



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN Y DISEÑO  
DE UNIDADES PARA LA SALUD  
PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES  
EN ARQUITECTURA**

**TUTOR PRINCIPAL  
ARQ. SERGIO MEJÍA ONTIVEROS  
UNIDAD DE POSGRADO FACULTAD DE  
ARQUITECTURA**

**MIEMBROS DEL CÓMITE TUTOR  
DRA. MARÍA LILIA GONZÁLEZ SERVÍN  
DR. BORIS VLADIMIR TAPIA PERALTA  
DRA. CARMEN PÍA CARRASCO CAMPILLO  
MTRA. ALELÍ OLIVARES VILLAGÓMEZ  
UNIDAD DE POSGRADO FACULTAD DE  
ARQUITECTURA**

**PROYECTO TERMINAL  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN PLANEACIÓN Y  
DISEÑO DE UNIDADES PARA LA  
SALUD**

**APLICACIÓN DE LOS PATRONES FRACTALES  
COMO ATRIBUTO DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO  
BIOFÍLICO PARA LA REDUCCIÓN DE ESTRÉS.  
CASO DE ESTUDIO: SERVICIO DE HOSPITALIZACIÓN,  
INCMNSZ.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN Y DISEÑO DE UNIDADES PARA LA SALUD  
PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES EN ARQUITECTURA

APLICACIÓN DE LOS PATRONES FRACTALES COMO ATRIBUTO DEL DISEÑO  
ARQUITECTÓNICO BIOFÍLICO PARA LA REDUCCIÓN DE ESTRÉS.  
CASO DE ESTUDIO: SERVICIO DE HOSPITALIZACIÓN, INCMNSZ.

PROYECTO TERMINAL  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN PLANEACIÓN Y DISEÑO DE UNIDADES  
PARA LA SALUD

PRESENTA:  
DALIA RODRÍGUEZ RUIZ

TUTOR PRINCIPAL  
ARQ. SERGIO MEJÍA ONTIVEROS  
UNIDAD DE POSGRADO FACULTAD DE ARQUITECTURA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR  
DRA. MARÍA LILIA GONZÁLEZ SERVÍN  
DR. BORIS VLADIMIR TAPIA PERALTA  
DRA. CARMEN PÍA CARRASCO CAMPILLO  
MTRA. ALELÍ OLIVARES VILLAGÓMEZ  
UNIDAD DE POSGRADO FACULTAD DE ARQUITECTURA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2021



# Contenido

Agradecimientos	07	
Resumen	09	
<b>1</b>	<b>Introducción</b>	12
	1.1 Problemática	14
	1.2 Tesis	16
	1.3 Objetivo y plan de capítulos	18
<b>2</b>	<b>Marco teórico</b>	23
	2.1 Estrés	24
	2.1.1 Tipos de estrés	25
	2.1.2 Ambiente hospitalario como estresor	27
	Psicología ambiental	28
	Percepción y ambiente	29
	Actitud, conducta humana y ambiente construido	31
	Privacidad en el espacio físico	34
	Estrés ambiental en el hospital	37
	Arquitectura hospitalaria y conducta	44
	2.1.3 Diseño ambiental como medida para combatir el estrés hospitalario en los pacientes	48
	2.2 Humanización y Habitabilidad	53
	2.2.1 Humanización y habitabilidad en los espacios arquitectónicos hospitalarios.	55
	2.2.2. Ejemplos de hospitales humanizados	59
	2.3 Biofilia	64
	2.3.1 Diseño arquitectónico biofílico para la mejora del ambiente y su aplicación para la reducción de estrés en pacientes	68
	Orígenes	68
	Actualidad	70
	Características curativas de la biofilia	74
	Diseño Arquitectónico Biofílico para edificio de Salud	81
	Patrones de complejidad y orden y atributos fractales del diseño biofílico	96
	Patrones fractales y su impacto en el bienestar psicofisiológico	102

<b>3</b>	<b>Caso de estudio</b>	113
	3.1 Diseño Basado en Evidencias	114
	3.2 Planteamiento del proceso de investigación	116
	Metodología	116
	Localización y selección de espacios para encuestar	125
	Estrategias de aproximación y procedimiento	131
	Participantes	131
	Muestra	132
	Variables	140
<b>4</b>	<b>Resultados</b>	141
	Tipo de patrón seleccionado	142
	Elemento arquitectónico preferido	143
	Nivel de iterancia	144
<b>5</b>	<b>Presentación del Proyecto Preliminar de Diseño Basado en Evidencias</b>	153
	Ángulos y campos visuales	154
	Dimensión de fractales	159
	Rectángulo áureo y la Espiral Logarítmica	160
	Definición de la posición de los patrones fractales en los elementos arquitectónicos	165
	Colores utilizados	169
	Láminas de presentación	170
<b>6</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	183
	Manual de aplicación de atributos biofílicos	187
	<b>Anexos</b>	204
	A1. 14 Patrones biofílicos / William Browning, Catherine Ryan y Joseph Clancy.	205
	A2. Dimensiones, Elementos y atributos del Diseño Biofílico / Stephen R. Kellert.	206
	A3. Patrones de Diseño Biofílico y reacciones biológicas / William Browning, Catherine Ryan y Joseph Clancy.	208
	A4. Modelo de encuesta Fase 1 / Elaboración propia.	209
	A5. Modelo de encuesta Fase 2 / Elaboración propia.	211
	<b>Referencias</b>	212

## Índice de figuras

Figura 1 Fractal de Vicsek	117
Figura 2 Triángulo de Sierpinski	117
Figura 3 Tapete de Sierpinski	117
Figura 4 L-System	117
Figura 5 L-System	117
Figura 6 L-System	117
Figura 7 Ángulos visuales del ojo humano	154
Figura 8 Construcción del rectángulo como base para dimensionar los fractales utilizados en el diseño preliminar	161-162
Figura 9. Construcción del rectángulo como base para dimensionar los fractales utilizados en el diseño preliminar	163
Figura 10. Proporción de la dimensión de los fractales con base en el rectángulo áureo	163
Figura 11. Construcción de la espiral áurea para el dimensionamiento de los patrones fractales que serán utilizados Tabla 13 Rotación óptima del ojo	164

## Índice de gráficas

Gráfica 1. Porcentaje de pacientes por género en Fase 1 y Fase 2.	132
Gráfica 2. Número de pacientes por edad en Hospitalización en Fase 1	133
Gráfica 3. Número de pacientes por edad en Hospitalización en Fase 2	133
Gráfica 4. Número de pacientes por edad en Urgencias en Fase 1	134
Gráfica 5. Número de pacientes por edad en Urgencias en Fase 2	134
Gráfica 6. Número de pacientes por edad en Toma de Muestras en Fase 1	135
Gráfica 7. Número de pacientes por edad en Toma de Muestras en Fase 2	135
Gráfica 8. Porcentaje por grado escolar, pacientes de Hospitalización	136
Gráfica 9. Porcentaje por grado escolar, pacientes de Urgencias	136
Gráfica 10. Porcentaje por grado escolar, pacientes de Toma de Muestras	137
Gráfica 11. Número de pacientes por tipo de enfermedad en Hospitalización en Fase 1	137
Gráfica 12. Número de pacientes por tipo de enfermedad en Urgencias en Fase 1	138
Gráfica 13. Número de pacientes por tipo de enfermedad en Toma de Muestras en Fase 1	138
Gráfica 14. Número de pacientes por tipo de enfermedad en Hospitalización en Fase 2	139
Gráfica 15. Número de pacientes por tipo de enfermedad en Urgencias en Fase 2	139
Gráfica 16. Número de pacientes por tipo de enfermedad en Toma de Muestras en Fase 2	140
Gráfica 17. Porcentaje de selección de tipo de patrón fractal en Hospitalización en Fase 1	142
Gráfica 18. Porcentaje de selección de tipo de patrón fractal en Urgencias en Fase 1	142
Gráfica 19. Porcentaje de selección de tipo de patrón fractal en Toma de Muestras en Fase 1	142
Gráfica 20. Número de pacientes que seleccionaron elementos arquitectónicos en Hospitalización en Fase 1	143
Gráfica 21. Número de familiares que seleccionaron elementos arquitectónicos en Urgencias en Fase 1	143
Gráfica 22. Número de pacientes que seleccionaron elementos arquitectónicos en Toma de Muestras en Fase 1	143
Gráfica 23. Cantidad de pacientes y rango de estadía en el hospital, en Hospitalización en Fase 1	146
Gráfica 24. Cantidad de pacientes y rango de estadía en el hospital, en Hospitalización en Fase 2	146

Gráfica 25. Número de pacientes que declararon su preferencia por la iterancia 2 en Hospitalización en la Fase 2	147
Gráfica 26. Cantidad de pacientes y rango de estadía en el hospital, en Urgencias en Fase 1	148
Gráfica 27. Cantidad de pacientes y rango de estadía en el hospital, en Urgencias en Fase 2	148
Gráfica 28. Número de pacientes que declararon su preferencia por la iterancia 3 en Urgencias en la Fase 2	149
Gráfica 29. Cantidad de pacientes y rango de estadía en el hospital, en Toma de Muestras en Fase 1	150
Gráfica 30. Cantidad de pacientes y rango de estadía en el hospital, en Toma de Muestras en Fase 2	150
Gráfica 31. Número de pacientes que declararon su preferencia por la iterancia en Toma de Muestras en la Fase 2	151

## Índice de tablas

Tabla 1 Síndrome de Adaptación General (GAS)	24
Tabla 2 Proceso de Estrés	24
Tabla 3 Enfoque Adaptativo	28
Tabla 4 Estrés Psicológico Ambiental	38
Tabla 5 Perspectivas de la Psicología Ambiental	39
Tabla 6 Principios de los Ambientes Óptimos de Bienestar	50
Tabla 7 Similitud Natural	99
Tabla 8 Funciones Psicofisiológicas y Analogías Naturales	106
Tabla 9 Género	132
Tabla 10 Fase 2 Nivel de iterancia Hospitalización	147
Tabla 11 Fase 2 Nivel de iterancia Urgencias	149
Tabla 12 Fase 2 Nivel de iterancia Toma de muestras	151
Tabla 13 Rotación óptima del ojo	154
Tabla 14 NOM-003-SEGOB / 2002, Señales y Avisos para Protección Civil	159
Tabla 15 Síntesis de aplicación de atributos biofílicos	194



## **AGRADECIMIENTOS.**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México y al PUEA.**

Por darme herramientas y conocimientos, así como por motivarme a profundizar para realizar de una mejor manera el ejercicio profesional en beneficio de la sociedad.

