casos se traduciría en estrés ambiental y sus inherentes estragos orgánicos y psicológicos. Es pues que se busca a través de esta encuesta identificar el nivel de satisfacción con el fin de determinar la presencia de estresores e indagar una posible relación con el ambiente físico. Ambos objetivos con miras a generar rangos valorizados en la percepción de satisfacción que en su cumplimiento aseguren la ausencia de estresores ambientales.

FASE 2 Medición extendida

Escala Objetiva

Una vez autorizada la extensión de las mediciones en los departamentos R515 y A20 se realizaron cambios en el método de experimentación derivado principalmente a que los equipos permanecerían más tiempo y la participación de los usuarios sería más activa.

Con la finalidad de que los usuarios no perdieran autoridad en los espacios durante poco más de 80 días se eliminaron las restricciones a los sistemas de control y se les alentó a realizar las actividades del hogar con normalidad. Se busca con esto recabar información del espacio ocupado y modificado por las diversas actividades de adaptación que ejercen los propietarios.

Los principales cambios en el proceso de medición objetiva fue la exclusión de la Recamara principal como fuente de información, esto se debió a dos aspectos relevantes. El primero es que en la FASE 1 los equipos eran colocados al centro de la habitación, frecuentemente sobre la cama, algo que en la FASE 2 sugiere la manipulación de los equipos en las horas nocturnas, acción que provocaría molestias a los usuarios y ambigüedades derivadas de la ubicación y horarios de medición. La segunda y más importante fue que resultado del análisis de temperatura entre la Recamara y la Estancia/Comedor de la FASE 1, se confirmó que el comportamiento térmico de la vivienda no dista de manera importante de local a local a menos que la ventana tengan ganancias directas de radiación.

Lo anterior se confirmó en ejercicios de correlación entre los datos obtenidos de ambos espacios (Recamara vs Estancia/comedor) resultando una $R^2=0.81$, correlación fuerte si se toman en cuenta algunos datos atípicos relacionados con ganancias de radiación directa. Por tal razón el registro de la Estancia/Comedor se considera suficiente para describir el comportamiento térmico de toda la vivienda. Claramente esta afirmación es aplicable a casos con similares características espaciales.

La medida objetiva del factor lumínico en la Recamara se eliminó por completo, se enfocan los esfuerzos a recabar y analizar los datos generados solo en la Estancia/Comedor. Para la medida subjetiva la eliminación de datos de la Recamara



Fotografía 10 F2 Interior CASO R515
(elaboración propia)



Fotografía 11 F2 Interior CASO A20
(elaboración propia)



Fotografía 12 F2 Interior CASO R515
(elaboración propia)

no afectan ya que las herramientas utilizadas en ambas FASES miden el estado satisfacción hacia el ambiente lumínico y térmico general de la vivienda y no solo el de un local.

Para recabar información objetiva de la Estancia/Comedor se utilizaron 2 HOBO's y 2 Sondas TMC1-HD que registrarían; temperatura del aire, temperatura media radiante, humedad relativa e iluminancia. Ambas montadas sobre pedestales a 1.40m de altura y localizados a un tercio del tramo más largo y al centro del tramo más corto. Adicional a estos se colocó un HOBO que mediría iluminancia al centro de la ventana inmediata a la Estancia/Comedor.

Al igual que en la FASE 1 surgiría la necesidad de atribuir ciertos fenómenos ambientales a actividades intencionales. Por tal razón se integraron formatos basados en los registros de la FASE 1 donde se asentaron las actividades modificadoras más relevantes y tocantes a la regulación del recurso térmico y lumínico. Los registros en el caso A20 se enfocaron a cubrir y abrir ventana de la estancia/comedor, abrir ventana de cocina, abrir puerta de acceso y encender fuentes artificiales de luz. En el caso R515 únicamente se registraría el encendido de fuentes artificiales de luz y apertura de la ventana inmediata a la estancia/comedor. Las mencionadas actividades debían asentarse en una línea de tiempo de 24hr, este formato se diseñó con el propósito de ser adherido a los espacios próximos a los dispositivos y facilitar su llenado.

Escala Subjetiva

Al registro de actividades se sumó la valoración horaria que comprendía la medida subjetiva. Para la recolección de información de corte psicológico se utilizaron cinco reactivos de diferencial semántico agrupados en tres periodos de tiempo; mañana, tarde y noche, donde el usuario podría tachar sus actitudes con respecto al ambiente en determinado horario.

MAÑANA DE 6 A 12 HRS.					TARDE DE 13 A 19 HRS.					NOCHE DE 20 A 6 HRS.							
Calido	()	()	()	()	Frio	Calido	()	()	()	()	Frio	Calido	()	()	()	()	Frio
Confortable	()	()	()	()	No confortable	Confortable	()	()	()	()	No confortable	Confortable	()	()	()	()	No confortable
Clara	()	()	()	()	Sombria	Clara	()	()	()	()	Sombria	Clara	()	()	()	()	Sombria
Ventilada	()	()	()	()	Asfixiante	Ventilada	()	()	()	()	Asfixiante	Ventilada	()	()	()	()	Asfixiante
Luminosa	()	()	()	()	Apagada	Luminosa	()	()	()	()	Apagada	Luminosa	()	()	()	()	Apagada

Tabla 7 Instrumento "Satisfacción ambiental horaria" (elaboración propia)

Los reactivos fueron extractos de la herramienta de satisfacción utilizada en la FASE 1, tocantes a aspectos del ambiente térmico y lumínico que pudieran describir de manera general la percepción ante estos.

La forma de abordar la escala obedeció a la necesidad de generar métodos en exceso prácticos que motivaran la participación de los ocupantes, recordemos que esta forma de trabajo se realizó durante más de 80 días por lo que el rigor que aplicara el usuario sería significativo para la interpretación de datos.

Adicional a esto y ante contrastes relevantes entre la percepción y los registros en sitio, se cuestionó al usuario acerca de las actividades que realizaría ante 15 niveles de percepción térmica de neutral a insoportablemente caliente y de neutral a insoportablemente frío. Ambos ejercicios coadyuvaron al análisis y entendimiento de resultados desde el punto de vista sensorial.

CAPITULO V PROCESAMIENTO DE DATOS Y RESULTADOS

PROCESAMIENTO DE DATOS

- Ambiente térmico
- Ambiente lumínico
- Satisfacción de la vivienda

RESULTADOS

- FASE 1 Medición instantánea (12hrs. finales en verano)
- FASE 2 Medición extendida (30 días en invierno y 30 días en verano)
- Conclusiones generales
- Futuras líneas de investigación

PROCESAMIENTO DE DATOS

Ambiente Térmico

Como se ha comentado el ambiente térmico es definido por el estado de confort que percibe el usuario. Dicho estado es determinado por diversos factores ambientales y personales que se conjugan y repercuten en la satisfacción del usuario. El método Fanger reúne estas variables para simular el estado térmico del espacio. Actualmente este método es de los más utilizado por la iniciativa privada y pública para la evaluación del confort térmico. La misma Norma de ASHRAE contiene en su versión impresa un CD para obtener una evaluación de los sistemas de acondicionamiento mecánico basado en este método. Por su parte la herramienta digital en línea del Center for the Build Environment (CBE), CBE Thermal comfort tool presenta una opción viable y gratuita.

CBE es un centro de investigación enfocado a mejorar la calidad ambiental y la eficiencia energética de los edificios mediante el suministro de información imparcial sobre las tecnologías de construcción y las técnicas de diseño y operación. Los proyectos que dirigen se dividen en dos áreas; el primero es el desarrollo de tecnología para evaluar edificios en funcionamiento, midiendo las respuestas de los ocupantes a los estímulos que se les presenta en ambiente interiores y vinculándolos con mediciones físicas. El resultado de ambas escalas es la retroalimentación dirigida a quienes operan y diseñan oficinas. En segundo lugar, evalúan la viabilidad de nuevas ecotecnologías. Ambas áreas del programa están respaldadas por investigaciones sobre la fisiología humana, el flujo de aire interior, el rendimiento térmico de los sistemas de construcción y un amplio programa de encuestas a los ocupantes. CBE además participa activamente en Normas y guías para ASHRAE y USGBC con el fin de eliminar las barreras a las tecnologías de construcción eficaces y acelerar su implementación (CBE Center for the Build Environment, 2020).

La herramienta de CBE está elaborada con la finalidad de servir como evidencia para el cumplimiento de los puntos de referencia que marca ASHRAE Standart y la Norma Europea UNE-EN-15251.

La alimentación en la plataforma con los datos ambientales y personales dará como resultado la simulación del ambiente térmico y por consecuencia el cumplimiento o no del parámetro ASHRAE Standart 55, quien basado en el método Fanger establece como optimo un PMV (Predicted Mean Vote) de +0.5 a -0.5 y un PPD (Predicted Percentage Dissatisfied) <10%. Adicional al cumplimiento o no del punto de referencia se establece el SET que represan la temperatura efectiva, es decir, la temperatura que será percibida por un individuo hipotético derivado de la correlación de variables ambientales y personales (CBE Thermal Comfort tool, 2020).

Por lo anterior se plantea la utilización de la herramienta CBE para la estimación de confort. La plataforma será alimentada por los datos recabados en sitio; temperatura del aire, temperatura media radiante y humedad relativa, dichos registros conforman las variables ambientales junto con la velocidad del aire que, en ausencia de sistemas de acondicionamiento mecánico se mantiene en 0.0m/s de acuerdo con recomendaciones de ASHRAE. Por su parte las variables personales serán determinadas de acuerdo con la FASE de análisis.

Los datos ingresados en ambas FASES serán procesados para realizar estimaciones cada media hora con la finalidad de establecer un número de horas neutrales que facilite la comparación entre casos. La escala de tiempo es un parámetro propuesto en esta investigación con la finalidad de definir las horas hipotéticas que la vivienda permite en estado de confort. La escala temporal puede ser un parámetro discutible para la evaluación de este aspecto ya que los sistemas de acondicionamiento están diseñados para procurar dicho estado durante la totalidad de horas en funcionamiento. No obstante, recordemos que la vivienda multifamiliar en la Ciudad de México no cuenta con mencionados sistemas, por lo que las temperaturas neutrales estarán en función de los sistemas que componen la envolvente y la interacción con su contexto natural y artificial. Las horas de confort prevalecientes en el interior serán pues, en resumen, las que la configuración arquitectónica, el sistema de control y materiales de la envolvente sean capaces de proveer.

FASE 1 Medición instantánea

Las mediciones en esta etapa se realizaron con la finalidad de simular la ocupación de los habitantes y verificar si las condiciones del ambiente interior son adecuadas sin la modificación de los sistemas de control. Las variables personales como son Tasa Metabólica relacionada con la actividad y Nivel de arropamiento fueron propuestas a discreción fundamentados en la literatura, ambos valores para los diez casos se consideran constantes. Para la tasa metabólica se consideró 1.35met promedio de las actividades relacionadas al hogar y oficina. El nivel de arropamiento por su parte obedeció a la temporada en que se realizó la medición, por lo que se utilizó el valor de 0.5clo definida como una vestimenta típica de verano.

Las tablas resultantes se describirán y examinarán en la búsqueda de atribuir el comportamiento a las características de la envolvente. En ellas se representan las estimaciones de confort cada media hora y en cada espacio, así como su posición dentro de los rangos de temperaturas neutras, frías y cálidas.

Cabe mencionar que el rango se establece a partir de la relación entre variables ambientales y personales, en esta FASE se toman como constantes el ritmo metabólico nivel de arropamiento lo que genera que las variaciones en la estimación sean generadas particularmente por las variables ambientales. Adicional a lo anterior se marcan las oscilaciones de temperatura de aire al exterior tomadas del PEMBU y el promedio de las temperaturas de aire interior.

FASE 2 Medición extendida

En esta FASE se busca exponer el desempeño térmico de los casos R515 y A20 con ocupación real y la inherente adaptación a la que se sujetan. Dichas adaptaciones se diferencian entre sí por temporada, habilitando el espacio para contrarrestar las temperaturas exteriores en dos periodos. Las mediciones pues se llevaron a cabo durante invierno y primavera específicamente 30 días en el mes de enero y 30 días en el mes de abril que de acuerdo con Normales climatológicas locales son los meses en los que se presenta las temperaturas más bajas y altas del año respectivamente.

De los 30 días registrados se eligieron cinco por sus temperaturas exteriores “extremas” que, cabe recalcar fueron elegidos previo análisis de temperatura interiores y exteriores con el fin de asegurar la muestra con mayor impacto en el interior. Hecho esto, se decidió prescindir de los días previos a la temperatura máxima y mínima ya que las ganancias y pérdidas por conducción se manifiestan hasta después de

CASO R515			
Diario entre semana			
Hora	Actividad	ASHRAE Standard-55	met
6:00-6:30	Aseo y visto	De pie relajado	1.20
Ausencia			
9:00-9:30	Preparo alimentos y como	Cocinar	2.00
9:30-10:00	Lavo trastes	Limpieza de hogar	2.00
Ausencia			
16:00-19:00	Trabajo de oficina en casa	Leer/escribir typing	1.10
19:00-20:30	Limpieza del hogar	Limpieza de Hogar	2.00
20:30-21:00	Preparo alimentos	Cocinar	2.00
21:00-22:00	Ceno	Sentado quieto	1.00
22:00-23:00	Veo TV	Sentado quieto	1.00
23:00-24:00	Aseo y visto	De pie relajado	1.20
24:00-6:00	Dormir	Dormir	0.70
Diario de fin de semana			
Hora	Actividad	ASHRAE Standard-55	met
8:00-9:00	Aseo y visto	De pie relajado	1.20
9:00-9:30	Preparo alimentos	Cocinar	2.00
9:30-10:00	Desayuno	Sentado quieto	1.00
10:00-11:00	Limpieza del hogar	Limpieza de Hogar	2.00
Ausencia			
17:00-19:00	Trabajo de oficina en casa	Leer/escribir typing	1.10
19:00-19:30	Preparo alimentos	Cocinar	2.00
19:30-20:00	Ceno	Sentado quieto	1.00
20:00-23:00	Veo TV	Sentado quieto	1.00
23:00-24:00	Aseo y visto	De pie relajado	1.20
24:00-8:00	Dormir	Dormir	0.70

Tabla 8 Actividad metabólica CASO R515 (elaboración propia)

CASO A20			
Diario entre semana			
Hora	Actividad	ASHRAE Standard-55	met*
5:30-6:00	Limpieza del hogar	Limpieza de Hogar	2.00
6:00-6:30	Baño y visto	De pie relajado	1.20
6:30-7:00	Desayuno	Sentado quieto	1.00
Ausencia			
18:00-18:30	Preparar alimentos	Cocinar	2.00
18:30-19:00	Comer	Sentado quieto	1.00
19:00-20:00	Trabajar	Leer/escribir typing	1.10
20:00-22:00	Ver TV	Sentado quieto	1.00
22:00-23:00	Preparar alimentos	Cocinar	2.00
23:00-24:00	Cenar y conversar	Sentado quieto	1.00
24:00-5:30	Dormir	Dormir	0.70
Diario de fin de semana			
Hora	Actividad	ASHRAE Standard-55	met*
10:00-10:30	Higiene personal	De pie relajado	1.20
10:30-11:00	Preparar alimentos	Cocinar	2.00
11:00-11:30	Desayunar	Sentado quieto	1.00
11:30-12:00	Lavar trastes	Limpieza de Hogar	2.00
Ausencia			
16:00-17:00	Preparar alimentos	Cocinar	2.00
17:00-17:30	Comer	Sentado quieto	1.00
17:30-18:30	Limpieza del hogar	Limpieza de Hogar	2.00
18:30-21:00	Ver TV	Sentado quieto	1.00
21:00-22:00	Preparar alimentos	Cocinar	2.00
22:00-22:30	Cenar	Sentado quieto	1.00
22:30-23:00	Limpiar cocina, lavar trastes	Limpieza de Hogar	2.00
23:00-10:00	Dormir	Dormir	0.70

Tabla 9 Actividad metabólica CASO A20 (elaboración propia)

24hrs. en el interior. De esta forma la muestra se limita al día exterior e interior con temperaturas máximas y un día posterior que sigue la inercia de las temperaturas anteriores. Los días en cuestión resultaron ser los mismos para ambos casos.

Una vez recabada la información con respecto a las variables ambientales, se realizarían las estimaciones de confort con ligeros cambios en las variables personales. Las constantes para la estimación met. y clo. a diferencia de la FASE 1 no se basaron a un promedio metabólico de acciones relacionadas al hogar sino aun diario de actividades generado por los usuarios. Aunque es sabido que estas acciones no son constantes y difícilmente normalizadas el actual ritmo de vida sujeta a los usuarios a rutinas individuales que pueden describirse en un día normal entre semana y otro de fin de semana. Los resultados se detallan en las tablas 8 y 9.

Para la limpieza del hogar ASHRAE establece 3.4met. como constante de evaluación, no obstante, la plataforma digital de CBE no recomienda la utilización del método Fanger para actividades mayores a 2.00met. ya que implicarían la activación de termorreguladores más enérgicos como la sudoración, de tal forma que se establece para limpieza del hogar 2.00met. Para la estimación de las horas inactivas o ausencias del usuario se tomará el promedio de actividades de la FASE 1 (1.35met.) con el fin de simular actividades de bajo impacto.

Por su parte, la variable de nivel de arropamiento se ajustó de acuerdo con lo que establece ASHRAE como una vestimenta típica de invierno, esto es 1.0clo. y a falta de parámetro para primavera, una vestimenta típica de verano de 0.5clo. Esta distinción es determinante incluso más que los vínculos entre el resto de las variables ya que el nivel de arropamiento genera dos rangos de confort uno para invierno y otra para primavera.

Una vez procesados los datos, los resultados fueron expresados en cuatro gráficos por caso, dividido por temporada y diario de actividades. En estos se muestra la estimación de confort basado en la interacción de las variables ambientales y personales, la temperatura de aire interior modificada por las diversas actividades de adaptación que aplica el usuario para mantenerse en temperaturas adecuadas y la temperatura exterior representada a partir de los datos recabados en estaciones del PEMBU. Cabe señalar que tanto la temperatura de aire interior como las del exterior son idénticas en los gráficos de entre semana y fin semana de cada temporada y caso. Una vez realizados los gráficos se describirán las condiciones de temperatura de aire interior y exterior derivadas de las mediciones en sitio, así como los resultados de las estimaciones de confort, en este último, se abundará respecto a las actividades y no al nivel de arropamiento, ya que este se considera una constante de la temporada.

Parte del ejercicio es profundizar en las causas que generaron dicho desempeño. Este se desarrollará como un acercamiento superficial a las causas, atribuyendo el ambiente térmico únicamente a las características y atributos del sistema de control y orientaciones de los planos expuestos, información recabada durante la etapa de experimentación. Tal decisión se tomó con la finalidad de descartar el resto de las variables sin control que suponen una investigación de campo.

Por último, se realizará un acercamiento a la parte sensorial únicamente contrastando los resultados recabados de la percepción durante la mañana, tarde y noche de los días de medición y las actividades realizadas ante 15 niveles de percepción térmica. Ambos ejercicios tienen el objetivo de coadyuvar al entendimiento y posibles discrepancias entre el ambiente físico y el ambiente percibido.

Ambiente Lumínico

FASE 1 Medición instantánea

El análisis de datos para iluminación natural se inicia con el levantamiento gráfico, cuyo fin es documentar las características de cada departamento su distribución interna, localización en el conjunto y sistemas de control que ocupa para el acondicionamiento pasivo y si es que este cumple o no con lo que establece la Norma. Este último punto no tiene el objetivo de cuestionar la pertinencia del RCDF ya que la cantidad de casos e información recabada no permitirá generar una correlación concluyente y asegurar que el comportamiento térmico y lumínico es derivado de cumplimiento o incumplimiento de esta Norma. No obstante, el mismo establece porcentajes de vanos y aperturas que en su acatamiento supone desempeñarán una demanda de iluminación y ventilación natural mínima y óptima. En consecuencia, este parámetro puede establecerse como posible causa de los fenómenos ambientales interiores y coadyubar en la explicación de estos.

El siguiente paso es establecer rangos de comparación, puntos de partida que muestren que está bien y que está mal según el punto de referencia. Al no existir umbrales de confort e iluminación natural en la Norma, comparables a los datos recabados,

se busca confrontar con rangos equiparables que rijan la construcción de la vivienda de la CDMX y otras iniciativas internacionales que busquen objetivos semejantes. Resultado de la revisión de literatura, se determinaron cuatro rangos aplicables, algunos de ellos especificados para espacios y actividades de oficinas, pero homologables a la vivienda.

Del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, se plantea corroborar el cumplimiento del porcentaje de ventana tanto para iluminación como para ventilación 17.5% y 5% respectivamente en relación con el área habitable.

Las Normas y códigos a lo largo del mundo distinguen distintos estándares de iluminancia de acuerdo con la tarea visual e incluso edad del usuario, estos se enfocan al nivel de visibilidad necesario para realizar una tarea específica y cuyo flujo debe ser constante, lógicamente las especificaciones de este tipo se refieren a fuentes de iluminación artificial.

El RCDF establece además de los porcentajes de ventana y ventilación la cantidad de iluminancia necesaria para espacios específicos. Para vivienda unifamiliar y plurifamiliar particularmente circulaciones verticales y horizontales se establece un mínimo de 50lx. De los requerimientos mínimos para edificios administrativos, bancos, casas de bolsa, casas de cambio y oficinas públicas o privadas se establece un mínimo de 100lx a 500lx dependiendo el detalle del trabajo. Por su parte la Norma NOM-025-STPS-2008 de La Secretaría del trabajo y Previsión social establece un mínimo de 300lx para talleres, áreas de empaque, ensamble, aulas y oficinas (Arnal Simón & Betancourt Suárez, 2005) (Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020).

Los parámetros tocantes a la iluminancia necesaria para realizar una actividad distan de los objetivos de la presente investigación, que se reitera, busca mejorar las condiciones de habitabilidad primordial relacionadas con la salud y no solo con las necesidades visuales que hagan un espacio operativo. No obstante, al no existir parámetros nacionales tocantes a iluminación natural y muchos menos enfocados a la vivienda, se decidió trabajar con los parámetros ya mencionados, con el propósito de agotar las Normas y reglamentos nacionales transferibles a la vivienda.

En otras instancias se pone énfasis en la cantidad de iluminación natural como determinante de salud. Este el caso de Chartered Institution of Building Service Engineer (CIBSE), este organismo es una autoridad en estándares para la construcción y servicios de ingeniería, publica códigos internacionalmente reconocidos y autorizados, en estos se plasman criterios para mejoras en la profesión además de ser pionera en implementar y documentar estrategias contra el cambio climático. Este organismo establece el factor de luz de día adecuado dependiendo el uso. Para la vivienda establece un 1.5% en locales de usos múltiples y 2% en cocinas. (CIBSE The Chartered Institution of Building Services Engineers, 1999).

De la certificación The Well Building Standard se extrae uno de los requisitos relacionados a la exposición solar óptima "modelado de luz de día". Este valoriza la salud de los ocupantes, no solo como una necesidad visual o riesgo de trabajo, sino como componente en la alineación del ritmo circadiano desencadenante de diversos procesos fisiológicos. Además, busca reducir la dependencia de electricidad e incrementar la autonomía lumínica, sin causar deslumbramiento y contraste visual no deseado. El punto de referencia establece que el espacio habitable debe lograr una autonomía de luz diurna espacial para al menos el 55% del espacio ocupado habitualmente, es decir, al menos el 55% del espacio recibirá mínimo 300lx de luz solar durante al menos el 50% de las horas de funcionamiento cada año. El mismo requisito establece que, no más del 10% del área puede recibir más de 1,000lux por 250 horas cada año. Relevando este estándar a la vivienda se plantea el cumplimiento de 300lx promedio durante por lo menos 4 horas, media de tiempo laborable en espacios de oficinas (The WELL Building Standard, Delos Living LLC, 2017).

En resumen, se plantea el cotejo con los siguientes rangos:

- Reglamento de Construcción para el Distrito Federal (RCDF) uso habitacional 50lx
- RCDF uso de oficinas mínimo 100lx
- Norma mexicana NOM-025-STPS-2008 uso de oficina mínimo de 300lx
- Chartered Institution of Building Service Engineer CIBSE uso habitacional, locales de usos múltiples 1.5%FLD

$$\text{Factor de luz de día en el punto } P(\%) = \frac{\text{Iluminación en el punto } P \text{ (lx)}}{\text{Iluminación producida por la bóveda celeste (lx)}} \times 100$$

- The Well Building Standard (WELL) mínimo 300lx y máximo de 1000lx.

Estos deberán mantenerse en por lo menos cuatro horas intermitentes o continuas.

El procesamiento de datos busca generar en primer lugar, una serie de gráficos que permitan exponer el comportamiento lumínico interior y su comparación con los rangos elegidos a discreción. La segunda parte es determinar la capacidad que tiene la vivienda de mantener estos rangos utilizando una escala temporal. Ambos objetivos tienen la intención de generar un marco que permita identificar los atributos o defectos de la envolvente y los sistemas de control.

FASE 2 Medición extendida

Adicional a lo anterior los resultados de los gráficos se contrastarán con la valoración horaria del usuario durante los días de estudio y las actividades que realizaría antes 15 estímulos lumínicos.

Satisfacción de la Vivienda

FASE 1 Medición instantánea

Una vez recabada la información subjetiva se realizó el procesamiento de datos en el Software IBM SPSS Statistics Versión 24. En primera instancia se generó una base datos con los reactivos, agrupados por variable y la respuesta del usuario a dicho reactivo. Hecho lo anterior, se diferenciaron las escalas ordinales y nominales. Se recodifico la escala para hacer coincidir la valoración positiva y negativa, es decir, los reactivos donde la valoración máxima negativa era 5 se cambió a 1, esto se aplicó a contados reactivos con la finalidad de que todas las valoraciones positivas máximas fueran 5 y todas las negativas máximas fueran 1 modificando así las valoraciones intermedias.

Una vez recodificado se calculó cada variable. Básicamente se genera la media aritmética de los valores asentados en cada reactivo que compone la variable, es pues que se genera un valor sensible de comparación por caso y por variable. Para finalizar se genera el cálculo de Satisfacción total utilizando las medias aritméticas antes calculadas.

FASE 2 Medición extendida

En esta fase la cantidad de datos de corte psicológico no permiten algún ejercicio estadístico que permita una correlación entre la escala objetiva y subjetiva.

RESULTADOS

Para comenzar el análisis de resultados es preciso retomar los objetivos planteados al inicio del documento. Ambas fases se guiaron bajo el objetivo general de *“exponer y analizar las cualidades de la vivienda de interés social multifamiliar con respecto al ambiente térmico y lumínico y su relación con la satisfacción ambiental...”*. Este se alcanzó parcialmente en la FASE 1 ya que no puede generalizarse las condiciones de la vivienda tomando en cuenta una medición instantánea. No obstante, en la FASE 2, se puede asegurar que las características deficientes u óptimas que presentaron los casos de estudio son generalizables al resto del año debido a que los datos recabados fueron derivados de una muestra significativa de la temporada con mayor y menor ganancia térmica y en condiciones de uso normal.

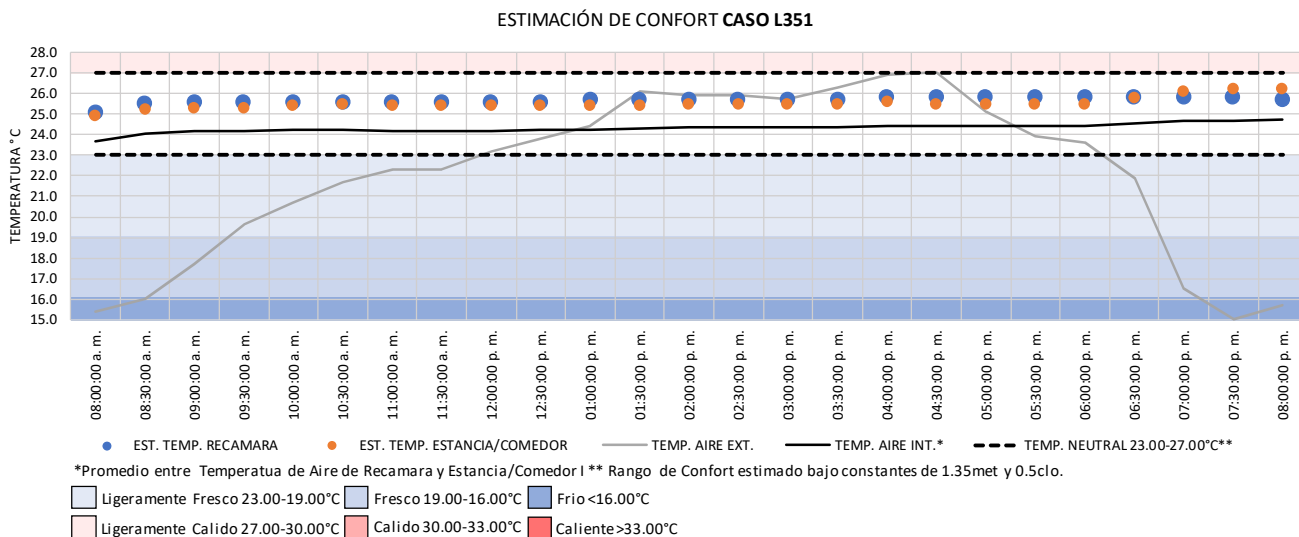
Para alcanzar el objetivo general fue necesario establecer objetivos primarios. El primero de ellos fue *“indagar sobre las posibles fuentes que desencadenan variados fenómenos ambientales positivos y negativos al interior de la vivienda”*. Se ahondará en cada caso y en ambas FASES respecto a las causas del desempeño térmico y lumínico registrado y estimado. Para lograr optimizar los datos y generar hipótesis fundamentadas se llevarán a cabo comparativas entre casos en la búsqueda de coincidencias. El segundo objetivo *“vislumbrar las posibles coincidencias entre la medida subjetiva y la medida física, ...”* se cumplirá en la FASE 1 ya que es en esta donde se recabaron los datos suficientes para el análisis estadístico ANOVA unifactorial.

FASE 1 Medición Instantánea

Caso L351

El caso de estudio se localiza en un segundo nivel y bajo dos entrepisos. La Recamara cuenta con una ventana que representa 15.77% de la habitación hacia cubo de iluminación con orientación norte. Por su parte la Estancia/Comedor cuenta con una ventana 13.79% hacia cubo de iluminación con orientación norte. Ambos sistemas están por debajo del porcentaje que establece el RCDF.

Ambiente térmico



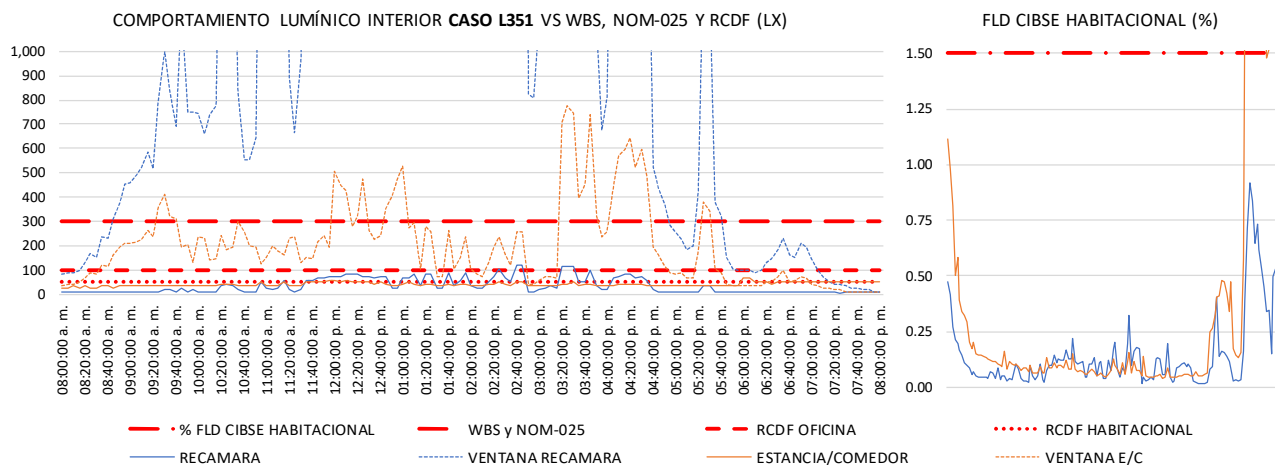
Gráfica 15 F1 Desempeño térmico CASO L351 (elaboración propia)

Se observa en la gráfica que las oscilaciones de temperatura de aire al interior oscilan entre los 23°C y 25°C. Las estimaciones de confort muestran oscilaciones menores a 2°C manteniendo temperaturas neutras de entre 25°C y 27°C en el transcurso de 12hrs. esto a pesar de que la temperatura del aire al exterior oscila entre 15°C y 27°C, teniendo un gradiente de 12°C a lo largo del día. Dicho desempeño se puede explicar por la falta interacción entre el ambiente interior y exterior.

El departamento en cuestión comparte muros o juntas constructivas lo que implica que las ganancias o pérdidas estarán relacionadas al comportamiento térmico de otros espacios, ajenos al departamento en cuestión, tal interacción será mínima debido a los volúmenes e inercia térmica de los mismos. Los pocos planos expuestos están dirigidos a cubos de iluminación lo que limita ganancias por radiación directa.

En ambos espacios los cubos están cubiertos por material traslucido lo que provoca el ingreso de iluminancia de manera difusa e impide ganancias directas tanto en el sistema de control como en las superficies de la envolvente. El cubo descubierto al que se dirige un tercer plano colinda con espacios de servicio propios del departamento los cuales según la trayectoria solar tuvieron ganancias directas de manera intermitente, no obstante, insuficientes para modificar el gradiente de manera importante en los espacios habitables. En suma, a pesar de la mínima ganancia solar el espacio es capaz de conservar temperatura de aire y estimación de confort dentro de un rango neutro, en este sentido la poca interacción entre el medio ambiente interior y exterior es benéfico en las horas diurnas ya que no permite oscilaciones fuera del rango de confort.

Ambiente lumínico



Gráfica 16 F1 Desempeño lumínico CASO L351 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMÍNICO L351						Promedio Exterior: 41,691.96lx			Registro: 8/19/2017		
Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)					GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL		
	RCDF Hab.	RCDF Of.	WBS y NOM	Max WBS	CIBSE Hab.	Min.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *
	50lx -1,000lx	100lx -1,000lx	300lx -1,000lx	<1,000lx	FLD 1.5%						
Centro Recamara	3.75	0.50	0.00	0.00	0.25	4.31	122.71	0.927	15.77	Norte	Cubo
V. Recamara	5.67	4.67	2.92	5.67		11.84	4,261.46				
Centro Estancia/Comedor	3.67	0.00	0.00	0.00	1.50	27.99	66.74	0.000	13.79	Norte	Cubo
V. Estancia/Comedor	10.00	7.83	2.42	0.00		11.84	776.08				

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un solidos a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación

Tabla 10 Desempeño lumínico CASO L351 (elaboración propia)

Respecto al factor lumínico la Recamara registro al centro de la ventana datos capaces de mantener los primeros dos rangos propuestos, por 5.67hrs. 50lx, 4.67hrs. 100lx y 2.92hrs. 300lx. Entre los datos registrados se encuentran ganancias lumínicas superiores 1,000lx por 5.67hrs. Al centro de la habitación los datos constatan la capacidad de mantener por 3.75hrs. el rango mínimo de 50lx y por 0.50hrs, 100lx ambos deficientes en comparación con el estándar mínimo establecido. En este espacio las lecturas mínimas al centro del espacio fueron de 4.31lx y una máxima de 122.71lx.

Con respecto a la Estancia Comedor las lecturas al centro de la ventana permiten mantener por 10hrs. el primer rango, 7hrs. el segundo y 2.42hrs el tercero. En la ventana ninguno de estos registros sobrepasa los 1,000lx. Al centro de la habitación el único rango que se mantiene por 3.67hrs. es el primero de 50lx. en el mismo sitio el registro mínimo fue de 27.99lx y el máximo de 66.74lx.

En ambos espacios los valores de las mediciones al centro no permiten alcázar y mantener constante o intermitente cuatro horas en cualquiera de los rangos. Si bien las ganancias en las ventanas son suficientes, el sistema de control no asegura el aprovechamiento del recurso al centro del espacio.

La causa de tal comportamiento nos refiere mayormente a la fuente, en ambos casos es a través de un cubo de iluminación con cubierta traslucida, en el caso de la Recamara con una superficie menos opaca lo que incrementa la intensidad y valor R² (0.927) entre centro y ventana. Los dos sistemas de control tienen en primera instancia ganancias difusas y de baja intensidad que se ven después disminuidas por las obstrucciones que provoca los planos verticales que componen los cubos de iluminación. El resultado son ganancias mínimas al centro de la ventana incapaces brindar autonomía lumínica al centro del espacio.

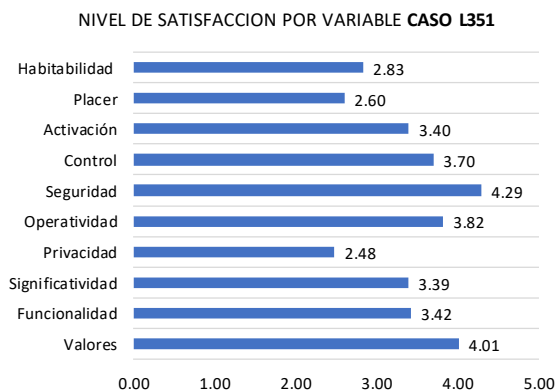
Con respecto al FLD ambos espacios son incapaces de aprovechar el componente lumínico del exterior, mismos que presento un promedio 41,691lux. Esto significa que a pesar de la existencia del recurso el espacio interior es incapaz de aprovecharlo. En resumen, en comparación con cualquiera de los rangos el espacio interior resulta deficiente e incapaz generar un espacio operable sin necesidad de fuentes eléctricas.

Nivel de satisfacción

El usuario encuestado es un individuo femenino de 36 años con 1 año de habitar la vivienda. El inmueble es propio y la habita una sola persona.

El valor más bajo corresponde a la privacidad con 2.48 puntos seguido de Placer y Habitabilidad con 2.60 y 2.83 respectivamente, las variables de Significancia, Funcionalidad, Control y Activación se encuentran entre 3.39 y 3.82. Los valores más altos son los correspondientes a Valores con 4.01 y Seguridad 4.29.

El nivel de Satisfacción total obtuvo una valoración de 3.39 en una escala de cinco lo que ubica al caso de estudio dentro del GRUPO 2 con nivel de satisfacción menor a 3.92.



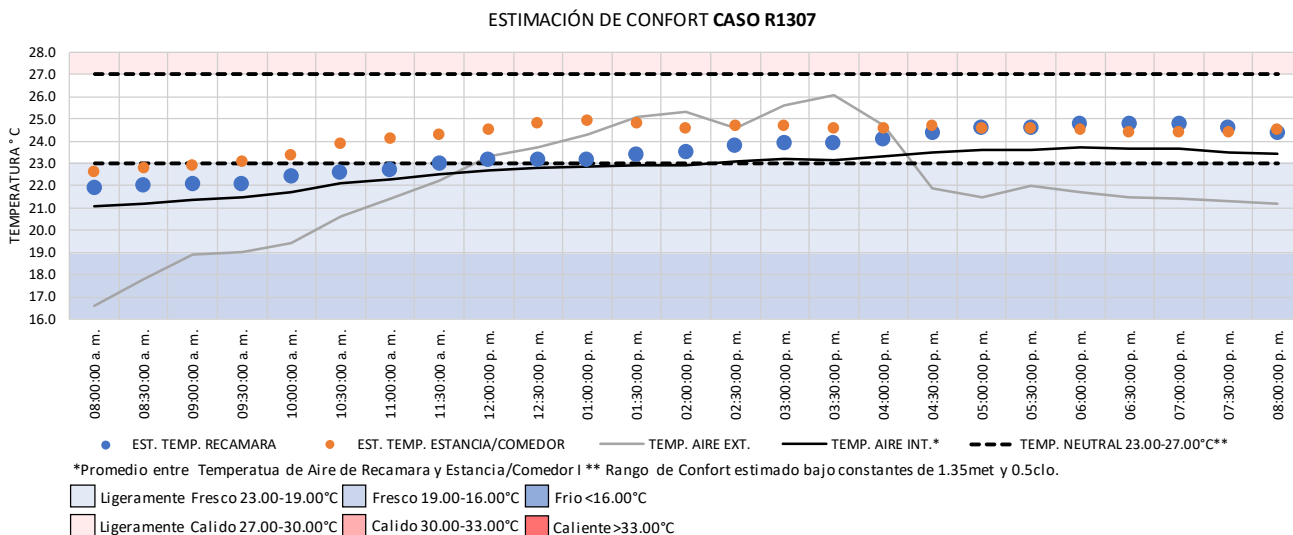
Gráfica 17 Nivel de Satisfacción L351 (elaboración propia)

Caso R1307

El caso R1307 se localiza en un tercer nivel y bajo dos entrepisos. Cuenta con colindancia en solo una de las caras que componen la envolvente, el resto son planos expuestos hacia fachadas interiores, es decir, con planos verticales a una distancia superior a ocho metros. Esto es relevante ya que implica ganancias por radiación directa o reflejada en prácticamente todos los muros perimetrales.

Con respecto al sistema de control, la Recamara cuenta con una ventana 21.15% superior al mínimo permitido por el RCDF con orientación norte hacia fachada interior. La Estancia/Comedor por otro lado cuenta con una ventana de 17.76% al centro del espacio, poco mayor a lo establecido en el RCDF con orientación sur y fuente hacia fachada exterior.

Ambiente térmico



Gráfica 18 F1 Desempeño térmico CASO R1307 (elaboración propia)

Las gráficas muestran oscilaciones en la temperatura de aire superiores a 3°C yendo de los 21°C hasta los 24°C. alcanzando temperaturas neutras hasta la segunda mitad de la medición. Realizando la estimación de confort es posible incrementar el número de horas que el espacio y las variables personales puede mantener en temperaturas neutras.

A pesar de tener diferentes orientaciones la temperatura entre un local y otro no sobrepasa 1°C esto se atribuye a que el ambiente térmico no es determinado solo por la ganancia de radiación directa definido por la orientación y fuente de la ventana. El departamento en cuestión tiene tres de los cuatro planos verticales que componen la envolvente expuestos a radiación directa e indirecta, propiciando ganancias y pérdidas por conducción. Es pues que a la ganancia solar directa de la

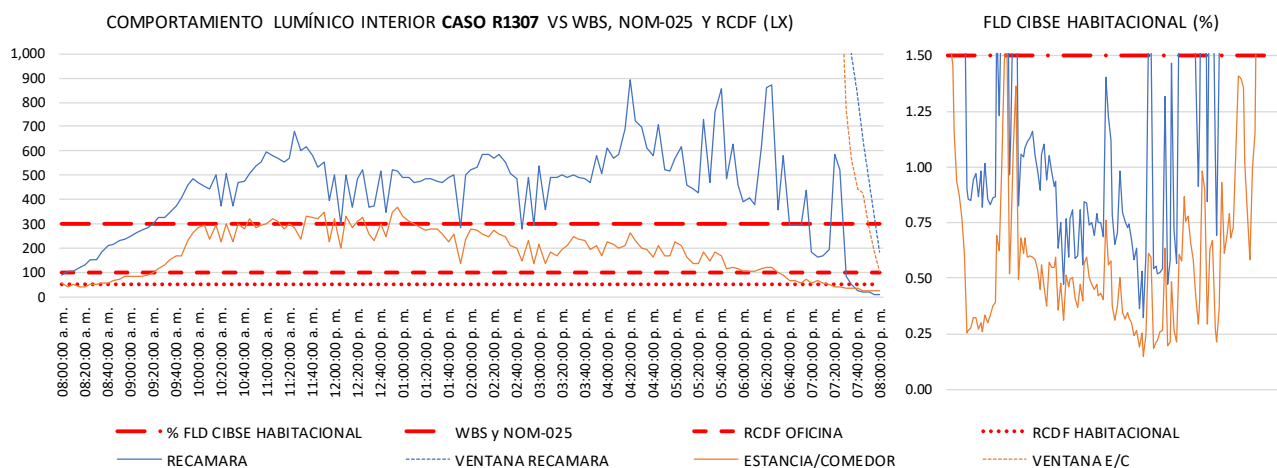
Estancia/Comedor y la indirecta de la Recamara se suma a la inercia térmica de muros orientados al sur, este y norte generando una temperatura relativamente uniforme.

La distinción de las estimaciones de confort entre la Recamara y Estancia/Comedor son en primera instancia atribuibles a la ganancia directa de las 7:00am hasta pasadas las 2:00pm, esté argumento concuerda con la trayectoria solar y lo observado en la gráfica, un incremento paulatino de las estimaciones de confort desde el inicio de la medición hasta las 2:30pm. No obstante, este hecho podría verse modificado debido a un sesgo en la medición causado por la permanencia de los usuarios y realización de actividades registradas como; comer, ver TV y tareas de oficina realizadas en la Estancia/Comedor. Ambos aspectos, generaron el ambiente general de 1°C.

A partir de las cuatro de la tarde se comenzarían a dar pérdidas en la Estancia/Comedor causado por el área de ventana, 20m² de superficie expuesta con poca inercia térmica propiciaría el enfriamiento con mayor rapidez que en la Recamara, misma que gracias a la energía almacenada y ganancias directas de la segunda mitad del día mantiene una temperatura poco mayor.

En general se observa una interacción relevante entre el interior y exterior ya que se observan un incremento gradual de temperatura definido por ambiente exterior y las características de la envolvente.