**Al personal médico, pacientes y familiares del INCMNSZ.**

Por permitirme realizar este trabajo basado en sus instalaciones y en las personas que diariamente habitan esos espacios hospitalarios. Sus aportaciones, sentimientos, pensamientos y emociones fueron la base fundamental del proyecto terminal, los cuales de hoy en adelante serán el motivo de cada uno de los proyectos que pueda realizar en mi vida profesional.

**A mis tutores: Arq. Sergio Mejía, Dr. Boris Tapia, Dra. Pia Carrasco, Dra. Ma. Lilia González y Mtra. Alelí Olivares.**

Por compartir sus conocimientos conmigo durante la especialización y durante el proceso de este trabajo, por retroalimentar cada una de las palabras y bocetos aquí expresados, por acompañarme en este camino, por su paciencia y por su valioso tiempo.

**A mi familia y amigos.**

Por la comprensión y apoyo emocional en todo este tiempo, así como por el aporte y opinión para la realización de este trabajo.



Foto 1. Iluminación natural, naturaleza y simulación de materiales naturales en rander del Centro de Terapia de Protones en Dinamarca, diseñado por aarhus Arkitekterne. Recuperado de <http://bit.ly/39ExvTx>.

Foto 2. Naturaleza vasta y variable en el Hospital Khoo Teck Puat en Singapur, diseñado por CPG Corporation. Recuperado de <http://bit.ly/3oAMJ01>.



El presente trabajo terminal de especialización, se inscribe en la búsqueda de elementos, que coadyuven a la disminución del estrés en pacientes, familiares y personal médico dentro de los espacios arquitectónicos hospitalarios, que conlleven una mejora en el estado de ánimo y, a la vez, de la salud. Se han encontrado evidencias científicas robustas de que el diseño biofílico puede reducir el estrés, mejorar las funciones cognitivas, la creatividad, el bienestar y acelerar la curación.

Las propuestas que se presentan en este trabajo terminal de la Especialización en Planeación y Diseño de Unidades para la Salud del Programa Único de Especializaciones en Arquitectura de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, están basadas en el estudio de la Complejidad y Orden de la categoría de Analogías Naturales (P10)<sup>1</sup> de la arquitectura biofílica, expuesto en el artículo “14 Patrones de Diseño Biofílico”, escrito por Bill Browning, Catie Ryan y Joe Clancy, miembros de la consultora de sustentabilidad y de biofilia Terrapin Bright Green. Este trabajo terminal retoma del artículo anterior, lo que concierne a la contribución de los fractales que existen en la naturaleza, y cómo estos patrones podrían ayudar a reducir el estrés en pacientes, familiares y personal médico de acuerdo con su nivel de iterancia o escala, y tener así la posibilidad en el futuro de replicabilidad a una mayor escala en las diversas instituciones y/o unidades de salud en México.

Palabras clave: *biofilia, reducción del estrés, fractales, hospitalización, psicología ambiental, sanación, diseño basado en evidencia, ambientes óptimos de bienestar.*

<sup>1</sup> Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2017). *14 Patrones de Diseño Biofílico*, págs. 42-43





## **Introducción**

1.1 Planteamiento del problema

1.2 Tesis

1.3 Objetivo y plan de capítulos

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo terminal de especialización, hace referencia y somete a examen la búsqueda de elementos de diseño biofílico que coadyuven a la disminución del estrés dentro de los espacios arquitectónicos hospitalarios, con el fin de mejorar el estado de ánimo y la salud de personas que laboran y acuden a un servicio de Hospitalización. Para analizar esta problemática es necesario mencionar las causas del estrés en pacientes en unidades médicas. A través de la revisión bibliográfica se constató que se puede profundizar en estudios que correlacionen el estrés con el diseño de unidades de atención a la salud en México. Sin embargo, se encontró un estudio pionero sobre la temática en el país, desarrollado por la Dra. Patricia Ortega Andeane *et.al.*, titulado: “Estrés ambiental en las instituciones de salud, valoración psicoambiental”, que se enfoca en las salas de espera de un hospital general público y en estudios previos sobre detección de factores de estrés en escenarios hospitalarios.<sup>2</sup>

Además, se ha confirmado que, por lo general, la necesidad de proveer unidades de atención para la salud funcionales ha determinado la creación de ciertos espacios estresantes o “acortisolados” además de inadecuados para las necesidades psicológicas y fisiológicas de pacientes, visitantes y personal. Existe importante evidencia de que un diseño con ciertas deficiencias, crea afectaciones en indicadores psicológicos del bienestar, como por ejemplo, ansiedad, delirio, elevada presión arterial, y necesidad de tomar calmantes y analgésicos.<sup>3</sup> En ese sentido, cobra relevancia la necesidad de atender esta problemática específica. En complemento a lo anterior, es posible señalar que el diseño biofílico

puede reducir el estrés, mejorar las funciones cognitivas, la creatividad, el bienestar y acelerar la curación.<sup>4</sup>

El profesor y arquitecto Roger Ulrich fue uno de los primeros en abrir camino a reconfiguraciones de diseño y funcionamiento hospitalario desde la perspectiva de la biofilia desarrollando una serie de estudios enfocados en el efecto de la visión de pacientes hacia un campo verde, o simplemente un árbol, y su relación con la curación durante los post operatorios. Esto aportó la primera evidencia empírica acerca del efecto biofílico como factor coadyuvante en la sanación de pacientes hospitalizados, resultados que fueron publicados en un artículo científico de la revista Science en abril de 1984.<sup>5</sup> Asimismo, de acuerdo con William Browning y Jennifer Seal-Cramer, el diseño biofílico puede organizarse en tres categorías<sup>6</sup>: 1) *Naturaleza en el espacio*, 2) *Analogías naturales* y 3) *Naturaleza del espacio*

Este trabajo terminal se enfocará únicamente en la aplicación de la categoría concerniente con las analogías naturales en el diseño interior de las áreas de hospitalización: éstas se entienden como representaciones orgánicas de la naturaleza, no vivas e indirectas. Más puntualmente, se centrará en la complejidad de los fractales en la naturaleza y cómo estos patrones podrían ayudar a reducir el estrés en pacientes.

La aplicación de los principios del diseño biofílico, a nivel de desarrollo conceptual, se realizará de manera específica en el servicio de Hospitalización del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ) ubicado en Ciudad de México. La recopilación de información, que sirve como guía a la aplicación de estos principios, se basa en el levantamiento de encuestas a 60 pacientes: 20 de sala de espera de toma de muestras, 20 de sala de espera de urgencias y 20 de salas de encamados de hospitalización, por medio de 10 preguntas en dos etapas.

<sup>2</sup> Ortega, P., (2016). *Estrés ambiental en las instituciones de salud. Valoración Psicoambiental. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Psicología.*

<sup>3</sup> Ulrich, R. (2001). *Effects of interior design on wellness: Theory and recent scientific research*, pág. 1

<sup>4</sup> Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2017). *14 Patterns of Biophilic Design*, pág. 6.

<sup>5</sup> Ulrich, R. (1984). *View through a window may influence recovery from surgery*, pág. 420.

<sup>6</sup> Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2017). *14 Patterns of Biophilic Design*, pág. 8

En una primera etapa, que se denominó “Fase exploratoria”, se definieron los espacios del INCMNSZ, en los cuales es posible realizar encuestas a pacientes y, por medio de una encuesta de preferencias declaradas, se determinó qué tipo de fractales agradaban más a pacientes y familiares que los acompañaban, si geométricos o naturales, y se definieron los elementos arquitectónicos donde los habitantes enfocan su vista: plafones, muros, pisos, ventanas, entre otros. Ya en la segunda etapa, llamada “Fase analítico-descriptiva”, se definió el grado de iterancia que prefieren los habitantes para el rediseño de los espacios de la unidad hospitalaria, por medio de preferencias. Se seleccionaron dichos espacios, por la factibilidad de entrevistar a los pacientes sin interferir con las actividades médicas o incomodar a pacientes y familiares; otra razón de seleccionar el servicio de hospitalización, surge de la revisión de literatura, dónde se apunta que este espacio hospitalario concentra la mayor cantidad de pacientes que externan sentimientos negativos al interactuar con el ambiente construido; más adelante se profundizará en el tema (Ver tema 2.1 Estrés).