Ambiente lumínico



Gráfica 19 F1 Desempeño lumínico CASO R1307 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMÍNICO R1307					Promedio Exterior: 41,685.25lx			Registro 8/20/2017			
Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)				GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL			
	RCDF Hab. 50lx-1,000lx	RCDF Of. 100lx-1,000lx	WBS y NOM 300lx-1,000lx	Max WBS <1,000lx	CIBSE Hab. FLD 1.5%	Min.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *
Centro Recamara	11.67	11.42	9.33	0.00	4.67	11.84	894.49	0.653	21.15	Norte	F.Ext.
V. Recamara	0.50	0.50	0.42	11.58		185.14	19,335.34				
Centro Estancia/Comedor	11.08	9.08	1.75	0.00	1.42	27.99	367.05	0.505	15.78	Sur	F.Ext.
V. Estancia/Comedor	0.58	0.58	0.33	11.50		106.56	32,280.10				

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un sólido a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un sólido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación Indica cumplimiento del parámetro

Tabla 11 Desempeño lumínico CASO R1307 (elaboración propia)

La Recamara presenta registros de iluminancia al centro de la ventana mínimos de 185.14lx y máximo de 19,335.34lx, tal recurso resulta excesivo según los parámetros óptimos, es decir, la ventana tiene ganancias superiores a los 1,000lx sostenidos por 11.58hrs. y tan solo 0.50hrs. en el primer y segundo estándar y 0.42hrs. en el tercero de 300lx a 1,000lx. tal comportamiento implicaría deslumbramientos. Al centro del espacio la ganancia en la ventana resulta benéfica ya que pierde intensidad y presenta lecturas sostenidas dentro de los rangos 11.67hrs. 50lx, 11.45hrs. 100lx y 9.33hrs. 100lx. En conclusión, el espacio es capaz de proveer autonomía lumínica prácticamente todas las horas diurnas.

Respecto a la Estancia/Comedor la ventana presenta oscilaciones entre 106.56lx y 32,280.10lx 11.50hrs. por encima del rango permitido. Las lecturas al centro del espacio oscilan entre 27.99lx y los 367.05lx tales registros son capaces de mantener 11.08hrs. 50lx, 9.08hrs. 100lx y 1.75hrs. 300lx. los primeros dos dentro del parámetro óptimo.

Respecto al FLD la Recamara es capaz de mantener 4.67hrs. el 1.5% mientras que la Estancia/Comedor solo 1.42% insuficiente para mantener el rango.

En ambos espacios la fuente y el recurso que capta la ventana pueden considerarse idóneos para solventar cualquiera de los parámetros propuestos al centro del espacio.

Es de resaltar que, pese a las diferencias de ambos espacios los registros muestran lecturas con similares crestas y valles, pero con diferente intensidad. Esto se debe a la nubosidad, recordemos que, durante agosto mediados de verano se presentan lluvias lo que provoca cielos parcialmente nublados o nublados generando una fuente de luz difusa e intermitente. El impacto en los planos receptores son oscilaciones similares independientes de la orientación con diferencias en la intensidad.

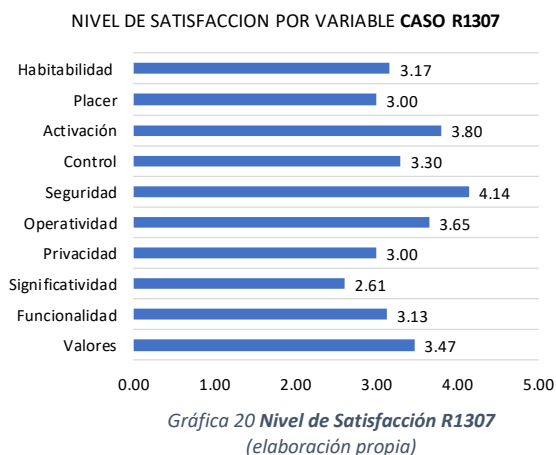
Otro aspecto relevante tocante a la Estancia/Comedor es que, pese a las altas lecturas al centro de la ventana y el alto porcentaje de vano, el centro del espacio tiene registros menores que la Recamara con menor porcentaje, incluso en periodos donde la ganancia en la ventana es directa y muy superior a los de la Recamara. Tal comportamiento se debe a la posición del sol en esta temporada su arribo es casi perpendicular y ligeramente inclinado al sur lo que provoca que la ganancia en el plano vertical sea sustancial, la ligera inclinación al sur ilumina intensamente la porción horizontal inmediata a la ventana y deja el resto de la habitación en la penumbra o iluminada por fuentes difusas y reflejadas. Si bien tal comportamiento disminuye la intensidad de la iluminación resulta suficiente para mantener el rango al centro del espacio.

Nivel de satisfacción

El usuario encuestado es un individuo masculino de 32 años con 3 año de habitar la vivienda. El inmueble es propio y la habita una sola persona.

El valor más bajo corresponde a la Significatividad con 2.61 puntos seguido de la Privacidad y Placer con 3.00. Valores, Funcionalidad, Operatividad, Control y Habitabilidad se encuentran entre los 3.13 y los 3.65. Las variables con mayor puntaje son Activación y Seguridad con 3.80 y 4.14 respectivamente.

El nivel de Satisfacción total obtuvo una valoración de 3.33 en una escala de cinco lo que ubica al caso de estudio dentro del GRUPO 2 con nivel de satisfacción menor a 3.92.



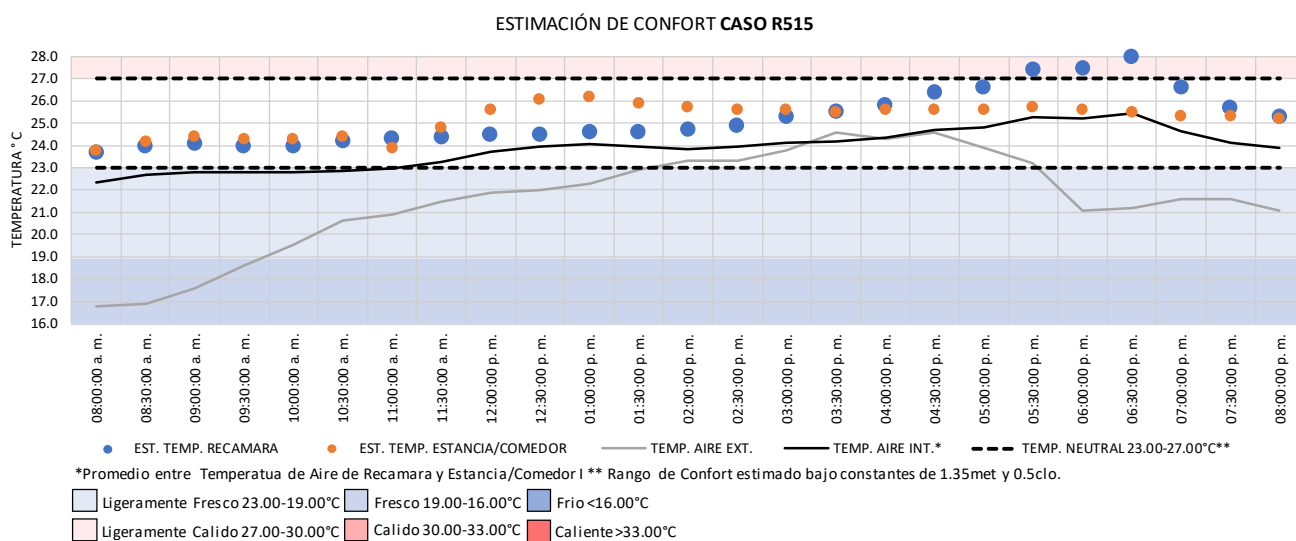
Caso R515

El caso R515 se ubica en un tercer nivel y bajo dos entrepisos, los muros perimetrales se componen de tres planos expuestos y uno colindante. Los sistemas de control de la Recamara y Estancia/Comedor superan el área mínima establecida en el RCDF, esto es 36.43% y 22.29% respectivamente. La Recamara cuenta con orientación oeste hacia una fachada exterior, la Estancia/Comedor cuenta con orientación este hacia un cubo de iluminación de tres fronteras.

Ambiente térmico

En este caso la interacción con el exterior es más activa, debido al área de vano, orientaciones de los espacios, y características de la envolvente. Se puede observar que la temperatura del aire promedio al interior se incrementa paulatinamente de los 22.4°C a los 25.5°C durante prácticamente todo el día y disminuye a la puesta de sol.

En lo particular, las estimaciones de confort en la Estancia/Comedor exponen incrementos importantes originados por el acceso franco de radiación de la 11:00am a las 2:00pm cuando deja de recibir. Tal ganancia se suma a la recibida por conducción permitiendo la permanencia de 12hrs. dentro de temperaturas neutras con gradiente de 2.4°C.



Gráfica 21 F1 Desempeño térmico CASO R515 (elaboración propia)

En lo particular, las estimaciones de confort en la Estancia/Comedor exponen incrementos importantes originados por el acceso franco de radiación de la 11:00am a las 2:00pm cuando deja de recibir. Tal ganancia se suma a la recibida por conducción permitiendo la permanencia de 12hrs. dentro de temperaturas neutras con gradiente de 2.4°C.

Es importante mencionar la particularidad y utilidad del cubo de iluminación, ya que este no cuenta con cuatro fronteras sino tres permitiendo ganancias térmicas y lumínicas directas e indirectas. Además, la trayectoria solar en esta temporada es casi perpendicular al plano horizontal lo que evita las obstrucciones de los planos verticales que componen el cubo.

Respecto a la Recamara la temperatura al inicio de la medición y hasta las 4:00pm. es determinada por la conducción que permiten los muros perimetrales de los espacios colindantes. Es hasta la segunda mitad de la medición que siguiendo la trayectoria solar se tienen ganancias directas mismas que incrementa las estimaciones hasta 28°C. A la puesta de sol las temperaturas bajan precipitadamente debido al alto porcentaje de ventana y baja inercia térmica de los materiales que la componen. En resumen, el espacio presenta oscilaciones de entre 23.3°C a 28°C lo que se traduce en 10hrs. dentro del rango de confort.

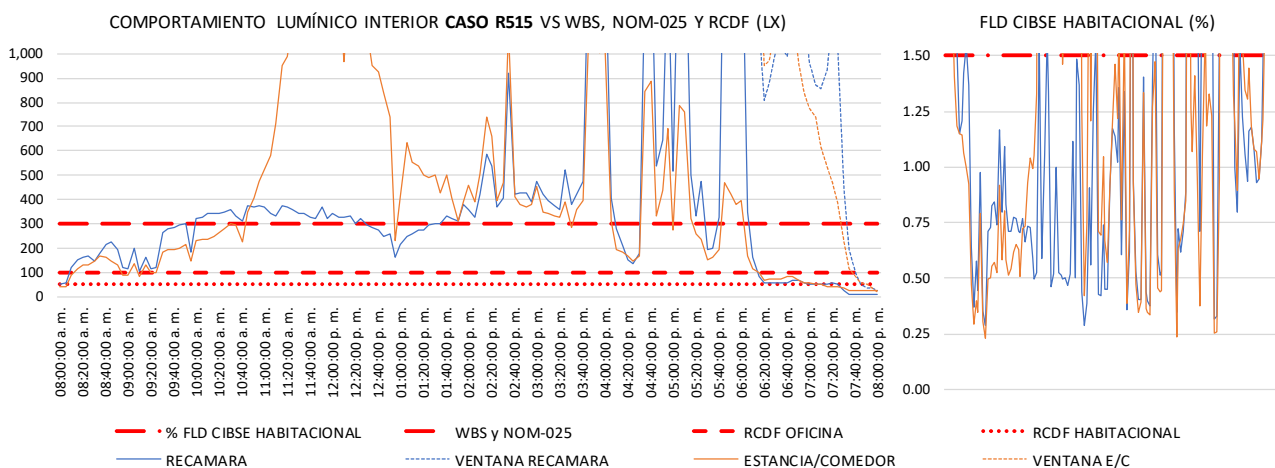
En resumen, si bien las características del sistema de control determinan las variaciones de temperatura más importantes, la interacción entre espacios y la de la propia envolvente con el exterior conforman el desempeño térmico general de la vivienda.

Ambiente lumínico

Respecto al ambiente lumínico la ganancia general cumple con los parámetros óptimos. Tan solo unos pocos datos evitan la permanencia en el rango debido a deslumbramientos por lecturas superiores a los 1,000lx.

Particularmente la Recamara registro datos en la ventana superiores a 1,000lx por 10.92hrs. mostro lecturas mínimas de 27.99lx hasta 13,359.18lx ganancias excesivas que no permiten una hora dentro de rangos óptimo. El centro del espacio por otro lado presento lecturas mínimas de 11.84lx y máximas de 1,762.06lx que se traduce en 10.42hrs. en 50lx, 9.00hrs. en 100lx, y 5.58hrs. en 300lx todos con rangos menores a 1,000lx. De los registros al centro del espacio tan solo 1.08hrs. presenta deslumbramiento con lecturas superiores a 1,000lx. Respecto al FLD el espacio es capaz de mantener por 3.58hrs. 1.5% del recurso solar exterior.

La Estancia/Comedor muestra registros mínimos al centro de la ventana de 19.38lx y máximos de 32,280.10lx, 10.67hrs. con registros superiores a 1,000lx. Al centro del espacio mínimos de 27.99lx y máximos de 1,462.82lx tales oscilaciones permiten mantener 9.58hrs. 50lx, 8.08hrs. 100lx y 4.83hrs. 300lx. En el transcurso del día se llegan a presentar ganancias superiores a 1,000lx que intermitentemente suman 1.50hrs. En relación al FLD el espacio es capaz de mantener un mínimo de 4.08hrs. 1.5%FLD.



Gráfica 22 F1 Desempeño lumínico CASO R515 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMÍNICO R515					Promedio Exterior: 36,683.16lx			Registro 8/21/2017			
Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)				CIBSE Hab.	GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL		
	RCDF Hab. 50lx -1,000lx	RCDF Of. 100lx -1,000lx	WBS y NOM 300lx -1,000lx	Max WBS <1,000lx		Mín.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *
Centro Recamara	10.42	9.00	5.58	1.08	3.58	11.84	1,762.06	0.474	36.43	Oeste	F.Ext.
V. Recamara	0.92	0.75	0.67	10.92		27.99	13,359.18				
Centro Estancia/Comedor	9.58	8.08	4.83	1.50	4.08	27.99	1,462.82	0.825	22.29	Este	Cubo
V. Estancia/Comedor	1.25	1.00	0.83	10.67		19.38	32,280.10				

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación Indica cumplimiento del parámetro

Tabla 12 Desempeño lumínico CASO R515 (elaboración propia)

Tocante a las causas de este desempeño podemos decir que el porcentaje de ventana permite una interacción eficiente entre el recurso solar y el ambiente interior, ya que permite ganancias lumínicas suficientes durante más de 4hrs. al día. Cabe destacar que tal comportamiento no podría ser generalizado para el resto del año o incluso a la temporada. En esta ocasión las condiciones de cielo permitieron ganancias idóneas debido principalmente a un cielo nublado.

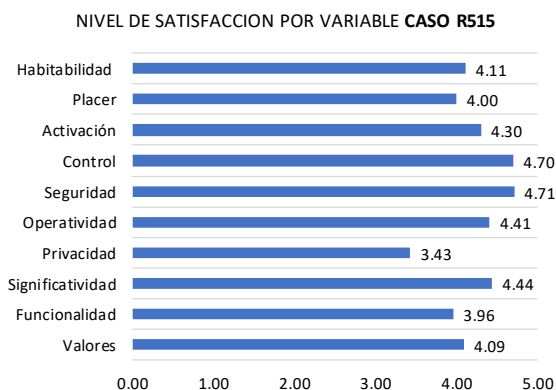
En las gráficas se pueden observar que pese a la diferencia de orientaciones las oscilaciones son similares a partir de la 1:00pm antes de esta hora se observan en la Estancia/Comedor valores muy superiores debido a ganancias directas, al mismo tiempo que la Recamara estaría registrando valores prácticamente sin cambios y menores a 400lx debido a que se encuentra en penumbra y la ganancia lumínica es atreves del reflejo de las superficies e iluminancia global.

Nivel de satisfacción

El usuario encuestado es un individuo masculino de 41 años con 1 año de habitar la vivienda. El inmueble es propio y la habita una sola persona.

El valor más bajo corresponde a la Privacidad con 3.43 seguido de Funcionalidad con 3.96, Placer con 4.00 y Valores con 4.11 el resto de las variables se encuentran entre los 4.30 y 4.70.

El nivel de Satisfacción total obtuvo una valoración de 4.92 en una escala de cinco lo que ubica al caso de estudio dentro del GRUPO 1 con nivel de satisfacción mayor a 3.92.



Gráfica 23 Nivel de Satisfacción R515 (elaboración propia)

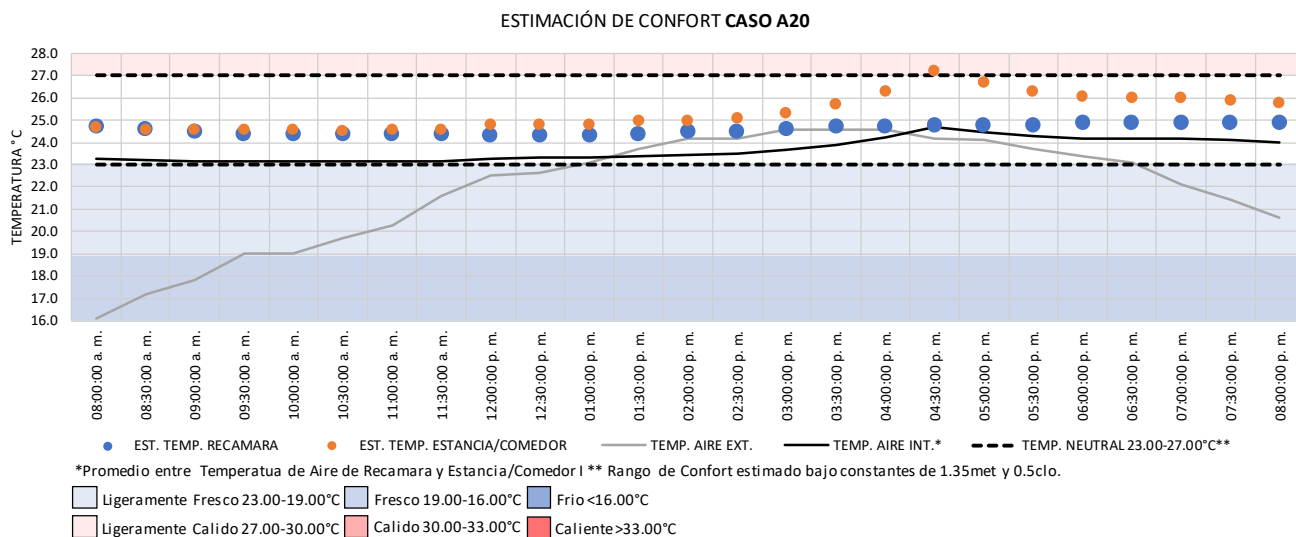
Caso A20

El caso A20 se encuentra en un cuarto nivel y bajo un entrepiso. Comparte un par de muros con dos departamentos, el resto de los planos verticales están expuestos y hacia cubos de iluminación. Respecto a las ventanas ambas son deficientes según el RCDF.

La Recamara tiene una ventana de 0.60mx1.00m. lo que representa el 5.68% del espacio, cuenta con orientación norte hacia cubo de iluminación y se ubicada al extremo derecho de la habitación. Con respecto al cubo, cabe señalar que, el plano frontal a la ventana se encuentra a 4m. mientras que los planos laterales se encuentran a 9m y 6m. tal particularidad favorece ganancias solares debido a que los macizos se encuentran suficientemente alejados y permite el acceso relativamente franco al plano vertical frente a la ventana capaz de generar reflejos.

La Estancia/Comedor por otra parte, tiene una ventana de 17.27% con orientación oeste y hacia cubo de iluminación de cuatro fronteras, una de ellas parcialmente descubierta y ubicada al centro del tramo más largo. A diferencia de otros casos, se debe mencionar que la ventana esta confinada al interior por fronteras verticales con distancias perpendiculares menores a 70cm., dichos elementos pueden mermar la dispersión de iluminancia actuando como cuello de botella al dispersar el recurso solar al interior.

Ambiente térmico



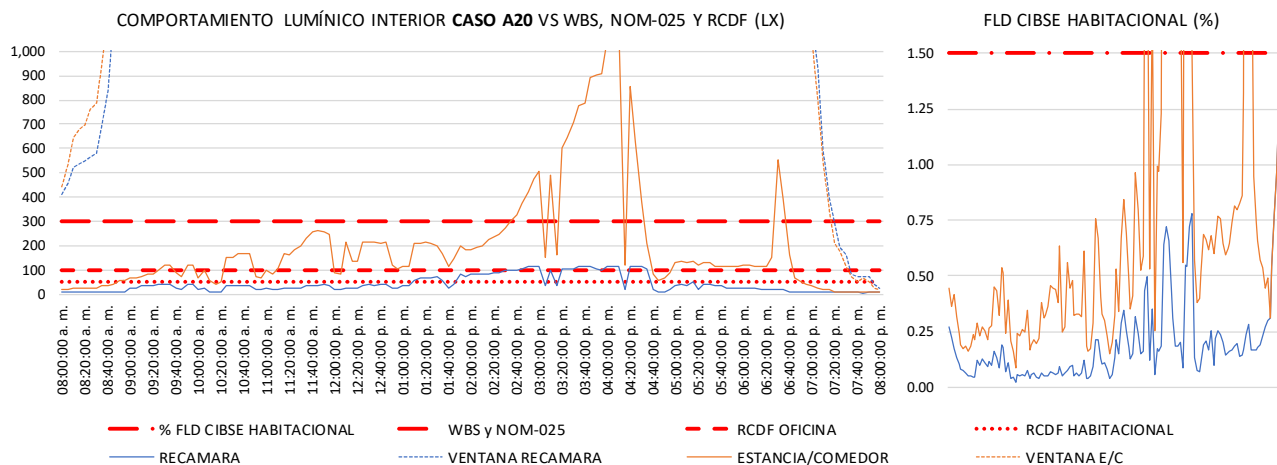
Gráfica 24 F1 Desempeño térmico CASO A20 (elaboración propia)

Como se muestra en la gráfica la temperatura de aire promedio se encuentra dentro del rango de confort de 23°C a 24.8°C con gradiente menor a 2°C. mientras que la temperatura de aire exterior oscila entre 16°C y 27°C.

Las estimaciones de confort en la Recamara oscilan entre 24.6°C y 24.9°C con gradiente de 0.3°C. Se puede observar que las oscilaciones de temperatura son mínimas debido principalmente a la poca interacción que se realiza entre el interior y exterior. El mínimo porcentaje de ventana aunado con la orientación y fuente limitan ganancias sustanciales, por lo que se pueden decir que, el ambiente térmico interior de la Recamara es determinado por la interacción de muros divisorios y puertas que dividen el espacio interior y la ganancia de radiación indirecta proyectada desde el muro frontal del cubo a la superficie expuesta de la envolvente.

La Estancia/Comedor de igual forma permanece en rango de confort hasta las 4:30pm donde presenta registros que estiman 27.2°C, tal desempeño es derivado de ganancias directas a partir de las 1:00pm lo que ocasiona el incremento paulatino de las mediciones. Las ganancias directas se deben a la particularidad del cubo de iluminación que cuenta con cuatro fronteras, pero una parcialmente descubierta en dirección oeste, haciendo que las ganancias sustanciales se presenten hasta la segunda mitad del día.

Ambiente lumínico



Gráfica 25 F1 Desempeño lumínico CASO A20 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMÍNICO A20						Promedio Exterior: 41,691.96 lx			Registro 8/23/2017		
Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)					GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL		
	RCDF Hab.	RCDF Of.	WBS y NOM	Max WBS	CIBSE Hab.	Min.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *
	50lx -1,000lx	100lx -1,000lx	300lx -1,000lx	<1,000lx	FLD 1.5%						
Centro Recamara	3.17	1.50	0.00	0.00	0.33	4.31	114.10	0.918	5.68	Norte	Cubo
V. Recamara	1.58	1.25	1.00	10.33		27.99	10,015.88				
Centro Estancia/Comedor	9.75	7.58	1.67	0.25	1.83	11.84	1,123.76	0.756	17.27	Oeste	Cubo
V. Estancia/Comedor	1.50	1.17	0.92	10.42		19.38	32,280.10				

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un solidos a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación Indica cumplimiento del parámetro

Tabla 13 Desempeño lumínico CASO A20 (elaboración propia)

La ventana de la Recamara con orientación norte hacia cubo de iluminación presento lecturas mínimas de 27.99lx y máximas de 10,015.88lx tales lecturas son resultado de la capacidad reflectante de los materiales que componen el cubo de iluminación. Presenta 10.33hrs. con valores superiores a los 1,000lx. Los datos muestran que la ventana podría solventar 1.58hrs en el primer rango 1.25hrs en el segundo y 1.00hr el tercero. El centro del espacio se presenta lecturas mínimas de 4.31lx y máximas de 114.10lx oscilaciones para sostener intermitentemente 3.15hrs. 50lx y 1.50hrs. 100lx. Con estos resultados se puede afirmar que el espacio es inoperable sin fuentes de iluminación artificial, debido principalmente al porcentaje de ventana y a la ubicación de la misma. Se observa que la ventana tiene la capacidad de captar hasta 10.33hrs. de iluminancia superior 1,000lx y máximas de 10,015.88lx sin embargo la geometría de la ventana y su ubicación restringen la interacción al centro del espacio

La ventana de la Estancia/Comedor presenta oscilaciones entre 19.38lx y 32,280.10lx de estos registros 10.42hrs. son datos superiores a 1,000lx. y serían capaces de mantener por 1.50hrs. 50lx, 1.17hrs. 100lx y 0.92hrs. 300lx. El centro del espacio registra mínimos de 11.84lx y máximos de 1,123.76lx que se traducen en el cumplimiento del primer rango por 9.75hrs. y 7.58hrs. el segundo. El rango de 300lx a 1,000lx se mantiene tan solo por 1.67hrs. insuficiente para cumplir el parámetro. Al igual que otros cosas los gráficos presentan repetidas ondulaciones características de cielos parcialmente nublados tales oscilaciones se presentan en ambos espacios diferenciados solo por la intensidad de la fuente. En este sentido la Estancia/Comedor presenta ganancias muy superiores a las de la Recamara debido a incidencia directas de la 1:00pm a las 4:00pm. esto favorecido por las características del cubo de iluminación.

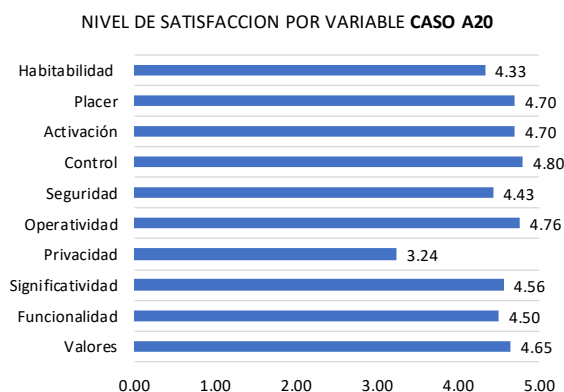
Con respecto al FLD ambos espacios son deficientes en relación al rango. La Recamara logro un máximo de 0.78%FLD. Por su parte la Estancia/Comedor en el periodo de mayor ganancia logro alcanzar por 1.83hrs. máximo 6.79% de FLD lo que representa la ganancia máxima interior de 1,123.7lx. ambos registros menores al parámetro óptimo.

Nivel de satisfacción

El usuario encuestado es un individuo masculino de 34 años con 9 años de habitar la vivienda. El inmueble es propio y la habita una persona.

La variable más baja es Privacidad con 3.24 el resto presenta valores entre 4.33 y 4.80.

El nivel de Satisfacción total obtuvo una valoración de 4.47 en una escala de cinco lo que ubica al caso de estudio dentro del GRUPO 1 con nivel de satisfacción mayor a 3.92.



Gráfica 26 Nivel de Satisfacción A20 (elaboración propia)

Caso A180

El caso A180 se ubica en el sexto piso de siete, un entrepiso debajo de la azotea y prácticamente sin colindancias, el único muro que comparte tiene una superficie menor a 3m² que corresponde al patio de servicio, el resto de los planos perimetrales está expuesto a ganancias directas e indirectas.

La Recamara cuenta una ventana de 2.64m² que representa el 36.26% del espacio con orientación oeste hacia fachada interior. La Estancia/Comedor cuenta con tres ventanas de 1.20mx2.20m que en suma representan 42.99% dos de estas ventanas con orientación norte y una con orientación oeste. En ambos casos las ventanas superan el mínimo requerido por el RCDF.

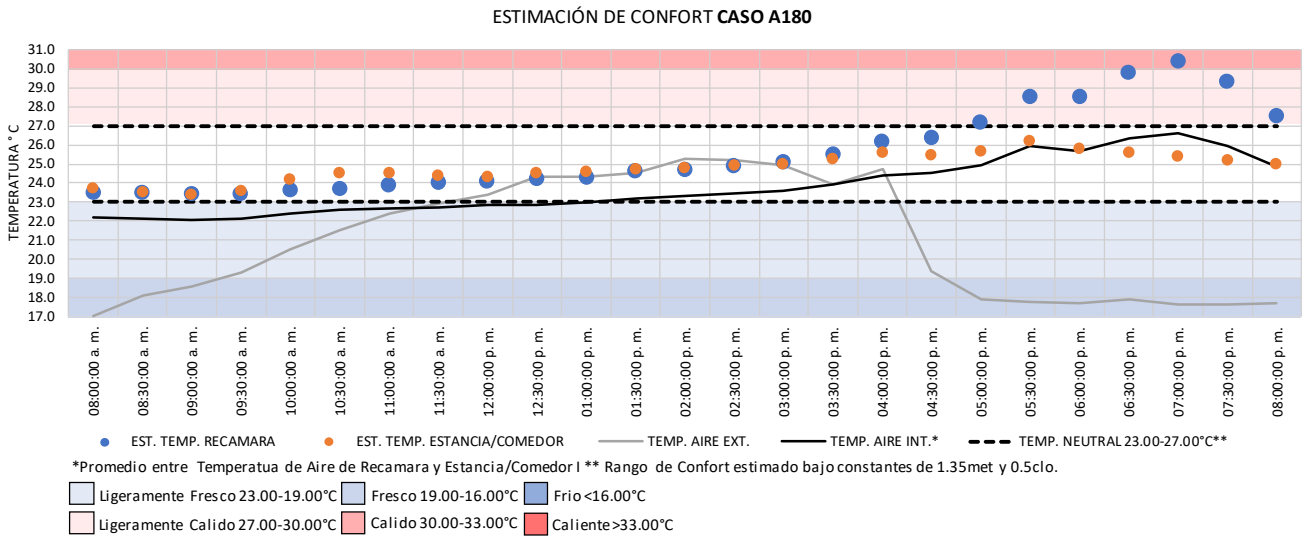
De este caso es relevante mencionar que no se contó con Data Logger suficientes para registrar las incidencias solares en las cuatro ventanas que suman Recamara y Estancia/Comedor. Para el caso se decidió prescindir de los registros en dos de las ventanas de la Estancia/Comedor, la oeste, ya que se cuentan con los registros de la Recamara que comparte orientación y fuente y una de las ventanas al norte, dado que es posible homologar los resultados de una a otra.

Ambiente térmico

La temperatura del aire presenta oscilaciones de entre 22.2°C y 27°C con gradiente superior a 5°C. En el exterior se muestran lecturas mínimas de 17°C y máximas de 25.3°C el punto máximo de temperatura resulta ser menor incluso que los registros interiores, este fenómeno se ocasionó debido a la falta de ventilación para disipar las ganancias por radiación directa al interior de la habitación. Recordemos que las habitaciones permanecieron con sistemas cerrados y descubiertos generando un efecto invernadero donde la envolvente es capaz de ganar temperatura a mayor velocidad de la que la pierde. Estos sucesos se presentaron durante la mitad del día hacia la puesta de sol.

Las estimaciones de confort en la Recamara presenta lecturas de entre 23.5°C y 30.4°C. Las gráficas muestran un incremento paulatino debido a la interacción de muros al este y sur hasta las 2:00pm donde siguiendo la trayectoria solar habría ganancias por radiación directa. Dichas ganancias no se presentaron hasta las 4:00pm debido al cielo nublado. A partir de esta hora y hasta el final de la medición hubo un incremento de 25.6°C a 30.4°C un gradiente de 5.1°C lo que mantiene al espacio por más de 3hrs. fuera del rango de confort en percepciones de ligeramente cálido a cálido.

La Estancia/Comedor presenta desempeño térmico similar a la Recamara, no obstante, el incremento derivado de la radiación directa es menor debido a que el área en donde se disipa el aire caliente es mayor, generando un ambiente térmico neutro. El espacio pues presenta estimaciones de entre 23.4°C y 26.2°C manteniendo temperaturas de confort durante 12hrs. Al inicio de la medición y contrario a lo que se pensaría no existen ganancias sustanciales provenientes de las ventanas con orientación este a pesar de contar con fuente hacia fachada interior. Esto se debe principalmente a cielo nublado que se presentó durante la medición.



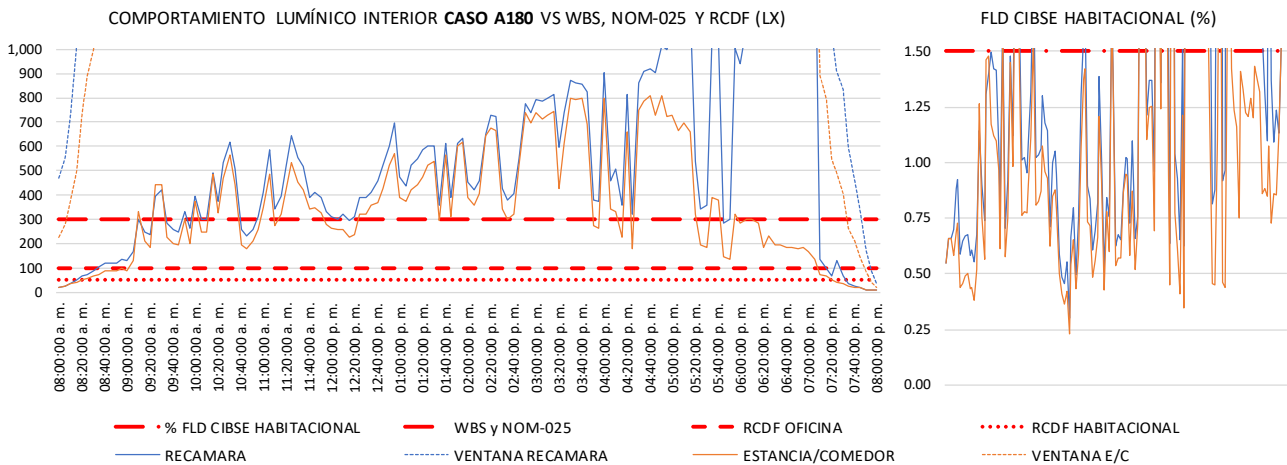
Gráfica 27 F1 Desempeño térmico CASO A180 (elaboración propia)

En ambos espacios se puede observar que la temperatura se incrementa de manera paulatina, este aumento es causado por ganancias solares en los planos verticales, directas en el perímetro de la envolvente e indirectas proyectadas de las fachadas interiores sur y este. En este caso el ambiente térmico interior no fue determinado tantos por los porcentajes de las ventanas, debido principalmente a la orientación de estas, sino por la composición de los materiales que conforman el resto de la envolvente.

Ambiente lumínico

La Recamara al centro de la ventana registra un mínimo de 35.52lx y máximo de 32,280.10lx. de tales registros 11.17hrs. se mantienen por arriba de los 1,000lx. Respecto al centro de la habitación el espacio mantiene por 9.58hrs. 50lx, 9.00hrs. 100lx y 7.33hrs. 300lx. además, mantiene de manera intermitente el 1.5%FLD por 4.17hrs.

La Estancia/Comedor registro al centro de la ventana lecturas mínimas de 19.38lx y máximas de 9,156.92lx, 10.58hrs. con datos superiores a 1,000lx. El centro del espacio presento oscilaciones entre 11.84lx y 808.37lx logrando mantener continuamente el primer y segundo rango de 50lx y 100lx por 9.58hrs y 9.00hrs. respectivamente. Por último, se logró la permanencia intermitente de 7.33hrs. dentro del rango de 300lx a 1,000lx. En relación al FLD se obtuvieron registros para mantener 4.17hrs. el rango mínimo de 1.5%FLD y alcanzando un máximo de 3.69%FLD lo representa 752.40lx.



Gráfica 28 F1 Desempeño lumínico CASO A180 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMÍNICO A180						Promedio Exterior: 35,638.01lx			Registro 8/24/2017		
Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)					GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL		
	RCDF Hab.	RCDF Of.	WBS y NOM	Max WBS	CIBSE Hab.	Min.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *
	50lx -1,000lx	100lx.-1,000lx	300lx.-1,000lx	<1,000lx	FLD 1.5%						
Centro Recamara	9.58	9.00	7.33	1.75	4.17	11.84	3,767.39	0.108	36.26	Oeste	F.Int.
V. Recamara	0.83	0.75	0.67	11.17		35.52	32,280.10				
Centro Estancia/Comedor	11.08	10.08	6.67	0.00	2.33	11.84	808.37	0.939	42.99	N/O	F.Int.
V. Estancia/Comedor	1.33	1.25	0.83	10.58		19.38	9,156.92				

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un solidos a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación ndica cumplimiento del parámetro

Tabla 14 Desempeño lumínico CASO A180 (elaboración propia)

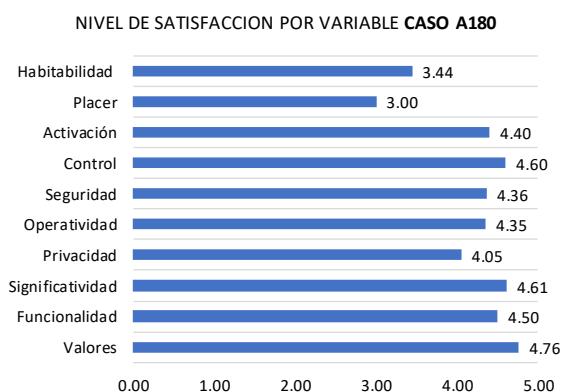
El comportamiento lumínico en ambos espacios, no son distintos pese a sus diferencias espaciales, orientaciones y porcentajes de ventana. Esto se confirma toda vez que las lecturas de ambos Data Logger en ventanas y centros de la habitación presentan un comportamiento similar, es decir, pese a sus diferencias se observa, con pequeñas variantes de intensidad, que ambos espacios comparten, crestas y valles derivadas del registro de la interacción entre el interior y exterior. Esto se debe en principio a la iluminación difusa que genera un cielo nublado, aunado a esto y pese a sus diferencias espaciales y porcentajes de ventana, ambos sistemas de control comparten orientaciones y fuente hacia fachada interior lo que provoca que los planos verticales perpendiculares a la ventana reflejen las ganancias directas de las orientaciones contrarias, este y sur.

Nivel de satisfacción

El usuario encuestado es un individuo masculino de 30 años con 1 año de habitar la vivienda. El inmueble es propio y la habitan 2 personas.

El valor más bajo es Placer con 3.00 seguido de Habitabilidad con 3.44 y Privacidad con 4.05 el resto de las variables oscilan entre 4.35 y 4.76.

El nivel de Satisfacción total obtuvo una valoración de 4.21 en una escala de cinco lo que ubica al caso de estudio dentro del GRUPO 1 con nivel de satisfacción mayor a 3.92.



Gráfica 29 Nivel de Satisfacción A180 (elaboración propia)

Caso G757

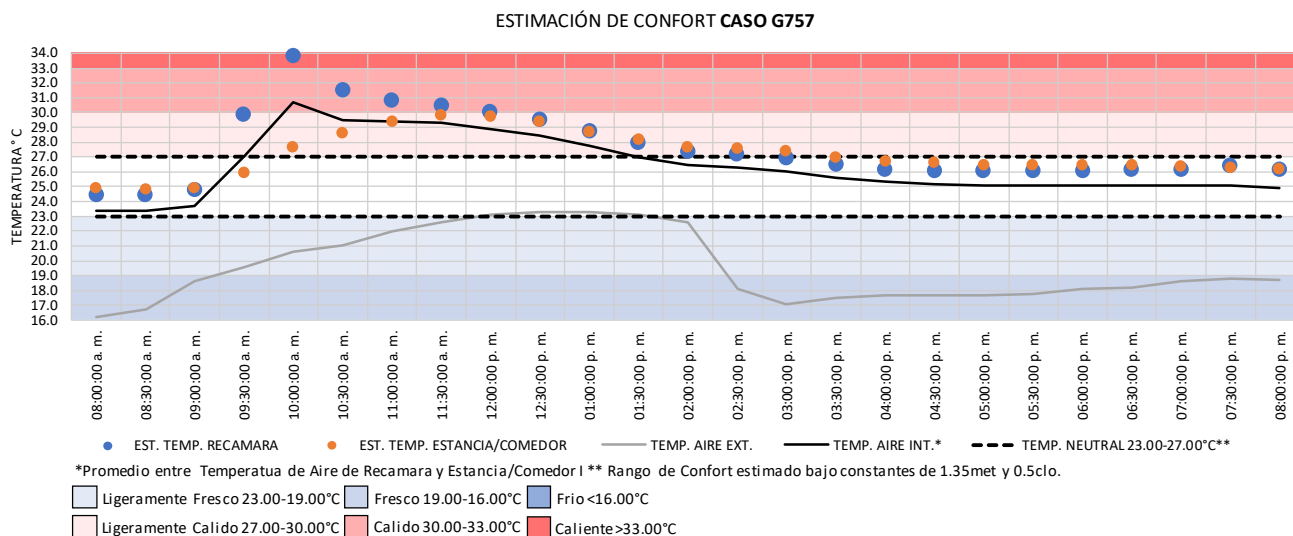
El caso G757 se encuentra en un cuarto nivel debajo de dos entrepisos. Cuenta con dos colindancias una al norte y otra al sur lo que implica la interacción con otras envolventes a través de muros compartidos.

La Recamara cuenta con una ventana de 23.15% con orientación este hacia cubo de iluminación. Por otro lado, la Estancia/Comedor cuenta con dos ventanas de 1.60mx2.00m que en suma representan el 42.92% una con orientación este y otra con orientación oeste, ambas hacia cubo de iluminación. Uno y otro sobrepasan el estándar mínimo del RCDF.

Al igual que el caso anterior debido a disponibilidad de equipo Data Logger se decidió prescindir de los registros de la ventana este en la Estancia/Comedor ya que comparte la misma orientación y fuente a la ventana de la Recamara esto condición hace posible homologar sus datos.

Respecto al ambiente térmico los datos de temperatura de aire promedio muestran oscilaciones entre 23.4°C y 30.7°C. Se observa que el desempeño está sujeto a las ganancias directas en las ventanas con orientación este. Lo anterior se puede constatar siguiendo la trayectoria solar que muestra que a partir de la 1:45 el sol se encuentra al lado contrario del plano vertical que contiene la ventana, es a partir de ese punto que las pérdidas de temperatura se hacen evidentes. Tales pérdidas se llevaron a cabo con singular rapidez debido a que en el exterior se presenta una baja de temperaturas repentinas a partir de las 2:30 de la tarde derivado de lluvias sostenidas, estas condiciones se mantuvieron hasta finalizar las mediciones.

Ambiente térmico



Gráfica 30 F1 Desempeño térmico CASO G757 (elaboración propia)

Las estimaciones de confort en la Recámara presenta una temperatura mínima de 24.4°C y una máxima de 33.8°C con temperaturas percibidas neutras durante 6.5hrs., ligeramente cálidas 4hrs. y calientes durante 0.5hrs. Las estimaciones más cálidas se presentaron durante la mañana a causa de ganancias directas.

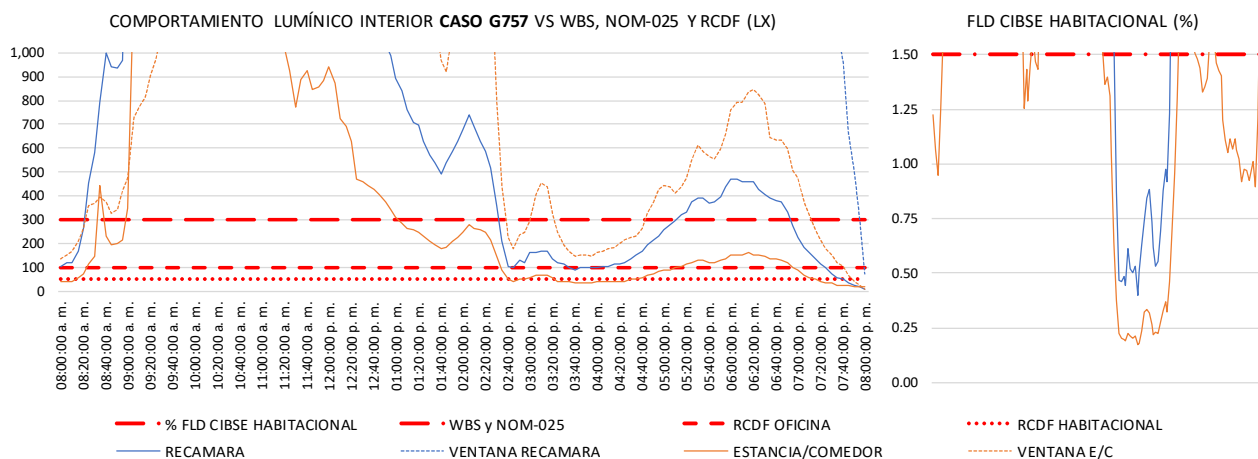
El desempeño térmico en la Estancia/Comedor presenta similares condiciones, es decir, ganancias por radiación matutina y baja de temperatura durante la segunda mitad del día. El espacio mantiene durante 6.5hrs. condiciones de confort y 5.5hrs. temperaturas ligeramente cálidas. Contrario a lo que se esperaría de una fachada oeste, la Estancia/Comedor no tuvo ganancias relevantes durante la segunda mitad de la medición, debido a la presencia de la ya mencionada lluvia.