Las preferencias y opiniones de los habitantes del edificio para la salud, recogidas por medio de las encuestas empleadas en las dos fases ya indicadas, pueden generar un acercamiento a la relación entre la satisfacción de pacientes y el ambiente físico de la unidad médica; además se encontró dentro de la revisión bibliográfica que, si el diseño cuenta con algún déficit para satisfacer las necesidades psicológicas, sociales y físicas, se establece una situación estresante para el paciente y se origina una carencia *de ajuste* entre las propiedades del ambiente físico y las necesidades de la persona, lo cual crea una demanda que excede la capacidad de *afrentamiento* y dificulta la sanación del paciente.<sup>7</sup>

A través del presente trabajo se busca aportar al debate científico-académico respecto al efecto que puede tener el diseño arquitectónico biofílico en la satisfacción de las necesidades psicológicas de pacientes que permanecen en el servicio de hospitalización, a través de un proceso de Diseño Basado en Evidencias con la inclusión de patrones biofílicos fractales como proceso de trabajo, dentro de los servicios antes mencionados como primera muestra de estudio, para su posterior expansión al resto de las unidades médicas.



Croquis de localización 1. Instituto Nacional de Ciencia Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, INCMNSZ, Ciudad de México. Recuperado de: imagen satelital tomada de Google Maps.

<sup>7</sup> Ortega P., Mercado S., Reidl L. y Estrada C., (2016). *Estrés ambiental en Instituciones de Salud. Valoración Psicoambiental*, págs. 25-29



Croquis de localización 2. Instituto Nacional de Ciencia Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, INCMNSZ, Ciudad de México. Recuperado de: imagen satelital tomada de Google Maps.

## 1.1 PROBLEMÁTICA

En 2019, la OCDE pronosticó que el gasto en salud superaría el crecimiento del PIB en los próximos 15 años en casi todos los países que pertenecen a esta organización. Para evaluar el estado de salud que reflejan la cantidad y calidad de vida de los países miembros, existen cuatro indicadores: 1) la esperanza de vida, 2) la mortalidad evitable, 3) la prevalencia de diabetes y 4) la autovaloración del estado de salud; México está consistentemente por debajo del promedio.<sup>8</sup> El gasto médico representa el 5.4% del PIB, que se encuentra entre los más bajos, estos indicadores pueden resaltar dificultades en la calidad de la atención.<sup>9</sup>

La falta de presupuesto para la construcción, remozamiento, ampliación o remodelación puede causar, entre otras cosas, que existan algunas unidades hospitalarias que no apliquen los estudios que por norma son realizados por parte de las instituciones para mejorar los espacios, ocasionando una zonificación incorrecta, hacinamiento, cruce de circulaciones, emplazamiento inadecuado, ubicación incorrecta de los servicios, falta de privacidad para pacientes y familiares, etc., lo que puede llevar a consideraciones inadecuadas de habitabilidad y confort. Por ejemplo, para hacer ampliaciones a ciertos servicios, se han tomado en cuenta los jardines, lo que priva a los usuarios de ventilación e iluminación natural y, sobre todo del contacto con la naturaleza.

Enfin, *se propone que, dentro del presupuesto en salud, se anexe a los estudios ya existentes, documentos, normas, manuales, etc., que consideren la reintegración de la naturaleza a las construcciones*

<sup>8</sup> <https://bit.ly/39Enypd>

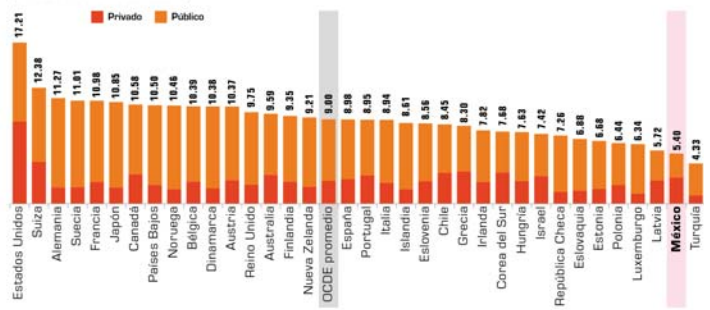
<sup>9</sup> <https://bit.ly/3oGBHq4>



hospitalarias y al ser humano, ya que cuando un paciente entra a un hospital está enfermo y de este modo su capacidad para afrontar el estrés y la enfermedad se encuentran reducidos<sup>10</sup>, así las condicionantes ambientales naturales de un edificio hospitalario como la ventilación, iluminación y el soleamiento tienen un impacto muy importante en los resultados de salud de la población ya que son parte de las condicionantes de la habitabilidad que están enfocadas en evitar la sensación de encierro y hacinamiento; la influencia emocional sobre el paciente, a través de la inclusión de elementos no vivos pero que acerquen nuevamente al paciente a la naturaleza, podría favorecer la distracción de su mente, su concentración y el enfoque de sus pensamientos para recordar los sitios de naturaleza, con una repercusión positiva en su estado de ánimo para enfrentar episodios de enfermedad.

En este sentido, la arquitectura hospitalaria podría percibirse como “un aliado de la salud” y/o lo que se denomina en arquitectura como espacios de bienestar.<sup>11</sup> Con el fin de aportar evidencia en lengua castellana al respecto, y *mejorar al máximo los resultados en salud*, se desarrollará y potenciará un Diseño Basado en Evidencias (DBE).<sup>12</sup>

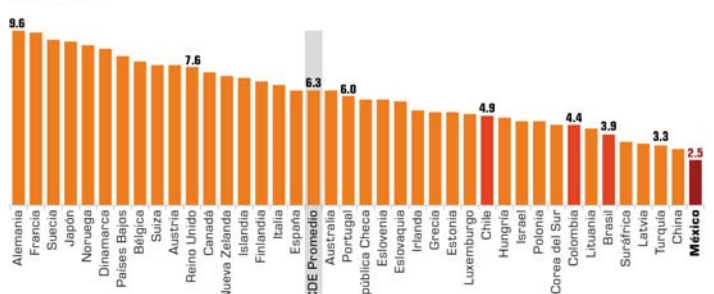
GASTO TOTAL EN SALUD COMO PORCENTAJE DEL PIB (PÚBLICO Y PRIVADO)



Fuente: Elaborado por México Evalúa con información de OECD. Stat: consultado el 27 mayo 2019.

Fuente: Elaborado por México Evalúa con información de Estadísticas Oportunas de la SHCP e Inegi y CGPE\* estimado para 2019.

GASTO PÚBLICO EN SALUD 2017 (% DEL PIB)



Fuente: Elaborado por México Evalúa con información de Estadísticas Oportunas de la SHCP e Inegi y CGPE\* estimado para 2019.



Foto 3. Fachada del Hospital General de Zona, en Pachuca Hidalgo, diseñado por Instituto Mexicano del Seguro Social. No se aprecia la consideración de elementos naturales. Recuperado de <https://hidalgo.lasillarota.com/analizara-diputada-contratos-imss-pachuca/314394>

<sup>10</sup> Rodríguez J., Zurriaga R. (1997), *Estrés, enfermedad y hospitalización*, pág. 54

<sup>11</sup> *Ibidem*, pág. 97

<sup>12</sup> <http://bit.ly/3cwMm4l>

## 1.2 TESIS

Desde la arquitectura y el ejercicio de la profesión se pueden potenciar las condiciones para favorecer a los pacientes a través de un Diseño Basado en Evidencias; la opinión de quienes viven día a día el espacio sanitario se verá reflejada la aplicación interior de patrones fractales como proceso de trabajo en las salas de hospitalización como primer acercamiento; elementos no vivos e indirectos pero que acerquen y generen conexión del paciente nuevamente con la naturaleza. Además de lo anterior es probable que, al incorporar estos patrones en el sector de la salud, se reduzca el costo en la atención al paciente, mejore el desempeño, el estado de ánimo de los profesionales de la salud y los resultados médicos.

En investigaciones recientes se ha demostrado que los elementos biofílicos son influencias primarias para acelerar los tiempos de recuperación en pacientes, depender en menor medida de medicamentos y aumentar el desempeño del personal médico. También estos elementos son capaces de reducir el distrés asociado con el entorno y mejorar la psicología y la emotividad como resultado de las vistas a la naturaleza o elementos semejantes a ella. Las estrategias de diseño biofílico sirven como alentador y método rentable para lograr ahorros hospitalarios.<sup>13</sup> Los estudios del arquitecto Roger Ulrich, demostraron que algunos pacientes que tenían vista hacia una escena de la naturaleza fueron dados de alta después de 7.96 días, en comparación con los 8.71 días que tardaron otros pacientes cuyas vistas eran de las fachadas ciegas exteriores del hospital.<sup>14</sup> Además, a través de su estudio consiguió establecer que los pacientes hospitalizados, que se recuperaban de una cirugía de vesícula biliar y miraban hacia la naturaleza, redujeron su estadía en el hospital un 8.61%.<sup>15</sup>

En 2016, el Informe sobre la Salud de los Mexicanos de la Secretaría de Salud, con base en un estudio realizado en 1104 unidades hospitalarias, reportó que los pacientes a nivel nacional permanecen en estancia un promedio de 5.0 días.<sup>16</sup> Si en un ejercicio general aplicáramos estos porcentajes con los días de estancia en promedio en México que fueron apuntados antes, disminuiría aproximadamente medio día (0.43 días) la estancia promedio de cada paciente, y si el costo unitario de día paciente al 2019 en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) es de \$8,732.00 m.n.<sup>17</sup>, se estima un ahorro nacional diario de \$821.61 por cama. Además de lo anterior, hay que añadir la mejora de la salud psicoespiritual y la disminución del estrés en todos los habitantes de este edificio (cálculos económicos que a la fecha aún no se integran dentro de los costos de las unidades médicas).