En resumen, durante las primeras horas de la mañana y hasta la 1:30pm se tienen ganancias de radiación relevantes en las ventanas con orientación este. Lo anterior genera incrementos suficientes como para propiciar la salida del rango establecido a través del método Fanger. Este desempeño se agudizó en la recámara donde el volumen para disipar el aire caliente es menor creando un efecto invernadero. El resto del día y pese a la temperatura exterior ambos espacios se mantienen por debajo de los 27°C dentro del rango de temperaturas neutras. Lo anterior implica que la energía almacenada en los materiales de la envolvente durante las horas matutinas transitó de manera inversa, es decir, del interior al exterior, derivado de la pérdida vespertina y en la búsqueda de equilibrio térmico, dicho fenómeno permitió conservar una temperatura uniforme durante el resto de la medición.

Ambiente lumínico

Respecto al ambiente lumínico la ventana de la Recámara presentó ganancias mínimas de 73.35lx y máximas de 32,280.10lx los datos más altos fueron recabados durante la primera mitad del día. Al centro del espacio se registraron 3.92hrs. de datos superiores a 1,000lx lo que implica un deslumbramiento importante de las 9:00am a 1:00pm. Durante la medición también se obtuvieron datos dentro de los rangos óptimos 7.83hrs. 50lx, 6.92hrs. 100lx y 3.92hrs. 300lx.

Respecto al FLD se obtuvieron registros equivalentes a 10.08hrs. de valores superior al 1.5%FLD y hasta 94.87%FLD tales registros implican que hubo incidencias sobre los instrumentos de medición. La incidencia en los equipos significa pues, que las características de la habitación relacionadas con la geometría y ubicación de la ventana no permitirían la operatividad en el espacio. Recordemos que los instrumentos se colocaron al centro de la habitación y el mismo presenta lecturas muy superiores al óptimo. Un máximo de 94.87%FLD significa que la envolvente no está cumpliendo su objetivo primario que es el de salvaguardar a los ocupantes de las inclemencias del clima.



Gráfica 31 F1 Desempeño lumínico CASO G757 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMÍNICO G757					Promedio Exterior: 19,332.76lx	Registro 8/25/2017					
Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)				CIBSE Hab. FLD 1.5%	GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL		
	RCDF Hab. 50lx -1,000lx	RCDF Of. 100lx -1,000lx	WBS y NOM 300lx -1,000lx	Max WBS <1,000lx		Min.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *
Centro Recamara	7.83	6.92	3.92	3.92	10.08	11.84	18,270.78	0.909	23.15	Este	Cubo
V. Recamara	0.42	0.42	0.33	11.67		75.35	32,280.10				
Centro Estancia/Comedor	7.58	5.50	1.83	2.33	6.50	19.38	1,919.22	0.306	42.92	E/O	Cubo
V. Estancia/Comedor	7.08	6.92	4.25	4.83		11.84	6,918.01				

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un sólido a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un sólido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación

Tabla 15 Desempeño lumínico CASO G757 (elaboración propia)

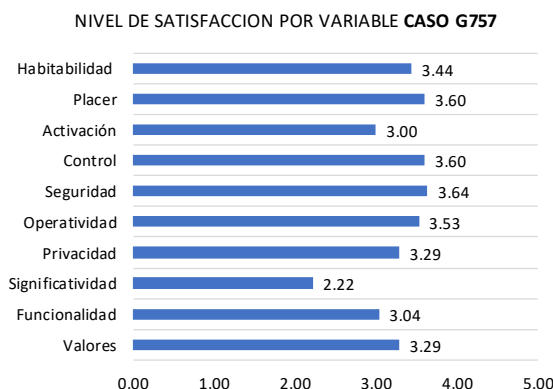
La estancia Comedor en su ventana oeste registro datos mínimos de 11.84lx y máximos de 6,918.01lx menos de una cuarta parte de lo registrado en la ventana este, debido principalmente a la presencia de lluvia. Al centro de la habitación se registraron 2.33hrs de datos superiores a 1,000lx y un máximo de 1,919.22lx lo que implicaría deslumbramientos al centro del espacio durante las primeras horas de la mañana, se puede intuir pues que tal comportamiento es derivado de las ganancias en la ventana este. El espacio tiene un desempeño similar al de la Recamara, no obstante, ante mayor superficie los inconvenientes resultan menores. Los rangos óptimos fueron cumplidos por 7.58hrs, 5.50hrs. y 1.80hrs. 50lx, 100lx y 300lx respectivamente. El FLD superior a 1.5% se mantiene por 6.50hrs. con registros máximos de 12.56%FLD equivalentes a 1,548.94lx.

Nivel de satisfacción

El usuario encuestado es un individuo masculino de 26 años con 1 año de habitar la vivienda. El inmueble es arrendado y la habita dos personas.

El valor mínimo es la Significatividad con 2.22 seguido de la Activación con 3.00, Funcionalidad con 3.04, Privacidad y Valores con 3.29, el resto de las variables entre 3.44 y 3.64.

El nivel de Satisfacción total obtuvo una valoración de 3.27 en una escala de cinco lo que ubica al caso de estudio dentro del GRUPO 2 con nivel de satisfacción menor a 3.92.

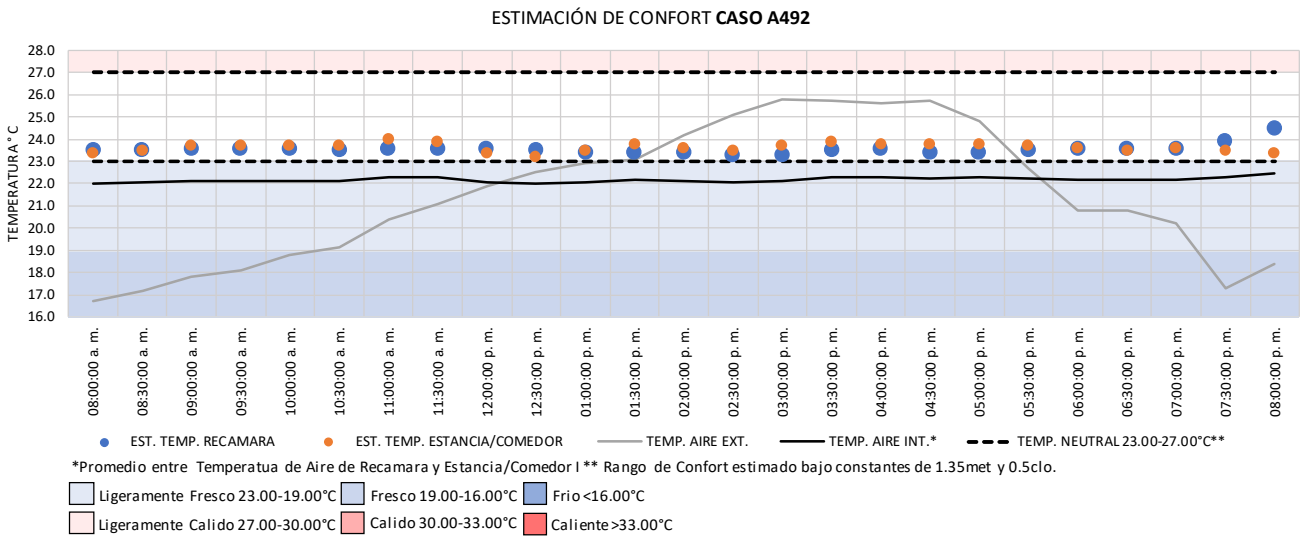


Gráfica 32 Nivel de Satisfacción G757 (elaboración propia)

Caso A492

El caso A492 se ubica en la planta baja de un edificio de tres niveles, bajo dos entrepisos, cuenta con dos colindancias al norte y oeste. Las ventanas de Recamara y Estancia/Comedor tienen un área de acción debajo del rango mínimo que establece el RCDF, esto es 14.61% y 7.19% respectivamente, ambas con orientación sur a través de un cubo de iluminación. El cubo de la Recamara tiene tres fronteras, la propia y dos laterales, el plano frontal más cercano se encuentra menos de 7m. La Estancia/Comedor tiene un plano frontal a la ventana a una distancia menor de 4m. una frontera lateral izquierda inmediata y otra lateral derecha a poco más de 11m. Ambos espacios cuentan con fuentes particulares, aunque por definición se consideran cubos de iluminación no están definidos por fronteras continuas sino por volúmenes que se encuentran distantes unos de otros pero que sin embargo convergen y forman polígonos. Es importante mencionar esto ya que puede determinar sombreados y ganancias relevantes.

Ambiente térmico



Gráfica 33 F1 Desempeño térmico CASO A492 (elaboración propia)

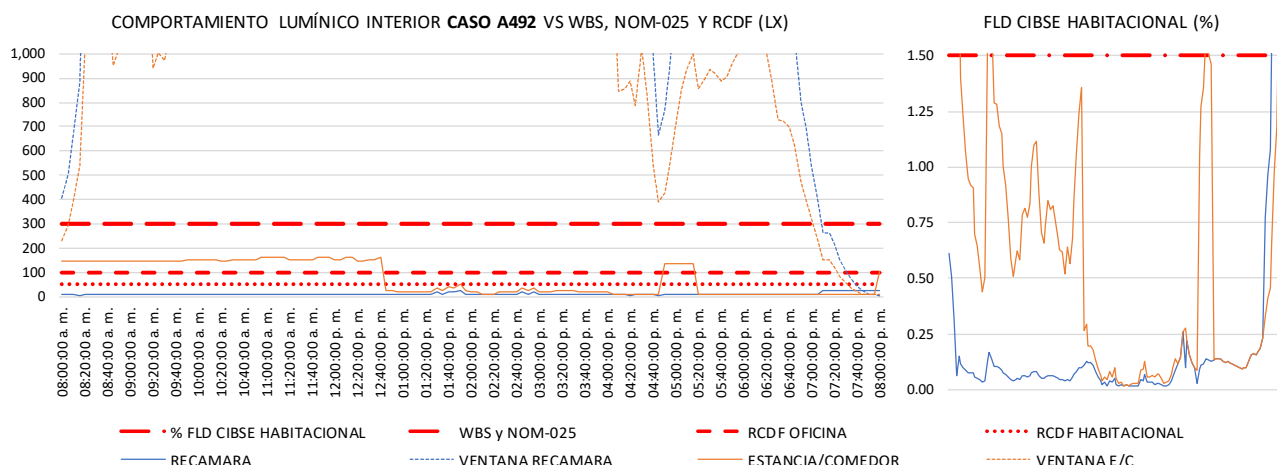
Los registros de temperatura de aire muestran oscilaciones entre 21.7°C y 22.67°C gradiente de 0.97°C. La temperatura exterior por su cuenta presenta un máximo de 25.8°C y un mínimo de 16.7°C gradiente de 9.1°C.

Las estimaciones de confort son muy similares en un local y otro, ambos muestran oscilaciones menores a 1.3°C mínimas de 23.2°C y máximo de 24.5°C logrando 12hrs. sostenidas en temperatura neutras.

Contrario a lo que se pensaría de una orientación sur, el diseño y disposición de la ventana hacia cubo de iluminación, no permite interacciones relevantes entre el interior y exterior. Esto se debe a que en ambos espacios la fuente de radiación se ve disminuida por obstrucciones de los volúmenes que conforman las fronteras de los cubos. Las ganancias de radiación se dan únicamente de manera indirecta en forma de radiación difusa e insuficientes para impactar las ventanas y planos verticales macizos del departamento. Las obstrucciones en la fachada sur se suman a la ubicación vertical del caso, recordemos que este se ubica en planta baja. Ambos aspectos limitan las ganancias y pérdidas sustanciales o repentinas por conducción lo que da pie a mínimas oscilaciones, pese al gradiente de más de 10°C en el exterior.

Ambiente lumínico

Los registros de la Recamara al centro de la habitación presentaron lecturas mínimas de 4.31lx y máximas de 12,349.51lx de las cuales se obtuvieron 10.17hrs con datos mayores a 1,000lx. Al centro de la habitación se obtuvieron lecturas mínimas de 4.31lx y máximas de 27.99lx.



Gráfica 34 F1 Desempeño lumínico CASO A492 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMÍNICO A492					Promedio Exterior: 21,505.69lx			Registro 8/27/2017			
Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)				GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL			
	RCDF Hab. 50lx -1,000lx	RCDF Of. 100lx-1,000lx	WBS y NOM 300lx-1,000lx	Max WBS <1,000lx	CIBSE Hab. FLD 1.5%	Mín.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *
Centro Recamara	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	4.31	27.99	0.005	14.61	Sur	Cubo
V. Recamara	1.58	1.42	1.00	10.17		4.31	12,349.51				
Centro Estancia/Comedor	5.42	5.33	0.00	0.00	1.25	11.84	161.46	0.057	7.19	Sur	Cubo
V. Estancia/Comedor	3.42	3.25	2.75	8.17		11.84	6,223.73				

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación Indica cumplimiento del parámetro

Tabla 16 Desempeño lumínico CASO A492 (elaboración propia)

Por su parte la ventana de la Estancia/Comedor mostro lecturas mínimas de 11.84lx y máximas de 6,223.73lx y presento 8.17hrs con registros superiores a 1,000lx. Al centro del espacio se alcanzaron mínimos de 11.84lx y máximos de 161.46lx capaces de sostener por 5.42hrs. 50lx y 5.33hrs. 100lx.

Respecto al FLD ambos espacios resultaron insuficientes, la Recamara presenta 0.67hrs. y la Estancia/Comedor 1.25hrs. con registros superiores al 1.5% que establece CIBSE.

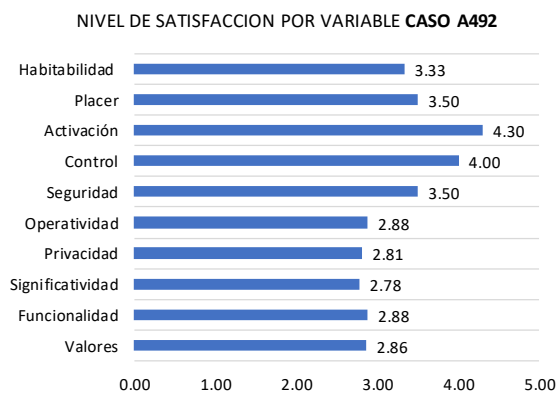
En general ambas ventanas presentas similar desempeño, pero con ligeros cambios de intensidad debido a las características del cubo de iluminación. En este sentido la Recamara obtuvo registros con valores mayores ya que la distancia perpendicular al plano frontal de la ventana es mayor.

Nivel de satisfacción

El usuario encuestado es un individuo masculino de 39 años con 5 año de habitar la vivienda. El inmueble es arrendado y la habita una sola persona.

Los resultados mínimos corresponden a Valores, Significatividad, Funcionalidad, Privacidad y Operatividad se encuentran entre los 2.78 y 2.88 seguidos por Habitabilidad con 3.33 Placer y Seguridad con 3.50, Control con 4.00 y Activación con 4.30.

El nivel de Satisfacción total obtuvo una valoración de 3.28 en una escala de cinco lo que ubica al caso de estudio dentro del GRUPO 2 con nivel de satisfacción menor a 3.92.



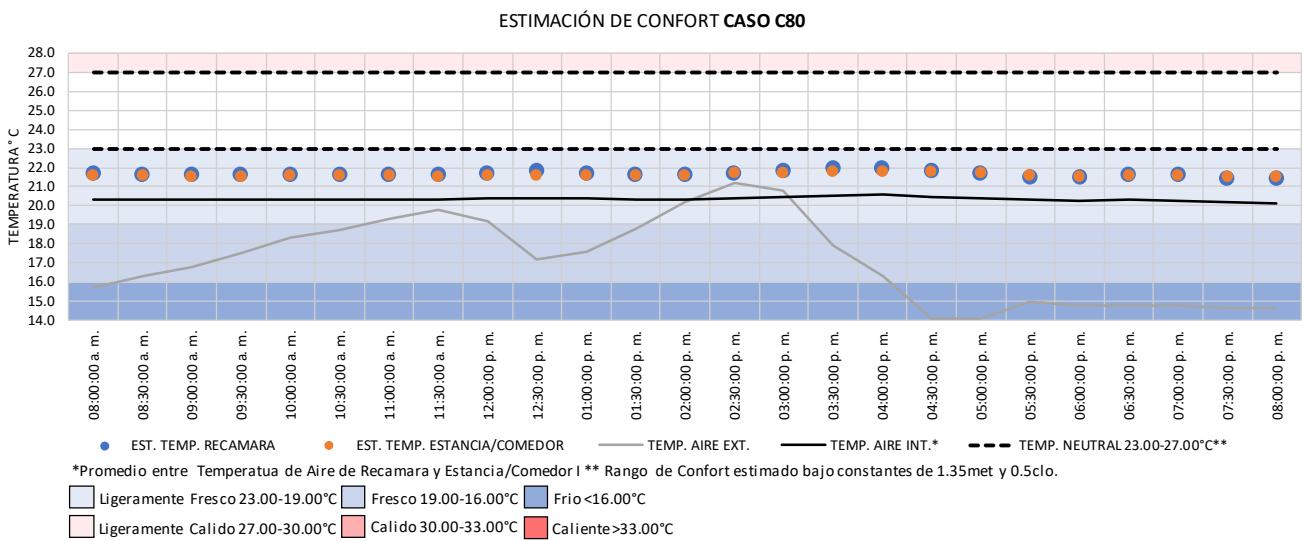
Gráfica 35 Nivel de Satisfacción A492 (elaboración propia)

Caso C80

El caso de estudio se encuentra en planta bajo dos entresijos. Las ventanas de ambos espacios cuentan con las mismas dimensiones de 1.20x1.20 con orientación este. La ventana de la Recamara está dirigida hacia una fachada interior y la Estancia/Comedor hacia cubo de iluminación, ambas representan el 18.75% en Recamara, superior a lo establecido en el RCDF y 7.19% en Estancia/Comedor muy por debajo del mínimo que establece el mismo reglamento.

Cabe mencionar que este caso y el anterior A492 cuentan con similares características espaciales debido a que ambas fueron construidas como parte del programa para damnificados por el terremoto de 1985. Por lo anterior las características de las fuentes de iluminación son igual de particulares ya que forman polígonos poco simétricos, no obstante, se trata de sujetar las condiciones del experimento a las referencias de comparación planteadas para la investigación y que además describan fielmente las características del caso.

Ambiente térmico



Gráfica 36 F1 Desempeño térmico CASO C80 (elaboración propia)

Al igual que el caso anterior las oscilaciones de temperatura del aire son mínimas, entre 20°C y 21°C con gradiente menores a 1°C. Al mismo tiempo en el exterior, se muestra oscilaciones entre 14°C y 21.7°C con presencia de lluvia.

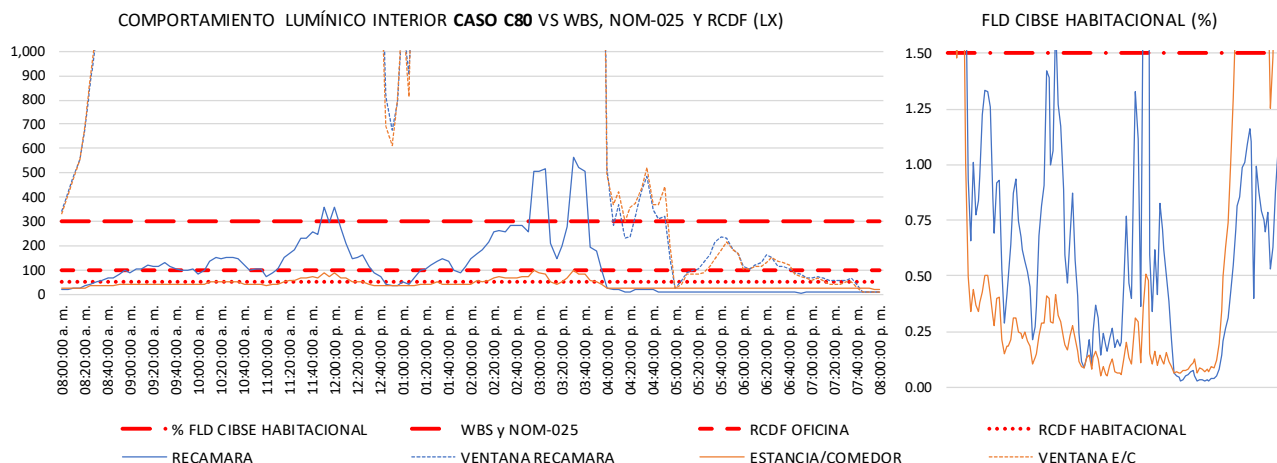
Respecto a las estimaciones de confort ambos espacios presentan oscilaciones menores a 1°C entre 21°C y 22°C que corresponde a temperaturas ligeramente frías, por debajo del rango de confort. Tal desempeño se presenta en el total de la medición.

No obstante, la orientación este que cabe mencionar supone ganancias matutinas relevantes y la poca obstrucción de otros planos verticales, el desempeño resulta similar al caso A492, es decir, sin oscilaciones relevantes derivadas de ganancias directas.

En este caso los resultados fueron determinados por nubosidad y lluvia que se presentó durante el día, generando una fuente luminosa difusa y de baja intensidad. Se observan en los registros de iluminancia una ganancia máxima de 9,156.92lx tal recurso, en su componente térmico, resulta insuficiente para modificar el ambiente térmico interior. Aunado a esto la presencia de humedad supone disminuciones de temperatura que impactan negativamente a la envolvente. En síntesis, no hubo recurso solar suficiente para modificar el ambiente interior, el existente por la mañana en fachadas con orientación este y almacenado en la envolvente fue disminuido por la lluvia ya que esta provoca el enfriamiento de la cara exterior.

En este caso la interacción entre interior y exterior fue más activa debido a las oscilaciones de temperatura y humedad exterior lo que permitió a la envolvente mantener una temperatura regular, sin pérdidas ni ganancias.

Ambiente lumínico



Gráfica 37 F1 Desempeño lumínico CASO C80 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMÍNICO C80						Promedio Exterior: 25,075.94lx			Registro 8/29/2017		
Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)					GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL		
	RCDF Hab.	RCDF Of.	WBS y NOM	Max WBS	CIBSE Hab.	Min.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *
	50lx -1,000lx	100lx -1,000lx	300lx -1,000lx	<1,000lx	FLD 1.5%						
Centro Recamara	7.17	5.33	0.67	0.00	1.42	4.31	564.03	0.977	18.75	Este	Cubo
V. Recamara	4.42	3.25	1.50	7.17		11.84	9,156.92				
Centro Estancia/Comedor	3.58	0.00	0.00	0.00	2.33	19.38	99.03	0.954	7.19	Este	Cubo
V. Estancia/Comedor	4.08	3.08	1.75	7.17		11.84	7,162.35				

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un sólido a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un sólido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación Indica cumplimiento del parámetro

Tabla 17 Desempeño lumínico CASO C80 (elaboración propia)

Respecto al ambiente lumínico de la Recamara los datos de la ventana registraron un máximo de 9,156.92lx y mínimo de 11.84lx. Los registros superiores a 1,000lx son equivalentes a 7.17hrs. El centro de la habitación mostro ganancias suficientes para mantener 7.17hrs. 50lx, 5.33hrs 100lx y 0.67hrs. 300lx haciendo que dos de los parámetros superen el rango mínimo de 4hrs.

La ventana de la Estancia/Comedor por su parte registro oscilaciones entre 11.84lx y 7,162.35lx de estos registros 7.17hrs. son superiores a 1,000lx. El centro de la habitación registro valores mínimos 19.38lx y máximo de 99.03lx. Los valores descriptos son capaces de mantener dentro del primer rango 3.58hrs. insuficientes para considerarse autonomía lumínica.

Para ambos las estimaciones de FLD resultaron insuficientes para mantener 4hrs. en 1.5%FLD. La Recamara logro acumular 1.42hrs. con valores superiores al 1.5%FLD sin superar el 5.98%FLD. Mientras, la Estancia/Comedor logro 2.33hrs. dentro del rango con estimaciones máximas de 9.78%FLD presentes en las últimas horas de la medición y equivalentes a 19.38lx.

El desempeño de ambos espacios se debe principalmente a un cielo nublado y dos periodos de lluvia, tal escenario genera ganancias de radiación difusas y de baja intensidad, adicional a esto la disposición arquitectónica del edificio en el conjunto habitacional, aunado a la orientación y a la ubicación vertical de la vivienda provoca obstrucciones de los planos expuestos.

En la Estancia/Comedor si bien el recurso solar fue escaso la configuración arquitectónica no permite ganancias relevantes, el resultado son valores mínimos insuficientes para mantener el espacio operable.

Respecto a la Recamara se observa que, pese al recurso, el centro del espacio logra mantener dos de los parámetros óptimos, esto se debe a la relación del espacio vs sistema de control. El nivel de correlación de ambos locales es superior a 0.9 lo que significa que otras variables, no consideradas en el estudio como; disposición de muebles, colores o texturas de la superficie, entre otras, tampoco están ejerciendo influencias relevantes entre la interacción de la ventana y el centro de la habitación. Es pues que el correcto desempeño de la Recamara respecto al cumplimiento de dos de los parámetros se debe a su área, ya que la localización del equipo al centro del espacio resulta ser más próxima a la ventana de lo que en la

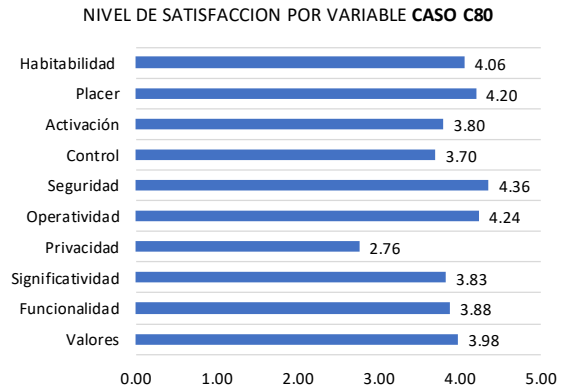
Estancia/Comedor. De lo anterior se podría afirmar que el área inmediata a la ventana de la Estancia/Comedor es más operable que la parte más profunda.

Nivel de satisfacción

El usuario encuestado es un individuo masculino de 32 años con 7 año de habitar la vivienda. El inmueble es propio y la habita una sola persona.

El valor más bajo corresponde a la Privacidad con 2.76. Las variables de Valores, Significatividad, Funcionalidad, Control y Activación tuvieron resultados entre 3.70 y 3.98. Las variables más altas fueron Operatividad con 4.24 y Seguridad con 4.36.

El nivel de Satisfacción total obtuvo una valoración de 3.88 en una escala de cinco lo que ubica al caso de estudio dentro del GRUPO 2 con nivel de satisfacción menor a 3.92.



Gráfica 38 Nivel de Satisfacción C80 (elaboración propia)

Caso S756

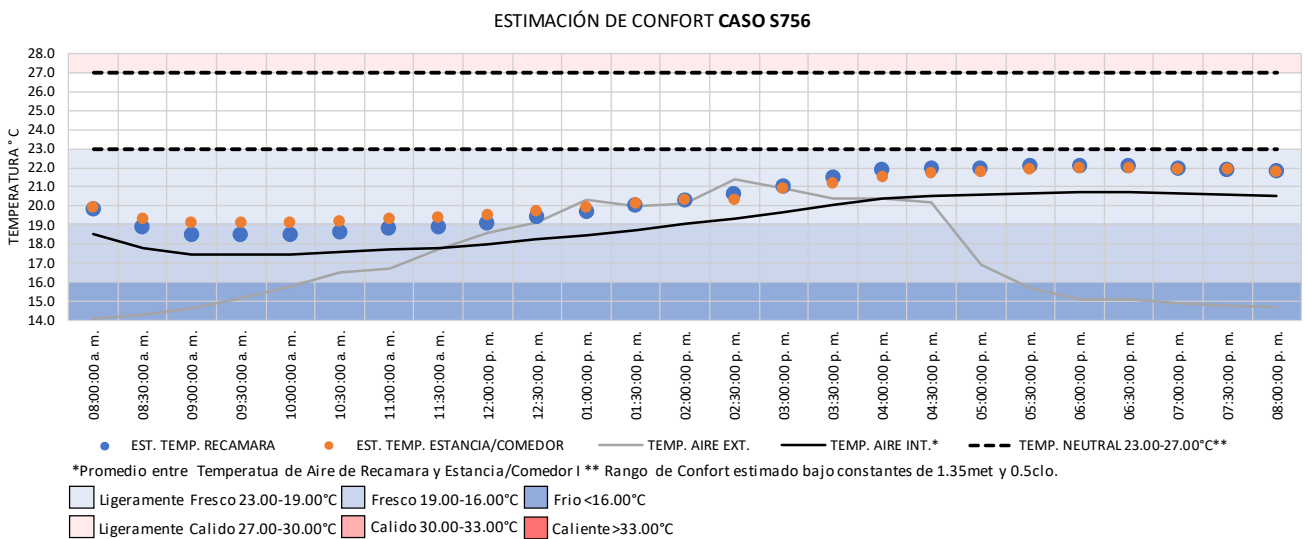
La vivienda se ubica en un sexto piso, siendo esta la última que compone la torre y el único de los diez casos de estudio que tiene un plano horizontal expuesto a ganancias de radiación directa. La vivienda colinda con una vivienda al este y otra al sur por lo que comparte muros con otras envolventes.

La ventana de la Recamara representa el 21.66% del espacio con orientación oeste hacia fachada interior. Las Estancia/Comedor cuenta con dos ventanas, la primera representa el 10.32% del espacio con orientación norte y fuente hacia cubo de iluminación y la segunda con 14.76% orientación oeste hacia fachada interior, ambas suman 25.08% del espacio. La ventana de la Recamara y la suma de ventanas de la Estancia/Comedor rebasan el mínimo establecido en el RCDF.

Al igual que casos anteriores la disponibilidad de equipos motivo la homologación de datos. En este caso la ventana de la Recamara con la ventana oeste de la Estancia/Comedor ambos con similar orientación y fuente.

Ambiente térmico

La grafica muestra un promedio de temperatura de aire que oscila entre 17.4°C y 20.7°C gradiente general de 3.3°C mientras la temperatura de aire exterior presenta lecturas de entre 14.1°C y 21.4°C con gradiente de 7.3°C.



Gráfica 39 F1 Desempeño térmico CASO S756 (elaboración propia)

Con respecto a las estimaciones de confort los espacios evaluados se comportan de manera similar independiente de las características de los sistemas de control. Ambos espacios presentan mayores oscilaciones de temperatura respecto a otros casos yendo de los 20°C a los 18°C para enseguida incrementar a 22°C y mantenerse hasta el final de la medición, teniendo un gradiente aproximado de 4°C. La envolvente pues es capaz de mantener ambos espacios a una temperatura de ligeramente fresca a fresca, por debajo del rango de confort.

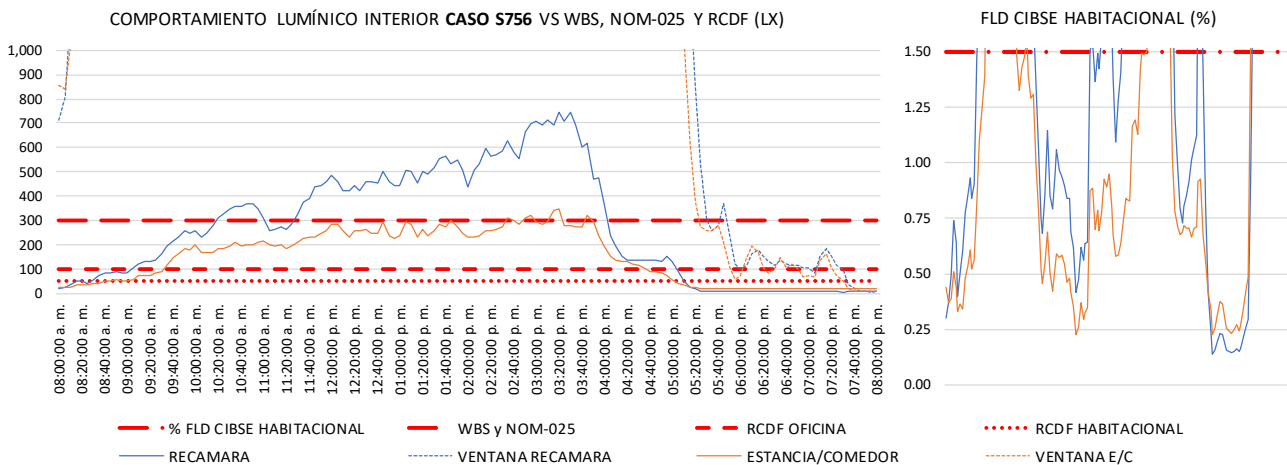
Los datos recabados de iluminancia y el análisis de la trayectoria solar nos permiten observar ganancias de radiación directa e indirecta en las ventanas de ambos espacios, no obstante, las gráficas térmicas se presentan sin variaciones. Esto se debe en principio a la presencia nubosidad leve que reduce el componente térmico y lumínico del sol al inicio y hasta las 4:00pm, donde la presencia de lluvia disminuye aún más las ganancias de radiación. Es decir que a pesar de existir recurso lumínico y térmico impactando la ventana el desempeño térmico no es determinado por esta. La causa de las oscilaciones térmicas se debe a los planos verticales y horizontales expuestos que componen la envolvente y que, tras un desfase lógico y derivado de la inercia térmica de los materiales, simula el desempeño exterior.

Ambiente lumínico

La Recamara muestra registros al centro de la ventana mínimos de 4.31lx y máximos de 23,600.03lx. de estos 9.17hrs son superiores a 1,000lx. El centro del espacio presenta ganancias suficientes para mantener 8.92hrs. 50lx, 8.00hrs. 100lx y 5.33hrs. 300lx. Además, es capaz de mantener por 5.83hrs. el parámetro establecido por CIBSE el porcentaje máximo estimado es de 12.59%FLD equivalente a 11.84lx.

La Estancia/Comedor en la ventana registro un mínimo de 11.84lx y máximo de 13,397.93lx de tales oscilaciones 9.08hrs. corresponde a datos con valores superiores a 1,000lx. Al centro de la habitación los datos muestran posibilidad de permanencia en rangos óptimos equivalentes a 8.42hrs. 50lx y 7.08hrs. 100lx. Respecto al FLD se obtuvieron estimaciones mayores al 1.5%FLD sostenidas de manera intermitente por 3.42hrs. tiempo menor al parámetro óptimo.

Al igual que en otros casos ambos espacios presentan similares oscilaciones y diferente magnitud pese a que cuentan con diferente sistema de control, geometría, configuración, fuente y orientación, tal comportamiento es característico de un cielo nublado. Este fenómeno hace de la bóveda una fuente de iluminación difusa. Las condiciones de cielo, sin embargo, no disminuyeron la dirección y potencia de la fuente luminosa. Se observa en los registros de la Recamara valores superiores debido a la orientación y trayectoria solar, no obstante, ambos espacios se ven disminuidos por la presencia de lluvia a partir de las 4:30pm.



Gráfica 40 F1 Desempeño lumínico CASO S756 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMÍNICO S756						Promedio Exterior: 20,000.31lx			Registro 8/30/2017		
Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)					GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL		
	RCDF Hab.	RCDF Of.	WBS y NOM	Max WBS	CIBSE Hab.	Min.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *
	50lx -1,000lx	100lx.-1,000lx	300lx.-1,000lx	<1,000lx	FLD 1.5%						
Centro Recamara	8.92	8.00	5.33	0.00	5.83	4.31	744.87	0.991	21.66	Oeste	F.Int.
V. Recamara	2.42	2.17	0.50	9.17		4.31	23,600.03				
Centro Estancia/Comedor	8.42	7.08	0.67	0.00	3.42	19.38	350.91	0.976	25.13	N/O	F.int./C
V. Estancia/Comedor	2.50	1.75	0.33	9.08		11.84	13,397.93				

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un solidos a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación ndica cumplimiento del parámetro

Tabla 18 Desempeño lumínico CASO S756 (elaboración propia)

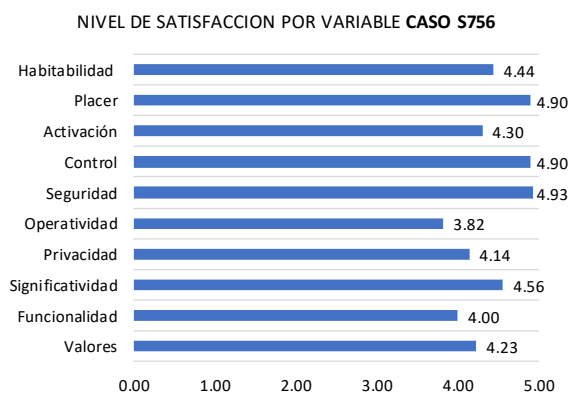
Al igual que el caso anterior esté presenta alta correlación entre los datos registrados en la ventana y el centro del espacio R²=0.991 en Recamara y R²=0.976 en Estancia Comedor. En el caso de la Recamara tal asociación se atribuye a la proximidad del equipo del centro a la ventana y la falta de variables sin control que afecten esta interacción. En el caso de la Estancia/Comedor además de la falta de variables sin control el porcentaje de ventana es determinante. Recordemos que la vivienda cuenta con dos ventanas una orientada al norte y otra al oeste, además en el pasillo anexo se cuenta con una ventana orientación este que indirectamente aporta iluminación a la estancia. En síntesis, la correlación es alta no solo por la ventana norte, sino por la interacción general atreves del conjunto de ventanas que conforma la envolvente.

Nivel de satisfacción

El usuario encuestado es un individuo masculino de 31 años con 3 año de habitar la vivienda. El inmueble es propio y la habita una sola persona.

El valor más bajo es Operatividad con 3.82 seguido de Funcionalidad, Privacidad, Valores, Activación, Habitabilidad y Significancia con rangos de 4.00 a 4.53. Los valores más altos los presentan las variables de Control y Seguridad con 4.90 y 4.93 respectivamente.

El nivel de Satisfacción total obtuvo una valoración de 4.42 en una escala de cinco lo que ubica al caso de estudio dentro del GRUPO 1 con nivel de satisfacción mayor a 3.92.



Gráfica 41 Nivel de Satisfacción S756 (elaboración propia)

Caso P89

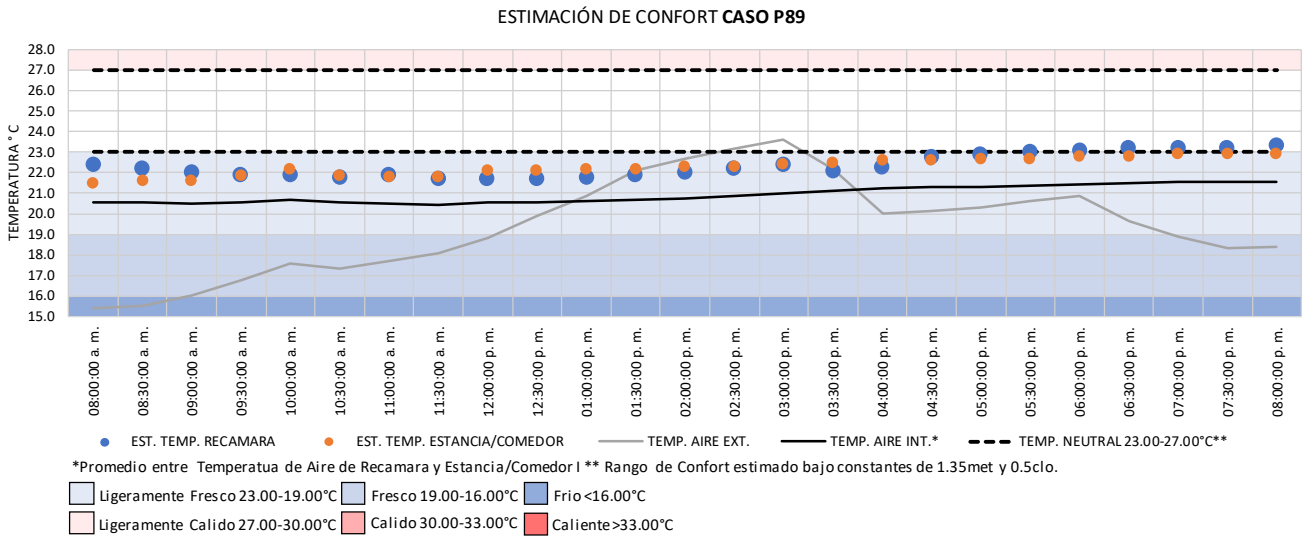
El último caso P89 se ubica en un segundo nivel de cuatro, cuenta con una colindancia al norte y el resto de los planos verticales expuestos.

La Recamara principal cuenta con una ventana de 1.20x1.20 que representa 17.79% del espacio con orientación sur, hacia cubo de iluminación con tres fronteras, la propia, una lateral y una frontal. La ventana inmediata a la Estancia/Comedor tiene las mismas dimensiones que la ventana de la Recamara, pero esta representa el 10.35% del espacio con orientación este hacia cubo de iluminación. Esta última no cumple con el mínimo establecido en el RCDF.

Ambiente térmico

Respecto al desempeño térmico la temperatura de aire oscila entre 20.6°C y 21.6°C, mientras la temperatura exterior muestra registros de entre 15.4°C y 23.6°C. Las oscilaciones de temperatura exterior muestran perdidas relacionadas al incremento de humedad que a su vez refieren presencia de lluvia.

Con respecto a las estimaciones de confort la Recamara presento oscilaciones entre 21.7°C y 23.3°C tan solo tres horas dentro del rango de confort, el resto de la medición con temperaturas ligeramente frescas. La Estancia/Comedor presento temperaturas muy similares de 21.5°C a 22.9°C con sensación térmica ligeramente fresca y sostenida durante toda la medición.

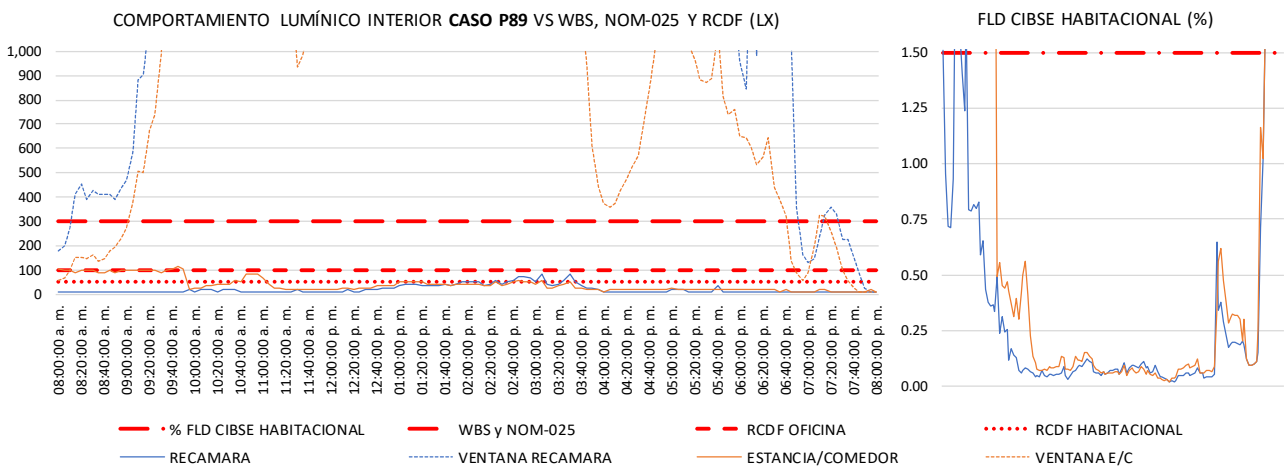


Gráfica 42 F1 Desempeño térmico CASO P89 (elaboración propia)

Como en otros casos la presencia de nubosidad disminuyo la intensidad de radiación en su componente térmico y lumínico. El registro máximo de 16,930.66lx en la ventana de la Recamara corresponde a ganancias directas en el periodo de 1:00pm. a 3:30pm. En la Estancia/Comedor se presentaron lecturas máximas de 4,970.81lx en el periodo de las 12:40pm. a 3:20pm. tales ganancias fueron indirectas debido a los planos verticales que componen el cubo de iluminación. En ambos espacios las ganancias directas o indirectas de radiación en la ventana no representaron cambios significativos al interior del espacio, no obstante, existe un incremento promedio de 1.5°C en la temperatura interior. Lo anterior es atribuible a los planos verticales expuestos en fachada sur y oeste que durante las horas diurna tuvieron ganancias directas. Se puede decir que, pese a las condiciones del cielo el desempeño térmico fue mayormente determinado por los macizos que componen el perímetro de la envolvente.

Ambiente lumínico

Los datos en la ventana de la Recamara muestran un mínimo de 11.84lx y un máximo de 16,930.66lx de los cuales 9.25hrs. son registros mayores a 1,000lx. Al centro del espacio los datos permiten mantener únicamente 1.25hrs. dentro del rango de 50lx a 1,000lx.



Gráfica 43 F1 Desempeño lumínico CASO P89 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMÍNICO P89						Promedio Exterior: 41,691.96 lx			Registro 8/31/2017		
Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)					GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL		
	RCDF Hab.	RCDF Of.	WBS y NOM	Max WBS	CIBSE Hab.	Min.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *
	50lx -1,000lx	100lx -1,000lx	300lx -1,000lx	<1,000lx	FLD 1.5%						
Centro Recamara	1.25	0.00	0.00	0.00	1.08	11.84	82.88	0.913	17.79	Sur	Cubo
V. Recamara	2.58	2.50	1.67	9.25		11.84	16,930.66				
Centro Estancia/Comedor	3.42	0.33	0.00	0.00	2.58	11.84	114.10	0.011	10.35	Este	Cubo
V. Estancia/Comedor	5.00	4.33	3.17	6.67		11.84	4,970.81				

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación Indica cumplimiento del parámetro

Tabla 19 Desempeño lumínico CASO P89 (elaboración propia)

La causa de tal desempeño es atribuible a varios factores, en principio la disminución del recurso solar, derivado del aumento de humedad y presencia de lluvia. En segundo la disposición de la ventana, la orientación y temporada, las tres generan un escenario poco eficiente al momento de disipar la iluminancia que recibe la ventana al interior. La inclinación solar de la temporada de medición y la orientación del espacio resultan poco efectivas para disipar las ganancias de radiación directa al interior debido a su perpendicularidad. Además, la ubicación de la ventana al extremo derecho de la habitación no promueve la dispersión al centro del espacio. Contrario a lo que se pensaría el cubo de iluminación al ser de solo tres fronteras permite el acceso franco de radiación a partir de las 12:30pm. y hasta la puesta de sol.

La ventana al centro de la Estancia/Comedor muestra oscilaciones de entre 11.84lx y 4,970.81lx. Mantiene datos superiores a 1,000lx por 9.25hrs. Al centro del espacio el registro mínimo es de 11.84lx y máximo de 114.10lx tal desempeño permite mantener 3.42hrs el primer parámetro de 50lx y 0.33hrs 100lx. Ahondando en las causas de este desempeño se suma, a la reducción de radiación, la ubicación vertical de la vivienda (segundo nivel debajo de dos entrespisos) y la fuente (cubo de iluminación) esta última genera obstrucciones de los planos verticales que la componen permitiendo únicamente ganancias de radiación indirectas.

Respecto al FLD las estimaciones para la Recamara muestran valores mayores al estándar por un periodo de 1.08hrs. La Estancia/Comedor por su parte presenta datos superiores al 1.5%FLD por 2.58hrs.

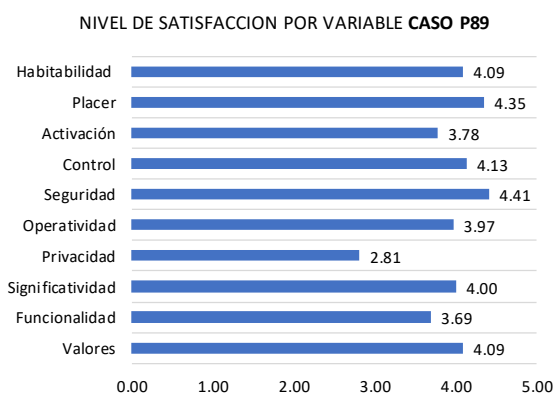
Para ambos casos el desempeño lumínico resulta insuficiente para mantener por 4hrs. cualquiera de los cuatro rangos, por lo cual se puede afirmar la falta de autonomía lumínica.

Nivel de satisfacción

El usuario encuestado es un individuo masculino de 32 años con 22 años de habitar la vivienda. El inmueble es propio y la habitan cinco personas.

La variable más baja es Privacidad con 2.81 seguido de Funcionalidad, Activación y Operatividad con 3.69, 3.78 y 3.97 respectivamente. Significatividad fue estimada con 4.00 puntos mientras Valores y Habitabilidad con 4.09, Control con 4.13 y por ultimo Seguridad y Placer que presentan los valores más altos con 4.35 y 4.41 respectivamente.

El nivel de Satisfacción total obtuvo una valoración de 3.93 en una escala de cinco lo que ubica al caso de estudio dentro del GRUPO 1 con nivel de satisfacción mayor a 3.92.

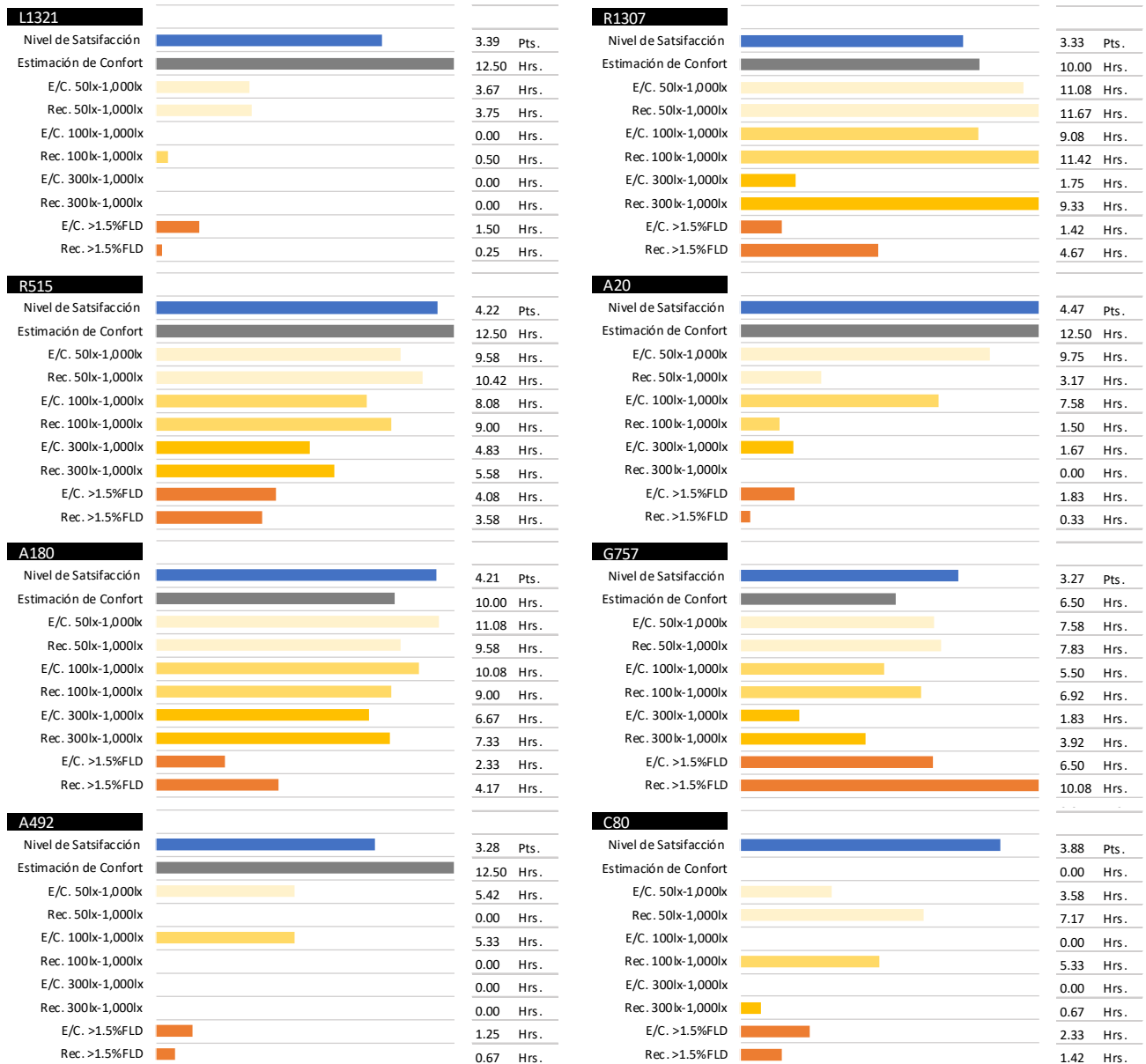


Gráfica 44 Nivel de Satisfacción P89 (elaboración propia)

Comparativa de Resultados FASE 1

Para la comparación de resultados se realizó una regla de proporción (regla de tres), que nos permitirá conocer el valor equivalente a los resultados en una escala de 0pts. a 500pts. Para realizar esto, se tomaron los resultados máximos en horas, en el caso del ambiente físico y puntaje máximo en la escala psicología, ambos se tomaron como equivalentes a 500pts. teniendo pues, dos valores con magnitudes proporcionales entre si y un tercero conocido (todos los valores menores al máximo) es posible obtener un valor equivalente sensible de comparación. Es síntesis se homologaron las unidades a una escala confrontable donde 0pts. es negativo o pésimo y 500pts. es positivo u optimo, según los parámetros establecidos en la investigación. Lo anterior con el objetivo de homologar la escala de las tres variables y poder determinar qué caso fue el mejor evaluado. Los resultados junto con los valores por variable y rango se presentan en las Gráfica generales por caso.

GRAFICAS GENERALES COMPARATIVA DE CASOS





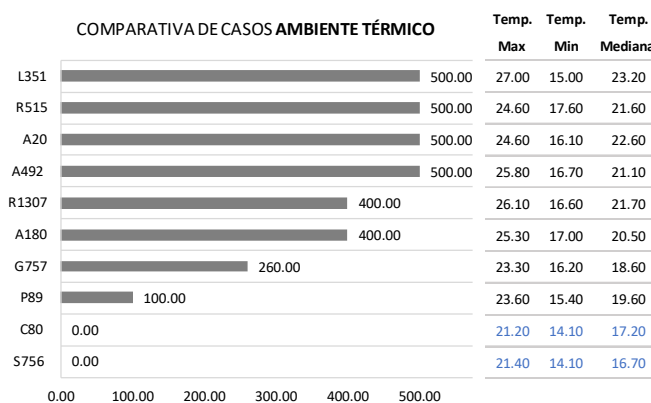
Gráfica 45 Comparativa de CASOS (elaboración propia)

A continuación, se describen la comparativa de los resultados por variable y las posibles causas de tal desempeño. Cabe destacar que derivado de la cantidad reducida de casos resulta poco preciso generar ejercicios de correlación entre los datos recabados atribuyendo los resultados del ambiente físico o percepción psicológica a determinadas características de la envolvente o del usuario, por tal motivo la investigación se limita a exponer las coincidencias, si es que las hubiese, entre los casos que comparten resultados.

Ambiente Térmico

Para los datos del ambiente térmico se obtuvieron las medias de las sensaciones térmicas generadas en las estimaciones de confort de la Recamara y Estancia/Comedor. Los resultados comparados con el rango de confort permitieron conocer los periodos de tiempo generales que cada caso puede mantener en temperaturas neutras. Una vez obtenidas las horas en confort que el espacio general pueden mantener, se realizó la regla de proporción.

Los resultados muestran que el caso L351, R515, A20 y A492 comparten el mejor desempeño térmico permitiendo un máximo de 12.5hrs. la totalidad de la medición, en temperaturas neutras. Seguido del caso R1307 y A180 cuyas estimaciones aseguran 10hrs. en temperaturas neutras. Los casos G757 con 260pts. equivalentes a 6.5hrs. y P89 con 100pts. iguales a 2.50hrs. se sitúan en los lugares 7 y 8 del listado. Por último, los casos C80 y S756 que no mantienen temperaturas neutras.



Gráfica 46 Comparativa de Casos ambiente térmico (elaboración propia)

El caso S756 es el único de los diez que cuenta con ganancia de radiación directa en el plano horizontal, por lo que la interacción del interior al exterior a través de las superficies de la envolvente es mucho más activa que el resto de los casos, es decir, pierde y gana temperatura en cantidades casi proporcionales mientras que en el exterior hay oscilaciones de 7.3°C el interior hay de 3.3°C. En otras palabras, el ambiente térmico interior más que en otros casos es determinado por el ambiente exterior.

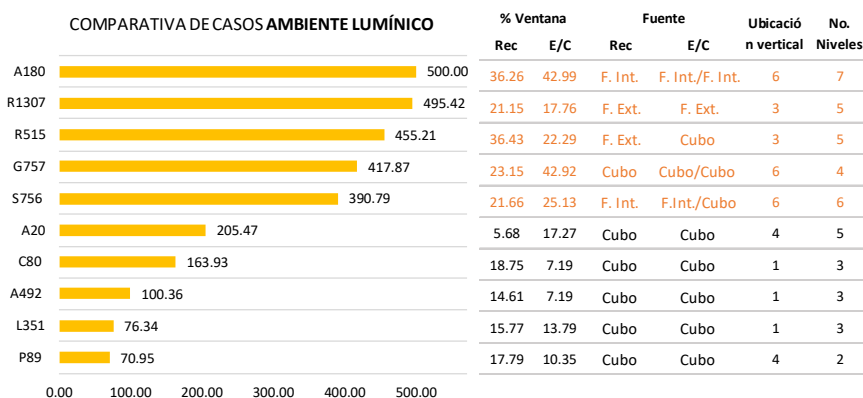
Se observa en la gráfica una relación entre la temperatura exterior y el número de horas estimadas de confort. Respecto a los últimos dos casos se pueden mencionar, sin ser justificación del desempeño que, al exterior se tuvieron temperaturas máximas menores a 21.4°C sumadas a las características de la envolvente y a la inercia térmica de sus materiales, resulta complejo alcanzar temperaturas superiores a los 23°C siendo que en un sistema de acondicionamiento pasivo las temperaturas interiores son determinadas por el recurso exterior.

Los casos G757 y P89 presentan lecturas exteriores máximas de 23.3°C y 23.6°C respectivamente lo que permite alcanzar algunas horas en temperatura neutra. El resto de los casos presentan temperaturas exteriores máximas entre 24.6°C y 27°C con tal recurso es posible mantener hasta 12.5hrs. en estado de confort.

Respecto a otras variables no se observaron coincidencias relevantes.

Ambiente Lumínico

El ambiente lumínico se evaluó a partir de cuatro rangos óptimos y en dos espacios (Rec. y E/C) para tal caso se realizó una regla de proporción por parámetro y por espacio, el resultado se visualiza en la gráfica general. Para la gráfica de la variable se obtuvo la media de los resultados por caso y posteriormente una regla de proporción. Los resultados se exponen a continuación.



Gráfica 47 Comparativa de casos ambiente lumínico (elaboración propia)

En esta variable es posible

distinguir dos grupos uno mayor a 25.84hrs. y otro menor a esta cantidad. El primero es encabezado por el caso A180 quien tiene el mejor desempeño de los diez manteniendo en suma 60.42hrs. dentro de los cuatro rangos óptimos. Seguido del caso R1307, R515, G757 y S756 con 60.25hrs, 55.17hrs, 50.17hrs, y 47.67hrs. respectivamente.

El segundo grupo es encabezado por el caso A20 con 205.47pts. equivalentes a 25.83hrs. seguido del caso C80, A492, L351 y P89 con 20.50hrs., 12.67hrs., 9.67hrs. y 8.67hrs. respectivamente.

El desempeño de los casos se relaciona en principio con el porcentaje de ventana y fuente. Los primeros cinco casos con mayor número de horas acumuladas son también los que tienen mayor porcentaje de ventana en ambos espacios, Recamara y Estancia/Comedor tres de los cuales cuentan con dos ventanas con diferente fuente, esto resulta ser igualmente relevante ya que ganancias de uno y otro se suman para mantener los rangos al centro del espacio. Por otro lado, a excepción del caso G757 y la Estancia/Comedor del R515 con fuente hacia cubo de iluminación, la mayoría comparten fuente hacia Fachada interior y Fachada exterior. Los cubos de los casos mencionados cuentan con características que los distingue de los casos con deficiente desempeño lumínico. El cubo de la Estancia/Comedor del caso R515 cuenta con solo tres fronteras la faltante con orientación sur y el resto con superficies blancas de alta propiedad reflectante, estas condiciones permiten ganancias por radicación directa, indirecta y global. Por su parte el caso G757 cuenta con ventanas con orientación este y oeste lo que permite ganancias directas durante la mañana y tarde, adicional a esto los cubos cuentan con un área muy superior al resto de casos, con menor número de horas acumuladas, en proporción aproximada de 6:1.

La ubicación vertical de la vivienda también influyo en la recepción del recurso solar. Los departamentos del primer grupo se encuentran en los pisos del 3er. al 6to. con 0, 1 o 2 entrespisos superiores. Mientras el grupo inferior se encuentran en primer nivel o planta baja de un edificio de tres niveles (casos C80 y A492) o en planta segundo nivel y bajo dos entrespisos (casos P89 y L351). El caso A20 de los cinco con bajo desempeño, es el que mayor ganancia tiene a pesar de contar con fuente hacia cubo de iluminación, esto se debe a las características del mismo ya que tiene una cara parcialmente descubierta con orientación suroeste y se ubica verticalmente en un cuarto piso de cinco, tales características permiten ganancias ligeramente mayores.

Las coincidencias del grupo inferior radican en sus fuentes, son hacia cubos de iluminación con cuatro fronteras, con dimensiones frontales menores a cuatro metros y laterales próximas, cuentan además con obstrucciones permanentes horizontales o verticales. Además, de la falta al mínimo porcentaje de ventana que establece el RCDF mayor a 17.5%.

Respecto a orientación u otras variables consideradas en el estudio no se conformaron coincidencias relevantes.

Nivel de Satisfacción

Al igual que el ambiente térmico y lumínico los gráficos se presentan en una escala de 0 a 500. A continuación, se describen los resultados por variable, estos son generados por el promedio de valoraciones de cada departamento a cada uno de los reactivos.

La variable mejor evaluada es Seguridad con 4.28pts. equivalente a 500pts. seguida de Control con 4.14pts. Activación, Valores y Operatividad con 3.98pts. 3.94pts. y 394.30pts. respectivamente. De 3.79pts a 3.70pts. Placer, Habitabilidad, Significancia y Funcionalidad. Y la última y peor evaluada Privacidad con 3.20pts. Cabe destacar que en suma o por variable ningún departamento fue evaluado con valores menores a 300pts. lo que implica que todos los usuarios satisfacen plena o medianamente sus necesidades.

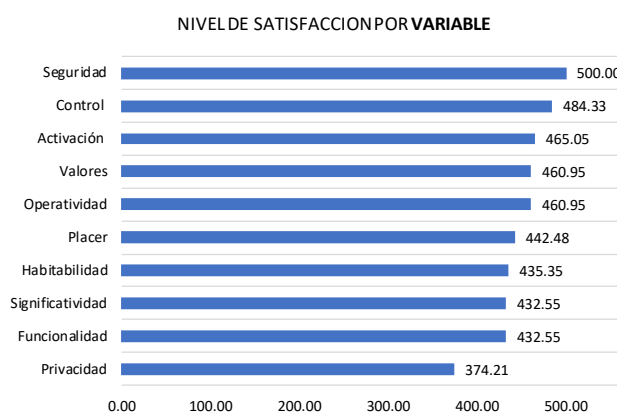
Los resultados de Satisfacción son el promedio de los resultados de las 10 variables que componen el instrumento psicológico utilizado.

Del procesamiento de datos realizado por variable para obtener el ANOVA unifactorial, se obtuvo la agrupación óptima de Satisfacción, esta divide los resultados en dos grupos GRUPO 1 mayor a 3.92pts. y GRUPO 2 menor a 3.92pts.

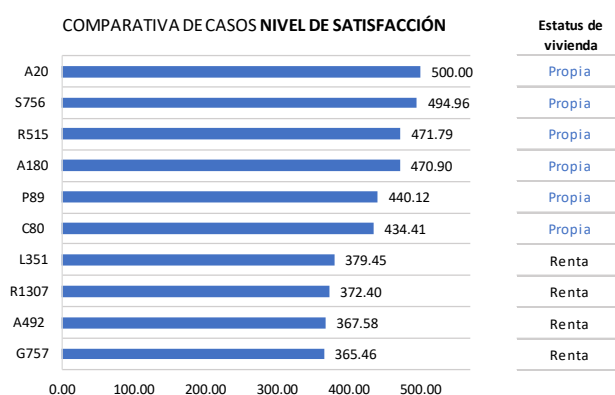
En el primer grupo el caso A20 encabeza la lista de la variable con 500pts. equivalentes 4.47pts. seguido del S756 con 4.42pts., R515 con 4.22pts., A180 con 4.21pts. y P89 con 3.93pts. El resto de los casos pertenecientes al GRUPO 2 se encuentra por debajo del 3.92, C80 con 3.88pts. seguido de L351 con 3.39pts, R1307 con 3.33pts. A492 3.28pts. y G757 con 3.27pts.

Comparado con los datos de usuario se encontró que la pertenencia de la vivienda es un factor que influye en la percepción de satisfacción de la misma. Se observa que las seis viviendas mejor evaluadas también son propiedad de los encuestados y los cuatro con valoraciones menores corresponden a viviendas arrendadas. Los resultados pueden asociarse a dos conceptos el primero a la propiedad, entendida como una necesidad básica de ocupar y reclamar un espacio, en este caso logra un sentido de identificación y personalización de la vivienda. La segunda territorialidad, definido como el poseer, el control y la posibilidad de modificar el espacio a voluntad, generando con esto arraigo, compromiso y responsabilidad por él. Tal asociación puede derivar en la adaptación de los espacios, es decir, percibir como adecuadas características de la vivienda que de acuerdo a parámetros resulten deficientes, quizá por esa razón, los resultados del desempeño térmico y lumínico no arrojaron coincidencias relevantes.

Para finalizar los resultados de las encuestas de satisfacción fueron comparados con los datos recabados del usuario y de la envolvente, estimaciones y cumplimiento de rangos del ambiente físico, sin encontrarse coincidencias relevantes.

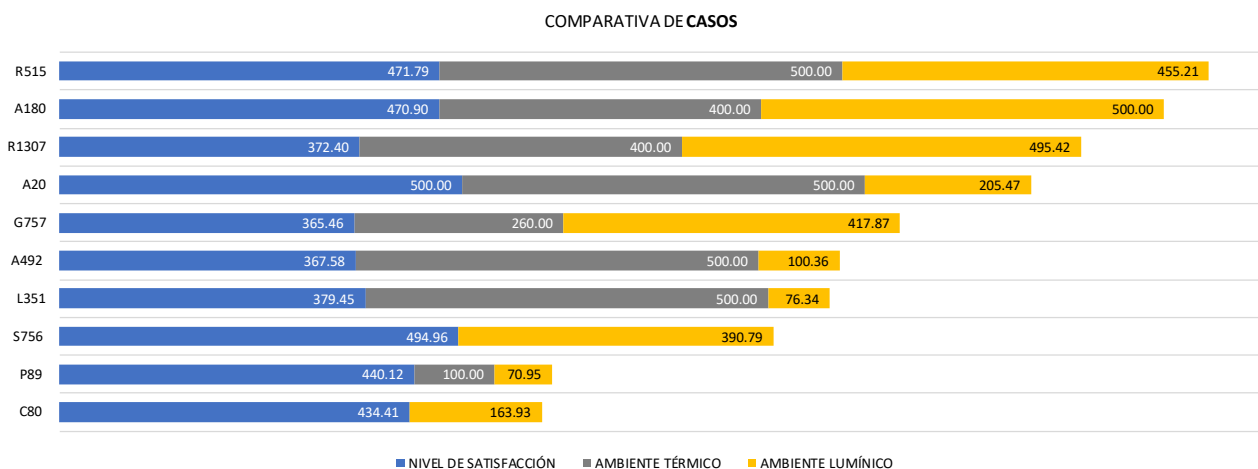


Gráfica 48 Satisfacción por variable (elaboración propia)



Gráfica 49 Comparativa de casos satisfacción (elaboración propia)

Acumulado Variable Física y Psicológica



Gráfica 50 Acumulado de variables (elaboración propia)

Sumando por caso los resultados individuales de cada variable podemos observar cuál de los diez casos tiene mejor desempeño. Es relevante mencionar que las tres variables son valorizadas en la misma escala de (0pts. a 500pts.) y con el mismo peso específico, es decir, no es una más importante que otra, la ausencia de horas en confort u horas en autonomía lumínica pueden afectar una buena valoración de la variable psicológica y viceversa. Los resultados se describen a continuación.

El caso R515 fue el mejor evaluado, forma parte del GRUPO 1 con nivel de Satisfacción alta mayor a 3.92pts. cumple con 12.5hrs. en temperatura neutra y un acumulado de 55.17hrs. en autonomía lumínica. Este es seguido por los casos A180 y R1307 cuyas evaluaciones de la variable ambiental fueron muy similares, la diferencia de posición radica en la percepción de satisfacción, el caso R1037 percibió menos satisfactorio el inmueble arrendado que el usuario del caso A180 a quien le pertenece la vivienda.

El caso A20 obtuvo la valoración más alta respecto al nivel de satisfacción y estimaciones de confort, pero no fue capaz de mantener más 25.83hrs. acumuladas dentro de los rangos de confort, situación que afectó su desempeño general.

El caso G757 obtuvo valores menores en las estimaciones de confort y satisfacción general, aunque obtuvo valores sustanciales en la autonomía lumínica no fueron suficientes para mantener una posición superior.

Los casos A492 y L351 obtuvieron valores similares en las tres variables y se posicionaron en los lugares 6to. y 7mo. del listado.

El caso S756 fue el segundo mejor evaluado en la encuesta de satisfacción, fue capaz de mantener 47.67hrs. de autonomía lumínica, mejor a cinco de los casos, pero incapaz de proveer horas en temperaturas neutras, tal desempeño lo posicionó en el 8vo. lugar.

El caso P89 se encuentra en el 9no. lugar del listado fue el 5to. mejor evaluado en la escala psicológica, pero de los más bajos en el ambiente térmico y lumínico 8vo. y 10mo. respectivamente.

El caso C80 tiene lugar más bajo del listado, obtuvo cero horas en confort pertenece al GRUPO 2 menor a 3.92 y es capaz de ofrecer tan solo 20.50hrs. de autonomía lumínica la mayoría superiores a 50lx y menores a 100lx.

Para finalizar al relacionar el acumulado por caso con las estimaciones confort, rangos aceptables, características de la envolvente o usuarios no se observaron coincidencias relevantes.

Variables ambientales vs Variables Psicológicas

La Calidad del Ambiente Interior en la vivienda ha sido poco explorada ya que no representa un factor de riesgo físico, químico o biológico como estrictamente se define y se ha venido estudiando. La perspectiva de la presente investigación parte de la premisa de que la Calidad del Ambiente Interior particularmente los factores de riesgo físicos de la energía

termodinámica y electromagnética de baja intensidad puede ser un factor de riesgo para el usuario, si este provoca estrés constante que a largo plazo genere enfermedades psicosomáticas y no solo daño físico inmediato.

Por tal razón se evaluó el ambiente desde dos escalas la objetiva compuesta de mediciones del ambiente en sitio y subjetivas, mediciones de corte psicológico. Ambas con el objetivo de determinar si el ambiente térmico y lumínico es percibido como aversivo o motivador de estrés y en que valores se perciben estímulos positivos o negativos.

El ANOVA unifactorial permitirá relacionar las variables psicológicas con los datos ambientales recabados, el resultado será la distinción de dos valores con los cuales los usuarios perciben dos estímulos positivos uno mayor que el otro. La distinción entre solo dos valores se relaciona a la agrupación óptima generada previamente.

El instrumento psicológico utilizado mide la Satisfacción residencial o nivel de habitabilidad de la vivienda, evalúa desde distintas variables la capacidad de esta para satisfacer las necesidades de los usuarios que la habitan. Para realizar la comparación de medias se utilizaron solo los reactivos que componen determinadas variables y que es su concepto y aplicación involucran estímulos derivados del ambiente físico mismos que puede promover un estado positivo o negativo. Las variables utilizadas son; Habitabilidad, Placer, Activación y Satisfacción total. De estas se realizarán agrupaciones óptimas comparables con la base de datos ambiental, registros de iluminancia y temperatura con el fin de atribuir determinado valor a una percepción de satisfacción alta o media. A continuación, se describe el procedimiento.

Agrupación Óptima

Con el proceso de agrupamiento óptimo, es posible utilizar el algoritmo diseñado para atributos nominales (como modelos de Naive Bayes y logit). Este procedimiento discretiza las variables cualitativas o cuantitativas (necesariamente de escala numérica), es decir, separa y simplifica la información agrupándola en distintas clases aplicando puntos de corte que permiten la composición de intervalos. La aplicación de dichos puntos puede determinarse de tres formas;

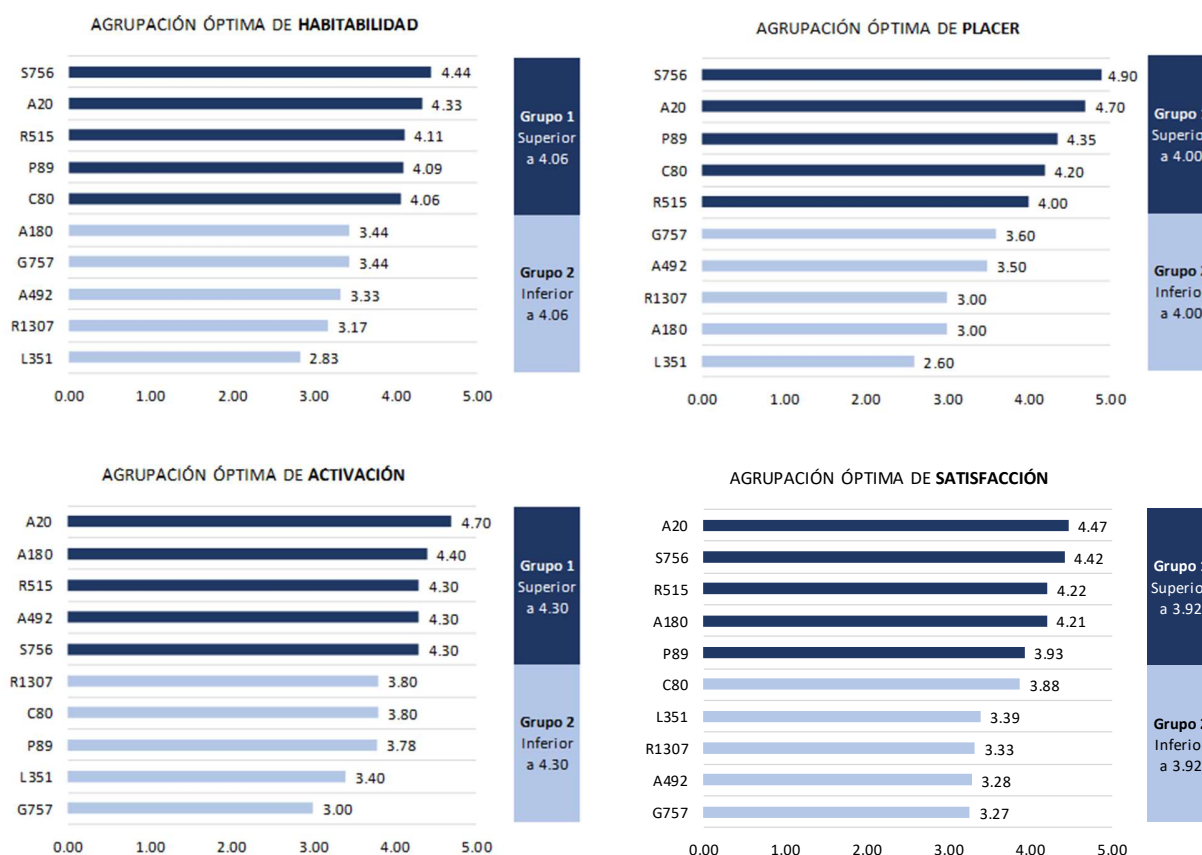
- No supervisado, crea agrupamientos sin diferenciar cuentas.
- Supervisado. toma en cuenta la variable objetivo para determinar los puntos de corte, este método es más preciso que el no supervisado.
- Híbrido, útil cuando se posee una gran cantidad de datos.

Se optó por el procedimiento de puntos supervisados con la intención de optimizar los datos recabados del ambiente interior, considerados escasos para aplicación de un método híbrido y procesarlos con mayor exactitud, característica que excluyen el método no supervisado.

La formación de intervalos supervisados se relaciona con una variable categórica en este caso los usuarios y departamentos de estudio. Los valores arrojados se utilizarán en lugar de los datos originales para el posterior análisis.

Los resultados de la agrupación óptima arrojaron 50% de la muestra superior y 50% inferior dados los resultados de las encuestas no se obtuvieron valoraciones deficientes. El primer grupo "mayor a" representa los casos que tuvieron valoraciones altas y el segundo grupo valoraciones medias, ni bajas ni altas, es decir, los encuestados tienen o una alta satisfacción respecto a su vivienda o una media satisfacción de la vivienda, pero ninguno mostro satisfacción baja o deficiente.

En la variable de Habitabilidad el GRUPO 1 tienen un nivel de habitabilidad alta superior a 4.06 el GRUPO 2 con habitabilidad media con valores inferiores a 4.06. La variable de Placer se compone del GRUPO 1 con valores superiores a 4.00 y el GRUPO 2 menores a 4.00. Por su parte la variable de Activación GRUPO 1 con activación alta superior a 4.30 y GRUPO 2 con activación media y valores inferiores a 4.30. Por último Satisfacción total que es la suma de valoraciones de todas las variables, se presenta Satisfacción alta con GRUPO 1 superior a 3.92 y el GRUPO 2 con satisfacción media inferior a 3.92.



Gráfica 51 Agrupación óptima (elaboración propia)

La pertenencia a determinado GRUPO 1 o 2 se asentará y replicará como variables de factor en los datos ambientales para llevar a cabo el análisis final.

ANOVA de un factor

Adicional a la base de datos de corte psicológico se realizó una base de datos ambiental donde se ingresaron promedios de los registros recabados en sitio, relativos al ambiente térmico y lumínico. Se habla de promedios ambientales ya que las herramientas de corte psicológico utilizadas evalúan la percepción general de la vivienda y no solo de un local (Recámara o Estancia/Comedor). Es pues que se ingresó información de; iluminancia al centro, iluminancia en ventana, temperatura de aire, temperatura radiante y estimaciones de confort con el objetivo de explorar las relaciones entre los diferentes datos.

Las variables ambientales y psicológicas se analizaron por medio de comparación de medias específicamente por el método ONEWAY, ANOVA de un factor. Este procedimiento genera un análisis de varianza, es decir, una medida vinculada a la dispersión de un factor para una variable dependiente cuantitativa (datos ambientales) respecto a una única variable de factor, variable independiente (grupo 1 y 2). El análisis de varianza se utiliza para contrastar la hipótesis de que varias medias son iguales. En este sentido se busca exponer la diferencia entre la percepción del grupo 1 y el grupo 2 con respecto a las medias ambientales registradas en sitio. Concretamente, se analizará si la media de las variables ambientales varía según el grupo al que pertenece el caso de estudio.

Resultado del procedimiento se obtiene F o F-Test y su significación. El estadístico F se obtiene al estimar la variación de las medias entre los grupos de la variable independiente y dividirla por la estimación de la variación dentro de los grupos. Si los grupos son heterogéneos entre ellos y similares internamente, el valor F será más alto y por tanto las variables estarán relacionadas. En resumen, cuanto más difieren las medias de la variable dependiente (ambiente térmico y lumínico) entre los grupos de la variable independiente (grupo 1 y 2), más alto será el valor de F. Cuanto más alto sea F, más están relacionadas

las variables, lo que significa que las medias de la variable dependiente (ambiente térmico y lumínico) difieren o varían mucho entre los grupos de la variable independiente (grupo 1 y 2).

La significación de F se interpretará como la probabilidad de que este valor de F se deba al azar. Siguiendo un nivel de confianza del 95%, el más utilizado en ciencias sociales, cuando la significación de F sea menor de 0.05 es que las dos variables están relacionadas y por tanto hay diferencias significativas entre los grupos. A continuación, se describen los resultados por variables psicológica.

Habitabilidad y Placer

Cabe aclarar que se menciona Habitabilidad como una variable más del instrumento general. La herramienta utilizada evalúa la Satisfacción residencial compuesta por diferentes variables, cada variable se compone de un número específico de reactivos. Una de esas variables es Habitabilidad, por medio de un número limitado de cuestionamientos evalúa los aspectos relevantes del resto de las variables. El conjunto de resultados de cada variable incluidos los de habitabilidad generaran un panorama holístico de la Satisfacción residencial.

La variable de Habitabilidad y Placer fueron agrupadas de la misma forma por lo que los resultados de ambas variables son semejantes, razón por la que se abordan en el mismo apartado.

Para fines del instrumento el autor define la Habitabilidad “como el grado en que la vivienda se ajusta a las expectativas, necesidades, patrones de vida y preferencias de la familia usuaria”.

Por su parte el Placer lo define como “el nivel de agrado o desagrado que se siente en relación con el entorno de la vivienda” ... “el sujeto elija o no, prefiera o evite, se encuentre a gusto o a disgusto con un ambiente determinado”.

La Iluminancia centro promedio muestra que existen diferencias significativas entre los usuarios que perciben habitabilidad y placer alto y medio. En los departamentos con habitabilidad y placer alto la iluminancia media es mayor 412.62lx mientras que los departamentos con habitabilidad y placer medio el valor de la media es menor, 170.23lx.

Respecto a la Iluminancia ventana promedio, el resultado muestra diferencias significativas entre el grupo de habitabilidad y placer alto y medio. Los departamentos con habitabilidad y placer alto obtuvieron una media de 5,781.71lx mayor al de los departamentos con habitabilidad media igual a 4,525.36lx.

Respecto al ambiente térmico las tres variables ambientales Temperatura de Aire promedio, Temperatura radiante promedio y Temperatura de confort promedio obtuvieron diferencias significativas entre el grupo de habitabilidad y placer alto y medio. El primer grupo obtuvo medias de 23.92°C, 23.67°C y 25.16°C mayores al GRUPO 2 con habitabilidad y placer medio quienes obtuvieron medias de 21.61°C, 21.33°C y 22.93°C.

Activación

La variable de activación se define como “el grado de tensión emocional derivada de estimulación proveniente de la vivienda y de las actividades sociales de los moradores”. La activación se traduce como una variable moduladora para muchos tipos de conducta especialmente respecto al nivel de actividad.

Contrario a la variable anterior la Iluminancia centro promedio no mostros diferencias significativas entre los departamentos con activación alta y media. La falta de significancia implica que no existe una distinción entre el

HABITABILIDAD / PLACER				
Variable ambiental	Grupo 1 Alta	Grupo 2 Media	F	Sig.
Ambiente lumínico				
Iluminancia Centro promedio	412.62lx	170.23lx	39.026	0.000
Iluminancia Ventana promedio	5,781.71lx	4,525.36lx	20.152	0.000
Ambiente térmico				
Temperatura de Aire promedio	23.92°C	21.61°C	511.970	0.000
Temperatura Radiante promedio	23.67°C	21.33°C	512.108	0.000
Temperatura de Confort promedio	25.16°C	22.93°C	511.970	0.000

Gráfica 52 Resultados ANOVA Habitabilidad/Placer (elaboración propia)

ACTIVACIÓN				
Variable ambiental	Grupo 1 Alta	Grupo 2 Media	F	Sig.
Ambiente lumínico				
Iluminancia Centro promedio	324.47lx	258.38lx	2.831	0.093
Iluminancia Ventana promedio	4,814.02lx	5,493.05lx	5.829	0.016
Ambiente térmico				
Temperatura de Aire promedio	22.98°C	22.55°C	13.373	0.000
Temperatura Radiante promedio	22.72°C	22.28°C	13.356	0.000
Temperatura de Confort promedio	24.25°C	23.84°C	13.373	0.000

Indica baja significancia mayor a 0.05, siguiendo un nivel de confianza del 95%

Gráfica 53 Resultados ANOVA Activación (elaboración propia)

grupo con activación alta y media. Los valores medios de la variable ambiental no pueden ser relacionados con la evaluación de psicológica.

Respecto a la Iluminancia ventana promedio existen diferencias significativas entre el grupo de activación alta y activación media. En los departamentos del GRUPO 1 con activación alta se obtuvo un valor medio de 4,814.02lx menor al obtenido en el GRUPO 2 con activación media de 5,493.05lx.

Igual que la variable anterior, los datos del ambiente térmico Temperatura de aire promedio, Temperatura radiante promedio y Temperatura de confort promedio muestran que existen diferencias significativas entre el GRUPO 1 de departamentos con activación alta y el GRUPO 2 con activación media. Los primeros obtuvieron una media de 22.98°C, 22.72°C y 24.25°C valores mayores al del GRUPO 2 quienes obtuvieron medias de 22.55°C, 22.28°C y 23.84°C.

Satisfacción Residencial

Esta variable es el resultado final del instrumento aplicado, en otras palabras, es la suma de los resultados de las variables individuales que componen la Satisfacción Residencial.

El instrumento se constituye de las evaluaciones individuales de habitabilidad, placer, activación, control, seguridad, operatividad, privacidad, funcionalidad, significatividad y valores. De estos, solo habitabilidad, placer y activación se relacionan con el ambiente físico, no obstante, se realizó el ANOVA unifactorial con la premisa de que la temperatura e iluminancia de los espacios podría modificar positiva o negativamente la percepción de otras variables que en conjunto puedan incrementar o disminuir el nivel de satisfacción.

Los resultados de Satisfacción muestran que, en cuatro de las cinco variables ambientales existen diferencias significativas. Iluminancia centro promedio fue la única con significancia de 0.069 lo que indica que no hay diferencias significativas entre el GRUPO 1 y GRUPO 2.

Respecto a Iluminancia ventana promedio existen diferencias significativas entre el GRUPO 1 con Satisfacción alta y el GRUPO 2 con Satisfacción media. La primera con 4,765.97lx y el segundo con 5,541.1lx.

Los resultados Temperatura de aire promedio, Temperatura radiante promedio y Temperatura de confort promedio muestran que existen diferencias significativas entre el grupo departamentos con Satisfacción alta y media. Los departamentos del GRUPO 1 obtuvieron medias de 23.23°C, 22.03°C y 24.49°C mayores al GRUPO 2 con 22.31°C, 22.03°C y 23.60°C.

SATISFACCIÓN				
Variable ambiental	Grupo 1 Alta	Grupo 2 Media	F	Sig.
Ambiente lumínico				
Iluminancia Centro promedio	327.12lx	255.73lx	3.303	0.069
Iluminancia Ventana promedio	4,765.97lx	5,541.1lx	7.605	0.006
Ambiente térmico				
Temperatura de Aire promedio	23.23°C	22.31°C	62.442	0.000
Temperatura Radiante promedio	22.96°C	22.03°C	62.433	0.000
Temperatura de Confort promedio	24.49°C	23.60°C	62.442	0.000

Indica baja significancia mayor a 0.05, siguiendo un nivel de confianza del 95%

Gráfica 54 Resultados ANOVA Satisfacción (elaboración propia)

Conclusiones de la FASE 1 Medición instantánea

Si bien se entiende, las limitantes espaciales y económicas a las que se sujeta la vivienda multifamiliar en la CDMX sería posible que atendiendo algunos aspectos puntuales de los sistemas de control se podrían generar cambios relevantes en la percepción y medición de los parámetros de iluminación y temperatura. De lo anterior se planteó el objetivo primario de “indagar sobre las posibles fuentes que desencadenan variados fenómenos ambientales positivos y negativos al interior de la vivienda”. A continuación, se mencionan algunas reflexiones derivadas de la observación y análisis de los casos, cabe mencionar que tales comentarios no pueden ser concluyentes debido al reducido número de casos.

1. Se observó que en conjuntos habitacionales compuesto de varios edificios las obstrucciones entre elementos no fueron analizados adecuadamente, provocando que algunas de las viviendas, principalmente en los primeros niveles permanecieran en la penumbra. Las condiciones de estos departamentos son similares a los casos con fuente hacia cubo de iluminación, donde incluso la orientación pasa a segundo término debido a que no existen ganancias directas. Ambos escenarios tras el cumplimiento de la norma que establece el RCDF para cubos de iluminación. En este sentido se debiera analizar a profundidad las trayectorias solares con el objetivo de entender la interacción interna

del conjunto habitacional e incluso la que se lleva acabo con su contexto, ya que igualmente se observaron obstrucciones de edificios colindantes.