### Cálculo de ahorro por días / hospitalización

#### Cálculo de porcentaje

$$\begin{array}{rcl} 5 \text{ días} & \longrightarrow & 100\% \\ x & \longrightarrow & 8.61\% \end{array} \quad x = 0.43 \text{ días}$$

#### Cálculo de ahorro económico

Costo IMSS días/paciente = **\$8,732.00**

$$\begin{array}{rcl} 5 \text{ días} & \longrightarrow & \$43,660.00 \\ 4.57 \text{ días} & \longrightarrow & x \end{array} \quad x = \$39,905.24$$

$$\$43,600.00 - \$39,905.24 = \text{ahorro de } \mathbf{\$3,754.76} \text{ por 5 días} \quad \$3,754.76 / 4.57 \text{ días} = \mathbf{\$821.61} \text{ diarios}$$

<sup>13</sup>Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2012). *The economics of biophilia*, pág. 15.

<sup>14</sup>Ulrich, R. (1984). *View through a window may influence recovery from surgery*, pág. 420.

<sup>15</sup>Ulrich, R. (1984). *View through a window may influence recovery from surgery*, pág. 420.

<sup>16</sup>Secretaría de Salud. *Informe sobre la Salud de los Mexicanos 2016. Diagnóstico General del Sistema Nacional de Salud*. (2016). pág. 112.

<sup>17</sup>IMSS, *Diario Oficial, Acuerdo relativo a los costos unitarios por nivel de atención médica actualizados al año 2019*.

En consecuencia, si de los 4500 hospitales que existen en México, a cada paciente se le diera la oportunidad de interactuar directa o indirectamente con la naturaleza para recuperarse más rápidamente, podríamos hablar de un ahorro económico significativo, y se podría mejorar en gran medida la salud a través de la reducción del estrés que pueden causar las hospitalizaciones. El propósito de este cálculo es visualizar, a *grosso modo* el potencial aproximativo de ahorro de los costos del sector salud, generar una idea de cuáles son los impactos tanto psicosociales como económicos de la variante de diseño biofílico en los edificios hospitalarios.

Si se atienden las necesidades psicológicas en la medida de lo posible, se obtendrán beneficios económicos *subestimados*. Como se indicó antes, los resultados de las investigaciones previas demuestran que un diseño deficiente y la falta de exposición a la naturaleza inhiben las tasas de recuperación y *desestabilizan la presión arterial, exacerban la ansiedad y aumentan la administración de analgésicos*.<sup>18</sup>

Finalmente, por medio de este trabajo terminal de especialización se pretende *crear conciencia sobre retomar aspectos de humanización y habitabilidad* para los espacios arquitectónicos hospitalarios por medio de pequeños detalles de reacondicionamiento, como: la *iluminación y ventilación natural, vistas hacia la naturaleza, contacto con jardines, colores visualmente atractivos y elementos biofílicos que ayuden a reducir el impacto del estrés* de los recintos hospitalarios, ya que, de esta manera, la arquitectura hospitalaria podrían mejorar su propósito de coadyuvar a recuperar y sanar a pacientes, mantener al personal médico enfocado, mejorando su atención, y brindar a las familias un lugar confortable de contención emocional frente a la enfermedad de sus seres queridos.



Foto 4. Panel de naturaleza indirecta (a través de imágenes) en el Zuckerberg San Francisco General Hospital and Trauma Center, en California EUA, diseñado por Fong & Chang Architects. Recuperado de <http://bit.ly/3jaUTLq>

<sup>18</sup> Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2012). *The economics of biophilia*, pág. 15.



Foto 5. Naturaleza colgante, jardineras interiores, iluminación natural y diseño de mobiliario en el Palo Alto Medical Foundation's San Carlos Center, en California EUA, diseñado por NBBJ. Recuperado de <https://bit.ly/3cw1mPQ>

### 1.3 OBJETIVO Y PLAN DE CAPITULOS

El objetivo del proyecto terminal es realizar una propuesta de diseño conceptual con base en patrones biofílicos fractales, que coadyuve a la reducción de estrés con resultados de salud más positivos en el servicio de Hospitalización del INCMNSZ. En un contexto más amplio se podría tratar de extender conocimiento de punta sobre reconfiguraciones y reacondicionamientos de diseño específico en unidades para la salud en México. Para alcanzar el objetivo, se abarcan los siguientes contenidos:

En el *capítulo 1*, se aborda la problemática que persigue el trabajo terminal.

El *capítulo 2*, se enfoca en el marco teórico en el que está basada la presente investigación, el cual está dividido en los siguientes subcapítulos:

El subcapítulo 2.1, se enfoca en la descripción del estrés y las reacciones del organismo ante los estímulos exteriores. Se describen los tipos de estrés y el afrontamiento del ser humano ante cada uno. También se apuntan los factores que son determinantes para considerarse estresores, como el *ambiente hospitalario*. Se hace una breve introducción a la psicología ambiental y *cómo los elementos del estrés hospitalario, entre los que se encuentran: condiciones inadecuadas de confort, temperatura inadecuada, ruido excesivo, falta de iluminación y ventilación natural, y desconexión con la naturaleza*, influyen en la actitud y conducta del individuo, afectando la percepción y bienestar del ambiente que lo rodea.

También, define la diferencia entre curación y sanación, y cómo el segundo concepto es importante para ayudar a pacientes a recuperar la salud desde la parte psicoespiritual; el espacio arquitectónico debe atacar esta cuestión a través del diseño basado en las recomendaciones del modelo "Optimal Healing Environment" (Ambientes Óptimos de Bienestar), para crear espacios centrados en las necesidades físicas y psicológicas del personal médico, pacientes y familiares.



Foto 5. Naturaleza colgante, jardineras interiores, iluminación natural y diseño de mobiliario en el Palo Alto Medical Foundation's San Carlos Center, en California EUA, diseñado por NBBJ. Recuperado de <https://bit.ly/3cw1mPQ>

En el subcapítulo 2.2, se define la humanización y la habitabilidad; posteriormente, se desarrolla la relación que existe entre los dos conceptos para crear un espacio arquitectónico con un diseño adecuado, tomando en cuenta las características psicológicas y de confort necesarias para el bienestar del habitador. Describe cómo la armonía entre humanización y habitabilidad deben aplicarse en los espacios hospitalarios para cada uno de los individuos que transitan por ahí, pero que, en gran parte, esto dependerá de la asignación presupuestaria que tendrá un impacto en la calidad del diseño y construcción del recinto hospitalario.

En complemento a lo anterior, se realiza un recuento de la corriente funcionalista de los años 1950, liderada por el Arq. José Villagrán, que tiene un enfoque útil, económico, y responde de manera eficaz a las necesidades de los usuarios; esta revisión permite reconocer las medidas desarrolladas en la historia de arquitectura mexicana para abordar la humanización y habitabilidad de los espacios hospitalarios, que podrían reinterpretarse en la actualidad.

El subcapítulo 2.3, tema principal del trabajo terminal, habla de cómo la arquitectura puede acercar nuevamente al habitador a la naturaleza a través del diseño biofílico, coadyuvando a crear espacios que proporcionen tranquilidad y bienestar. Este diseño se rige por los principios de la conexión innata con la naturaleza, donde los resultados con su interacción son positivos para la cognición y las emociones, teniendo un impacto en la reducción del nivel de estrés y aportaciones en términos de más salud y resiliencia emocional.

Se realizó una revisión bibliográfica más acabada de autores como Roger Ulrich, Nikos Salingaros, Stephen R. Kellert y Judith H. Heerwagen, que han elaborado investigaciones y experimentaciones de punta acerca de los beneficios eficaces que la naturaleza tiene sobre el comportamiento y desarrollo de los seres humanos, con la finalidad de demostrar que, si se le adapta de manera adecuada a la arquitectura, se podrán conseguir que el diseño nuevamente guarde relación con las personas que desarrollan sus actividades.

El *capítulo 3*, describe al Diseño Basado en Evidencias como método para integrar las pruebas determinantes científicas al diseño arquitectónico. El diseño biofílico es una rama del Diseño Basado en Evidencias (DBE), por lo tanto, funcionará como parteaguas en el inicio del desarrollo del diseño conceptual para el servicio de Hospitalización del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, en el cual se aplicarán los conceptos de biofilia y los principios del diseño arquitectónico, a través de la inclusión de fractales. También se explica el método de investigación utilizado, se plantean las encuestas de preferencias declaradas como herramienta de recolección de datos, la importancia de cada pregunta y las figuras seleccionadas; se establece el tamaño de muestra y como último paso, se expone la forma de realizar las encuestas.

En el *capítulo 4*, se detallan los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas por medio de distintas gráficas. Con los resultados obtenidos, se determina el tipo de configuración que se utilizará para realizar la propuesta de remodelación, a nivel de diseño preliminar, en las salas de Hospitalización del INCMNSZ.