2. Las ganancias sustanciales por radiación indirecta o global son más eficientes para dotar de luz general a los espacios interiores, ya que generan una fuente de luz difusa con mayor alcance y sin incrementar la temperatura. Con esto al respecto, la mayor ganancia global se da a través de Fachadas interiores; longitudes perpendiculares al plano vertical de la ventana de entre 4m y 8m y Fachadas exteriores; longitud perpendicular mayor a 8m. por lo que se deben priorizar ambas fuentes antes de promover el uso de cubos de iluminación. En su defecto las superficies que componen los cubos de iluminación deben procurarse con alto nivel reflectante, ya que estos se vuelven fuentes de iluminación para el ambiente interior. Se observó también que los compuestos de tres fronteras resultan ser más eficientes al permitir mayor ganancia lumínica.
3. Se observó que la ubicación de la ventana respecto al espacio determina en gran medida su operatividad al centro del espacio. La ubicación a los extremos genera puntos de iluminación que en el mejor de los casos puede reflectarse al resto de la habitación. En los espacios integrados como la Estancia/Comedor en donde se comprenden dos puntos de actividad una sala y un comedor, se observó que los espacios con dos o más ventanas tienen un mejor desempeño, debido a que cada espacio cuenta con un sistema de control. Relativo a la norma se debieran considerar espacios independientes, con necesidades de iluminación distintas, que al integrarse procuren la operatividad de dos centros de actividad.
4. Respecto a las características de la ventana los resultados muestran que el porcentaje de vano fue determinante para el cumplimiento de los parámetros de iluminación. Ocho de los diez espacios con menor autonomía lumínica no cumplen con el parámetro óptimo establecido por RCDF. Al contrario, los casos que cumplieron y rebasaron el 17.5% obtuvieron mayor número de horas de autonomía. Lo anterior sugiere que entre mayor sea este porcentaje mejor será el desempeño lumínico. En este sentido el diseño de la ventana no puede determinarse solo por la capacidad receptora, que se determina en gran medida por el tamaño de ventana y como se fundamenta en el RCDF. Esta debe diseñarse sí, para optimizar el recurso solar pero también con la capacidad de regularlo y evitar deslumbramientos.
Además de la regulación lumínica de la ventana se deben considerar aspectos relacionados con el ambiente térmico. En algunos casos se observó que las ganancias directas incrementan sustancialmente la temperatura interior hasta niveles inoperables. En otros casos al contrario se observa que el alto porcentaje de ventana se relaciona con pérdidas súbitas de temperatura, principalmente con incrementos sustanciales de humedad. En este sentido es necesario considerar como una variable más del diseño de la ventana la capacidad de esta para incrementar o disminuir la temperatura interior. Se debe entender pues a la ventana como la fracción más vulnerable de la envolvente y cuya interacción con el exterior es más activa, de esta dependerá que el ambiente térmico y lumínico del espacio sea benéfico o perjudicial.
5. Respecto al ambiente térmico, se observó que las ganancias de radiación directas en ventana incrementan sustancialmente la temperatura interior. Contrario a esto, la ausencia por cielos u obstrucciones propicia oscilaciones de temperatura mínimas. Tal comportamiento se intensifica cuando la interacción de la envolvente con el exterior se ve disminuida por falta de planos expuestos, es decir, que el perímetro de la vivienda colinda con otros elementos arquitectónicos o que debido a la orientación no tenga incidencias de radiación directa. Este desempeño no implica hermeticidad, sino que el intercambio de temperatura se realiza a través de los cuerpos colindantes. La temperatura igualmente tendera a subir o bajar según la condición exterior, pero lo hará durante un periodo más largo debido a que la interacción se realiza de manera indirecta. Por tal razón las viviendas en general muestran oscilaciones mínimas y generalizadas debido al área y al disminuido intercambio de temperatura. Tal desempeño puede resultar benéfico ante temperaturas constantes altas pero muy contraproducente en temperaturas constantes frías.
6. La interacción de la envolvente con el exterior se incrementa de manera importante cuando la vivienda tiene planos horizontales expuestos. El caso S756 mostro oscilaciones mayores a 4°C. En un día con temperatura exterior máxima de 21.4°C mostro al interior una máxima de 20.7°C, 0.7°C menos que el exterior. Se esperaría que ante temperatura máximas de 28.7°C registrada en la FASE 2 el espacio alcance temperaturas de aire de 28°C generando un espacio

prácticamente inhabitable. Este caso fue el único de los diez que presento esta condición no obstante justifica la necesidad de abordar la problemática debido a que sus procesos de construcción no difieren de los otros casos ni de los procesos actuales mismos que no dotan de aislamiento térmico o un correcto diseño de envolvente.

7. Previo al diseño del experimento se planteó la necesidad de descartar variables sin control y atribuir el desempeño térmico y lumínico a ciertos aspectos tangibles registrables y comparables de la construcción y del usuario. Es pues que se encontraron diferencias en el desempeño de los departamentos atribuibles a algunas variables registradas. El desempeño lumínico encontró explicación derivada de los cubos de iluminación, fuente, porcentaje, ubicación y número de niveles superiores. El desempeño térmico con la cantidad de recurso solar. Y la satisfacción con el sentido de pertenencia. No obstante, existen muchas más variables tangibles e intangibles de la vivienda y el usuario que no se registraron y que pudieran explicar tal desempeño, entre otras; las cualidades de las superficies interiores y exteriores y su capacidad reflectante, así como la resistencia térmica de los materiales que componen la envolvente.
8. Respecto a la Satisfacción residencial se encontró que la pertenencia juega un papel relevante en la percepción. Esto se asocia al nivel de adaptabilidad que desarrolla el usuario en los espacios sensibles de modificación o control. La capacidad de control se enmarca como una cualidad del territorio privado. En este caso, la vivienda se modifica para satisfacer necesidades con la autoridad que implica tenerla como propiedad.

El segundo objetivo particular *“vislumbrar las posibles coincidencias entre la medida subjetiva y la medida física, permitiendo obtener un rango de confort lumínico y térmico valorizado por la percepción”* fue posible lograrlo solo en la FASE 1 debido al número de datos. A continuación se comentan los resultados.

9. Respecto a los resultados del ANOVA unifactorial tenemos que de la Iluminancia centro promedio solo las variables de Habitabilidad y Placer obtuvieron diferencias significativas. El GRUPO 1 con 412.62lx y el GRUPO 2 con 170.23lx. Tal desempeño sugiere que a mayor iluminancia mayor satisfacción. En este sentido no es posible establecer un rango, no obstante, basado en la literatura y parámetros óptimos establecidos se puede decir que, iluminancias mayores que permitan la operatividad de los espacios sin llegar a deslumbramiento podrían percibirse como más satisfactorias que otros con menor iluminancia.

La Iluminancia en ventana promedio mostros diferencias significativas entre el GRUPO 1 y el GRUPO 2. En Habitabilidad y Placer el GRUPO 1 con mayor satisfacción tiene un valor mayor de iluminancia que el GRUPO 2. En Activación y Satisfacción el valor más alto lo tiene el GRUPO 2 y el más bajo el GRUPO 1, este último concibe un espacio más satisfactorio con menor iluminancia que el GRUPO 2.

La diferencia de medias en las cuatro variables no supera los 1,300lx la diferencia en si no es significativa, no obstante, los resultados pueden estar relacionados a dos factores. El primer escenario de Habitabilidad y Placer puede estar asociado a la claridad perceptiva y espaciosidad asociada a niveles elevados de iluminación. El segundo escenario contrario al anterior puede estar asociado a exceso de luz causando deslumbramientos que resultarían igualmente incómodos que la falta de iluminación.

Respecto al ambiente térmico, aunque no es posible distinguir un rango específico debido a que cada variable psicológica cuenta con valores ambientales distintos, se observa que los departamentos del GRUPO 1 con nivel de satisfacción alta obtuvo medias mayores al GRUPO 2 con satisfacción media. Es decir, los estímulos generados por temperaturas mayores son percibidos como positivos y motivadores de emociones mayormente satisfactorias que las temperaturas menores. Esta premisa evidentemente se limita a temperaturas menores a 27°C ya que un incremento mayor podría considerarse incómodo.

FASE 2 Medición extendida

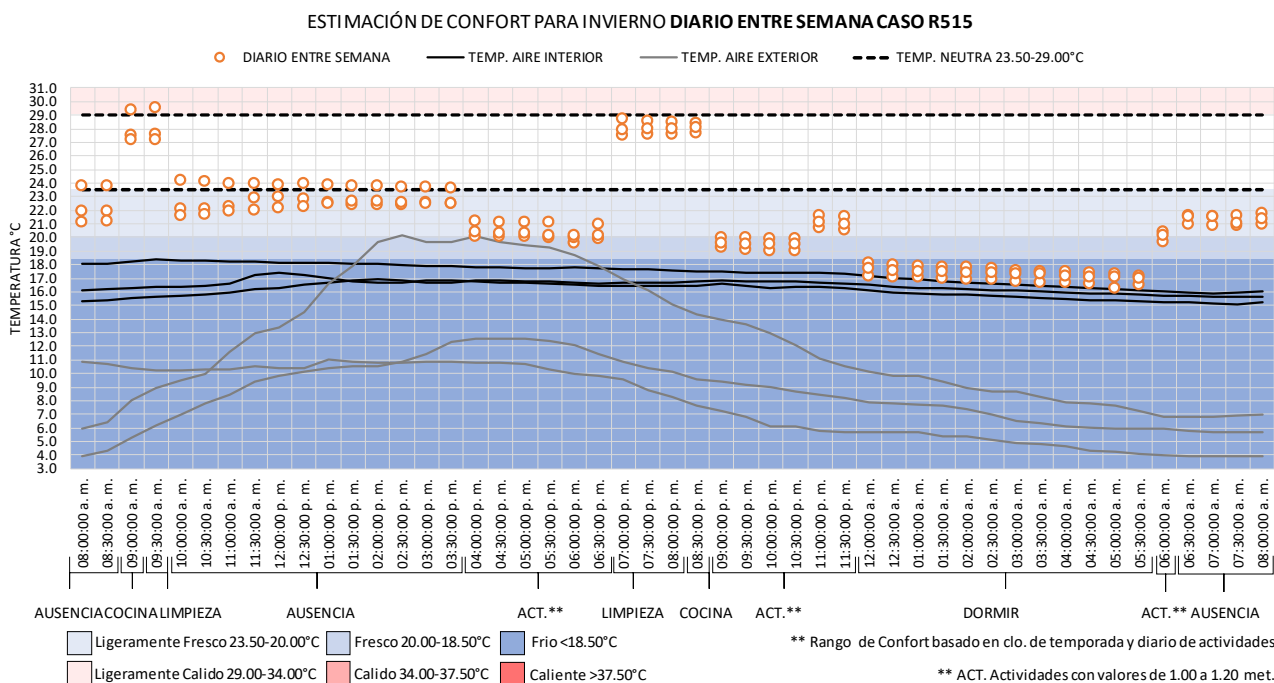
Caso R515

Durante los días de medición y en ambas temporadas la ventana inmediata a la Estancia/Comedor se mantuvo sin modificaciones, es decir, descubierta y cerrada, por lo que su capacidad receptora no fue modificada. Dicha condición sujetara al espacio a ganancias sustanciales de radiación directa o indirecta.

Ambiente térmico

Invierno

Con respecto al desempeño interior en invierno la temperatura de aire se mantiene constante sin oscilaciones relevantes entre 15°C y 19°C. Dos de los días más fríos presenta temperaturas entre 15°C y 17°C. La trayectoria solar y los datos de iluminancia muestran que hubo ganancias por radiación directa, no obstante, no se muestran incrementos de temperatura significativos.



Gráfica 55 Confort invierno diario entre semana CASO R515 (elaboración propia)

La Temperatura exterior oscila entre los 4°C y 20°C con gradiente de 16°C. Aunque se observa una tendencia a la pérdida de temperatura, la envolvente es capaz de mitigar las oscilaciones del exterior y mantener una temperatura estable.

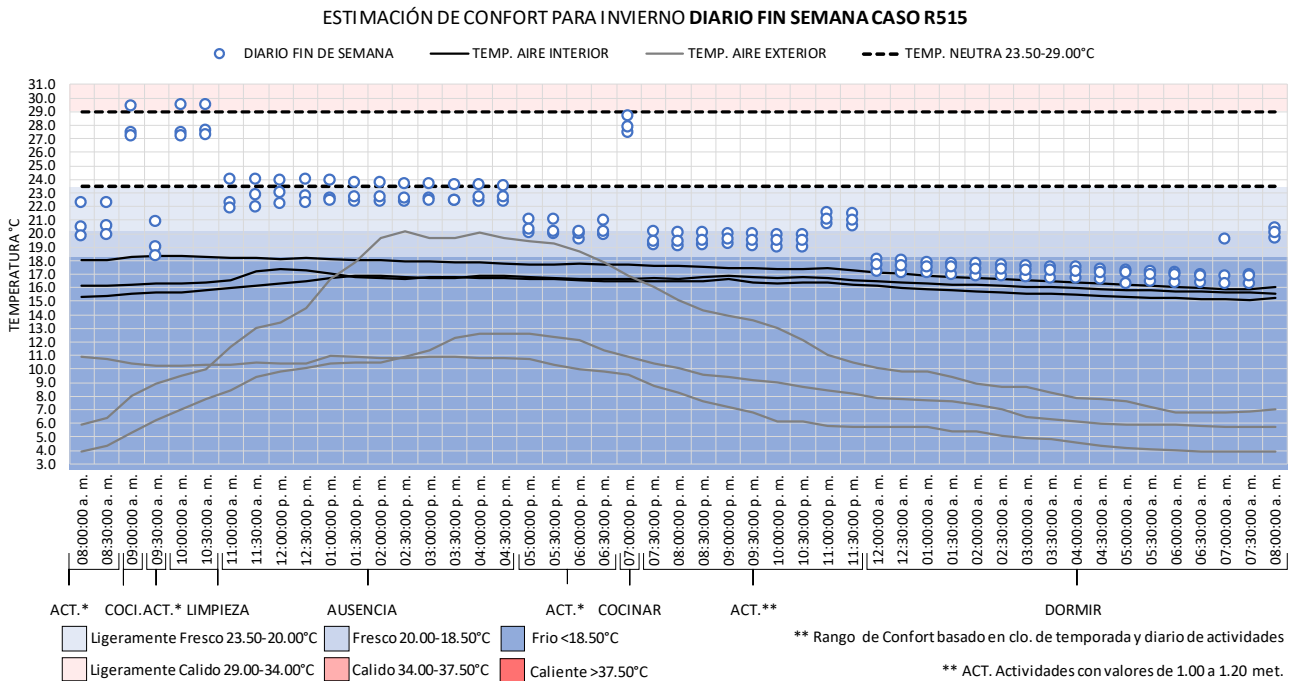
La ganancia por radiación directa en ventanas puede ser una fuente determinante del incremento térmico, junto con el resto de la envolvente podrían, en una interacción eficiente, incrementar la temperatura hasta niveles aceptables. No obstante, en este caso las temperaturas exteriores se encuentran por debajo de los 20°C por lo que difícilmente la envolvente actual podría mantener una temperatura confortable debido principalmente a que el recurso no está disponible. En este caso los medios para el acondicionamiento podrían ser mecánicos o condicionados a las características fisiológicas, actividad y nivel de arropamiento del usuario.

Las estimaciones de ambos diarios (entre semana y fin de semana) muestran que las actividades de bajo impacto entre 1.00met. y 1.35met. y las menores a 0.70met. no permiten alcanzar el rango neutro y se mantienen en percepciones de ligeramente frescas, frescas y frías. Las horas más afectadas son los periodos de sueño en donde la sensación térmica se encuentra por debajo de los 18°C. Irónicamente los periodos que se acercan más al rango neutro son los estimados para la

ausencia, promedio de actividades de oficina y hogar (1.35met). Por otra parte, las actividades de cocinar o limpieza del hogar con 2.00met son capaces de elevar la temperatura y mantenerse dentro del rango neutro e incluso sobrepasarlo. En resumen, a reserva de actividades metabólicas superiores a 2.00met. el espacio es incapaz de contrarrestar por medio de la activación y nivel de arropamiento típico las bajas temperaturas que se alcanzan en los días más fríos de la temporada invernal.

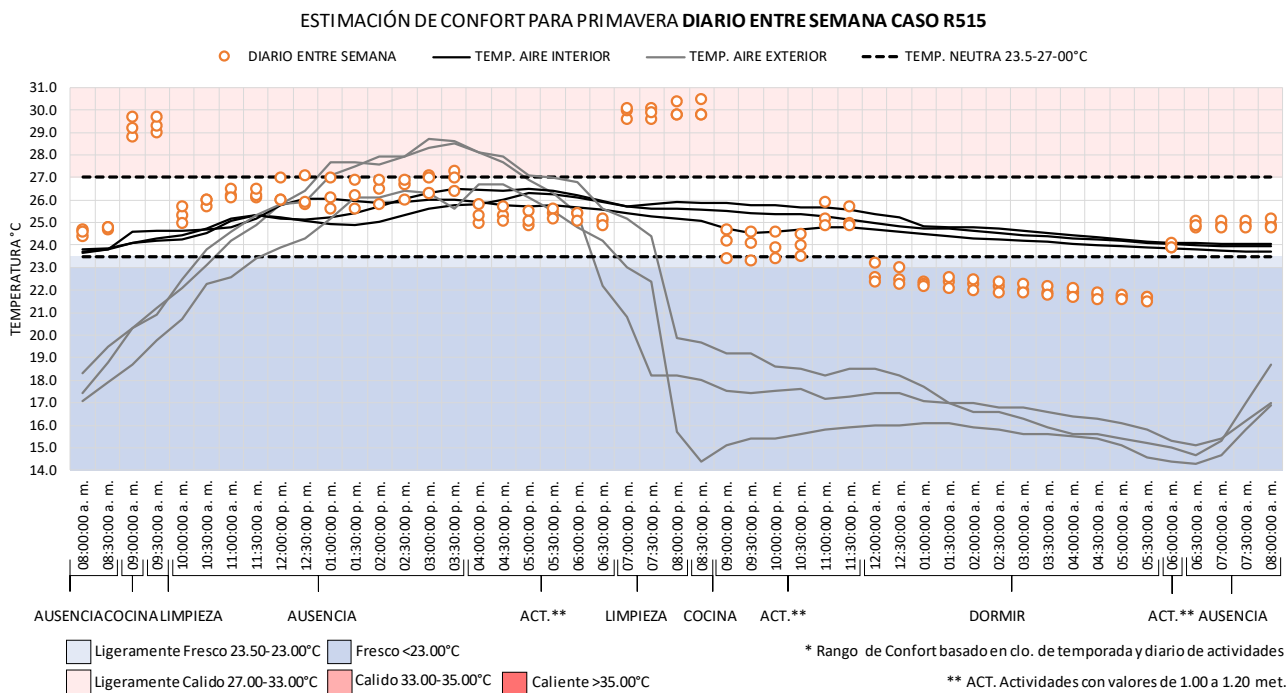
Para los días en cuestión el usuario percibió su hogar como más confortable que no confortable y ni muy cálida ni muy fría, es decir, un estado neutro, resultados que contrastan con los datos registrados y estimados. Ante tal diferencia, se cuestionó al propietario acerca de las actividades que realiza normalmente para permanecer en estado de confort o contrarrestar las bajas temperaturas. Ante percepciones muy frescas, frías, muy frías, demasiado e insoportablemente frías, se cierran ventanas, persianas y se adiciona vestimenta. Por otro lado, el usuario menciona que realizó un incremento en el nivel de arropamiento durante la temporada invernal, añadiendo a la vestimenta típica; sweaters, chamarras y gorros, aunque no determino el día exacto.

La discrepancia entre las estimaciones de confort y la percepción del usuario puede ser causado por la suma de vestimenta realizada probablemente de manera inconsciente lo que hace que la percepción sea confortable, estado que el espacio es incapaz de proveer.



Gráfica 56 Confort invierno diario fin de semana CASO R515 (elaboración propia)

Primavera



Gráfica 57 Confort primavera diario entre semana CASO R515 (elaboración propia)

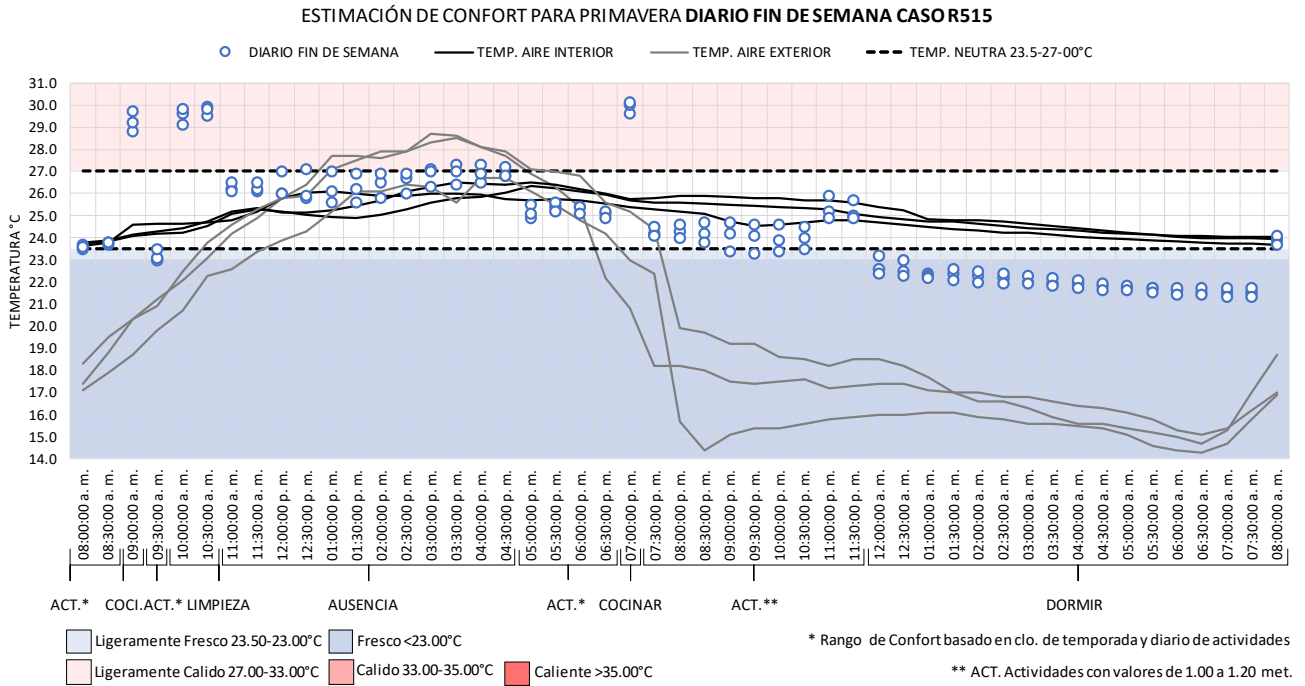
Con respecto al desempeño térmico interior en primavera la temperatura de aire de los tres días analizados muestra la permanencia dentro del rango de confort durante gran parte de las horas de medición. Se presentan temperaturas de entre 23.5°C y 27°C abarcando la totalidad del rango con oscilaciones de alrededor de 3.5°C. Por su parte el exterior muestra temperaturas entre los 14°C y 28.7°C con oscilaciones aproximadas de 15°C, mismos que la envolvente logra mitigar con efectividad. A diferencia de la temporada invernal el recurso solar y su inherente componente térmico están presentes e incrementa la temperatura lo suficiente para mantener el interior dentro del umbral neutro. A partir de la puesta de sol y a falta de ganancia directa o por conducción la temperatura gradualmente baja hasta los 23.5°C en un periodo de poco más de 13hrs. este decremento resulta adecuada toda vez que se mantiene dentro del rango. Las temperaturas alcanzadas durante los días y la energía calorífica almacenada en muros permiten mantener una temperatura promedio de 24.94°C, 25.16°C y 24.84°C consideradas temperaturas neutras. Los resultados muestran que ante temperaturas de aire extremas el espacio es capaz de mantener un ambiente habitable y brindar al usuario condiciones óptimas de operatividad.

De las estimaciones de confort el diario entre semana muestra que las actividades de entre 1.00met. y 1.35met. y un arropamiento típico de verano se mantiene dentro del rango de confort, este rango no se mantiene durante las horas de sueño donde se registran percepciones de ligeramente frescas a frescas. Las actividades de alto impacto que en invierno permitían alcanzar temperaturas neutras en primavera resultan con incrementos superiores a los 5°C lo que genera la salida del umbral. Las actividades de fin de semana muestran un desempeño similar con la diferencia que al incrementar las horas de sueño el espacio se mantiene mayormente fuera del rango.

Con respecto a la percepción del usuario, sus respuestas ante los reactivos de diferencial semántico fueron constantes. Durante los tres días de medición el espacio se percibió como confortable y ni muy cálido ni muy frío, es decir, en temperatura neutra. Esta percepción coincide con lo expuesto en las gráficas térmicas.

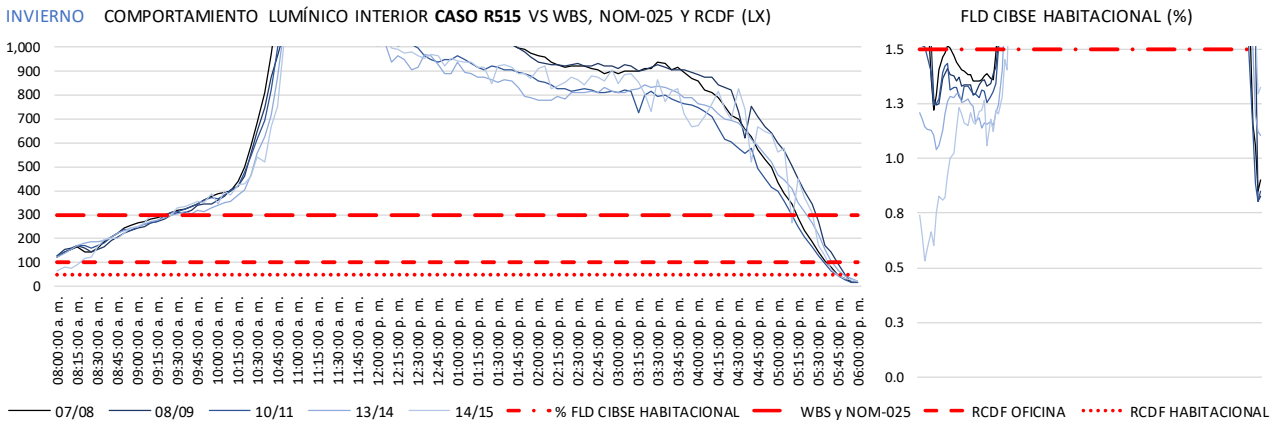
Al igual que en invierno se cuestionó al usuario con respecto a las actividades que realizaría para disipar altas temperaturas, a lo cual respondió; abrir ventanas, cerrar persianas y desvestirse algunas prendas, estas acciones se efectuarían cuando la percepción del usuario resultara caliente, muy caliente o demasiado caliente, respectivamente. En este caso la percepción resulta neutra y coincide con el registro de actividades aplicado al sistema de control, es decir, ante temperaturas neutras las ventanas no son modificadas, se mantienen cerradas y descubiertas. De manera general el espacio es capaz de mantener

temperaturas dentro del rango, únicamente las actividades que implican estados de excesivo reposo o intensa actividad se conservan fuera.



Ambiente lumínico

Invierno



RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMINICO CASO R515											Promedio Exterior: 2,8468.88 lx		
Fecha de Registro	Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)					GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL			
		RCDF Hab.	RCDF Of.	WBS y NOM	Max WBS	CIBSE Hab.	Min.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *	
		50lx-1,000lx	100lx-1,000lx	300lx-1,000lx	<1,000lx	FLD 1.5%							
INVIERNO	07/08	Centro	6.75	6.67	4.83	3.00	7.92	15.75	1,931.50	0.875	22.29	Sur	Cubo
		Ventana	0.33	0.33	0.33	9.75		303.50	29,221.20				
	08/09	Centro	7.00	6.92	5.08	2.92	8.00	15.75	1,419.05	0.913			
		Ventana	0.17	0.17	0.17	9.92		342.90	23,592.20				
	10/11	Centro	8.08	8.00	6.08	1.67	7.58	15.75	1,620.15	0.894			
		Ventana	0.33	0.33	0.33	9.75		303.50	28,038.60				
13/14	Centro	8.50	8.42	6.58	1.33	7.33	23.65	1,631.90	0.924				
	Ventana	0.17	0.17	0.17	9.92		461.20	32,280.10					
14/15	Centro	8.42	8.00	6.58	1.33	7.42	23.65	1,647.70	0.907				
	Ventana	0.25	0.25	0.25	9.83		461.20	32,280.10					
Promedio	Centro	7.75	7.60	5.83	2.05	7.65	18.91	1,650.06	0.90				
	Ventana	0.25	0.25	0.25	9.83		374.46	29,082.44					

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un sólido a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un sólido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la ventana no mayor a 4m.
 R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación Indica cumplimiento del parámetro

Tabla 20 Desempeño lumínico invierno CASO R515 (elaboración propia)

Los registros en la ventana muestran mínimos de entre 303.50lx a 461.20lx en promedio 374.46lx y máximos entre 23,592.20 a 32,280.10lx en promedio 29,082.44lx. En promedio se registraron datos superiores a 1,000lx en la ventana por 9.83hrs.

Al centro del espacio se muestra datos superiores a 1,000lx por un promedio de 2.05hrs lo que implica deslumbramientos entre las 10:45am y 1:45pm. Los rangos óptimos se mantienen en promedio por 7.75hrs. 50lx, 7.60hrs. 100lx y 5.83hrs. 300lx. Las estimaciones de FLD superiores a 1.5% se mantienen por 7.65hrs. promedio diario, con un máximo de 5.4%FLD equivalentes a 1,931.5lx y mínimo de 0.5%FLD equivalente a 74.9lx.

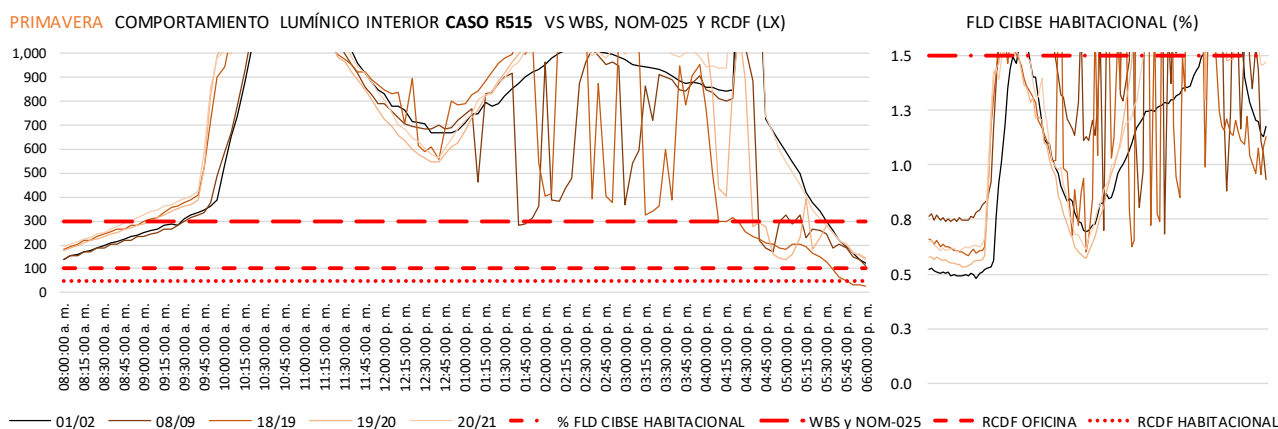
El nivel de correlación promedio es igual 9.0 un valor alto que supone que otras variables sin control no ejercen modificaciones significativas en las lecturas al centro de la habitación.

En síntesis, el caso de estudio presenta valores que aseguran la autonomía lumínica durante las horas diurna y durante la temporada de invierno. Respecto al periodo de deslumbramiento se podrán utilizar estrategias que regulen el ingreso de luminancia.

La gráfica muestra un periodo de ganancia directa de 10:40am a 12:00pm el resto de los datos muestran ganancias indirectas debido a la obstrucción de los tres planos que componen el cubo de iluminación. La disposición de los planos verticales y la superficie blanca de los mismos juegan un papel relevante respecto a la ganancia y reflejo del recurso solar.

Respecto a la percepción del espacio el usuario dijo sentirse en un lugar claro y muy luminoso percepción que coincide con los resultados físicos.

Primavera



Gráfica 60 Desempeño lumínico primavera CASO R515 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMINICO CASO R515											Promedio Exterior: 54,709.92 lx		
Fecha de Registro	Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)					GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL			
		RCDF Hab.	RCDF Of.	WBS y NOM	Max WBS	CIBSE Hab.	Min.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *	
		50lx-1,000lx	100lx-1,000lx	300lx-1,000lx	<1,000lx	FLD 1.5%							
PRIMAVERA	01/02	Centro	7.75	7.75	5.67	2.33	1.50	122.20	1,497.90	0.777	22.29	Sur	Cubo
		Ventana	0.00	0.00	0.00	10.08		2,542.50	32,280.10				
	08/09	Centro	8.67	8.67	5.67	1.42	5.00	114.30	1,237.75	0.712			
		Ventana	0.00	0.00	0.00	10.08		2,195.60	32,280.10				
	18/19	Centro	7.58	7.42	4.92	2.25	3.00	27.60	1,206.20	0.862			
		Ventana	0.00	0.00	0.00	10.08		327.20	32,280.10				
	19/20	Centro	6.25	6.25	3.67	3.83	4.17	141.90	1,245.60	0.854			
		Ventana	0.00	0.00	0.00	10.08		2,306.00	32,280.10				
	20/21	Centro	6.42	6.42	4.92	3.67	4.17	141.90	1,596.45	0.735			
		Ventana	0.00	0.00	0.00	10.08		2,172.00	32,067.20				
Promedio	Centro	7.33	7.30	4.97	2.70	3.57	109.58	1,356.78	0.79				
	Ventana	0.00	0.00	0.00	10.08		1,908.66	32,237.52					

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un sólido a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un sólido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la ventana no mayor a 4m.
 R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación Indica cumplimiento del parámetro

Tabla 21 Desempeño lumínico primavera CASO R515 (elaboración propia)

Los registros al centro de la ventana oscilan entre promedios de 1,908.66lx y 32,237.52lx. cuenta con registros superiores a 1,000lx por 10.08hrs.

Al centro del espacio las ganancias de radiación son capaces de mantener promedios diarios de 7.33hrs. 50lx, 7.30hrs. 100lx y 7.97hrs. 300lx. Se presentan deslumbramiento por registros mayores a 1,000lx por 2.70hrs. promedio. En esta temporada como en la anterior es posible mitigar tal exceso con elemento de regulación en la ventana.

Respecto al FLD existen ganancias superiores al 1.5% sostenidas por más de 4hrs. los días 11/12, 19/20 y 22/23 el resto de días no supera este periodo. El promedio diario de FLD es de 3.57%FLD.

El nivel de correlación promedio es igual a 0.79 menor que la temporada anterior. Este valor implicaría la intervención de otras variables lo que sugiere cambios al interior de la vivienda, tales modificaciones no fueron observadas ni registradas.

En resumen, al igual que la temporada anterior el espacio es capaz de brindar autonomía lumínica por más de 4hrs.

A diferencia de los registros de invierno en primavera se observa lecturas “atípicas” y sin registro de actividad los días 08/09, 18/19 y 19/20 tal comportamiento fue registrado por los tres equipos de medición (dos al centro y uno en la ventana) lo que supone la presencia de obstrucciones al exterior y ajenos a la vivienda elementos aislados al exterior ajenos a la vivienda.

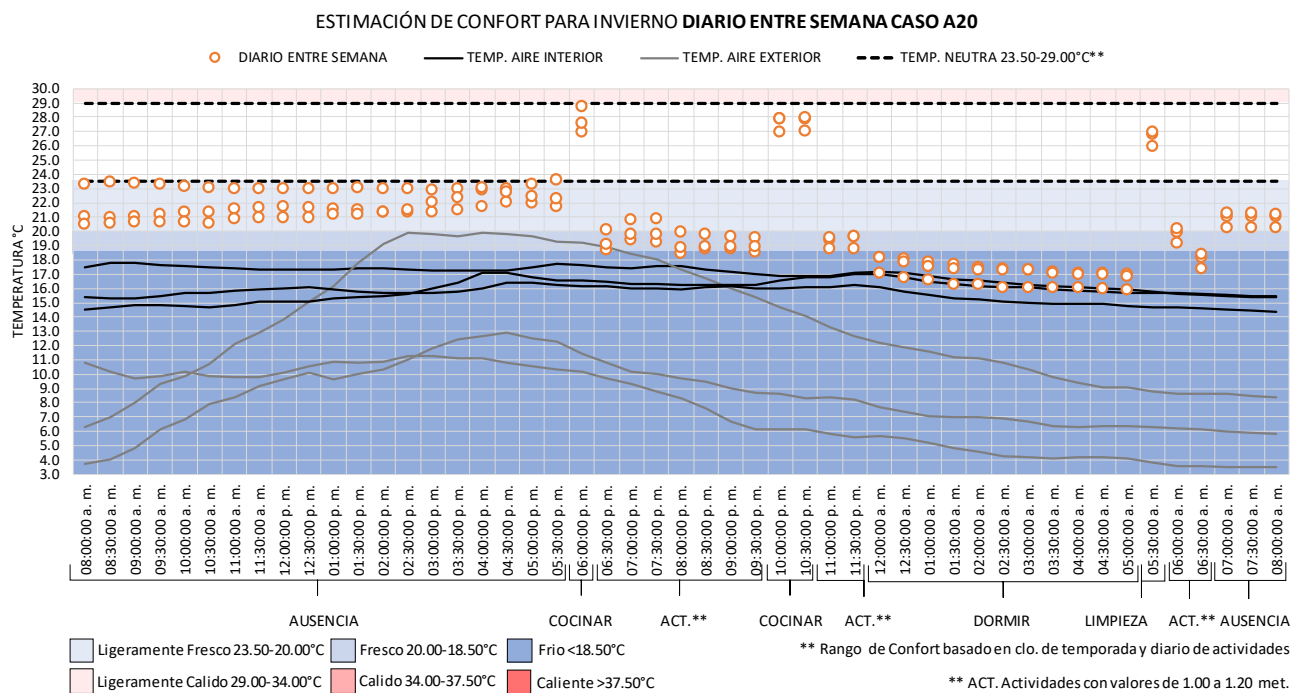
Al igual que la temporada anterior el espacio fue percibido como claro y muy luminoso coincidente a los resultados físicos.

Caso A20

A diferencia del caso anterior la interacción del usuario con los medios de regulación fue mayor, en principio la ventana permaneció parcialmente cubierta durante las mediciones en ambas temporadas, además de emplear otros medios como abrir la puerta de acceso con el objetivo de disipar la temperatura interior.

Ambiente térmico

Invierno



Gráfica 61 Confort invierno diario entre semana CASO A20 (elaboración propia)

El gráfico térmico muestra temperaturas de entre 14°C y 18°C. Los dos días más fríos presentan temperaturas de entre los 14°C y 17°C en general se presenta gradiente de 3°C y 4°C. Los registros exteriores van de los 3°C a 13°C, de 4°C a 11°C y 6°C a 19°C con oscilaciones de entre 13°C y 7°C valores que contrastan a los del interior en donde se presentan oscilaciones menores a 4°C con tendencia a la baja. Al igual que el caso anterior la envolvente mitiga las temperaturas exteriores más frías resolviendo parcialmente las necesidades de resguardo que supone la vivienda.

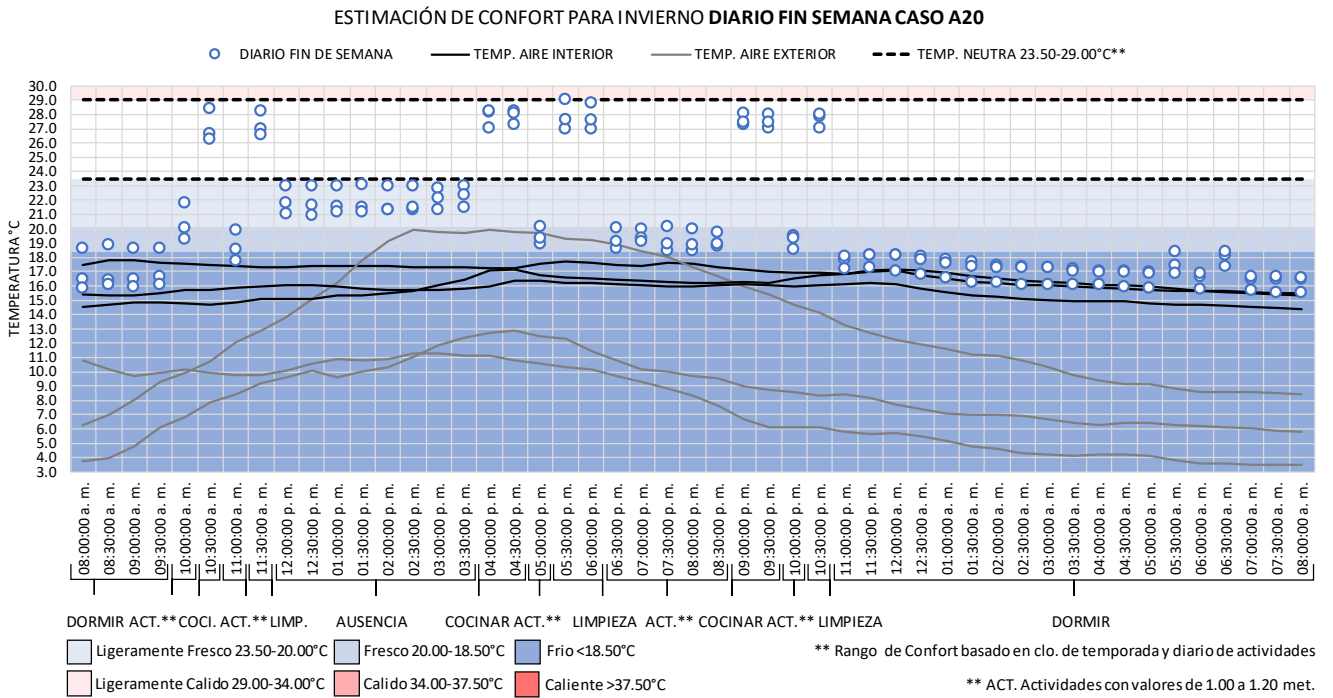
El desempeño térmico de la vivienda es resultado de la interacción de los planos verticales expuestos con orientación norte, sur y oeste. Si bien se obtuvieron ganancias directas sobre el centro de la ventana durante la segunda mitad del día, estas no se tradujeron en incrementos de temperatura al interior, debido a que la ventana se mantuvo parcialmente cubierta.

Las estimaciones de confort con el diario de actividades de entre semana y fin de semana exponen las características deficientes del espacio y su incapacidad para mantener temperaturas neutras durante el uso habitual del inmueble. Las actividades sedentarias como dormir resultan ser las más afectadas situándose en percepciones frías con sensación térmica de entre 15°C y 18°C, mientras que actividades con mayor activación incrementan la temperatura a percepciones ligeramente frescas a frescas menores a 23°C. Al igual que el caso anterior cocinar y limpieza del hogar permite sostener temperaturas confortables. Por otro lado, las estimaciones con el diario de fin de semana mantienen en mayor número de horas el estado de confort con actividades de alta actividad metabólica (2.00met.) el resto de las actividades se ubica por debajo del rango de confort.

La percepción del ambiente térmico por parte de los usuarios muestra que durante la mañana de los tres días (6:00am. a 12:00pm.) el espacio se percibió frío, pero confortable, en la tarde (13:00 a 7:00pm) el primer y tercer día se percibieron más cálidos que fríos y mayormente confortables mientras que el segundo día en el mismo horario se percibe frío y confortable. Las últimas horas del día (8:00pm. a 6:00am.) el espacio no se percibe ni muy frío ni muy cálido y sigue siendo muy confortable. En resumen, los tres días de análisis se perciben más fríos que cálidos, pero en su mayoría confortables.

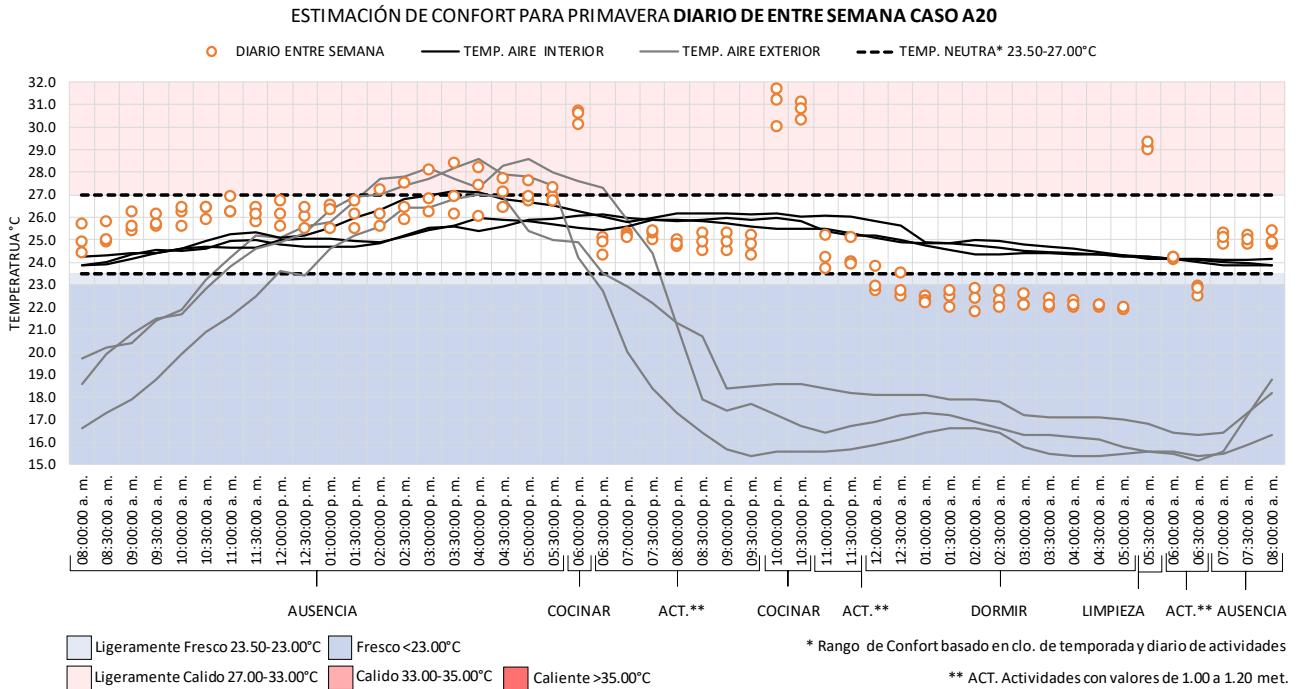
Se cuestionaron las actividades que hubiesen realizado para incrementar la temperatura ambiental o corporal a lo cual se manifestó el uso de prendas adicionales y un calefactor durante las horas de sueño y dentro de la recámara principal. Ambas

actividades serian realizadas ante percepciones térmicas de cómodamente frescas a frescas. Según comentarios dichas actividades fueron realizadas durante la temporada, sin especificar los días.



Gráfica 62 Confort invierno diario fin de semana CASO A20 (elaboración propia)

Primavera



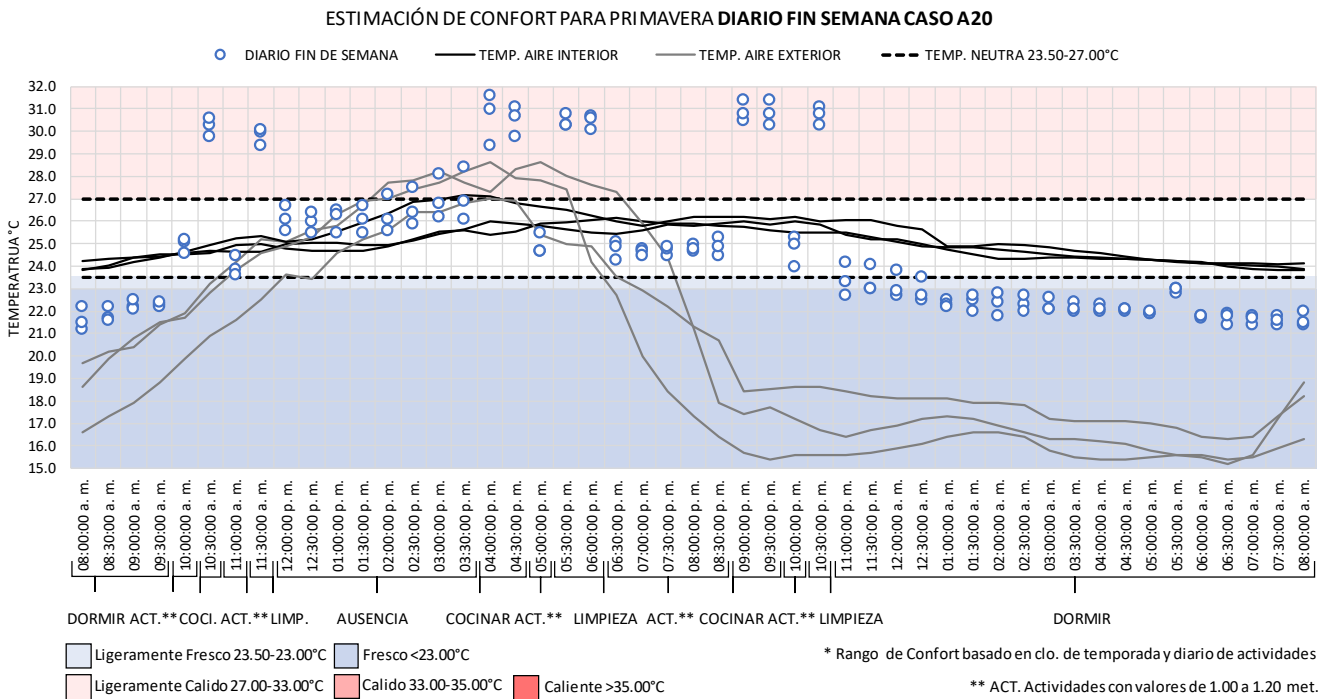
Gráfica 63 Confort primavera diario entre semana CASO A20 (elaboración propia)

Las gráficas térmicas muestran temperaturas de aire exterior con oscilaciones entre 15°C y 28.6°C con gradiente de 13°C y oscilaciones de temperatura de aire interior de entre 23.5°C y 27°C con gradiente de 3.5°C. Al igual que la temporada anterior no se registraron incrementos repentinos derivado de ganancias directas debido a la condición de la ventana,

parcialmente cubierta. Al ser la ganancia directa nula la interacción de la envolvente resulta ser determinante. La envolvente en este caso está menos expuesta a radiación debido a que los planos verticales están dirigidos a colindancias o cubos de iluminación, esto limita la ganancia térmica por conducción. La restricción en esta temporada resulta adecuada ya que permite mantener temperaturas neutras, caso contrario a lo sucedido en la temporada invernal en donde a falta de interacción la temperatura se mantiene constantemente baja. En síntesis, el caso es capaz de mantener temperaturas confortables y estables durante los días más extremos de la temporada primaveral.

Las estimaciones de confort de los diarios de entre semana y fin de semana generados muestra al usuario en constante estado de confort, principalmente durante las actividades de bajo nivel metabólico (1.00met a 1.35met) y sale del rango durante las horas de sueño menores 0.70met y actividades superiores a 2.00met.

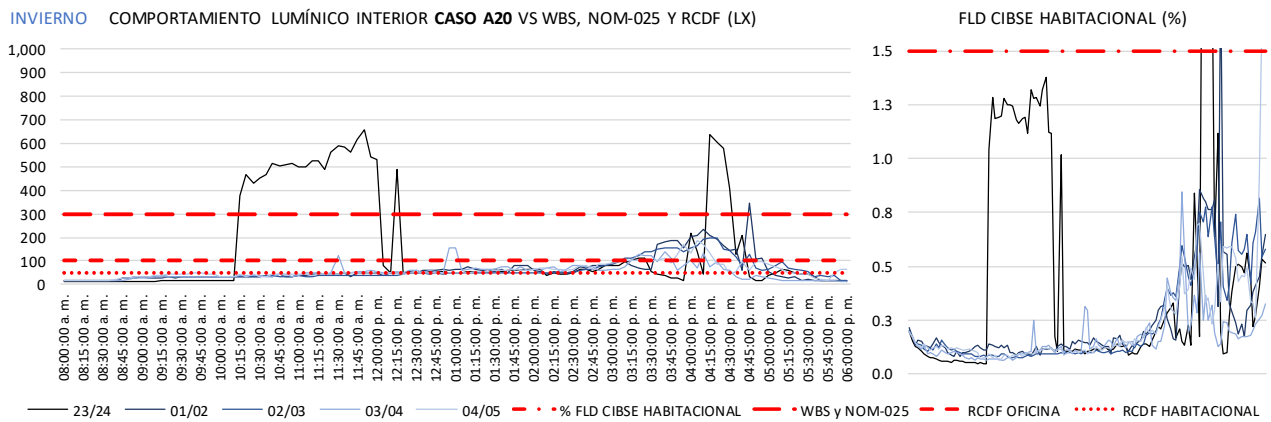
La percepción térmica del espacio durante los tres periodos de tiempo (mañana, tarde y noche) fue de “muy cálido” y “muy confortable” esta última puede considerarse coherente, ya que se refleja un estado constante de confort en las gráficas térmicas. Respecto a las actividades de adaptación el usuario manifestó realizar solo dos; la primera, desprenderse de vestimenta ante percepciones térmicas cálidas y la segunda encender un ventilador ante temperaturas calientes. Ninguna de las dos actividades fue registrada, aunque según declaraciones, no fue necesario encender un ventilador con la finalidad de disipar calor. Esto es relevante ya que en los reactivos de percepción el usuario manifestó que su vivienda se percibía “muy cálida” lo que supone un estado de calor extremo o una connotación distinta a la percepción de temperatura. El primer escenario implicaría la aplicación de estrategias de adaptación, como encender un ventilador, sin embargo, esto no fue necesario lo que implicaría pues que la percepción térmica no fue extrema. En este caso podría esperarse que el significado de cálido pueda ser relacionado con otros tópicos no necesariamente ambientales.



Gráfica 64 Confort primavera diario fin de semana CASO A20 (elaboración propia)

Ambiente lumínico

Invierno



Gráfica 65 Desempeño lumínico invierno CASO A20 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMINICO CASO A20										Promedio Exterior: 33,535.83 lx			
Fecha de Registro	Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)					GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL			
		RCDF Hab.	RCDF Of.	WBS y NOM	Max WBS	CIBSE Hab.	Min.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *	
		50lx -1,000lx	100lx -1,000lx	300lx -1,000lx	<1,000lx	FLD 1.5%							
INVIERNO	23/24	Centro	5.83	2.83	2.25	0.00	0.33	11.8	658.3	0.051	17.27	Oeste	Cubo
		Ventana	0.92	0.92	0.92	9.17		374.5	10,205.5				
	01/02	Centro	4.50	1.42	0.08	0.00	0.00	11.8	346.9	0.282			
		Ventana	1.00	1.00	1.00	9.08		366.6	15,440.3				
	02/03	Centro	3.33	1.58	0.00	0.00	0.00	15.8	197.1	0.409			
		Ventana	0.25	0.25	0.25	9.83		705.6	13,674.4				
	03/04	Centro	4.92	0.92	0.00	0.00	0.00	11.8	157.7	0.625			
		Ventana	0.75	0.75	0.75	9.25		248.3	11,057.0				
	04/05	Centro	5.08	1.08	0.00	0.00	0.17	15.8	189.2	0.452			
		Ventana	9.08	9.08	9.08	0.92		232.6	14,604.7				
Promedio	Centro	4.73	1.57	0.47	0.00	0.10	13.40	309.83	0.36				
	Ventana	2.40	2.40	2.40	7.65		385.52	12,996.38					

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un sólidos a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un sólido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la ventana no mayor a 4m.
 R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación Indica cumplimiento del parámetro

Tabla 22 Desempeño lumínico invierno CASO A20 (elaboración propia)

A diferencia del caso anterior, el ambiente lumínico presenta cambios motivados por el usuario. Tal interacción se observa en la gráfica de iluminancia. Como se comentó en la descripción de la muestra el usuario registro el día 23/24 la apertura de la puerta de acceso de las 10:00am a las 12:00pm. Esta acción incremento los registros de 351lx hasta 658.3lx máximo registrado en todo el día. Este puede considerarse un día atípico, no obstante, el mismo día con datos recortados también resulta ser uno de los cinco con mayor ganancia lumínica.

Los registros al centro de la ventana muestran oscilaciones promedio de entre 385.53lx y 12,996.38lx de tales registros 7.65hrs corresponde a datos superiores a 1,000lx. Al centro del espacio se tuvieron registros mínimos de entre 11.80lx y 15.80lx máximos de 157.7lx a 658.3lx. El espacio es capaz de mantener hasta 4.73hrs promedio el primer parámetro de 50lx, 1.57hrs. el segundo con 100lx y 0.47hrs. el tercero de 300lx.

El FLD mínimo de 1.5%FLD se mantiene por máximo de 0.33hrs. el día 23/24 día que se abrió la puerta, seguido de 0.17hrs. del día 04/05. Los días 01/02, 02/03 y 03/04 no presentaron estimaciones superiores a 1.5%FLD.

Contrario a lo que se establece en el caso anterior el nivel de correlación entre la ventana y el centro de la habitación es bajo debido a la intervención de otras variables. Por ejemplo, la ganancia lumínica derivada de la apertura de la puerta, está y otras variables generan un valor R²= 0.051, el resto de los días entre 0.282 y 0.625 promedio de 0.36 atribuible en parte la superficie que cubre parcialmente la ventana, única fuente de iluminación en la Estancia/Comedor.

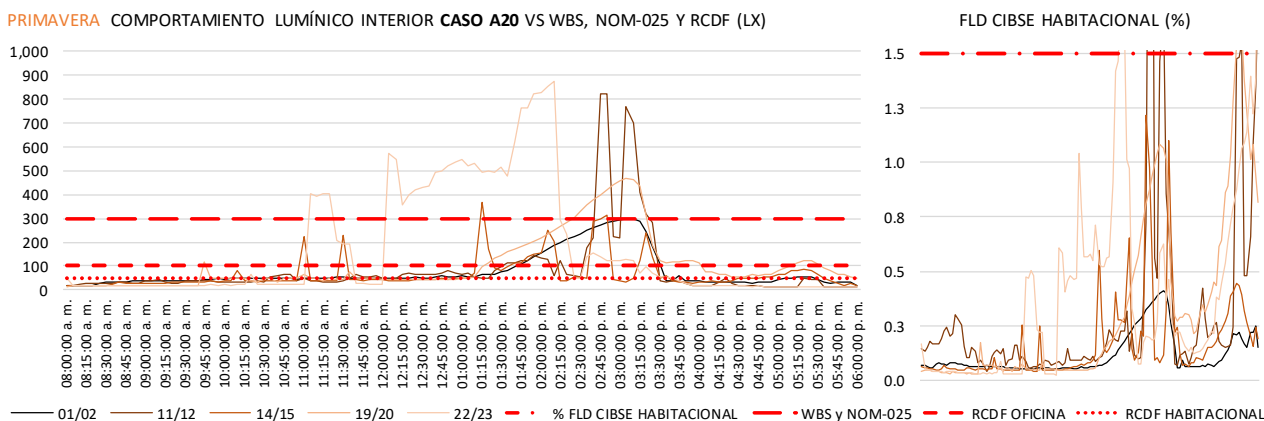
Tal desempeño permite cumplir tan solo un parámetro de los cuatro propuestos el de 50lx a 1,000lx por un máximo promedio de 4.73hrs.

La causa principal de tal desempeño es la modificación del sistema de control. Como ya se ha mencionado la ventana permaneció parcialmente cubierta durante las mediciones de invierno y primavera. Además de esta no se realizó ninguna otra modificación o apertura durante los días de análisis. En este caso se puede analizar el desempeño en dos periodos de tiempo relacionados a la trayectoria solar el primero de 8:00am a 3:00pm y el segundo 3:00pm a 6:00pm el primero corresponde a ganancias indirectas o iluminancia global y el segundo corresponde a ganancias directas, ambas ingresan a través de la ventana parcialmente cubierta.

Si bien el recurso solar al centro de la ventana es menor debido a la orientación, el espacio presenta un desempeño muy por debajo de los rangos establecidos debido principalmente a las estrategias de acondicionamiento aplicadas por el usuario.

Respecto a la percepción lumínica el usuario concibe un lugar muy claro y muy luminoso, resultados que contrastan con la escala objetiva o ambiente físico ya que a diferencia del caso anterior este presenta lecturas menores y pobre mantenimiento de los rangos.

Primavera



Gráfica 66 Desempeño lumínico primavera CASO A20 (elaboración propia)

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO LUMINICO CASO A20										Promedio Exterior: 53,581.12 lx			
Fecha de Registro	Registro	HORAS DE AUTONOMÍA SEGÚN ESTÁNDAR (hrs.)					GANANCIA LUMÍNICA			SISTEMA DE CONTROL			
		RCDF Hab.	RCDF Of.	WBS y NOM	Max WBS	CIBSE Hab.	Min.	Max.	R ²	% Ventana	Orient.	Fuente *	
		50lx-1,000lx	100lx-1,000lx	300lx-1,000lx	<1,000lx	FLD 1.5%							
PRIMAVERA	01/02	Centro	4.42	1.83	0.00	0.00	0.00	15.8	299.6	0.591	17.27	Oeste	Cubo
		Ventana	0.00	0.00	0.00	10.08		1210.2	18515.0				
	11/12	Centro	4.08	1.58	0.50	0.00	0.42	11.8	823.9	0.548			
		Ventana	1.58	1.58	0.75	8.50		114.3	17009.2				
	14/15	Centro	3.00	1.42	0.17	0.00	0.00	19.7	366.6	0.281			
		Ventana	0.00	0.00	0.00	10.08		11.8	29552.3				
19/20	Centro	5.50	3.25	1.00	0.00	0.25	11.8	469.1	0.516				
	Ventana	0.00	0.00	0.00	10.08		1257.5	32280.1					
22/23	Centro	4.25	3.58	2.58	0.00	0.25	11.8	875.1	0.145				
	Ventana	1.50	1.25	0.83	8.58		59.1	19327.0					
Promedio	Centro	4.25	2.33	0.85	0.00	0.18	14.18	566.85	0.42				
	Ventana	0.62	0.57	0.32	9.47		530.58	23,336.72					

* Corresponde a fuente: (F. Ext.) Fachada exterior, distancia perpendicular de un sólidos a la ventana mayor a 8m. (F. Int.) Fachada Interior, distancia perpendicular de un sólido a la ventana de 4m a 8m. (Cubo) Cubo de iluminación, vacío con por lo menos tres fronteras sólidas y con distancia perpendicular a la ventana no mayor a 4m.
 R²: Nivel de correlación entre los registros de la Ventana y el Centro de la habitación Indica cumplimiento del parámetro

Tabla 23 Desempeño lumínico primavera CASO A20 (elaboración propia)

Al igual que la temporada de invierno el usuario registro la apertura de la puerta de la 11:00am hasta las 2:30pm. del día 22/23 tal acción genero las ganancias de iluminancia máximas del día y de la temporada. El incremento de los registros derivado de la apertura de la puerta demerito el valor de correlación R²=0.145 menor al resto de los días. La acción descrita es la única registrada, no obstante, existen algunos otros incrementos poco relacionados a la ganancia por si misma dé la ventana parcialmente cubierta, lo que sugiere un sesgo en el registro de actividades durante el periodo de medición. Las

actividades omitidas pueden ser cualquiera relacionada al sistema de control, puerta o ventana, desde la apertura hasta la modificación de las superficies. Sabiendo esto se desarrollará la descripción de resultados.

Los registros al centro de la ventana presentaron un promedio mínimo de 530.58lx y un promedio máximo de 23,336.72lx casi el doble de lo registrado en invierno, de estas oscilaciones 9.47hrs. promedio son datos superiores a 1,000lx.

Los datos al centro de la habitación oscilan entre 14.18lx promedio mínimo y 566.85lx promedio máximo. Estas oscilaciones permites mantener promedios de 4.25hrs. 50lx 2.33hrs. 100lx y 0.85hrs. 300lx. Las estimaciones de FLD mayores a 1.5%FLD representaron tan solo 0.18hrs. promedio. En resumen, el espacio es deficiente en tres de los cuatro rangos óptimos y por lo tanto incapaz proveer autonomía lumínica por un lapso mayor a 4hrs.

La causa general de tal desempeño vuelve a ser la modificación incorrecta de los sistemas de control.

La percepción del espacio nuevamente se concibe como una vivienda muy clara y muy luminosa en contraste con los datos expuestos del ambiente físico donde el único rango que se cumple es el primero de 50lx por 4.25hrs. el resto de los rangos son deficiente y no se mantienen por más de 2.33hrs.

Comparativa de Resultados FASE 2

A continuación, se realiza la comparativa de resultados de ambos casos durante las mediciones extendidas. Cabe recordar que los resultados son los efectos de la modificación o no de los sistemas de control realizado por el usuario en la búsqueda de acondicionamiento, por lo que observaremos el desempeño del espacio en condiciones de uso normal.

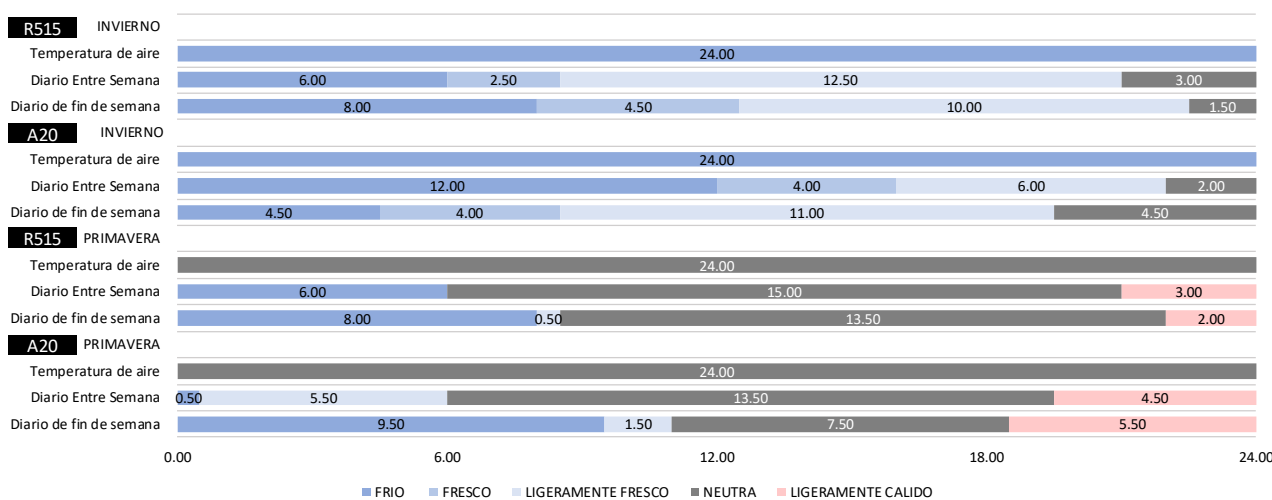
Para esta etapa no se aplicó ningún instrumento de evaluación psicológica extensa únicamente se le pidió al usuario que manifestara la percepción del espacio en una escala de cinco reactivos de diferencial semántico, los resultados ya se han mencionado en la descripción de los resultados individuales.

Ambiente Térmico

El análisis de ambiente térmico en dos temporadas tiene como objetivo exponer el desempeño de la vivienda en dos escenarios “extremos” el más frío en invierno y el más cálido en primavera, esto supone que ante escenarios más templados su desempeño será mejor.

En el gráfico inferior se observan los resultados promediados de los tres días analizados, tres barras por caso y temporada, la primera de ellas corresponde temperatura de aire, la segunda a las estimaciones de confort con el diario entre semana y la tercera a las estimaciones de confort con el diario de fin de semana. Los datos de las barras suman 24hrs. lo que dura la medición del día, durante este lapso se observa las sensaciones térmicas generadas por el método Fanger. En el caso de la temperatura de aire se visualiza la sensación que establece el rango de primavera e invierno sin considerar variables ambientales o personales.

COMPARATIVA DE CASOS AMBIENTE TÉRMICO (HRS.)



Gráfica 67 Comparativa ambiente térmico FASE 2 (elaboración propia)

Durante la temporada de invierno el caso R515 en el diario de entre semana obtuvo estimaciones equivalentes a 3.00hrs. una más que el caso A20. Al contrario, el caso A20 obtuvo mayores estimaciones con el diario de fin de semana 4.5hrs. contra 2.00hrs. del caso R515. El resto de las horas en ambos casos se mantienen en estimaciones ligeramente frescas, frescas y frías. Respecto a la temperatura de aire interior el caso R515 mantiene entre 15.53°C y 17.32°C mientras que el caso A20 cuenta con oscilaciones de los 15.09°C y 16.92°C ambos en temperaturas frías. En esta temporada tan solo las actividades con alta actividad metabólica permiten en sensaciones térmicas neutras.

Respecto a la temporada de primavera ambos espacios cuentan con temperaturas de aire de entre 23.72°C y 26.17°C que se traducen en 24hrs. de sensación térmica neutra. El diario entre semana muestra al caso R515 con 15hrs. y al A20 con 13.50hrs. en temperaturas neutras. En el diario de fin de semana muestra 13.50hrs. y 7.5hrs, para el caso R515 y A20 respectivamente. Contrario a la temporada anterior las acciones de mayor actividad metabólica y en extremo reposos no permiten mantener la sensación neutra.

Se puede observar que, pese a estar a más de 10km de distancia uno del otro, las diferentes orientaciones, fuentes y características de la envolvente, ambos espacios presentan valores relativamente estables con oscilaciones de temperatura del aire menores a 4°C.

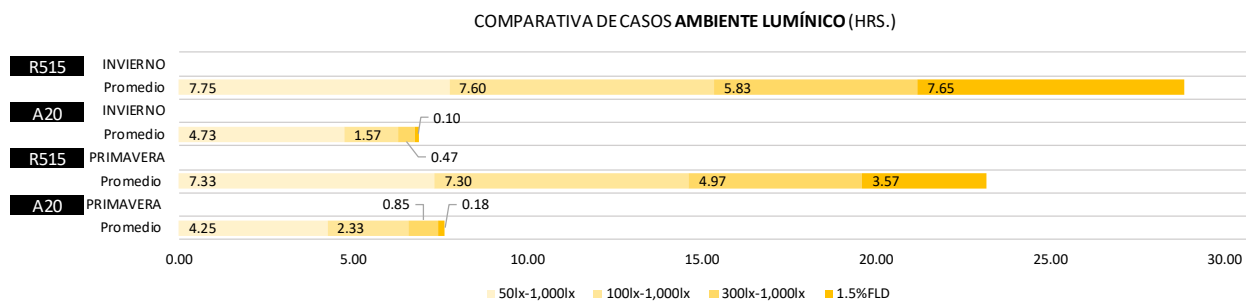
En la temporada de primavera ambas envolventes impiden ganancias sustanciales por conducción o radiación directa que promuevan incrementos de temperatura relevantes. Las ganancias son graduales y suficientes para mantener temperaturas confortables durante las horas diurnas, en ausencia de radiación la misma envolvente impide la pérdida sustancial de tal forma que se pueden proveer temperaturas neutras durante 24hrs.

En la temporada invernal el desempeño de la envolvente resulta ser eficiente al conservar la temperatura interior por arriba de las oscilaciones exteriores, el inconveniente en este caso radica en la falta de recurso. La envolvente de ambos casos actúa como un sistema pasivo sujeto al ambiente exterior, sin la suma de ganancias por conducción o radiación directa la temperatura no podrá incrementar a menos que se empleen estrategias de calentamiento que en el peor de los casos impliquen sistemas de acondicionamiento mecánico.

Ambos casos presentan desempeños similares, adecuados respecto a la regulación de la energía térmica principalmente como estrategia de enfriamiento ante temperaturas máximas. En el caso de temperaturas mínimas se deben sumar a las características de la envolvente estrategias de calentamiento pasivo que permitan optimizar el recurso solar y minimizar las pérdidas de temperatura.

Ambiente Lumínico

A diferencia de la FASE 1 los datos generados durante la medición extendida no fueron ajustados ni promediados. En la gráfica se puede observar la suma de horas en cumplimiento promedio de cada uno de los rangos. Los resultados al igual que el ambiente térmico son los generados por el uso de los espacios y manipulación de los sistemas de control. Cabe destacar que los días seleccionados son los que mayores lecturas tuvieron al centro del espacio durante los más de dos meses que se prolongaron las mediciones.



Gráfica 68 Comparativa ambiente lumínico (elaboración propia)

El caso R515 muestra un acumulado de horas en cumplimiento de rangos promedio de 28.83hrs. en invierno y 23.17hrs. en primavera, mientras el caso A20 suma 6.87hrs. en invierno y 7.61hrs. en primavera, muy por debajo del caso anterior.

En ambas temporadas se observa que el caso R515 supera con creces los valores registrados del caso A20. La causa de tal desempeño se debe principalmente a que la ventana del caso R515 con 22.29% de vano estuvo totalmente descubierta durante la totalidad de la medición, cuenta con fuente hacia cubo de iluminación de tres fronteras y orientación este. Por su parte la ventana del caso A20 con 17.27% de vano, orientación oeste y fuente hacia cubo de iluminación, se mantuvo parcialmente cubierta lo que implica obstrucciones que impiden ganancias de radiación directas, indirectas o globales.

Al estado de la ventana, la orientación y fuente de ambos espacios provocó diferencias sustanciales en los registros del centro de la ventana. En invierno el caso R515 tuvo ganancias promedio de 29,082.44lx mientras que el caso A20 registro máximas promedio de 12,996.38lx. en primavera el primer caso tuvo ganancias máxima promedio de 32,237.52lx del mismo modo el caso A20 tuvo registros máximos promedio de 23,336.72lx. En ambas temporadas los registros en la ventana del caso R515 sobrepasan por más de 8,000lx las ganancias obtenidas del caso A20. La falta de ganancia al centro de la ventana podría justificar el desempeño del caso A20, no obstante, el mismo en la FASE 1 fue capaz de alcanzar valores superiores a 100lx y mantenerlos por 7.58hrs. esto con la ventana cerrada y totalmente descubierta. Lo anterior podría afirmar que existe la posibilidad que en condiciones distintas de ventana la ganancia podría incrementarse. La falta de ganancia y orientación de la ventana aunado a la modificación del sistema de control limitó la autonomía lumínica basada en los rangos de 100lx y 300lx. Tan solo se mantuvieron 4.73hrs. en invierno y 4.23hrs. en primavera el rango de 50lx. La percepción, sin embargo, fue la de una vivienda muy luminosa y clara, semejante a valoración del caso R515 donde los valores de iluminancia son muy superiores.

Conclusiones de la FASE 2 Medición extendida

La FASE 2 del experimento se diseñó con la finalidad de exponer contundentemente los escenarios más extremos en dos casos cuyos resultados de la primera FASE hubiesen sido contrastantes y bajo condiciones de uso normal. En esta FASE no se presentan las causas del desempeño ni la relación con el componente subjetivo, debido al número de casos, no obstante, los resultados son concluyentes ya que representan una muestra significativa del año y las temporadas con temperaturas más altas y bajas. Cumpliendo parcialmente con el objetivo general de *“exponer y analizar las cualidades de la vivienda de interés social multifamiliar con respecto al ambiente térmico y lumínico y su relación con la satisfacción ambiental”*.

De los resultados es posible hacer tres aseveraciones.

1. Con respecto al ambiente lumínico el caso R515 resultó mejor evaluado que el A20. El desempeño de este último nos remite la orientación y al cubo de iluminación, aunque mayormente a las estrategias de acondicionamiento aplicadas por los usuarios. Estos manifestaron que durante las dos temporadas se mantuvieron las ventanas parcialmente cubiertas, tal acción dio como resultado lecturas menores al caso R515. Lo anterior se presentó incluso con ganancias máximas al centro de la ventana similares al caso con mayor autonomía lumínica, R515. La actitud del usuario del caso A20 resulta ser frecuente en la vivienda multifamiliar y se relaciona al concepto privacidad variable que resultó ser la peor evaluada en la encuesta de satisfacción. Esto debido a que con frecuencia se comparten las fuentes con departamentos aledaños y cuyo objetivo primario es el de optimizar el espacio. En este sentido se deben emplear estrategias de diseño independientes a las acciones que pudiera emplear el usuario que regulen el recurso solar sin demeritar la privacidad del usuario y que prioricen la salud y operatividad que acompaña una correcta iluminación natural.
2. Respecto al ambiente térmico los resultados de ambos casos fueron muy similares presentando oscilaciones interiores dentro del mismo rango. Si bien la distancia entre casos no es suficiente para diferenciar microclimas, las características de la envolvente, incluyendo la orientación y fuente de los sistemas de control son distintos lo que supondría temperaturas disímiles, no obstante, el comportamiento resulta similar. Ambos casos son eficientes ante temperaturas altas manteniendo rangos de confort durante la mayoría de las horas en uso mientras que durante la temporada de invierno ambos casos presentaron lecturas por debajo del rango de confort. Ante estos escenarios el usuario emplearía el incremento de arropamiento y encendido de calentadores limitando o entorpeciendo la ejecución

de sus actividades y generando gastos energéticos adicionales. De lo anterior debieran adicionarse a los procesos actuales estrategias de diseño enfocadas al calentamiento y a evitar la pérdida de temperatura.

3. Respecto a la percepción del ambiente se recibieron respuestas contrarias o que no coinciden con los registros ambientales, esto puede explicarse desde dos puntos de vista. El primero implica un sesgo derivado de la falta de rigor por parte del usuario, ya que las acciones que se solicitaron como registrar actividad o manifestar la percepción del espacio no forman parte de su rutina diaria. El segundo tiene que ver con el instrumento, este fue un extracto de la FASE 1 cuyos conceptos ya estaban validados pero diseñados para trabajar junto a otros que componen una variable, pero no para aplicarse de manera individual. Sea una u otra se deben diseñar métodos que midan la escala subjetiva de manera práctica, poco intrusiva y que se integren a las actividades del usuario. Para el registro de actividad se pueden integrar instrumentos que permitan indagar las actividades realizadas sin un registro que motive actividades adicionales a la rutina diaria de los usuarios.

Conclusiones Generales

Como se ha venido trabajando el término habitabilidad en la vivienda es un término complejo abordable desde diferentes escalas y perspectivas, desde el macroambiente que rodea la vivienda hasta el microambiente que puede ser en sí la residencia o sus componentes. Todo el conjunto de elementos que componen el macro y microambiente se perciben desde una base compuesta de factores psicológicos, biológicos, sociales y culturales que determina, si una vivienda, su contexto o ambos son Habitables o no. Durante el desarrollo de la investigación se identificaron cuatro elementos que componen la habitabilidad de la vivienda; Ergonomía y antropometría espacial, Calidad de materiales y procesos constructivo y Confort y Calidad del Ambiente Interior todas cargadas de un alto grado de subjetividad en su percepción. De los cuatro enfoques se eligió Confort y Calidad del Ambiente Interior por el impacto a la salud. La falta de CAI reduciría e incluso impediría la satisfacción de Necesidades fisiológicas, de salud y seguridad o Habitabilidad primordial y segura, ambas básicas para el cumplimiento de otras necesidades.

De lo anterior se buscó explorar y exponer la CAI en la vivienda multifamiliar desde una perspectiva habitable, lo que implica la valoración subjetiva del usuario. Se evaluó basado en parámetros nacionales e internacionales la calidad de los estímulos térmicos y lumínicos y como estos se relacionan con el nivel de satisfacción.

Los resultados mostraron que los diez casos son percibidos como mediana o altamente satisfactorios, los últimos relacionados con la pertenencia de la vivienda. Se expuso el desempeño térmico y lumínico comparados con los parámetros de referencia. Debido al número de casos y la cantidad de variable sin control se optó por el análisis de diferencias. Se obtuvieron por medio de la comparación constantes a las que se les pudo atribuir el desempeño de los casos, se identificaron pros y contras de las características de cada inmueble y su contexto. Aunque no se obtuvo una relación entre el cumplimiento del parámetro óptimo y el nivel de satisfacción se logró identificar bajo que valores los casos de estudio obtuvieron una valoración alta o media de satisfacción.

Durante el proceso de investigación, desarrollo del experimento y análisis de resultados se observaron algunos aspectos relevantes que pueden estructurar las conclusiones generales.

1. El tema de investigación fue motivado por la necesidad de mejorar las condiciones de habitabilidad de los usuarios de la vivienda multifamiliar. En este sentido se debía determinar, respecto a los elementos materiales, que está bien y que está mal, con la finalidad de evaluar la vivienda en base a un rango óptimo, no obstante, nos encontramos con un tema poco explorado. La falta de normas aplicables a la vivienda de la CDMX preciso comparar los resultados de las mediciones con rangos internacionales o aplicables a otras tipologías. Los umbrales establecidos en esta investigación como óptimos pueden ser refutables, aun con la recomendación de especialistas en el tema, no obstante, la medición y comparación expuso la cantidad mínima de iluminación natural que algunas viviendas proveen y la poca o nula cantidad de horas en confort que el mismo espacio puede brindar. Pese a los resultados, quedan la duda de saber si el rango establecidos para oficina u otros países puede ser relevado a la vivienda mexicana. Lo anterior debido a que la percepción de los participantes dista de las mediciones

cuantitativas, mientras que las mediciones en sitio arrojan resultados alarmantes los habitantes de ese hogar lo perciben satisfactorio. Estas respuestas con alta carga subjetiva nos llevan a preguntar ¿qué tanto puede ser trasladado un parámetro en condiciones diferentes de estrés y sistema cultural? La referencia, expectativa respecto a un espacio o la adaptabilidad al mismo puede modificar la percepción y por tantos los umbrales de una tipología a otra.

En efecto es vital para las mejoras en la vivienda que se establezcan puntos de referencia fundamentados en la operatividad, salud y expectativas del usuario, si bien no sería posible generalizar un parámetro que satisficiera las necesidades objetivas y subjetivas de toda la población, un acercamiento sería suficiente para generar mejoras en los aspectos materiales que componen a la vivienda.

2. Con respecto al diseño y aplicación del experimento hubo aspectos que determinaron y limitaron en gran medida las condiciones de la investigación. A las implicaciones que involucra la intervención en la vivienda, se adicionan características inherentes de la sociedad mexicana como; inseguridad, desconfianza, ignorancia o simple apatía, por estudios que no le representan beneficios inmediatos, monetarios o energéticos. Es pues que, pese a la difusión de los beneficios de participar en el estudio, la participación fue pobre.

En un estudio donde el recurso primario es la participación ciudadana se deben buscar métodos de aproximación paulatino individual o colectivo, explicando los objetivos y los beneficios que podrán disfrutar o que al contrario no recibirán, pero que ayudarán a consolidar mejoras en la sociedad. Hacer ver la problemática, puede ayudar a dejar de normalizar las fallas del ambiente interior, plantear los objetivos y la manera puntual de alcanzarlos puede fortalecer el interés desde el conocimiento de sus causa y efectos. Hacer partícipe a la población en un cambio de paradigma podría consolidar rangos óptimos aplicables a la vivienda, permitiendo a la población saber que es lo mínimo que debe ofrecer y consolidar a través de la oferta y demanda mejoras en esta tipología.

3. De igual forma los diversos modos de vida y las afectaciones a la privacidad y control del espacio íntimo pueden sesgar la información objetiva y subjetiva recabada. En este sentido el diseño del experimento se fundamentó en la literatura y adecuo a las condiciones propias de la vivienda, haciéndolo menos intrusivo. Por ejemplo, los registros de iluminancia, en un escenario ideal tanto la Estancia/Comedor como la Recamara se hubieran dividido en cuadrantes con la finalidad de caracterizar la llegada del flujo luminoso y su uniformidad en el espacio. En el caso de la vivienda no se puede llevar acabo de esa forma ya que, aunque se advirtió de la no permanencia en el espacio durante las mediciones, implicaba el movimiento de muebles lo que ocasionaría mayores inconvenientes a los usuarios. Otro efecto son las mediciones al exterior, sin posibilidad de acceder a las azoteas o sin posibilidad de asegurar el equipo al exterior, se optó por obtener datos de la Estación de PEMBU más cercana y del módulo experimental ubicado en la Unidad de Posgrado en Ciudad Universitaria con distancias de entre 1.31km y 3.96km y entre 4.00km y 22.07km respectivamente. Los resultados podrían representar microclimas que no explicarían las condiciones del caso en particular. Respecto a la herramienta psicológica los usuarios manifestaron su disgusto ante la extensión del instrumento, tal actitud pudo haber ocasionado respuestas falsas o sin la atención requerida generando sesgos en los resultados finales. Los tres temas pueden estar relacionados con la falta de correlación entre sus variables, ventana con centro, exterior vs ventana, confort vs satisfacción, entre otras.

En resumen, los métodos utilizados dieron resultados satisfactorios, pero deben mejorarse. Deben ser menos intrusivos, pero más eficientes a la hora de recabar información, deben profundizarse basados en la exploración en sitio, sumando variables constantes y clasificables, se deben ingeniar y validar nuevas herramientas de medición cuantitativa y cualitativa de la talla de la vivienda sin menoscabar su operatividad. Con el objetivo de no ser extenso, debiera abordar la habitabilidad no como un tema holístico sino con objetivos particulares relacionados a sus escalas y perspectivas. En la medida que se perfeccionen estos métodos, podría incrementarse la participación del usuario ya que irónicamente requerirán menor colaboración de este.

4. El enfoque de la investigación busco exponer las cualidades del ambiente térmico y lumínico de la vivienda multifamiliar por medio de métodos adaptados a esta. En este sentido, se buscó enriquecerse la muestra con variados casos de estudio que se ajustaran al modelo típico vivienda de interés social. Con esta premisa y el número limitado de equipos se optó por generar mediciones “instantáneas” y en días aleatorios. Esta determinación se tomó conscientes de que tal medida no generaría una muestra significativa del ambiente interior, pero si ayudaría a exponer

los resultados de diferentes casos con variadas características. Posteriormente y derivado del análisis previo de resultado se extendería la medición de dos casos con resultados contrastantes y en dos temporadas, invierno y primavera, el objetivo sería generar una muestra significativa de la temporada más fría y más cálida.

De ambos resultados las conclusiones más relevantes giran en torno a las bondades y limitaciones que presentan cada uno de los casos y la exposición del desempeño térmico y lumínico basado en rangos óptimos. Cabe mencionar que los resultados de la FASE 1 contrarios a los de la FASE 2 no pueden ser concluyentes debido a la puntualidad de la medición. No obstante, se muestran diferentes ejemplos de vivienda y su comportamiento ante condiciones particulares. Con la suma de las tres variables se visualizan los casos con mejor y peor desempeño. En este sentido las tres variables fueron consideradas bajo el mismo peso específico, lo que implicaría que para todos los usuarios el desempeño lumínico es igualmente importante que el desempeño térmico o que la satisfacción general, lo anterior no es exacto. Hace falta pues generar estudios que fundamenten la ponderación de cada una de las variables que componen el ambiente físico y que el resultado particular se vea modificado por este.

En la FASE 2 respecto al ambiente lumínico, el caso R515 muestra un desempeño lumínico óptimo cumpliendo y rebasando los parámetros establecidos en ambas temporadas. El caso A20 al contrario muestra un desempeño deficiente. Tal contraste se relacionó principalmente a las estrategias de acondicionamiento del usuario. Respecto al ambiente térmico ambos muestran un desempeño similar, óptimo en primavera, mitigando la temperatura exterior hasta rangos neutros y deficiente en invierno, donde ambos son incapaces de mantener temperaturas confortables. En ambos casos la Satisfacción fue mayor a 3.92 lo significa que ambos casos se perciben altamente satisfactorios. De los registros diarios, en general se perciben claros y luminosos y cálidos y confortables sin relación con las medidas físicas.

Respecto a la relación entre la variable física y psicológica en ambas FASES no se observaron diferencias relevantes. En la FASE 1 puede deberse a la puntualidad de la medición y a que los datos obtenidos no reflejan el comportamiento general de la vivienda. En un sistema pasivo la acción del clima puede cambiar el ambiente interior de un día a otro o de temporada a temporada por lo que las mediciones instantáneas pueden no ser el mejor recurso para relacionar la percepción general de la vivienda con las condiciones de un día. En relación a la FASE 2 se debió al número reducido de casos y la falta de un instrumento poco intrusivo y con conceptos adaptados al mismo, adecuado a la rutina diaria del usuario y evitando por consecuencia sesgos derivados de la falta de rigor y tergiversación de los conceptos.

Pese a no lograr una correspondencia se vislumbraron por diferencia algunos aspectos que determinaron el desempeño de la vivienda, en el caso de la satisfacción; la pertenencia de la residencia, de iluminación; el porcentaje de ventana, fuente y ubicación vertical y del ambiente térmico; las condiciones exteriores, de este último además se puede asegurar que la interacción de la vivienda en primavera es más eficiente que en invierno. Del análisis de medias se obtuvieron diferencias significativas entre los grupos con satisfacción media y alta obteniendo valores de referencia sobre los cuales los usuarios perciben mayor satisfacción.

En síntesis, aunque el método de experimentación funcionó al exponer las condiciones del ambiente interior de variados casos y demostrar de manera contundente la deficiencia de unos de ellos, hace falta la implementación de mayor y variadas unidades de vivienda con mediciones extendidas y simultáneas, que permitan caracterizar el ambiente de está, permitiendo la correlación de mayor número de variables tangibles e intangibles. Si bien se lograron obtener datos interesantes o generar hipótesis respecto a diferentes aspectos observables de los casos, contienen en su fundamento un alto grado de subjetividad y valoración del investigador.

Por otro lado, la falta de correlación entre el ambiente físico y psicológico implica investigaciones más robustas relacionadas a la adaptación y territorialidad, como el apropiarse y acostumbrarse a una situación o ambiente, tal adaptación puede generar un cambio significativo en la distribución de juicios y respuestas afectivas. En otras palabras, el usuario capaz de normalizar las condiciones de la vivienda siempre que haya un sentido de pertenencia y apego. De los casos se observó que el ser humano es un ser altamente adaptable que conscientemente no entiende parámetros o rangos óptimos, es decir, habita y satisface sus necesidades en un espacio sin que este sea el mejor. Lo

anterior puede estar relacionado a la ignorancia del tema, por lo que es igualmente necesario generar expectativas mayores derivadas del conocimiento, en la medida que usuario sepa que esperar sus exigencias cambiarán.

La Calidad del Ambiente Interior en la vivienda es poco equiparable a la de los ambientes de edificios no domésticos, los factores de riesgos que se presentan en estos pueden ser serios y agudos, mientras que en la vivienda y ambientes menos extremos estos efectos transitan entre enfermedades psicosomáticas. En esta investigación se ha comprobado que la vivienda puede no ofrecer las condiciones mínimas de habitabilidad y sin embargo concebirse habitable, esto debido a que el concepto holístico trasciende a lo físico o material y depende en gran medida de la percepción humana. Con esta premisa el presente estudio no buscaba generalizar la vivienda, exploraría las cualidades ambientales con el objetivo de generar estudios especializados, aproximaciones que hagan a la vivienda multifamiliar más eficiente, tomado como punto de partida la percepción del usuario. Si bien es un campo difícil por la obligada participación ciudadana y la intrusión de los espacios de resguardo, no se puede abordar un problema si en principio no se conoce, por lo que aun con las negativas que estudios de campo presentan, es necesario evaluar y exponer las deficiencias que generen la demanda de normas más robustas fundamentadas en investigaciones y experimentos científicos cuyo eje rector sea la satisfacción humana. La construcción de esta escala coadyuvará a resolver el déficit de vivienda bajo nuevos paradigmas que valoricen a la Calidad del Ambiente Interior como determinante de salud.