El *capítulo 5* presenta el alcance del diseño preliminar para el servicio de Hospitalización; las zonas a remodelar son: salas de encamados individuales, salas de encamados múltiples, centrales de enfermeras, central de servicio y pasillos. A cada zona se le asignará un diseño-patrón diferente, dependiendo de distintos aspectos como: los ángulos de visión, el número de pacientes por habitación, los colores, la posición del paciente, entre otros.

Por último, se presentan las conclusiones, así como recomendaciones para futuras investigaciones en el campo del diseño hospitalario. También como aportación del trabajo terminal, se integra un manual de aplicación de los distintos atributos presentados por Stephen Kellert para una unidad médica.



Foto 6. Vistas hacia naturaleza, iluminación natural, simulación de acabados naturales y colores neutros en la Unidad de Cuidados Intensivos Médicos del Massachusetts General Hospital Lunder Building, en Boston EUA, diseñado por NBBJ. Recuperado de <http://bit.ly/2MG66rn>.



Foto 7. Consideración de arte, naturaleza interior e iluminación natural por medio de un lucernario en el Lancaster General Health Ann B. Barshinger Cancer Institute, en Pennsylvania EUA, diseñado por Ballinger. Recuperado de <https://bit.ly/36AVUYp>

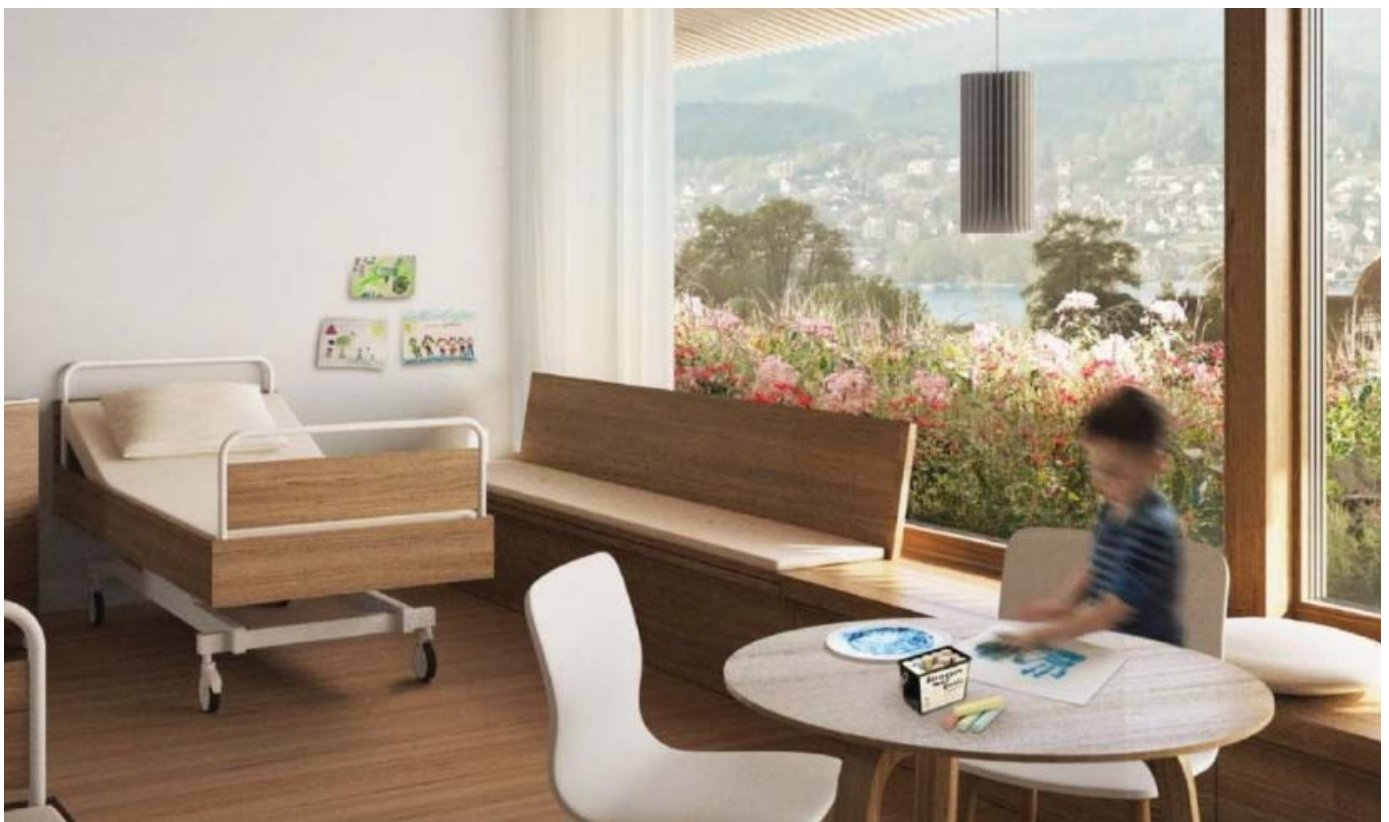


Foto 8. Consideración de acabados naturales en mobiliario, vistas hacia la naturaleza e iluminación natural en el Children's Hospital Zürich, en Zürich Suiza, diseñado por Herzog & de Meuron. Recuperado de <http://bit.ly/39AJuBE>





# Marco Teórico

Compilación de investigaciones como base del trabajo terminal.

## 2.1 Estrés

### 2.1.1. Tipos de estrés

### 2.1.2. Ambiente hospitalario como estresor

Psicología ambiental

Percepción y el ambiente

Actitud, conducta humana y ambiente construido

Estrés ambiental en el hospital

Arquitectura hospitalaria y conducta

### 2.1.3 Diseño ambiental como medida para combatir el estrés hospitalario en los pacientes

## 2.2 Humanización y Habitabilidad

### 2.2.1. Humanización y habitabilidad en los espacios arquitectónicos hospitalarios.

### 2.2.2. Ejemplos de hospitales humanizados

## 2.3 Biofilia

### 2.3.1. Diseño arquitectónico biofílico para la mejora del ambiente y su aplicación para la reducción de estrés en pacientes

Orígenes

Actualidad

Características curativas de la biofilia

Diseño Arquitectónico Biofílico para Edificios de la Salud

Patrones de complejidad y orden y atributos fractales del diseño biofílico

Patrones fractales y su impacto en el bienestar psicofisiológico



Tabla 1  
**SÍNDROME DE ADAPTACIÓN GENERAL**

<b>1) Alarma</b>	El cuerpo humano, se prepara para recibir el <i>estímulo estresante</i> por las variables estresantes que lo amenazan en distintos grados.
<b>2) Resistencia</b>	El individuo intenta adaptarse al ambiente o factor estresor que lo amenaza; se desarrollan cambios en los procesos psicofisiológicos para intentar reducir la <i>agresión</i> .
<b>3) Agotamiento</b>	Si la fase de resistencia no resulta favorable para la adaptación ambiental, el individuo tiende a desarrollar <i>trastornos fisiológicos y psicológicos</i> .

Etapas del Síndrome de Adaptación General de acuerdo a Hans Selye, descritas en su libro *The stress of life* en 1956.

Tabla 2  
**PROCESO DE ESTRÉS**

<b>a) Tradición ambiental</b>	Evaluación de las circunstancias que genera el ambiente y la asociación del individuo con éste, la gran demanda que le ocasiona y la forma de adaptarse.
<b>b) Tradición psicológica</b>	Evaluación de las habilidades del individuo para enfrentar y solucionar los eventos específicos que le están ocasionado <i>daño</i> .
<b>c) Tradición biológica</b>	Forma en la que la mente del individuo activa y prepara mecanismos para defender al cuerpo de las posibles amenazas que exceden sus habilidades de <i>enfrentamiento</i> .

Proceso de estrés de acuerdo a Sheldon Cohen, Ronald C. Kessler y Lynn Underwood Gordon, descritas en su libro *Medición del estrés: una guía para la salud y los científicos sociales* en 1997.

## 2.1 ESTRÉS

Este vocablo es originario del término anglosajón “*stress*”, que significa ceñir, provocar tensión, atar fuertemente.<sup>19</sup> En los años 40 del siglo XX, el doctor y fisiólogo austrohúngaro “padre del estrés”, Hans Selye (1956) desarrolló la Teoría del estrés.<sup>20</sup> En términos generales, lo definió como la incapacidad del individuo u organismo para enfrentarse a las consecuencias de lesiones o enfermedades. Además, indica que pacientes, con variedad de dolencias, comenzaron a desarrollar síntomas similares a raíz de los esfuerzos del organismo para responder al estrés por estar enfermo, y llamó a este conjunto de síntomas Síndrome del estrés o Síndrome de Adaptación General.<sup>21</sup> De acuerdo con este autor, el orden de las reacciones del organismo ante una situación de estrés ambiental se define en la Tabla 1.<sup>22</sup>

Desde entonces, distintos autores dentro de los campos de la psicología y la fisiología, han definido al estrés como: el “[...] proceso en el cual las demandas ambientales exceden la capacidad adaptativa de un organismo, produciendo diversos cambios psicológicos y biológicos que están objetivamente asociados con fuertes demandas adaptativas”.<sup>23</sup> De esta definición se han establecido 3 generalidades para el proceso del estrés, enlistadas en la Tabla 2.