Si bien el diseñador no es capaz de controlar las condiciones de clima, si puede proveer espacios que permitan que los habitantes no sufran con las inclemencias de este y nos aproximen a la concepción de la vivienda habitable.

Futuras líneas de investigación

Los estudios de corte exploratorios por sí mismo no pueden ser concluyentes ya que no existen datos suficientes que permitan generalizar los resultados, no obstante, un solo caso de estudio siempre arrojará líneas de investigación más específicas con la posibilidad de crear hipótesis y estudios más robustos. A continuación, se mencionan algunas líneas de investigación que podrían abordarse en futuros estudios.

1. Evaluación de la Calidad de Aire Interior; Al igual que otras variables la Calidad del Aire Interior en la vivienda no se exploraría bajo las condiciones de edificios de oficina o industriales debido a que la vivienda no cuenta con sistemas de acondicionamiento mecánico, ni se trabajan con gases tóxicos, no obstante, se podrá evaluar la capacidad del espacio para disipar contaminantes midiendo por métodos experimentales el número de renovaciones por hora.
2. Evaluación del Ambiente Acústico; De las variables de la Calidad del Ambiente Interior el factor acústico en la vivienda es el que mayores intervenciones ha tenido internacionalmente. En la CDMX se puede evaluar el nivel de aislamiento de elementos perimetrales horizontales y verticales con el objetivo fundamental normas nacionales.
3. Ponderación de las variables de la CAI en la vivienda multifamiliar para matriz de evaluación; Como se comentó anteriormente existe la necesidad de métodos de evaluación más profundos y confiables para ello es necesario asignar valores jerárquicos asignados según las prioridades de la población.
4. Optimización de la iluminación y ventilación natural en la vivienda multifamiliar; Las peculiaridades de la vivienda multifamiliar la sujetan a características de iluminación y ventilación especiales. En todos los condominios verticales forzosamente algunos departamentos estarán ventilados e iluminados a través de cubos de iluminación. El tema en cuestión busca modificar las cualidades del cubo o la ventana con el objetivo de sostener los parámetros óptimos de iluminación y ventilación.
5. Diseño de ventanas para uso térmico y lumínico; Culturalmente las ventanas se han utilizado para efectos lumínicos sin tomar en cuenta los efectos térmicos, en el presente estudio se constató la bivalencia entre la ganancia lumínica y térmica, siendo en ocasiones contraproducentes. Se observó que la ganancia de iluminancia indirecta es más efectiva para disipar en el espacio que la directa, esta última, además puede incrementar la temperatura hasta grados inaceptables. Por lo anterior se podrían diseñar ventanas por efectos térmicos como estrategia de calentamiento exclusivamente y lumínicos pensando no en ganancias sustanciales sino en las adecuadas para mantener rangos de autonomía y operatividad óptimos.

Bibliografía

- A. Bell, P., D. Fisher, J., & J. Loomis, R. (1978). *Environmental Psychology*. Michigan, Estados Unidos : Saunders.
- Abraham, M. (1975). *Motivacion y Personalidad*. Barcelona , España : Sagitario .
- Acevedo , J. G. (2006). *Proceso de autogestión en vivienda*. Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander .
- Agnieszka , Z., & Mats , W. (2013). Impact of perceived indoor environment quality on overall satisfaction in Swedish dwellings. *Building and Environment*, 134-144.
- Aguilar, N., & Estrada , A. (1994). *Tesis: Validación de la escala de habitabilidad de la vivienda*. México D.F. : Facultad de Pscoлогия, UNAM .
- Aldaz, P. (2017, 07 01). CDMX: prevén un millón de viviendas para 2030 . *El Universal* .
- Amartya , S. (2000). *Desarrollo y Libertad*. Barcelona, España : Planeta .
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. . (2017). Thermal Comfort . En R. a.-C. American Society of Heating, *ASHRAE Fundamentals 2017* (págs. 9.1-9.33). Atlanta, Estados Unidos: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. .
- Amphoux, P. (s.f.). "Le chez-soi dans tous les sens" en Arch, & comport. *Arch & comport*, 5(2), 135-150.
- Aregonés, J. A. (2000). *Psicología Ambiental* . Madrid, España : Piramide.
- Aries , G. P. (1985). *Historia de la vida privada Vol. 1 Del imperio romano al año mil* . Madrid: Taurus.
- Arnal Simón , L., & Betancourt Suárez , M. (2005). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*. México Distrito Federal : Trillas .
- ASHRAE. (2013, Septiembre 28). *ASHRAE Standing Standard Project Committee 62.1*. Obtenido de <http://rahmannejad.ir/uploads/posts/ASHRAE-ANSI-ASHRAE%20Standard%2062.1-2013%20Ventilation%20for%20Acceptable%20Indoor%20Air%20Quality.pdf>
- ASHRAE Standard. (2010). *Thermal Enviromental Condition of Human Occupancy*. Atlata, Estados Unidos: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Asociación Española de Normalización y Certificación . (1997). *UNE-EN ISO 717- 1*. Madrid, España : AENOR.
- Asociacion Española de Normalización y Certificación . (1997). *UNE-EN ISO 717-2*. Madrid, España : AENOR .
- Asociación Española de Normalización y Certificación . (2006). *UNE-EN ISO 7730 Determinación analítica e interpretacion del bienestar termico mediante el calculo de los indices PMV y PPD y los criterios de bienestar termico local*. Madrid, España: AENOR.
- ASTM International . (2018, Octubre 3). *Designation: E 741 – 00*. Obtenido de Standard Test Method for Determinig Air Change in a Single Zone by Means fo a Tracer Gas Dilution: <http://www.ce.utexas.edu/prof/Novoselac/classes/CE397/Handouts/astm%20e741%20-%20tracer%20dilution.pdf>
- ASTM International. (2017, Septiembre 29). *Designation: D 6245 – 98*. Obtenido de Standard Guide for Using Indoor Carbon Dioxide Concentrations Indoor Air Quality and Ventilation: <ftp://185.72.26.245/Astm/2/01/Section%2011/ASTM1103/PDF/D6245.pdf>
- Audiology Department. (2009). Is there evidence that environmental noise is immunotoxic? *Noise Health* .
- Barceló Pérez , C., & González Sánchez , Y. (2013). Anexo, Vivienda Saludable, La salud y la vivienda como derecho. En C. Barceló Pérez, & Y. González Sánchez, *Medio Residencial y Salud* (págs. 283-287). Habana Cuba: Organización Panamericana de la Salud .
- Barcelo Pérez , C., & González Sánchez , Y. (2013). Relaciones ambiente-salud en el habitat humano. En C. Barcelo Pérez, & Y. González Sánchez, *Medio Residencial y Salud* (págs. 237-247). Habana Cuba: Organización Panamericana de la Salud.
- Barceló Pérez , C., Guzman Piñeiro , R., & González Sánchez , Y. (2013). Factores fisicos de riesgo en el medio residencial. En C. Barceló Pérez, R. Guzman Piñeiro, & Y. González Sánchez, *Medio Residencial y salud* (págs. 103-115). Habana, Cuba: Organización Panamericana de la Salud.
- Barceló Pérez , C., Raisa , G., Louks , E., Spiegel , J., & Plá Rodríguez , E. (2013). Vivienda y salud en residentes en el municipio de centro habana, ambiente fisico. *Revista cubana de higiene, epidemiologia y microbiologia* .
- Barceló Pérez, C. (2011). Vivienda saludable: un espacio de salud pública. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 131-135.
- Barcelo Perez, C., & Guzman Piñeiro , R. (s.f.). Potencial de efecto del ruido urbano en amas de casa en la habana .
- Barcelo Pérez, C., Hugo Levinton , C., & Gonzalez Sánchez , Y. (2013). Introducción el ambiente y los seres vivos. En *Medio residencial y salud* (pág. 13). Habana, Cuba .
- BCN, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2017, Noviembre 29). *BCN Ley de chile*. Obtenido de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=245882>

- Bechtel, R. B. (2002). *Handbook of environmental psychology*. New York, Estados Unidos: Wiley .
- Betancour Suárez, M., & Arnal Simon , L. (2005). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*. Ciudad de México : Trillas .
- Birgitta, B., Lindvall, T., & Schwela, D. (1999). *Guidelines for community noise*. Reino Unido: Geneva: World Health Organization.
- Boletín de la Organización Mundial de la Salud . (2017, 09 7). *Organización Mundial de la Salud* . Obtenido de Organización Mundial de la Salud : <http://www.who.int/bulletin/volumes/88/4/10-010410/es/>
- Borja , J. C. (2013). La habitabilidad cero, una buena practica olvidada en la producción industrial de la vivienda social . *Congreso Nacional de Vivienda 2013* , 39-51.
- BOSSA System. (2017, Septiembre 24). *BOSSA System Building Occupants Survey System Australia*. Obtenido de <http://www.bossasystem.com/home.html>
- BRE . (2017, Septiembre 17). *BRE Group*. Obtenido de <https://www.bre.co.uk/page.jsp?id=1930>
- BRE Group. (2017, Septiembre 16). *BRE Group*. Obtenido de <http://bregroup.com/about-us/our-history/>
- Brebner, J. (1982). *Environmental Psychology in Building Design, Architectural science series*. Michigan, Estados Unidos: Applied Science .
- bsria. (2017, Septiembre 24). *BSRIA*. Obtenido de <https://www.bsria.co.uk/services/fm/building-performance-evaluation/>
- BSRIA. (2017, Septiembre 24). *BSRIA*. Obtenido de <https://www.bsria.co.uk/>
- Busmethodology. (2017, Septiembre 24). *BUS methodology*. Obtenido de <http://www.busmethodology.org.uk/>
- Caballos Ramos , O., Vega Romero , R., Fernández Juan , A., Martínez Collantes , J., Ferney Herrera C., R., Londoño Palacio, O., . . . Giraldo Villate , C. (2015). La habitabilidad y la salud en Colombia . *Bitacora urbano/territorial*, 31-41.
- Camara de diputados del H. Congreso de la Union, Secretaria General, Secretaria de servicios parlamentarios. (2017, agosto 18). *Constitucion politica de los Estados Unidos Mexicanos* . Obtenido de <http://www.cofepri.gob.mx/MJ/Documents/Leyes/constitucion.pdf>
- Cámara de diputados del H. Congreso de la unión, Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios. (19 de junio de 2020). *Camara de diputados LXIV legislatura* . Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LViv_140519.pdf
- Campbell, D., & Stanley, J. (1963). *Experimental and quasi-experiment desings for research*. Boston, USA.: Houghton Mifflin Company.
- Carcedo Sañudo , E., Carcedo Garcia , L., & Vallejo Valdezate , L. (2008). *Efectos del ruido en la salud humana* . Valladolid : Universidad de Valladolid .
- CBE Center for the Build Environment. (2020, Julio 26). *CBE Center for the Build Environment*. Obtenido de <https://cbe.berkeley.edu/>
- CBE Thermal Comfort tool. (2020, Julio 26). <https://comfort.cbe.berkeley.edu/>. Obtenido de <https://comfort.cbe.berkeley.edu/>
- CDC, C. f. (2006). *Reference Manual*. Atlanta, USA : CDC.
- Chardon , A., & Hurtado, J. (2012). *Vivienda social y reasentamiento, una vision critica desde el hábitat*. Manizales Colombia : Universidad Nacional de Colombia .
- CIBSE The Chartered Institution of Building Services Engineers. (1999). *Daylighting and window desing*. Londres .
- CONAVI. (2017, 09 25). *Codigo de Edificacion de Vivienda* . Obtenido de Camara Mexicana de la Industria de la Construcción: <http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/vivienda/2016/BIBLIOTECA/CEV%20PDF.pdf>
- Concepción Rojas , M. (2013). Redes tecnicas, servicios básicos y su estrecho vinculo con el estado de salud de la población . En *Medio Residencial y Salud* .
- Corredor Horbath, J. E. (2003). Problemas Urbanos del Distrito Federal para el Nuevo siglo: La vivienda en los grupos populares de la Ciudad. *Revista Electronica de Geografia y Ciencias sociales*.
- Coulomb, R. (2005). *La vivienda en el Distrito Federal, Retos actuales y nuevos desafios*. Distrito Federal, México : UAM Azcapotzalco.
- Couret, G. (2013). Gerencia de los factores de riesgo, Soluciones arquitectonicas para la vivienda saludable. En *Medio Residencial y Salud* .
- Deberty, R. (1995). *El habitar de la pobreza* . Buenos Aires: FADU.
- Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2020, Julio 19). *Secretaría del Trabajo y Previsión Social*. Obtenido de http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/g_2.html
- do Carmo Cruz, L. (2007). Uma revisão sobre efeitos adversos ocasionados na saúde de trabalhadores expostos à vibração. *Baiana Saúde Pública*, 178-186.
- Economista, E. (2020, Febrero 9). <https://www.economista.com.mx/finanzaspersonales/En-el-2019-70-de-las-nuevas-familias-compraria-una-casa-20181216-0053.html>. Obtenido de El Economista .

Environmental Protection Agency, Inside IAQ. EPA's Indoor Air Quality Research Update. . (1998). *A comparison of Indoor and outdoor concentration of hazardous air pollutants*. . U.S. Washington DC: : Environmental Protection Agency .

Escobar Arango , G. (2001). *La vivienda en colombia en el cambio de siglo: herencia y retos*. Medellin: Universidad Nacional de Colombia.

Fanger, O. (2006). What is IAQ? *Indoor Air* , 328-334.

Franchi, M., Carrer, P., Kotzias, D., Rameckers, E., Seppanen, O., & Bronswijk, J. (2006). Working towards healthy air in dwellings in Europe. *Allergy* , 864-868.

Galatioto, A., Leone, G., Milone, D., Pitruzzuella Salvatore, & Franzitta, V. (2013). Indoor environmental quality survey: a brief comparison between different Post Occupancy Evaluation methods. *Advanced Materials Research* , 1148-1152.

Garcia Alcolea, E., & Alcolea Sotelo , A. (s.f.). Iluminación y Salud visual ocupacional . *Medicentro* , 228-230.

García Chávez , J., & Fuentes Freizanet, V. (2000). *Arquitectura y medio ambiente en la Ciudad de México*. Ciudad de México: UAM Azcapotzalco.

García Chavez, J., & Fuentes Freixanet , V. (2000). *Arquitectura y medio ambiente en la Ciudad de México* . Ciudad de México: UAM Azcapotzalco .

Garcia Meilián , M. (2013). Riesgos quimicos en la vivienda. En *Medio Residencial y Salud* . Habana, Cuba .

Garcia Melian , M. (2013). Riesgos Quimicos en la Vivienda. En C. Barcelo Pérez , & Y. González Sánchez , *Medio residencial y salud* (págs. 115-129). Habana, Cuba : Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología.

Garcia Olvera , H. (2010). De los primeros entendimientos del habitar . *De la especialidad Habitables y el Diseño arquitectónico* , 9.

Garcia Rodriguez , S., & Solis Flores , J. (2008). 3Cv+2 modelo de calidad para la construcción de la vivienda. *Ingeniería de Contrucción* , 102-111.

Giffort, R. (2007). *Environmental Psychology*. Colville: Optomal Books.

Goines , L., & Hagler, L. (2007). Noise Pollution: A Modern Plague . *Southern Medical Journal* , 287-294.

Gomez Azpetia , L., Gomez Amador , A., Cruz Iturribarria, S., & Alcántara Lomelí, A. (2005). El entorno arquitectonico com factor asociado a la violencia domestica en Colima. *Iridia* , 24-35.

Gonzalez Gonzalez , M. (2013). Riesgos Biologicos en la Vivienda . *Medio Residencial y Salud* , 131-135.

Gonzalez González , M. (2013). Riesgos biologicos en la vivienda . En *Medio Residencial y Salud* . Habana Cuba .

Gonzalez Sánchez , Y., Guzmán Piñeiro , R., & Barceló Pérez , C. (2013). Particularidades y problemáticas de la vivienda relacionadas con la salud en la region americana, los nexos socioeconomicos . En *Medio residencial y salud*. Habana, Cuba.

Guasch Farrás, J. (2014). Iluminación . En O. I. Trabajo, *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (págs. 46.1-46.19). Madrid : OIT .

Guzman Piñeiro , R., & Barcelo Perez , C. (2006). Estimacion de la contaminacion sonora del transito en la habana. *Cubana, Higiene y epidemiologia* .

H. W. , E., K. S., C., & K. S. Lam . (s.f.). An evaluation model for indoor environmental quality, acceptance in residential buildings. *Journal of Facilities Management* , 245-265.

Haramoto, E. (1999). Vivienda social, opciones para las familias y hogares mas pobres. *Boletin del Instituto de la Vivienda* , 14(37), 90-101.

Hasselaar, E. (2006). Theoretical Framework Of Housing Health Performance Evaluation. *Proceedings of Healthy Buildings* , 377-382.

Hernández Calleja, A. (2012). Control Ambiental en Interiores principios generales . En O. I. Trabajo, *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (págs. 45.2-45.7).

Hernández Sampieri , R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio , P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México D.F. : McGraw-Hill Interamericana .

Holahan , C. (2016). *Psicologia ambiental, un enfoque general* . Ciudad de México : LIMUSA .

Holahan, C. J. (2016). *Psicologia Ambiental, un enfoque general*. Ciudad de México : LIMUSA .

Ibarra Sala , A. (2013). Percepción de Riesgos en la Vivienda. En C. Barceló Pérez , & Y. González Sánchez , *Medio Residencial y salud* (págs. 99-102). La Habana: OMS.

Ingvar , H., Per-Ola , G., & Dahlstrom, G. (2017). Ambientes frios y trabajo con frio. En O. I. Trabajo, *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (págs. 42.32-42.49). Madrid, España: Ministerio de Trabajo en Asunto Sociales.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017, Noviembre 26). *INEGI*. Obtenido de http://www.beta.inegi.org.mx/app/tabulados/pxweb/inicio.html?rxid=bb5d1a27-3868-4ba2-a623-f2fb083be05a&db=Vivienda&px=Vivienda_1

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo . (2016, Noviembre 28). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo* . Obtenido de Ministerio de Empleo y Seguridad Social : <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Ruido%20y%20Vibraciones/ficheros/DTE-AspectosErgonomicosRUIDOVIBRACIONES.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo . (2016, Octubre 24). *NPT 74: Confort temico - Metodo Fanger para su evaluación*. Obtenido de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_074.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo . (2017, 11 24). *Aspectos Ergonómicos del Ruido* . Obtenido de INSHT : <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Ruido%20y%20Vibraciones/ficheros/DTE-AspectosErgonomicosRUIDOVIBRACIONES.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2015). *Calidad de ambiente interior en oficinas; identificacion y priorizacion de actuacion frente al riesgo*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2017, Enero 27). *Ministerio de trabajo y asuntos sociales* . Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_345.pdf

Isaza, F. G. (2004). *Hábitat y desarrollo humano*. Bogota, Colombia : CENAC.

J, W. (2005). Identification of the number and location of acoustic source. . *Journal of Sound and Vibration* , 393-420.

Javier Rey, F., & Velazco Gomez , E. (2007). *Calidad de Ambientes Interiores* . Madrid, España : Paraninfo .

Jean-Jacques , V. (2017). Calor y frio. En O. I. Trabajo, *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (págs. 42.0-42.53). Madrid, España : Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Subdirección General de Publicaciones.

Jiboye, A. D. (2012). Post-occupancy evaluation of residential satisfaction in Lagos, Nigeria: Feedback for residential improvement. *Frontiers of Architectural Research* , 236-243.

Junta de Andalucía, Union Europea y Oservatorio de salud y medio ambiente de andalucia . (2017, Enero 26). *OSMAN* . Obtenido de Oservatorio de salud y medio ambiente de andalucia : <http://www.osman.es/?s=calidad+del+aire+>

Kotzias, D., Tirendi, S., Bernasconi, C., Barrero, J., Gotti, A., & Cimino-Reale , G. (2008). *Pilot Project on Exposure to Indoor Air Chemicals and Possible Health Risks*. European Parliament.

Krzyzanowski, M. (2007). Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality. *First EnVIE Conference on Indoor Air Quality and Health for EU Policy* . USA.

Kwok W. Mui, Ling T. Wong, Chin T. Cheung, Ho C. Yu. (2015). An Application-Based Indoor Environmental Quality (IEQ) Calculator for Residential Buildings. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 822-825.

Kwok W. Mui, Tsz W. Tsang, Ling T. Wong. (2009). An evaluation model for indoor environmental quality (IEQ) acceptance in residential buildings. *Energy and Buildings* 41, 930-936.

Landázuri Ortiz , A., & Mercado Domenech, S. (2004). Algunos Factores físicos y psicológicos relacionados con la habitabilidad interna de la vivienda. *Medio ambiente y Comportamiento Humano* , 89-113.

Larry Kenney, W. (2017). Respuestas Fisiologicas a la temperatrua ambiente . En O. I. Trabajo, *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (págs. 42.2-42.5). Madrid, España : Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales .

Lazarus, R. S. (1979). *Guide to stress research* . New York, Estados Unidos : Van Nontrand .

Lazcano Ponce, S. Z. (2007). Elevada concetración de metabolitos de cotinina en hijos de padres fumadores. *Salud Publica México* .

Lista Martínez , M., & Espina , J. (s.f.). Calidad del Ambiente Interior en las Viviendas Unifamiliares en el municipio de Maracaibo y San Francisco. *Perspectiva*.

Lotens Wounter, A. (2017). Intercambio de calor a traves de la ropa. En O. I. Trabajo, *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (págs. 42.26-42.32). Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Malmqvist, T. (2008). Environmetal raing methods: selecting indoor environmental quality (IEQ) aspects and indicators. *Building Research & Information* , 466-485.

Mejía Castillo , A. (2010). Estres ambiental e impacto de los factores ambientales en la escuela. *Pampedia No. 7* , 3-18.

Mercado Doménech , S. J., Ortega Andeane, R. P., Luna Lara, M. G., & Estrada Rodríguez, C. (1995). *Habitabilidad en la Vivienda Urbana*. México: UNAM.

Mercado Doménech , S., Ortega Andeane, R., Luna Lara , M., & Estrada Rodríguez , C. (1995). *Habitabilidad de la Vivienda Urbana* . México, Distrito Federal : Universidad Nacional Autonoma de México.

Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente. (2017, Julio 14). *Conceptos Basicos de Ruido Ambiental* . Obtenido de http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/contaminacion_acustica_tcm7-1705.pdf

Ministerio de Sanidad y Consumo . (2008). *Plan Nacional de Acciones Preventivas de los Efectos del Exceso de Temperaturas sobre la Salud* . España : Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad .

Ministerio de Vivienda y Urbanismo . (2006). *Manual de aplicación reglamentación acústica* . Santiago de Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo, División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional, Departamento de tecnologías de la Construcción .

Muhlia V., A. (2006). *Notas del curso: solarimetría, 30 Semana Nacional de Energía Solar, ANES*. Veracruz México.

Naciones Unidas, Derechos Humanos. (2016, diciembre 16). *Naciones Unidas, Derechos humanos*. Obtenido de El derecho a una vivienda adecuada oficina del alto comisionado: http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_sp.pdf

Naredo, J. M. (s.f.). *Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla, Ciudades para un futuro mas sostenible*.

Navarro, M. F. (2015, 12 24). Población Flotante; DF, centro laboral y escolar del Edomex, Son seguidos por habitantes que provienen de Hidalgo y Morelos. *Excelsior*.

Nivem, R., Fletcher, A., Pickering, C., Faragher, E., Potter, I., & Booth, W. (2000). Building sickness syndrome in healthy and unhealthy buildings: an epidemiological and environmental assessment with cluster analysis. *Occupational & Environmental Medicine*, 627-634.

Núñez, P. G. (2013). Familia y habitabilidad en la vivienda. Aproximaciones metodológicas para su estudio desde una perspectiva sociológica. *Arquitectura y Urbanismo, XXXIV(1)*, 32-47.

Oblitas Guadalupe, L., Turbay Miranda, R., Soto Prada, K., Crissien Borrero, T., Cortes Peña, O., Puello Scarpati, M., & Ucros Campo, M. (2017). Incidencia de Mindfulness y Qi Gong sobre el estado de salud, bienestar psicológico, satisfacción vital y estrés laboral. *Revista colombiana de Psicología*, 99-113.

Obras, E. (2020, Febrero 9). <https://obras.expansion.mx/construccion/2018/10/03/estiman-que-la-vivienda-vertical-crezca-hasta-2-en-la-cdmx-en-2018>. Obtenido de Obras, Expansion.

Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía. (2016, Diciembre 7). *La Diputación de Barcelona*. Obtenido de https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824

Ogawa, T. (2017). Transtornos producidos por el calor. En O. I. Trabajo, *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (págs. 42.8-42.11). Madrid, España : Ministerio de trabajo y Asuntos Sociales .

Olmos, S. M. (2008). La habitabilidad urbana como condicion de calidad de vida . *Palapa*, 47-54.

Organizacion Mundial de la Salud . (2017, 10 28). *Organizacion Mundial de la Salud* . Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs291/es/>

Organizacion Mundial de la Salud . (2017, Junio 27). *Organizacion Mundial de la Salud* . Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/deaths-attributable-to-unhealthy-environments/es/>

Organización Mundial de la Salud . (2017, Diciembre 10). *WHO*. Obtenido de World Health Organization: <http://www.who.int/topics/ageing/es/>

Organizacion Mundial de la Salud. (2017, diciembre 22). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs291/es/>

Organizacion Panamericana de Salud. (1999). *Documento de posición de políticas de vivienda saludable*. OPS.

Osuna Hens, A. (2016). *Iluminacion natural en viviendas* . Sevilla, España : Universidad de Sevilla.

Otárola Merino, F., Otárola, Z. F., & Finkelstein Kulka, A. (2008). Ruido laboral y su impacto en la salud . *Ciencia & Trabajo*, 47-51.

P. D., & T. S. (s.f.). Aspectos conceptuales sobre los indicadores de calidad de vida. *Centro de estudios de opinion*.

Palafox, C. (2017, Diciembre 22). *Discovery DSalud* . Obtenido de <https://www.dsalud.com/reportaje/la-falta-de-luz-natural-es-la-causa-de-muchas-enfermedades/>

Pereira Jotz, G., Cervantes, O., Abrahao, M., Parente Settanni, F., & Carrara de Angelis, E. (2002). Noise to harmonics ratio as an acoustic measure of voice disorders in boys. *Journal of Voice*, 28-31.

Peretti, C., & Shiavon, S. (2011). Indoor environmental quality surveys. A brief literature review . *Indoor Environmental Quality (IEQ)*.

Philips. (2017, diciembre 22). *Ilumec, Iluminación y materiales electricos*. Obtenido de <http://www.ilumec.com/resources/28%20philips%20capacitacion%20en%20fundamentos%20de%20iluminacion.pdf>

Pinto Fique, L. F. (2007). *La habitabilidad de la VIS a partir de los años noventa*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.

Quesada Molina, F. (2014). Métodos de evaluación sostenible de la vivienda: Análisis comparativo de cinco métodos internacionales. *Revista Hábitat Sustentable*, 56-67.

Ramirez, V., & Serpell, A. (2011). Certificación de la Calidad de las viviendas en Chile, Análisis comparativo con sistemas internacionales. *Revista de la Construcción*, 134-144.

Ramos Calonge, H. (2011). El confort en la vivienda de bajo costo: Modelo metodológico para diagnosticar higrotermicidad, iluminación y acústica. Vivienda en el barrio de nueva castilla. . *TRAZA*, 48-67.

Rea, M. S. (2000). *The Lighting Handbook* . IESNA.

Reynolds John, S. (2010). *Mechanical and electrical equipment for buildings*. Estados Unidos : John Wiley & Sons 17a Ed. .

Roaf, S., Fuentes, M., & Thomas, S. (2003). *Ecohouse: A Desing Guide*. Elsevier.

Robson, C., & McCartan, K. (2002). *Real World Research, A resource for users of social research methods in applied settings* . Reino Unido : Blackwell.

Rueda, S. (1996). Habitabilidad y calidad de vida . *Textos sobre Sostenibilidad*, 29-33.

- Ruiz, A. D. (2013). Vivienda dinga, intimidación acústica y sana convivencia. *Congreso Nacional de Vivienda 2013*, 52-56.
- San Juan, G., Hoses, S., Rojas, D., & Piñeiro, J. (s.f.). Evaluación ambiental Post-Ocupacional de establecimientos escolares en la ciudad de la plata Argentina .
- Sánchez Delgado, C., Dujovne Guzman, L., & Poo Barrera, C. (2006). *Manual de aplicación, Reglamentación Acústica*. Santiago de Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo, División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional, Departamento de Tecnologías de la Construcción .
- Schallock, R. L. (1996). *The Quality of Children's lives*. Illinois .
- Secretaría del trabajo y Previsión social . (2020). *Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-025.pdf>
- Secretaría del trabajo y previsión social. (2016, Noviembre 27). *Secretaría de Gobernación* . Obtenido de Diario Oficial de la Federación : <http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/proteccioncivil/normatividad/Nom-011.pdf>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2017, Septiembre 18). *gob.mx*. Obtenido de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-025.pdf>: <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-025.pdf>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2017, Diciembre 26). NORMA Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciones de Seguridad e higiene. Ciudad de México .
- Silvia, M. (2008, julio). La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida. *Palapa*, 3(2), 47-54.
- Sin Embargo . (2016, 11 19). El boom inmobiliario en la CDMX Tres gobiernos, vecinos hartos, leyes "a modo" y ahora el caos. *Sin Embargo* .
- Stevenson, F., Leaman, A., & Bordass, B. (2010). Building evaluation: practice and principles. *Building Research Information*, 564-577.
- Szokolay, V., S. (2008). *Introduction to architectural science: the basis of sustainable design*. Oxford: Architectural Press, El Sevier 2a. Ed.
- T.S., D. (1976). *Conceptualization of habitability, Expression for the habitability data base*.
- The WELL Building Standard, Delos Living LLC. (2017, Septiembre 24). *International WELL Building Institute* . Obtenido de well certified : <https://www.wellcertified.com/>
- Torii, S. (2002). Sick house syndrome. *Nippon, Rinsho*, 21-27.
- Torres, A. (2011). *Del habitar a la habitabilidad en el proceso del diseño arquitectónico*. Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- U.S. Green Building Council. (2017, Septiembre 16). *LEED/USGBC*. Obtenido de <https://new.usgbc.org/leed>
- Unidos, A. A.-A. (s.f.). *Introducción a la contaminación del aire interior de la vivienda* .
- Unit for Experimental Psychiatry. (2010). Aircraft noise effects on sleep: mechanisms, mitigation and research needs. *Noise Health*, 95-109.
- United States Environmental Protection Agency . (1996). *Indoor air pollutants, An introduction for health professionals* . Washington D.C. : EPA.
- Viana de Vasconcelos, I., De Olivera Fonseca, F., & Araújo Cardoso, B. (2013). Arquitectura de Interiores y Salud. En C. Barcelo Pérez, & Y. González Sánchez, *Medio Residencial y Salud* (págs. 261-265). Habana Cuba: Organización Panamericana de la Salud.
- Wang B. L., T. T. (2008). Symptom definition for SBS (sick building syndrome) in residential dwellings. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 114-120.
- Wolfgang, F., Harvey Z., R., & Edward T., W. (1988). *Post-Occupancy Evaluation* . New York : Routledge.
- World Health Organization. (2016, Diciembre 28). *World Health Organization, Regional office for Europe*. Obtenido de http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf
- World Health Organization . (2016, Noviembre 12). *WHO World Health Organization* . Obtenido de http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf
- World Health Organization. (1998). *Glossary*.
- World Health Organization. (2007). *Large analysis and review of European housing and health status* . Copenhagen Dinamarca: WHO Regional Office for Europe.
- World Health Organization, Geneva. (1999). *Guidelines for community noise*. London, United Kingdom : WHO.
- Yarke, E. (2005). *Ventilación Natural de Edificios*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko .
- Yassi A., K. T. (2001). *Basic Environmental Health*. New York : Oxford University .
- Zepeda, A. M. (2011). *Habitabilidad y desarrollo Urbano Sostenible* . Estado de México : Tecnológico de Monterrey, Estado de México.
- Zumtobel Lighting GmbH. (2013). *The lighting Handbook*. Austria .

ANEXO

GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN

Escriba la respuesta o marque con una (X) la opción correcta.

1. SEXO M () H () 2. EDAD: _____ AÑOS

3. ESCOLARIDAD:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Primaria | <input type="checkbox"/> Tec. Profesional |
| <input type="checkbox"/> Secundaria | <input type="checkbox"/> Licenciatura |
| <input type="checkbox"/> Preparatoria o bachillerato | <input type="checkbox"/> Posgrado |

4. EN MI VIVIENDA HABITAN:

- #__ Niños (0-11 años)
#__ Adolescentes (12-19 años)
#__ Adultos (20-99 años)

5. NÚMERO DE AUTOS QUE POSEO _____

6. TENGO SERVIDUMBRE EN MI CASA: SI () NO ()

7. LA CASA EN DONDE ANTERIORMENTE VIVÍA ERA:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> cuarto | <input type="checkbox"/> casa en condominio horizontal |
| <input type="checkbox"/> casa sola | <input type="checkbox"/> departamento o condominio vertical |
| <input type="checkbox"/> casa dúplex | |

8. MI CASA ACTUAL ES:

- | | | |
|------------------------------------|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> cuarto | <input type="checkbox"/> casa en condominio horizontal | <input type="checkbox"/> casa dúplex |
| <input type="checkbox"/> casa sola | <input type="checkbox"/> departamento o condominio vertical | |

9. MI CASA ES:

- | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Propia | <input type="checkbox"/> Alquilada | <input type="checkbox"/> Prestada |
|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|

10. Grado de participación en la planeación y el diseño de su casa:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Muy activo | <input type="checkbox"/> Poco activo |
| <input type="checkbox"/> No participé | <input type="checkbox"/> Moderadamente activo |

11. NÚMERO DE AÑOS DE VIVIR EN ESTA CASA: _____

12. EN CUANTO A CAMBIARSE DE CASA:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> No le gustaría | <input type="checkbox"/> Le gustaría y lo está tratando |
| <input type="checkbox"/> Lo decidió y lo hará pronto | |
| <input type="checkbox"/> Le gustaría pero por el momento no lo hará | |

13. MI CASA ES DE # _____ PISOS, INCLUYENDO PLANTA BAJA

14. EL EDIFICIO DONDE VIVO ES DE # _____ PISOS

15. MI DEPARTAMENTO SE UBICA EN EL PISO # _____

16. NÚMERO DE FOCOS EN SU CASA _____

17. MI VIVIENDA CUENTA CON: indique CUÁLES Y CUANTOS espacios tiene su vivienda:

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| COCINA _____ | CUARTOS DE TV _____ |
| ANTECOMEDOR _____ | PATIO _____ |
| COMEDOR _____ | JARDÍN _____ |
| RECAMARA (S) _____ | CUARTO DE SERVICIO _____ |
| ESTUDIO U OFICINA _____ | CUARTO DE LAVADO _____ |
| BAÑOS COMPLETOS _____ | ESTACIONAMIENTO _____ |
| | MEDIOS BAÑOS _____ |

INSTRUCCIONES

En las siguientes preguntas se le van a hacer varias declaraciones sobre características del lugar donde vive, cada una de las cuales puede ir según su opinión en alguno de dos sentidos.

Usted debe poner una X sobre el espacio que mejor refleja su opinión acerca de cada aspecto.

Por ejemplo, si la declaración fuera:

Ir de compras al centro es mejor:

Entre semana En fin de semana

Si usted definitivamente preferiría ir de compras Entre semana, marcaría así:

Entre semana En fin de semana

Si se inclina a ir de compras Entre semana pero no lo considera absolutamente necesario, debería marcar así:

Entre semana En fin de semana

Si no tiene ninguna preferencia sobre esto, debería marcar :

Entre semana En fin de semana

Si se inclina a ir de compras en fin de semana pero no lo considera absolutamente necesaria, marcaría:

Entre semana En fin de semana

Si definitivamente prefería ir de compras En fin de semana, marcaría:

Entre semana En fin de semana

No hay respuestas correctas o incorrectas. Lo que nos interesa es su opinión.

En lo posible, evite marcar en la parte medida de las opciones de su respuesta a no ser que verdaderamente no tenga ninguna opinión.

Si tiene alguna duda sobre esta forma de contestar, por favor consulte con la persona responsable del estudio. Por favor trate de contestar todas las preguntas de una manera objetiva y sincera. La información obtenida será utilizada únicamente para fines de la investigación.

GRACIAS

Mi casa es:

Cómoda Incómoda
 Muy funcional Poco funcional
 Relajante Tensionante
 Amplia Estrecha
 Completa Incompleta
 Inhabitable Habitable
 Adecuada Inadecuada
 Organizada Desorganizada
 Manejable Inmanejable
 Hermosa Fea
 Iluminada Oscura
 Amable Hostil
 Insuficiente Suficiente
 Comprensible Incomprensible
 Mal integrada Bien integrada
 Une Separa
 Hogareña Poco hogareña
 A mi modo Extraña

Los sentimientos que tengo acerca de mi casa son:

Agradable Molesto
 Satisfactorio Insatisfactorio
 Feo Bonito
 Feliz Infeliz

Molesto Cómodo
 Fastidioso Tranquilo
 Opresor Liberador
 Enloquecedor Liberador
 Ruidoso Pacífico
 Rebelde Dócil
 Manejable Inmanejable
 Ordenado Desordenado
 Comprensible Confuso
 Marchito Fresco
 Pesado Ligero
 Violento Calmado
 Claro Confuso
 Relajado Tenso
 Ingovernable Manejable
 Suelto Restringido
 Afortunado Desafortunado
 Inoportuno Oportuno
 Vacilante Seguro
 Riesgoso Seguro
 Protector Desprotegido
 Restringido Libre
 Desanimado Esperanzado

Siente usted que su casa es:

Segura Insegura

En caso de temblor siento que mi casa es:

Segura Insegura

Las instalaciones de gas son:

Seguras Inseguras

Las escaleras de mi casa por su forma y construcción son:

Peligrosas Seguras

Los accidentes eléctricos en mi casa son:

Muy frecuentes Poco frecuentes

Los resbalones y las caídas en casa son:

Escasos Frecuentes

En caso de intento de robo son seguras las ventanas y las puertas de mi casa:

Mucho Poco

El riesgo que corren los niños de caer por las ventanas es:

Poco Mucho

El alumbrado del exterior es:

Suficiente Insuficiente

Los accidentes domésticos son:

Escasos Frecuentes

En caso de siniestro, temblor o incendio, la salida al exterior es:

Difícil Fácil

Siento que el medio ambiente que rodeo a mi casa (aire, basura, estancamiento de agua) es:

Saludable Insalubre

Si tocan a mi puerta ¿puedo ver quien es desde el interior de mi casa?

Posible Imposible

El acceso al lugar para guardar objetos que no usan frecuentemente es:

Fácil Difícil

El desplazamiento por mi casa es:

Fácil Difícil

En general el área de que disponemos en casa es:

Suficiente Insuficiente

Al desplazarme por mi casa me estorba:

Todo Nada

Mis actividades en casa se realizan:
 Fácilmente Dificilmente

El quehacer de mi casa se realiza:
 Fácilmente Dificilmente

En los pasillos cabemos más de una persona al mismo tiempo:
 Imposible Posible

Al abrir la puerta principal desde el interior de mi casa, el espacio es:
 Insuficiente Suficiente

El acceso desde la sala al baño es:
 Fácil Dificil

El acceso al comedor desde la cocina es:
 Fácil Dificil

El desplazamiento del refrigerador al fregadero es:
 Fácil Dificil

El acceso desde cualquiera de las recámaras al baño es:
 Fácil Dificil

El lugar destinado al refrigerador (espacio, abertura de la puerta, etc.) es:
 Apropiado Inapropiado

Considero que el espacio de guardado en mi cocina es:
 Suficiente Insuficiente

El lugar para guardar objetos voluminosos es:
 Insuficiente Suficiente

El lugar para guardar material escolar y de oficina es:
 Suficiente Insuficiente

El lugar destinado al estacionamiento de los coches es:
 Suficiente Insuficiente

Puedo encontrar silencio en mi casa cuando lo necesito:
 Siempre Nunca

En mi casa puedo desarrollar mis actividades sin ser molestado:
 Siempre Nunca

Para el número de personas que viven aquí, esta casa es:
 Inadecuada Adecuada

La privacidad e intimidad de cada miembro de la familia dentro de la casa es:
 Imposible Posible

En mi casa puedo hacer lo que yo quiera sin que se enteren mis vecinos:
 Siempre Nunca

Puedo controlar el paso de la gente extraña a los alrededores de mi casa:
 Posible Imposible

La privacidad en mi casa es:
 Adecuada Inadecuada

Insuficiente Suficiente

Cuando hay visitas en su casa, ¿es posible que algún miembro de su familia descanse en su recámara sin ser molestado por el ruido proveniente de la sala y el comedor?
 Imposible Posible

¿Es posible escuchar desde afuera de las recámaras lo que la gente habla o hace dentro de ellas?
 Posible Imposible

El acceso al baño sin ser visto por las visitas es:
 Imposible Posible

En qué medida se escucha lo que pasa en el baño:
 Mucho Poco

El lugar de estacionamiento es respetado:
 Frecuentemente Nunca

Para evitar que mis vecinos escuchen cierro las ventanas:
 Nunca Siempre

Me interrumpen las voces o ruidos que se producen dentro de mi casa:
 Nunca Siempre

Cierro las cortinas de mi casa para evitar que mis vecinos me observen:
 Nunca Siempre

En mi casa el ruido del radio y televisores de los vecinos:
 No se escucha Se escucha

Cierro las ventanas de mi casa para disminuir el ruido que viene fuera:
 Nunca Constantemente

El lugar de estacionamiento es:
 Público Privado

En mi casa hablamos en voz baja para evitar que mis vecinos escuchen:
 Nunca Siempre

En mi casa las voces de los vecinos
 No se escuchan Se escuchan

En mi casa las instalaciones eléctricas son:
 Apropiadas Inapropiadas

Las instalaciones de gas son:
 Inapropiadas Apropiadas

Las instalaciones de agua y drenaje son:
 Apropiadas Inapropiadas

El suministro de agua es:
 Apropiado Inapropiado

El lugar para recibir visitas es:
 Inapropiado Apropiado

El lugar en donde lavo y escurro los trastes es:
 Apropiado Inapropiado

El lugar para comer es:
 Inapropiado Apropiado

El espacio en donde lavo la ropa es:
 Inapropiado Apropiado

El espacio en donde tiendo la ropa es:
 Apropiado Inapropiado

El espacio en donde plancho la ropa es:
 Apropiado Inapropiado

El área de almacenamiento de basura dentro de mi casa es:
 Inapropiado Apropiado

El espacio destinado a ver TV es:
 Apropiado Apropiado

El espacio en donde convivio con mi familia es:
 Apropiado Inapropiado

El lugar con el que dispongo para realizar mis hobbies u otras actividades personales es:
 Inapropiado Apropiado

Cuando hay niños en la casa ¿pueden ser vigilados desde la cocina?
 Fácilmente Dificilmente

El diseño del baño (s) permite realizar o supervisar otras actividades al mismo tiempo?
 Imposible Posible

El lugar en donde lavo la ropa, ¿me permite realizar o supervisar otras actividades al mismo tiempo?
 Imposible Posible

El lugar para guardar objetos voluminosos de manera de que no obstruyan el paso es:
 Suficiente Insuficiente

Preparar y servir los alimentos en la cocina se puede realizar:
 Fácilmente Dificilmente

El tamaño y distribución de mi recámara me permite realizar todas mis actividades de manera:
 Muy eficaz Poco eficaz

Mi casa es:
 Funcional No funcional

La distribución de mi casa permite la realización de mis actividades:

Fácilmente Difícilmente
 Cuando estoy en casa siento que es un lugar con el que me:
 Identifico No me idéntico

Mi casa es un lugar:
 Común Especial

Mi casa tiene la imagen que deseo:
 Mucho Nada

Mi vivienda infunde respeto:
 Mucho Nada

Me agrada que conozcan mi casa:
 Mucho Nada

Mi casa representa al grupo de personas que pertenezco:
 Mucho Nada

Siento que mi casa es:
 Cómoda Incómoda
 Especial Común
 Fea Bonito
 Mía Ajena
 Agradable Ajena

Mi casa es un lugar:
 Tranquilo Intranquilo

Las personas que construyeron mi casa tuvieron:
 Buen gusto Mal gusto

Disfruto de estar en casa:
 Mucho Nada

El estilo de la casa es:
 Llamativo Aburrido
 Definitivo Indefinito
 Práctico Impráctico
 Complejo Sencillo

CASA

Cómoda Fría
 No confortable Confortable
 íntima No íntima
 Práctica No práctica
 Insegura Segura
 Peligrosa No peligroso
 Placentera No placentera
 Agitada Calmada
 Cómoda Incómoda
 Tranquila Intranquila
 Acogedora Hostil
 Privada Pública

SALA

Cálida Fría
 No confortable Confortable
 íntima No íntima
 Práctica No práctica
 Insegura Segura
 Peligrosa No peligrosa
 Placentera No placentera
 Agitada Calmada
 Cómoda Incómoda
 Tranquila Intranquila
 Acogedora Hostil
 Privada Pública

COCINA

Cómoda Fría
 No confortable Confortable
 íntima No íntima
 Práctica No práctica
 Insegura Segura
 Peligrosa No peligroso
 Placentera No placentera
 Agitada Calmada
 Cómoda Incómoda
 Tranquila Intranquila
 Acogedora Hostil
 Privada Pública

COMEDOR

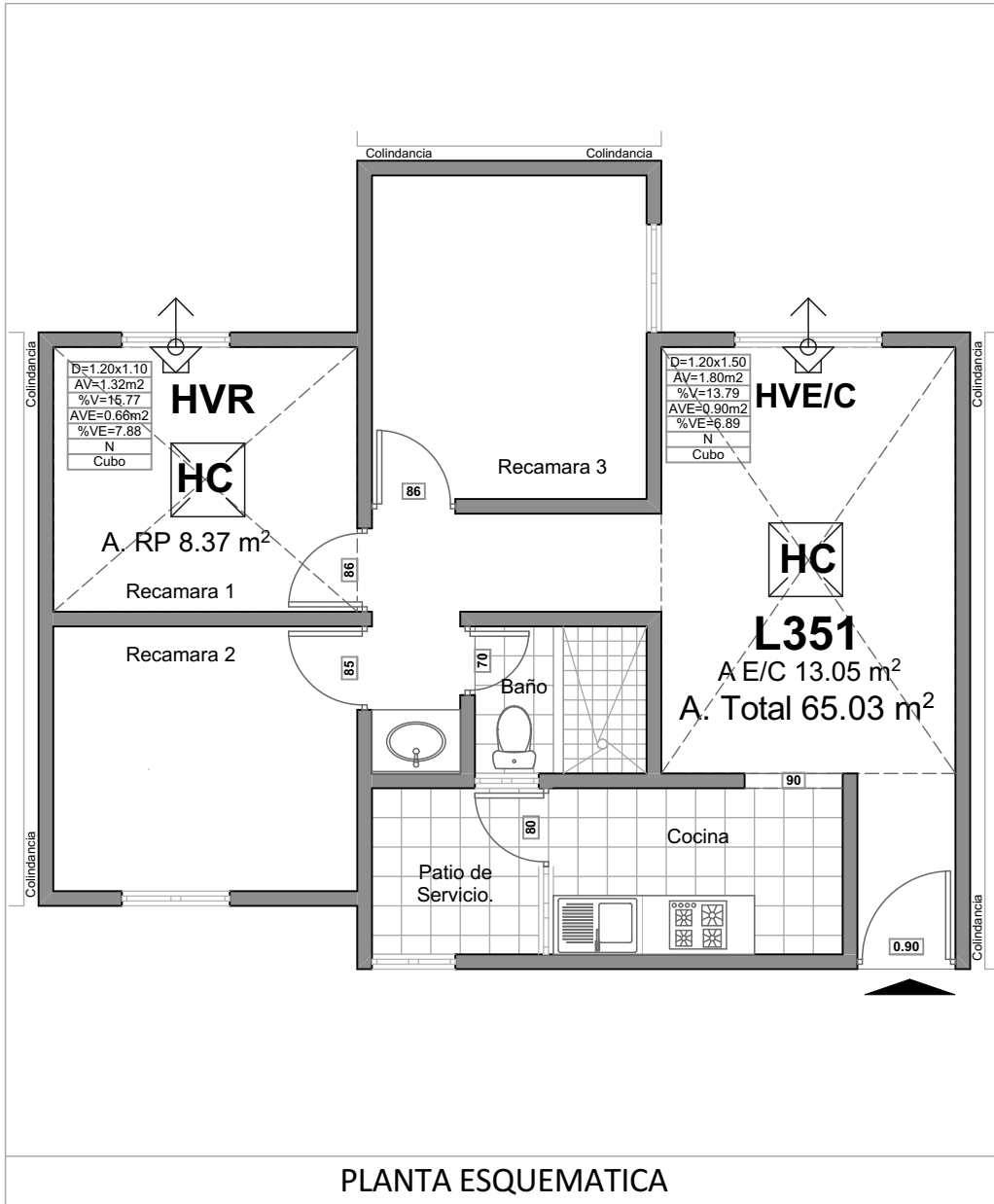
Cálida Frío
 No confortable Confortable
 íntima No íntima
 Práctica No práctica
 Insegura Segura
 Peligrosa No peligroso
 Placentera No placentera
 Agitada Calmada
 Cómoda Incómoda
 Tranquila Intranquila
 Acogedora Hostil
 Privada Pública

RECÁMARA

Cómoda Fría
 No confortable Confortable
 íntima No íntima
 Práctica No práctica
 Insegura Segura
 Peligrosa No peligroso
 Placentera No placentera
 Agitada Calmada
 Cómoda Incómoda
 Tranquila Intranquila
 Acogedora Hostil
 Privada Pública

BAÑO

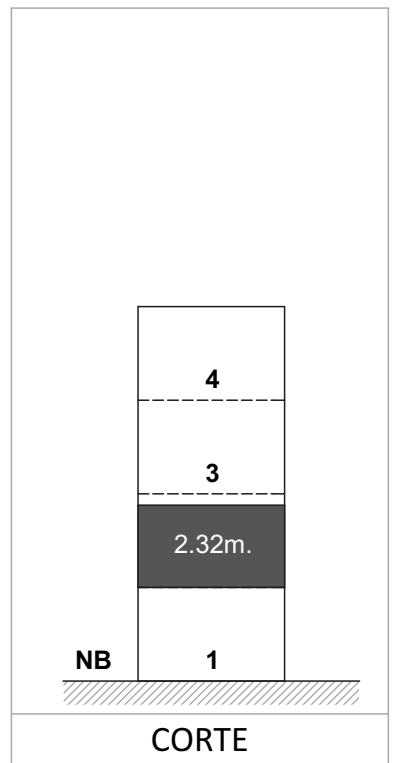
Cómoda Fría
 No confortable Confortable
 íntima No íntima
 Práctica No práctica
 Insegura Segura
 Peligrosa No peligroso
 Placentera No placentera
 Agitada Calmada
 Cómoda Incómoda
 Tranquila Intranquila
 Acogedora Hostil
 Privada Pública



PLANTA ESQUEMATICA



ORIENTACIÓN

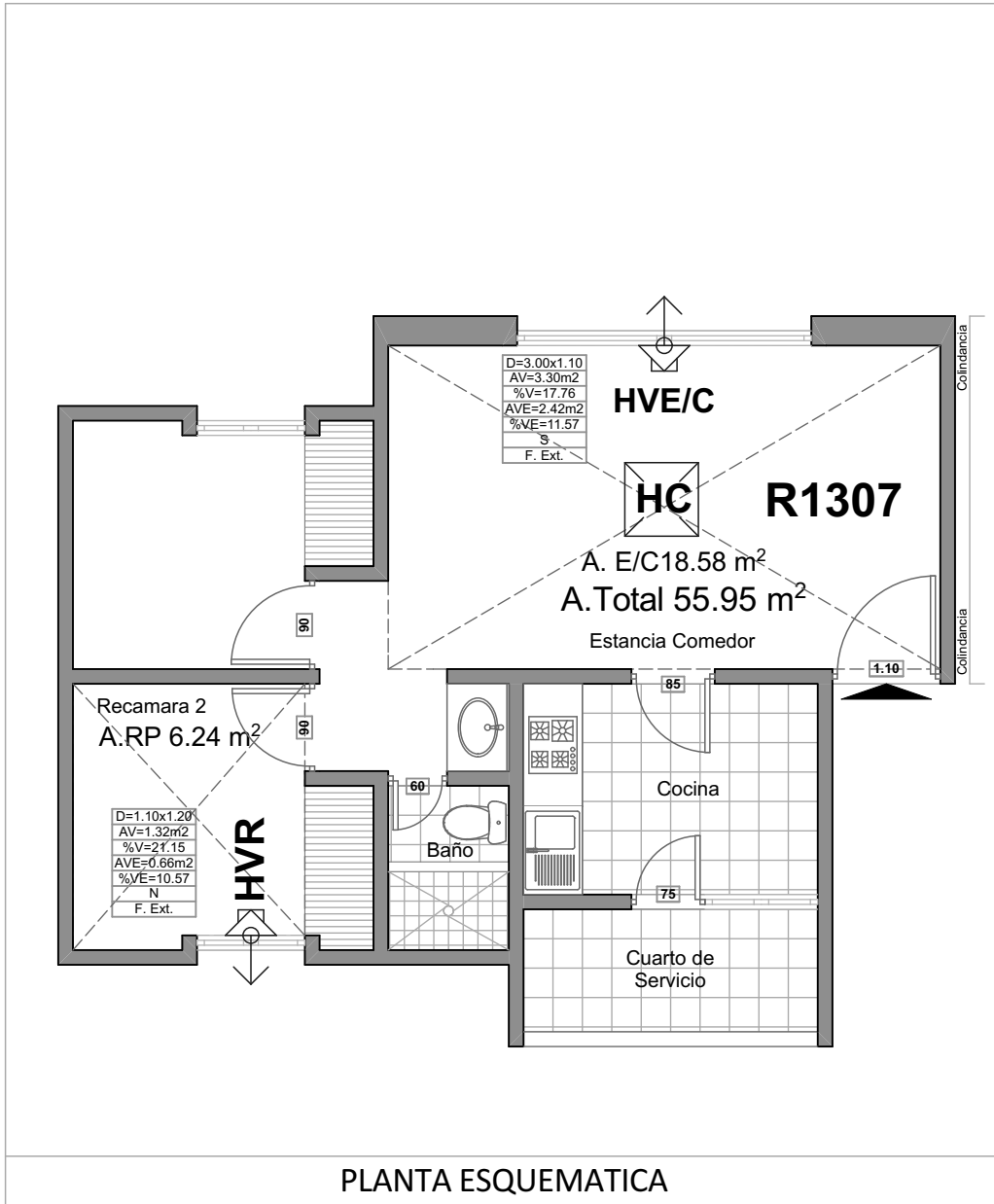


CORTE

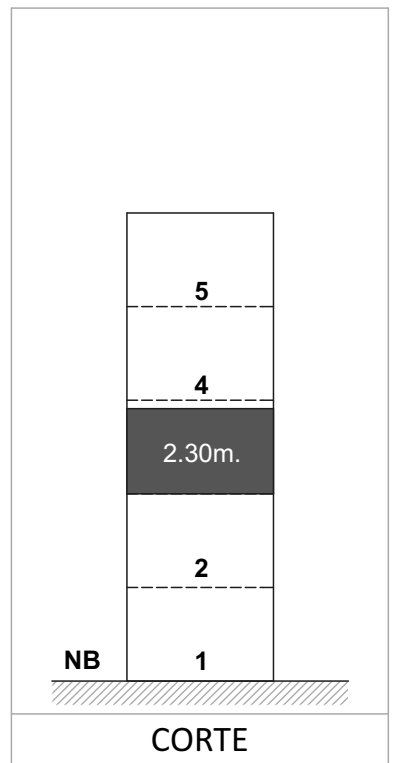
HC = Hobo Centro
HVR = Hobo Ventana Recamara
HVE/C = Hobo Ventana Estancia/Comedor
D = Dimensión de ventana

AV = Área de Ventana
%V = Porcentaje de Ventana
AVE = Área de Ventilación
%VE = Porcentaje de Ventilación

Orientación = Norte (N), Sur (S), E (Este), y O (Oeste)
Cubo = Cubo de iluminación, distancia perpendicular de un solido a la ventana no mayor a 4m.
F. Int. = Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m. a 8m.
F. Ext. = Fachada Exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m.



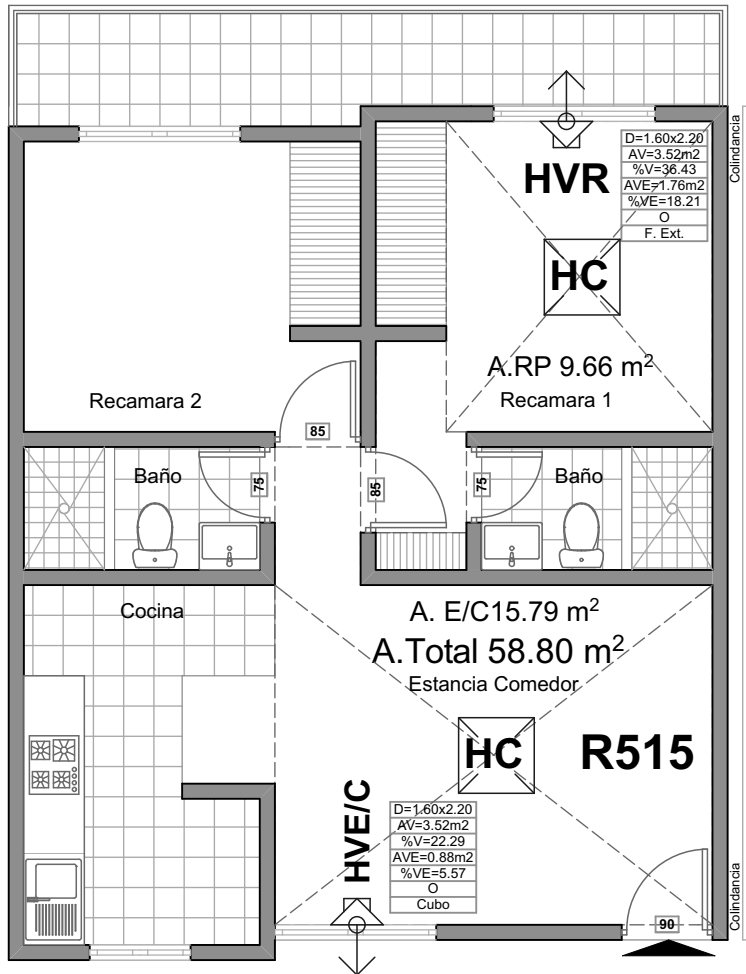
PLANTA ESQUEMATICA



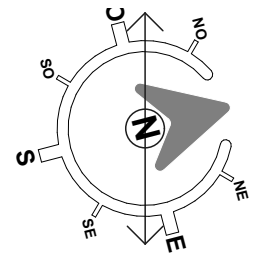
HC = Hobo Centro
 HVR = Hobo Ventana Recamara
 HVE/C = Hobo Ventana Estancia/Comedor
 D = Dimensión de ventana

AV = Área de Ventana
 %V = Porcentaje de Ventana
 AVE = Área de Ventilación
 %VE = Porcentaje de Ventilación

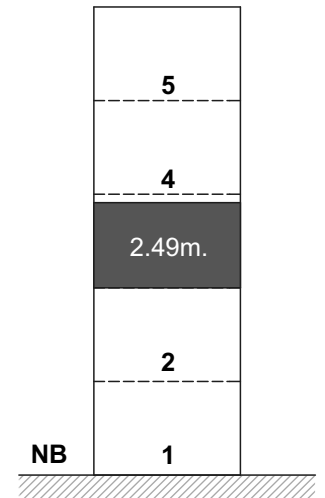
Orientación = Norte (N), Sur (S), E (Este), y O (Oeste)
 Cubo = Cubo de iluminación, distancia perpendicular de un solido a la ventana no mayor a 4m.
 F. Int. = Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m. a 8m.
 F. Ext. = Fachada Exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m.



PLANTA ESQUEMATICA



ORIENTACIÓN



CORTE

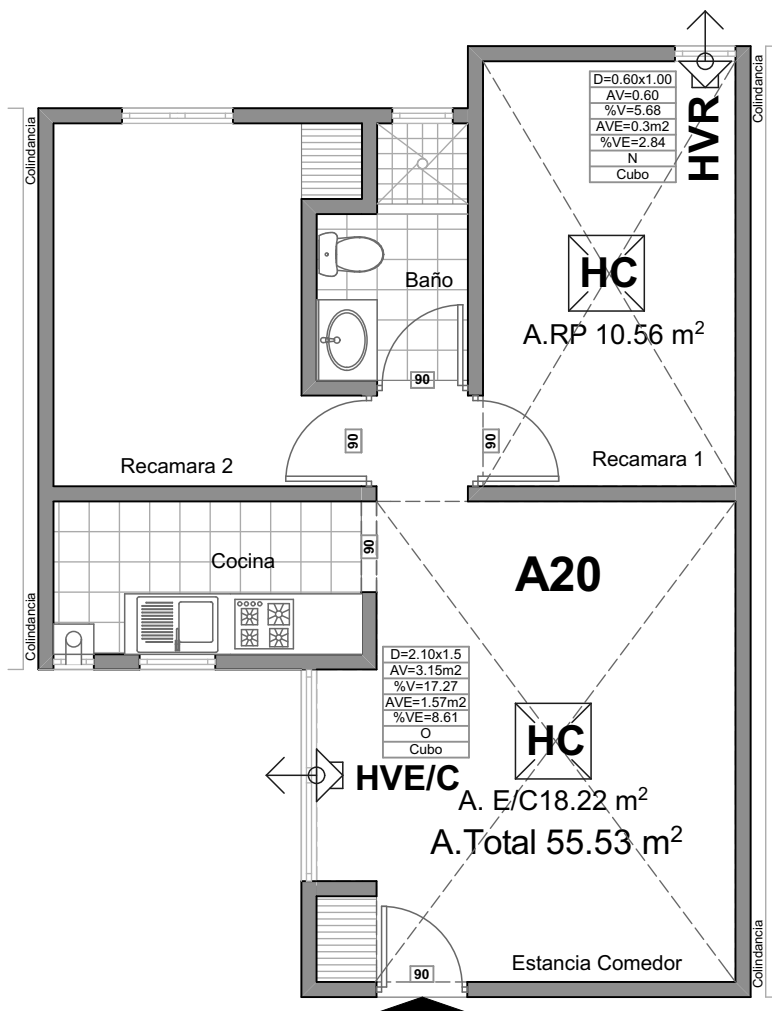
HC = Hobo Centro
HVR = Hobo Ventana Recamara
HVE/C = Hobo Ventana Estancia/Comedor
D = Dimensión de ventana

AV = Área de Ventana
%V = Porcentaje de Ventana
AVE = Área de Ventilación
%VE = Porcentaje de Ventilación

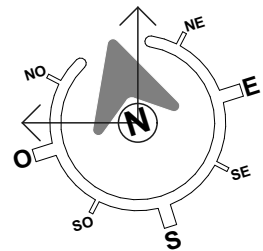
Orientación = Norte (N), Sur (S), E (Este), y O (Oeste)
Cubo = Cubo de iluminación, distancia perpendicular de un solido a la ventana no mayor a 4m.
F. Int. = Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m. a 8m.
F. Ext. = Fachada Exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m.



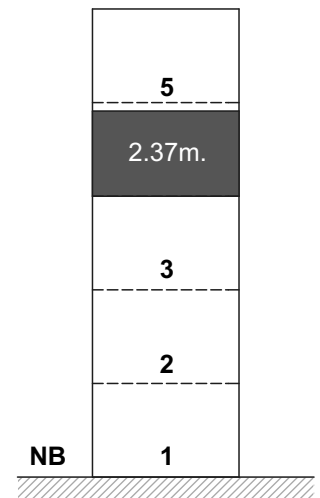
R515



PLANTA ESQUEMATICA



ORIENTACIÓN



CORTE

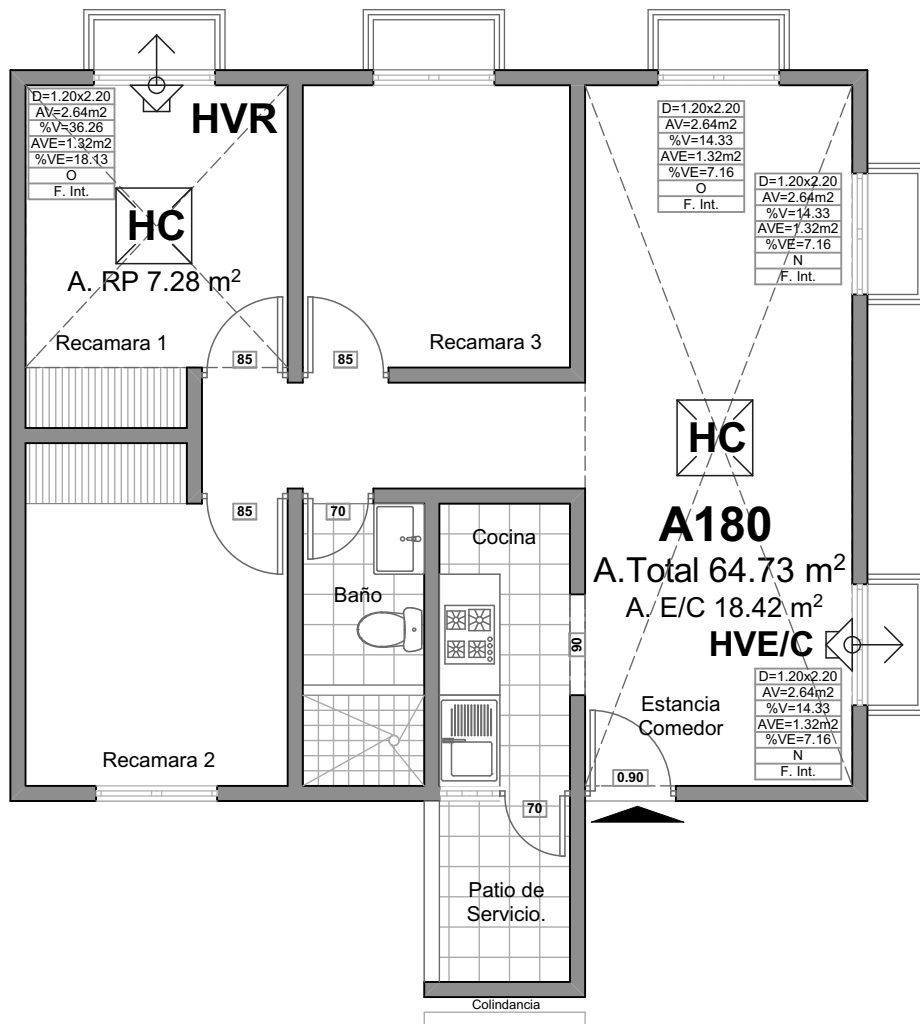
HC = Hobo Centro
HVR = Hobo Ventana Recamara
HVE/C = Hobo Ventana Estancia/Comedor
D = Dimensión de ventana

AV = Área de Ventana
%V = Porcentaje de Ventana
AVE = Área de Ventilación
%VE = Porcentaje de Ventilación

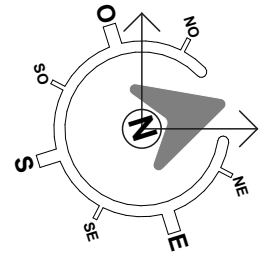
Orientación = Norte (N), Sur (S), E (Este), y O (Oeste)
Cubo = Cubo de iluminación, distancia perpendicular de un solido a la ventana no mayor a 4m.
F. Int. = Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m. a 8m.
F. Ext. = Fachada Exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m.



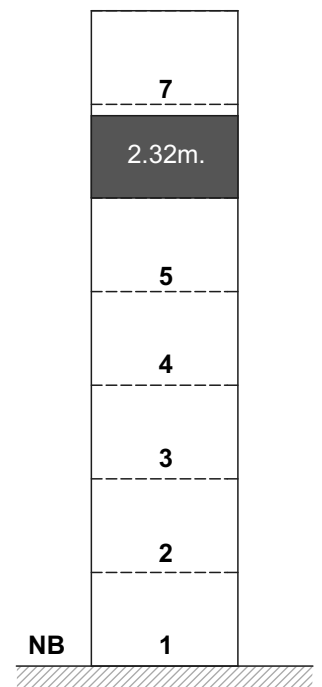
A20



PLANTA ESQUEMATICA



ORIENTACIÓN



CORTE

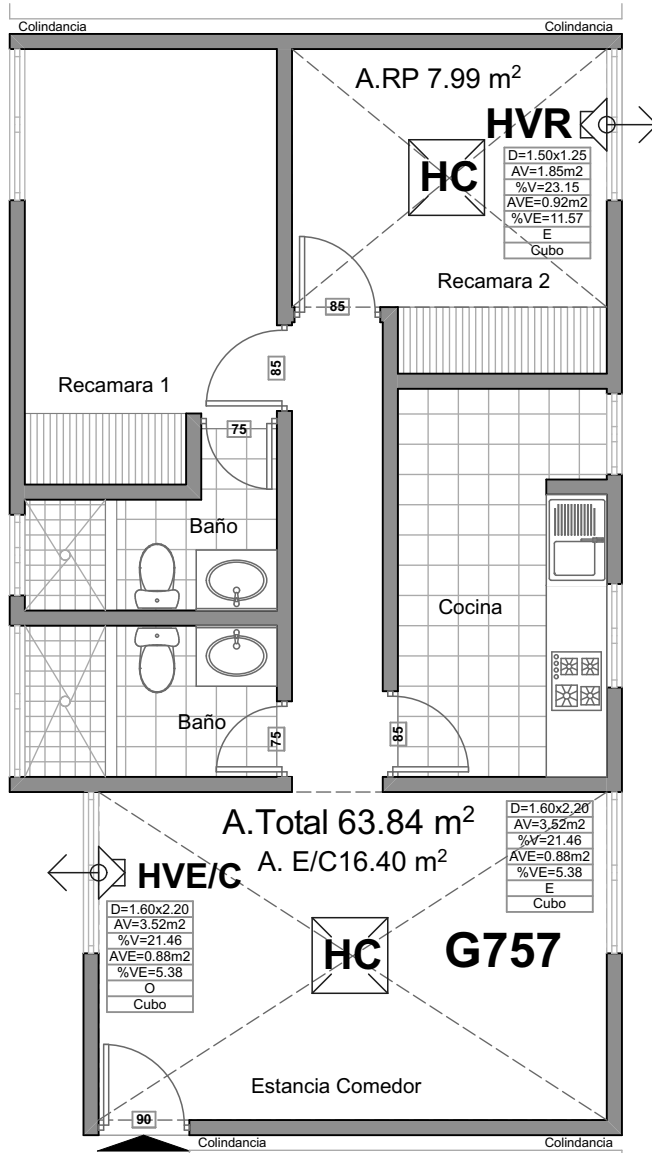
HC = Hobo Centro
HVR = Hobo Ventana Recamara
HVE/C = Hobo Ventana Estancia/Comedor
D = Dimensión de ventana

AV = Área de Ventana
%V = Porcentaje de Ventana
AVE = Área de Ventilación
%VE = Porcentaje de Ventilación

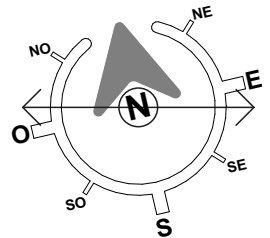
Orientación = Norte (N), Sur (S), E (Este), y O (Oeste)
Cubo = Cubo de iluminación, distancia perpendicular de un solido a la ventana no mayor a 4m.
F. Int. = Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m. a 8m.
F. Ext. = Fachada Exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m.



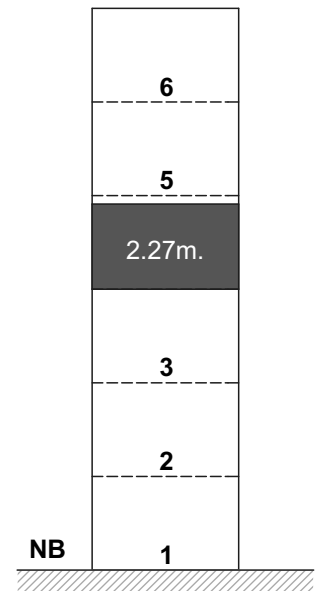
A180



PLANTA ESQUEMATICA



ORIENTACIÓN



CORTE

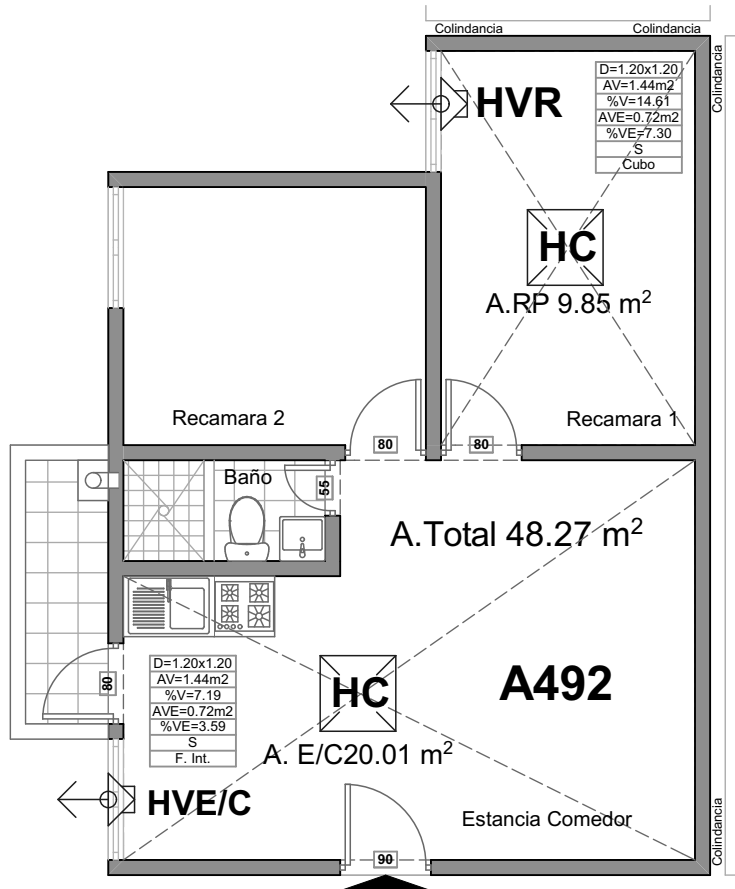
HC = Hobo Centro
HVR = Hobo Ventana Recamara
HVE/C = Hobo Ventana Estancia/Comedor
D = Dimensión de ventana

AV = Área de Ventana
%V = Porcentaje de Ventana
AVE = Área de Ventilación
%VE = Porcentaje de Ventilación

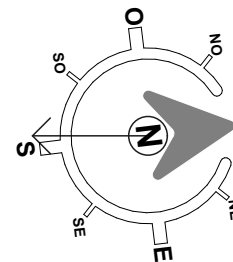
Orientación = Norte (N), Sur (S), E (Este), y O (Oeste)
Cubo = Cubo de iluminación, distancia perpendicular de un solido a la ventana no mayor a 4m.
F. Int. = Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m. a 8m.
F. Ext. = Fachada Exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m.



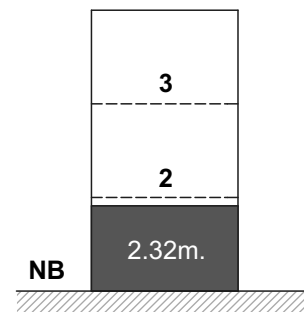
G757



PLANTA ESQUEMATICA



ORIENTACIÓN



CORTE

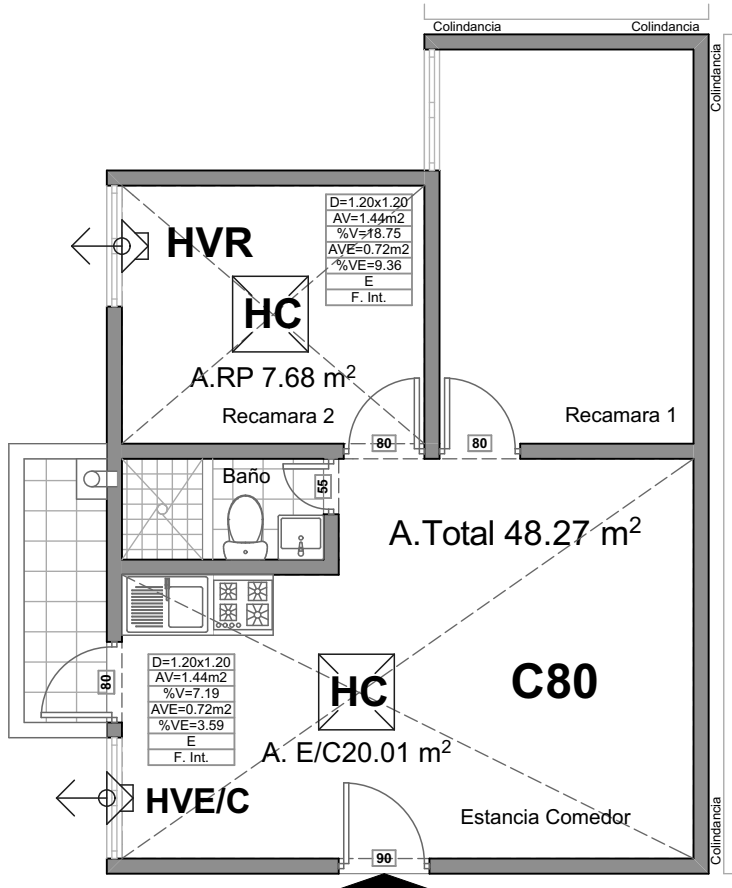
HC = Hobo Centro
 HVR = Hobo Ventana Recamara
 HVE/C = Hobo Ventana Estancia/Comedor
 D = Dimensión de ventana

AV = Área de Ventana
 %V = Porcentaje de Ventana
 AVE = Área de Ventilación
 %VE = Porcentaje de Ventilación

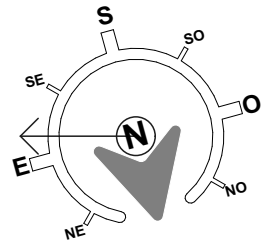
Orientación = Norte (N), Sur (S), E (Este), y O (Oeste)
 Cubo = Cubo de iluminación, distancia perpendicular de un solido a la ventana no mayor a 4m.
 F. Int. = Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m. a 8m.
 F. Ext. = Fachada Exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m.



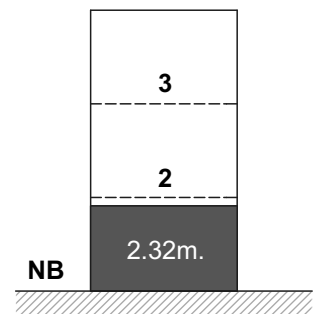
A492



PLANTA ESQUEMATICA



ORIENTACIÓN

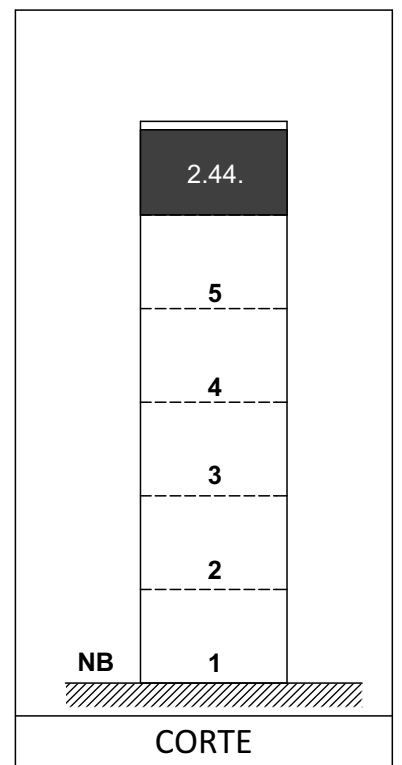
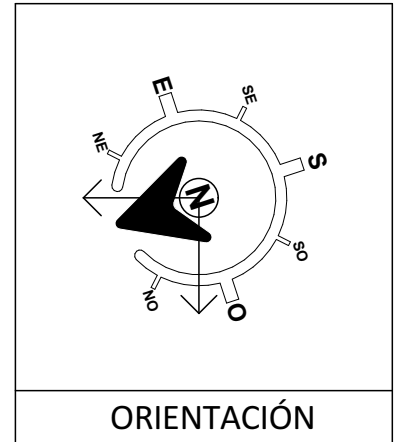
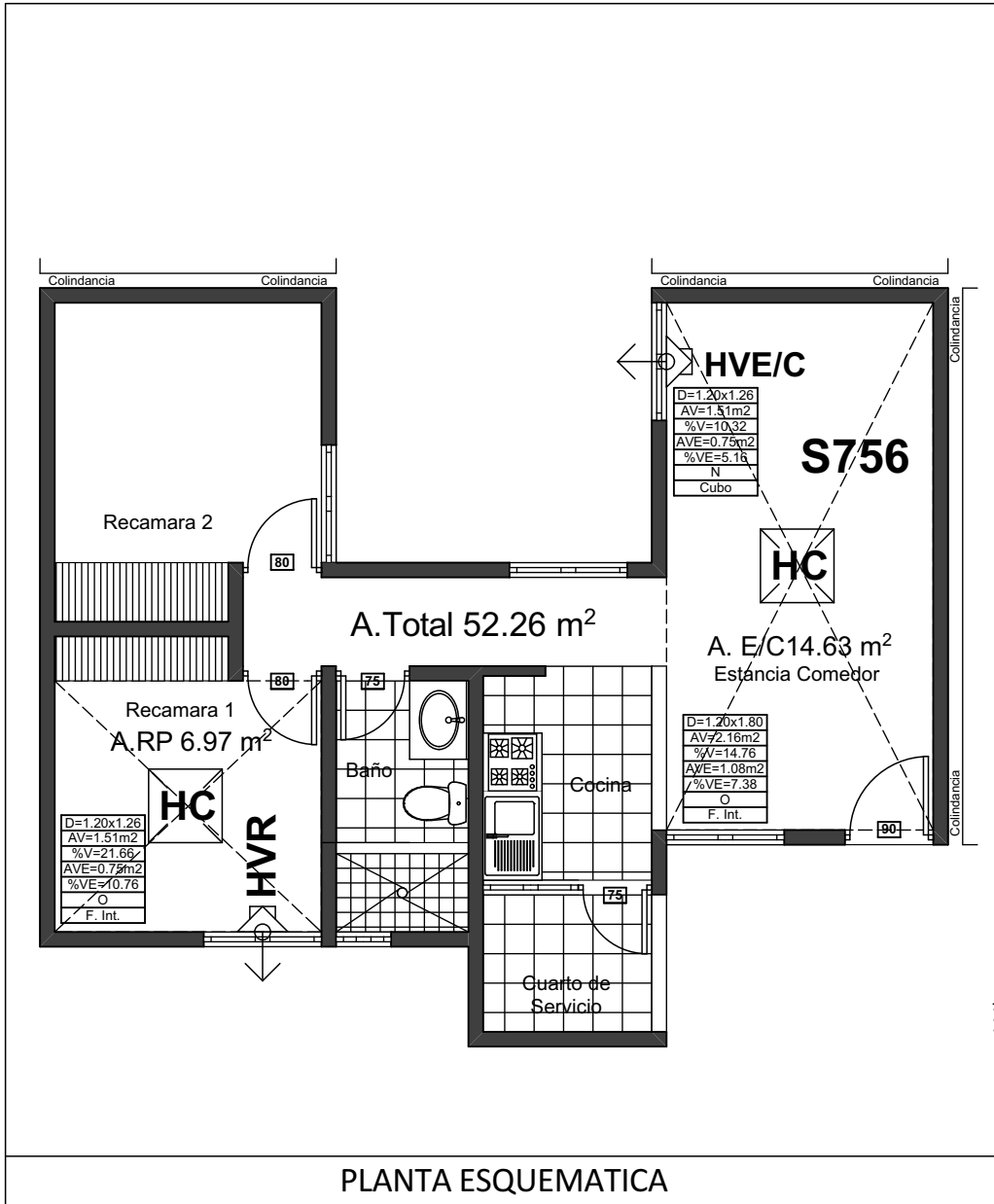


CORTE

HC = Hobo Centro
HVR = Hobo Ventana Recamara
HVE/C = Hobo Ventana Estancia/Comedor
D = Dimensión de ventana

AV = Área de Ventana
%V = Porcentaje de Ventana
AVE = Área de Ventilación
%VE = Porcentaje de Ventilación

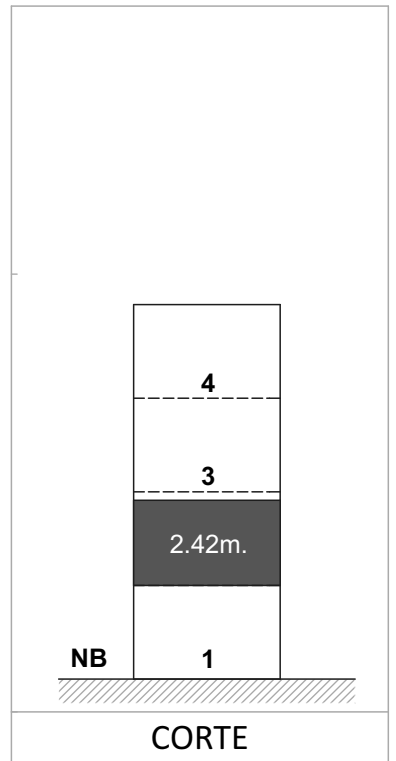
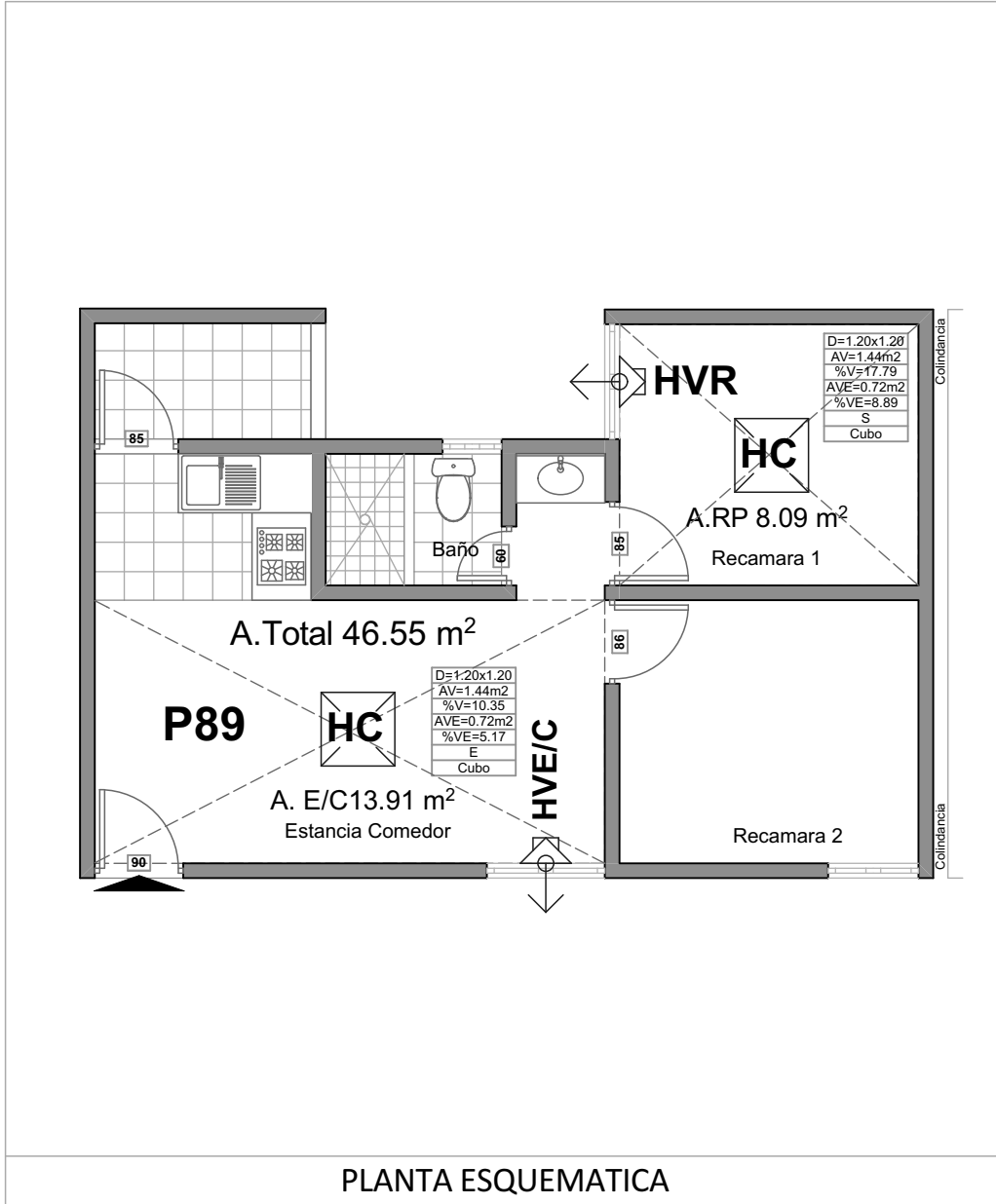
Orientación = Norte (N), Sur (S), E (Este), y O (Oeste)
Cubo = Cubo de iluminación, distancia perpendicular de un solido a la ventana no mayor a 4m.
F. Int. = Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m. a 8m.
F. Ext. = Fachada Exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m.



HC = Hobo Centro
HVR = Hobo Ventana Recamara
HVE/C = Hobo Ventana Estancia/Comedor
D = Dimensión de ventana

AV = Área de Ventana
%V = Porcentaje de Ventana
AVE = Área de Ventilación
%VE = Porcentaje de Ventilación

Orientación = Norte (N), Sur (S), E (Este), y O (Oeste)
Cubo = Cubo de iluminación, distancia perpendicular de un solido a la ventana no mayor a 4m.
F. Int. = Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m. a 8m.
F. Ext. = Fachada Exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m.



HC = Hobo Centro
HVR = Hobo Ventana Recamara
HVE/C = Hobo Ventana Estancia/Comedor
D = Dimensión de ventana

AV = Área de Ventana
%V = Porcentaje de Ventana
AVE = Área de Ventilación
%VE = Porcentaje de Ventilación

Orientación = Norte (N), Sur (S), E (Este), y O (Oeste)
Cubo = Cubo de iluminación, distancia perpendicular de un solido a la ventana no mayor a 4m.
F. Int. = Fachada Interior, distancia perpendicular de un solido a la ventana de 4m. a 8m.
F. Ext. = Fachada Exterior, distancia perpendicular de un solido a la ventana mayor a 8m.