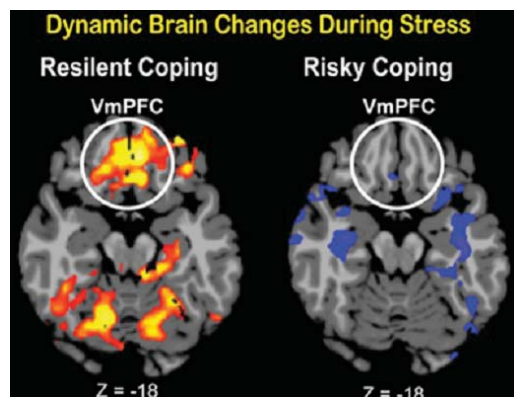


Foto 9. Cambio de la dinámica del cerebro durante el estrés. Recuperado de <https://bit.ly/3rd96ub>

<sup>19</sup> <http://bit.ly/2NShdhn>

<sup>20</sup> Selye, H. (1956). *The stress of life*. New York, NY, US: McGraw-Hill.

<sup>21</sup> Selye, H. (1956). *The stress of life*, pág. 25

<sup>22</sup> Selye, H. (1956). *The stress of life*. En Danaeri, F. (2012), *Psicobiología del estrés*, pág. 4

<sup>23</sup> Cohen, S., Kessler, R.C. & Underwood, L. (1997) *Measuring Stress: A guide for health and social scientists*, pág. 3

Dependiendo de la calidad de vida, los estresores, el grado de tolerancia y el nivel de resiliencia, cada individuo actuará para afrontar las necesidades y demandas psicológicas que el ambiente le solicite. El estrés es una relación entre la situación o amenaza y el tipo de reacción que la persona tendrá; no todo acontecimiento adaptativo al que tiene que enfrentarse el ser humano es motivo de estrés.<sup>24</sup>

### 2.1.1 TIPOS DE ESTRÉS

Dentro de la teoría de estrés, el Dr. Selye (1935) también hizo diferenciación entre dos tipos: *el eustrés y el distrés*.

#### a) Eustrés

Se denomina así al tipo de estrés positivo, que permite a la persona interactuar con la situación que lo demanda o el llamado “estresor”, manteniendo una actitud de recepción abierta para solucionar y afrontar la situación; existe la motivación, concentración, eficiencia y, sobre todo, la creatividad. El individuo sometido a eustrés se encuentra equilibrado mentalmente y en un estado de bienestar; su cuerpo está relajado y sus órganos funcionan óptimamente, sin necesidad de esforzarse<sup>25</sup>,

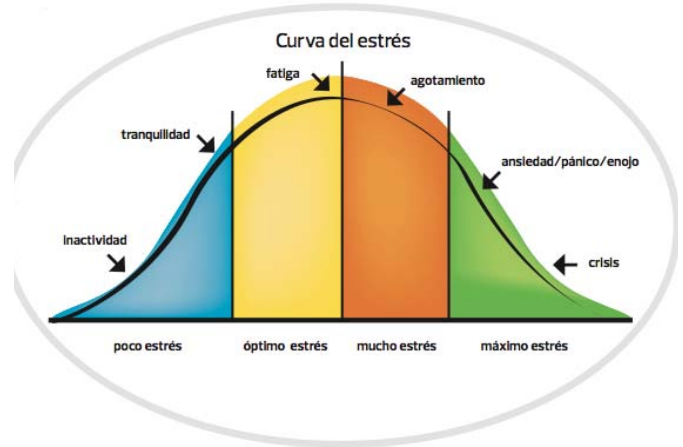


Foto 10. Curva del estrés. Recuperado de <https://bit.ly/3ti17Or>

#### b) Distrés

Es la incapacidad del individuo para adaptarse a una demanda importante, que se describe como desagradable, frustrante, irritable, preocupante y ansiosa. En esta condición emocional negativa, la persona carece de recursos *adecuados* para mitigar el daño, pérdida o amenaza potencial.<sup>26</sup> A este tipo de estrés se le considera como disfuncional, ya que existe una sobrecarga de alerta y la reserva de energía para reaccionar se agota, lo que lleva a la persona a estados graves de malestar, reduce su capacidad para adaptarse y responder ante la situación.<sup>27</sup> Psicológicamente, los síntomas principales del distrés provocan nerviosismo, tensión, cansancio, agobio, inquietud, miedo, entre otros y, fisiológicamente, alteran directamente la actividad cardio-circulatoria<sup>28</sup>; todos estos efectos vuelven vulnerable al sujeto, y generan comportamientos poco saludables.<sup>29</sup>



Foto 11. ¿Qué es el estrés positivo? Recuperado de <http://bit.ly/2Lbdlr1>

<sup>24</sup> Fierro, A. (1997). *Estrés, afrontamiento y adaptación*. En M.I. Hombradosn (Ed.), *Estrés y Salud*, pág. 4.

<sup>25</sup> <https://bit.ly/3cwGZ53>

<sup>26</sup> Mclean J., Strongman K. & Neha T., (2007). *Psychological Distress, Causal Attributions and Coping*, pág. 85.

<sup>27</sup> Saucedo, J., Valenzuela J., Valenzuela J. R., Maldonado, M. (2006). *Estrés ante la venopunción en niños y adolescentes*, pág. 170.

<sup>28</sup> Sandín, B., (2002). *Papel de las emociones negativas en el trastorno cardiovascular: un análisis crítico*, pág. 2.

<sup>29</sup> Pizano, V., Hernández M.R., Cerezo S., (2009). *Reactividad fisiológica, Distrés, afrontamiento y Desempeño en un examen de secundaria*, pág. 508.

Dentro de este panorama, la enfermedad se puede considerar como un acontecimiento vital estresante, ya que la persona vive la tensión de la pérdida de la salud; se genera un cambio radical de vida, donde se pierde la personalización y privacidad, y constituye un daño y/o pérdida, ya sea material o funcional, por lo cual confía el control de los acontecimientos al personal de salud.<sup>30</sup>

El psiquiatra polaco Zbigniew J. Lipowski (1967), definió tres tipos de reacciones a la enfermedad:

1. El miedo y la ansiedad son dominantes cuando la amenaza de la enfermedad se presenta,
2. Se hace conciencia de la enfermedad como una pérdida, y se presenta un sentimiento de aflicción, que puede llegar a ser un síndrome depresivo. Esto puede ayudar para aceptar y hacer ajustes que se requieren para afrontar la enfermedad,
3. Finalmente, es posible encontrar beneficios obtenidos después del ajuste.

Cuando no se atienden los primeros indicios del distrés y se rebasan los límites de la capacidad de afrontamiento y adaptación, el paciente corre el riesgo de entrar en la fase de ansiedad y depresión, que son igualmente estados de ánimo negativos que pueden resultar en síntomas físicos crónicos como: anorexia, hiperventilación, palpitaciones y diarreas, así como la reducción de la concentración, distracción, fallos de memoria, despiste, irritabilidad, insomnio y perturbaciones perceptivas, que reducen las posibilidades de mejora.<sup>31</sup>



Foto 12. Sala de emergencias. Se aprecian acabados neutros, ventanas pequeñas y una privacidad reducida para personal médico y pacientes. Recuperado de <http://bit.ly/2NTgRHn>

<sup>30</sup>Marín J. y Zurriaga R. (1997). *Estrés, Enfermedad y Hospitalización*, pág. 38.

<sup>31</sup>Paykel, (1974)

### 2.1.2 AMBIENTE HOSPITALARIO COMO ESTRESOR

Se consideran estresores a los estímulos externos, que son fuente para generar y mantener a la persona en posición de alarma, y provocan una constante activación física.<sup>32</sup> Los estresores se clasifican como: crónicos, agudos e intermitentes, *que se distinguen entre cambios importantes en la vida de una persona y aquellos que son meros ajeteos de vida diaria.*<sup>33</sup> Estos factores están determinados por la novedad, la ambigüedad de los eventos, el exceso de información y la estimulación que generan la pérdida, amenaza o daño que sufre una persona.<sup>34</sup>

La persona hospitalizada tiene que lidiar con cambios o restricciones en su cultura; necesita adaptar la normativa institucional a su vida cotidiana dentro del hospital, lo que podría incidir en la percepción de su hostilidad hacia él y su familia. Además de esto, asume normas, valores, creencias y símbolos que no le son familiares, junto a la incongruencia entre las indicaciones y comportamientos de las personas que lo rodean, que lo conducirían a adoptar actitudes inapropiadas y confusas.<sup>35</sup>



Foto 13. Personal médico atendiendo pacientes hospitalizados. Se aprecia una mínima privacidad para los pacientes y personal médico; no hay vistas hacia el exterior ni contacto con la naturaleza. Recuperado de <http://bit.ly/3cyzXN9>

<sup>32</sup> Cruz, G., (2018). *Desestigmatizando la función del estrés*, pág. 611

<sup>33</sup> Fierro, A. (1997). *Estrés, afrontamiento y adaptación*. En M.I. Hombrados (Ed.), *Estrés y Salud*, pág. 3

<sup>34</sup> *Ibidem*, pág 6

<sup>35</sup> Marín J. y Zurriaga R. (1997). *Estrés, Enfermedad y Hospitalización*, pág. 86.

## Psicología ambiental.

Desde la psicología ambiental el ambiente físico juega un papel muy importante en la vida del paciente dentro del recinto hospitalario, y casi nunca se le considera como una influencia relevante. Para comprender cómo el ambiente configura la vida de las personas es posible emplear la psicología ambiental, que estudia las complejas relaciones entre las personas y los ambientes físicos que habitan.<sup>36</sup>



Foto 14. Sala de espera de hospital saturada. Se aprecian materiales y colores neutros, no hay ventilación ni iluminación natural y tampoco esta considerado el contacto con la naturaleza. Recuperado de <http://bit.ly/3cybAiU>

De acuerdo con los psicólogos ambientales, una forma de aprender acerca de cómo el ser humano se desenvuelve en su entorno, consiste en estudiar la forma de adaptación de cada uno y cómo sus necesidades son satisfechas por dicha forma, entendiendo también que no solamente el entorno construido influye en la conducta humana, sino también que los seres humanos afectan e influyen sobre los escenarios físicos. Los espacios construidos reflejan los aspectos personales y significativos de los individuos que los habitan; con esto establecen su identidad, para demostrar sus gustos, intereses y actitudes particulares.<sup>37</sup>

En 1974, Robert White habló de esta adaptación del individuo con su ambiente, y cómo manifiesta un grado sustancial de control interno y de independencia para actuar, abarcando todos los procesos que se presentan para llevar a cabo esta interacción. Este enfoque adaptativo se resume en 3 categorías: 1) procesos mediante los cuales los seres vivos interactúan con el ambiente (proceso psicológico); 2) perspectiva holística del organismo y su ambiente; y 3) el rol activo de los organismos vivos en relación con su ambiente.<sup>38</sup>

<sup>36</sup>Holahan, C., (2000). *Psicología Ambiental, un enfoque general*, pág. 20

<sup>37</sup>*Ibidem*, pág. 19

<sup>38</sup>White, R., Watt, N., *The abnormal personality*, págs. 87-89

Tabla 3

### ENFOQUE ADAPTATIVO

<b>1) Proceso psicológico</b>	<i>Efecto que tiene el ambiente físico sobre la actividad humana. Puede relacionarse un estresor con la baja productividad, desgano, desinterés, poca creatividad.</i>
<b>2) Perspectiva holística</b>	<i>El ambiente y la conducta deben considerarse como partes interrelacionadas de un todo indivisible.</i>
<b>3) Rol activo</b>	<i>Se contemplan las formas positivas como una <i>reacción directa y pasiva</i> frente a las condiciones del ambiente que la controlan.</i>

Categorías del Enfoque Adaptativo de acuerdo a Robert White descritas en su libro *La Personalidad Anormal* en 1964.

Es importante reconocer los obstáculos ambientales reales que las personas enfrentan en su vida y en específico en las unidades médicas, evitando culpar a los individuos de las condiciones ambientales inadecuadas por las fallas y frustraciones sobre las que no tienen control.<sup>39</sup>

### Percepción y ambiente

Percibir el ambiente de una manera clara y precisa determinará las actitudes y conductas del ser humano; esto ayudará a comprenderlo, desplazarse en él y darle un uso efectivo.<sup>40</sup> El individuo organiza los diversos estímulos ambientales con los que se encuentra para formar un cuadro coherente e integrado del mundo tan complejo, que no puede percibirse en forma pasiva; debe explorarlo activamente y clasificarlo, ya que son vastos los estímulos sensoriales que se le presentan.

Esta organización del mundo físico que rodea las actividades del ser humano, lo ayuda a establecer la comunicación y la interacción social con otras personas, a identificar características importantes del ambiente y a disfrutar de una variedad de experiencias estéticas. Esto ayuda a regular las actividades del individuo, proporcionándole información necesaria para orientarse en el ambiente.



Foto 15. Pacientes y familiares en sala de espera con colores neutros y sin riqueza de información natural, en el Hospital Parres, Cuernavaca, Morelos . Recuperado de <https://bit.ly/3amV2HX>

<sup>39</sup> Holahan, C., (2000). *Psicología Ambiental, un enfoque general*, pág. 25

<sup>40</sup> *Ibidem*, pág. 43



Foto 16. Pacientes en el pasillo de un hospital público en México. No se aprecia un contacto directo o indirecto con elementos naturales, tampoco se considera la iluminación natural. Recuperado de <https://bit.ly/36w1X0o>

Las actividades del sujeto están ligadas a la percepción del ambiente en el que se desenvuelve, el cual se ajustará, con el tiempo, a las características y demandas específicas como en el caso de unidades para la salud. El conocimiento acerca de cómo las personas perciben el ambiente físico donde desarrollan sus actividades se ha aplicado en el diseño de lugares que pueden ser percibidos en forma clara, con equilibrio óptimo entre la simplicidad y la complejidad visual. Estos conocimientos se han adquirido a través de distintas teorías como, por ejemplo, la teoría de Gestalt de la percepción del ambiente, la teoría ecológica y la teoría probabilista.<sup>41</sup>

La primera habla sobre los “principios de organización”, que permiten al individuo percibir un conjunto de estímulos separados como una suma de partes integrales; dentro de la teoría de la Gestalt están incluidos los principios de proximidad, semejanza, continuidad y cierre. Esta teoría y sus planteamientos, aún con toda la contribución al tema de la psicología ambiental, no han sido aceptados como una teoría específica de la percepción. La teoría ecológica expone la percepción del ambiente a partir de la naturaleza y las propiedades de la estimulación ambiental. El aprendizaje es fundamental en la percepción, porque el individuo capta cada vez más variables de estímulo en el ambiente y distingue las más importantes, dotando a los objetos que lo rodean propiedades funcionales invariables que se denominan *atributos*. Finalmente, la teoría probabilista plantea que la forma en que los individuos pueden cuestionar y exponer un juicio acerca del ambiente inmediato, reflejará su perspectiva, necesidad y objetivos ambientales personales.

<sup>41</sup>Holahan, C.(2000), *Psicología Ambiental, un enfoque general*, págs. 55-59





Foto 17. Contacto no directo con elementos naturales por medio de un jardín interior, lo que también permite la entrada de iluminación natural en el Centro de salud, en Bergsjön Suiza, diseñado por Gert Wingardh . Recuperado de <http://bit.ly/3armi0l>

## Actitud, conducta humana y ambiente construido

Todo tipo de estructuras, como: ciudades, edificios, calles, habitaciones, hospitales son medios físicos que influyen directamente en la forma de comportamiento de una persona, ya que la mayor parte del tiempo las actividades humanas ocurren en tales ambientes que potencian ciertas conductas y los comportamientos. El ser humano puede configurar los espacios físicos para adaptarlos a sus intenciones y necesidades, pero la propia arquitectura, con el tipo de materiales, luz, color, y el tipo de lenguaje que utiliza, configura de alguna manera la conducta humana.<sup>42</sup>



Foto 18. Colores llamativos, manejo del espacio por los habitantes y elementos naturales por medio de macetas en My House, the mental health house, oficinas de Austin Maynard Architects, en Australia, diseñado por Austin Maynard Architects . Recuperado de <https://bit.ly/2YCqg8k>

<sup>42</sup> Suárez, M. (2009). *Diseño espacial del aula y conductas escolares*, pág. 301

En esta interrelación entre medio físico construido y comportamiento humano, se presentan dos premisas básicas: las variables relevantes del ambiente construido y el grado de afectación de esas variables en las actitudes y conductas de las personas. Las dos anteriores, a su vez, están correlacionadas con las siguientes cualidades del entorno construido:<sup>43</sup>

- a) Sus características estructurales permanentes e inalterables: forma, tamaño, ausencia o presencia de ventanas, etc.
- b) Características semifijas fácilmente modificables por parte de los usuarios: mobiliario, estética, colores, etc.
- c) Condiciones ambientales como: grado de ventilación e iluminación, acústica, etc.



Foto 19. Iluminación natural, espaciosidad, acabados y estructura aparente en la Refuncionalización del ex molino Marconetti, en Santa Fé Argentina, diseñado por Marcelino Pascualón, et al. Recuperado de <http://bit.ly/3rd9skv>

<sup>43</sup>*Ibidem*, págs. 301-302



Foto 20. Naturaleza interior, armonía espacial y diseño de mobiliario en el DTU Compute, en Lyngby Dinamarca, diseñado por Christensen & Co Architects. Recuperado de <http://bit.ly/36yol9i>

Por otra parte, Leonard Berkowitz (1975) indica que una actitud es el sentimiento, juicio y reacción negativa o positiva ante cierto objeto, persona o situación. Una actitud ambiental es, entonces, el sentimiento favorable o desfavorable que se manifiesta hacia una particularidad del ambiente físico, donde se desarrollan y satisfacen las actividades y necesidades de una persona.<sup>44</sup>



Foto 21. Colores llamativos, naturaleza interior por medio de macetas e iluminación natural en un Coworking en Australia, diseñado por WeWork Australia General Manager Balder Tol. Recuperado de <http://bit.ly/3j98iUo>

<sup>44</sup>Holahan, C., (2000). *Psicología Ambiental, un enfoque general*, pág. 114

Una de las áreas donde se incluye esta perspectiva es la preferencia de panorama; Rachel y Stephen Kaplan, en conjunto con sus colaboradores de la Universidad de Michigan (1972), notaron que los individuos prefieren ambientes naturales más que los urbanos, y que dentro de este panorama se inclinan por los escenarios complejos que tengan características familiares. Además, Ervin Zube y colaboradores (1975) notaron que los antecedentes personales y el nivel profesional, influyen directamente en la valoración que las personas hacen respecto a la calidad del panorama.<sup>45</sup>



Foto 22. A pesar de ser un parque lineal, existe una clara relación interior-externo entre los edificios que gozan de él y el uso de los espacios exteriores, atributo biofílico aplicado en el Parque New York High Line, en Nueva York EUA, diseñado por James Corner Field Operations junto a Diller Scofidio+Renfro. Recuperado de <http://bit.ly/3tjXRIK>

## Privacidad en el espacio físico

En el campo de la psicología ambiental, se define como la capacidad del individuo o grupo social para seleccionar la cantidad e intensidad de interacciones sociales en un ambiente determinado, así como la información que se obtiene de esos contactos, en función de las necesidades de las personas de relacionarse con su medio social en situaciones específicas.<sup>46</sup>

Alan Westin (1967) describe cuatro funciones principales de la privacidad:

1. Mantener una comunicación exclusiva y limitada durante el contacto con otras personas,
2. Mantener el control e independencia individual,
3. Permanencia de la identidad,
4. Tener la libertad de expresar emociones.

En un hospital, el paciente pierde parcialmente su intimidad y espacio personal; se pierde la noción de la privacidad en el espacio y tiempo, porque el principal objetivo de la hospitalización es poner al enfermo en una situación de disponibilidad y accesibilidad para el equipo médico correspondiente; en efecto, da la apariencia que el hospital se organiza en función de la conveniencia del personal de salud más que para la sanación y un enfoque hacia el enfermo. Tal es el caso, por ejemplo, del proceso de internamiento del paciente, en el que se crean afectaciones en su comodidad, se limita su capacidad para adaptarse al entorno donde se encuentra, y se fuerzan cambios en su estilo de vida.

<sup>45</sup> Holahan, C., (2000). *Psicología Ambiental, un enfoque general*, págs. 116-117

<sup>46</sup> <http://bit.ly/3tkJJ1>



Foto 23. Contexto ambiental de la sala de espera, no existe un contacto directo o indirecto con la naturaleza, no existen vistas exteriores ni colores llamativos, en el Hospital General de Torreón, Coahuila. Recuperado de <http://bit.ly/39C1Z8S>

En ese sentido, la forma de percibir la satisfacción de pacientes se relaciona, en primer lugar, con el confort que les brinda el contexto físico, perteneciente a la sensación del cuerpo; luego, el contexto social, que pertenece a la consecuencia interna del yo, como son la autoestima, el auto concepto, la sexualidad y el significado de la vida; en tercer lugar, el concepto psicoespiritual, que se refiere a las relaciones interpersonales, familiares y sociales; finalmente, el contexto ambiental, perteneciente al entorno y condiciones e influencias externas tales como la luz, el ruido, la temperatura, la privacidad, la visibilidad, el color, la textura, entre otros.<sup>47</sup>

En consecuencia, se puede sostener que la sensación de privacidad es primordial para los pacientes hospitalizados, ya que manifiestan frecuentemente sentimientos de depresión, ansiedad, temor a la discriminación, rechazo, etc. El ambiente hospitalario debe proveer cierto nivel de privacidad, donde se separe visual y acústicamente los espacios personales de cada paciente, a fin de aminorar las impresiones que puedan perturbarlos psicológicamente, que tengan como repercusión el impedimento de su recuperación, tranquilidad y progreso.<sup>48</sup>



Foto 24. Nulo contacto con la naturaleza; no hay vistas hacia el exterior; mínima privacidad de los pacientes y personal médico. Hospitalización IMSS. Recuperado de <http://bit.ly/2MPncmw>

<sup>47</sup>Kolcaba & Kolcaba, 1991

<sup>48</sup>Cedrés de Bello, S. (2000). *Humanización y Calidad de los Ambientes Hospitalarios*, pág.93-97.



Foto 25. Elementos naturales, colores apacibles, simulación de materiales naturales, luz cálida y difusa, motivos botánicos y privacidad en la Unidad de Parto Normal, Hospital HM Nuevo Belén, en Madrid España, diseñado por Parra-Müller Arquitectura de Maternidades. Recuperado de <http://bit.ly/2ML4xIG>

## Estrés ambiental en el hospital

El estrés ambiental se define como una reacción de un individuo respecto a su entorno inmediato o situación concreta, en el que se presentan una serie de variables ambientales en diferente disposición e intensidad, que se perciben como amenazas potenciales para la persona, como: fisiológicas, cognitivas, emocionales, de comportamiento y socio culturales. Estas variables ocasionan molestia, ansiedad, desviación de la atención, falta de concentración, déficit de comportamiento e intolerancia a las relaciones sociales.<sup>49</sup> En este sentido, el espacio físico construido no se percibe como un recurso satisfactorio y enriquecedor sino como una fuente potencial de trastornos psicológicos como: desorientación, desadaptación, ansiedad, constante sensación de insatisfacción, tristeza, añoranza, etc.

Dentro del campo de la psicología ambiental, Hans Selye (1956, 1973, 1976) distinguió el estrés ambiental orgánico, el cual define como: la respuesta no controlada ni específica del cuerpo a la acción del ambiente y define los factores ambientales que pudieran generar estrés, como la falta de iluminación o las temperaturas extremas.<sup>50</sup>

Como se vio anteriormente, Selye pone una importante atención al *síndrome de adaptación general* o GAS (*General Adaptation Syndrome* por sus siglas en inglés), para enfrentar el estrés ambiental, donde el cuerpo trata de mantener el funcionamiento normal y regulado a pesar de las adversidades y situaciones externas, a lo que se le llama homeostasis. Para mantener este proceso, el cuerpo utiliza dos reacciones fisiológicas: las reacciones sintóxicas y las reacciones catatóxicas.

Las reacciones sintóxicas ocurren cuando una amenaza “ataca” al cuerpo, pero no representa un problema serio para el funcionamiento natural; la homeostasis solo opera para relajar y proteger los tejidos del cuerpo, funcionando en un estado de tolerancia con el agente estresor.

Las reacciones catatóxicas entran en acción cuando el agente agresor es potencialmente dañino para el cuerpo y su funcionamiento. Estos patógenos son atacados por agentes químicos, tales como las enzimas destructoras, que aceleran su descomposición metabólica.



Foto 26. Nula privacidad para pacientes y personal médico, iluminación natural mínima y nulo contacto con elementos naturales. Sin título, Hospital de Oaxaca. Recuperado de <https://bit.ly/2YAULvn>

<sup>49</sup> <http://bit.ly/39EBsr0>

<sup>50</sup> Holahan, C., (2000). *Psicología Ambiental, un enfoque general*, pág. 187

El estrés ambiental también fue catalogado desde otra postura, donde intervienen los aspectos psicológicos y fisiológicos. Richard Lazarus y colaboradores (*Gal y Lazarus, 1975; Lazarus 1966, 1968, 1971; Lazarus y Cohen, 1977; Lazarus, Cohen Folkman, Kanner y Schaefer, 1979; Lazarus y Launier, 1978*) son los investigadores del estrés llamado “psicológico”, donde el individuo evalúa la concepción personal y lo que origina el estrés.<sup>51</sup>

Esta evaluación funciona como variable que ayuda a equilibrar la producción de estrés ambiental y la forma de adaptación. Lazarus clasifica el estrés psicológico ambiental en tres niveles (Tabla 4).

Esto podría traducirse en que una percepción benéfica para la persona, dependiendo de condiciones adversas y estado físico, luego podría resultar amenazante.

La perspectiva biológica ha contribuido sin duda alguna a la comprensión de la relación hombre-ambiente, aunque esta tiene importantes limitaciones, llevando a la aparición de investigaciones científicas humano-ambiente. A finales de 1960 y principios de 1970, algunos científicos del comportamiento se interesaron en estos efectos biológicos. Los primeros esfuerzos de investigación en el nuevo campo de los estudios sobre el hombre y el medio ambiente se centraron en dos grandes temas: el diseño y la satisfacción de los usuarios, y las respuestas humanas a la contaminación y la superpoblación.<sup>52</sup>

El diseño del ambiente hospitalario y su impacto en los usuarios que transitan en él todos los días es un tema que ha tenido una atención primordial como un sistema social, por las repercusiones psicológicas que tiene sobre pacientes y familiares.

Tabla 4  
**ESTRÉS PSICOLÓGICO  
AMBIENTAL**

**1) Evaluación primaria**

El individuo distingue las situaciones de las *benéficas o poco importantes*, donde puede encontrarse en amenaza potencial.

**2) Evaluación secundaria**

El individuo mide los *recursos que tiene para poder enfrentar* la situación que lo amenaza.

**3) Revaluación**

En este punto, la percepción del entorno ha cambiado para el individuo, debido a las características cambiantes del ambiente o al proceso de *evolución de la persona*.

Clasificación de tres niveles de estrés psicológico ambiental de acuerdo a Richard Lazarus y colaboradores en el *Modelo Transaccional de Estrés y Afrontamiento* en 1984.

A los médicos se les ha aislado dentro de este contexto, según Kornefeld (1972) podría ser consecuencia de que los médicos han desarrollado un sistema de defensa psicológica, que les permite mantener el ritmo de sus actividades y labores, pero ha ocasionado que no sean conscientes del ambiente y de determinadas reacciones psicológicas que pueden ser clínicamente significativas.

Desafortunadamente, en los años de preparación que el médico recibe, no tiene la capacitación para valorar e intervenir la situación psicológica de pacientes, familiares y compañeros de trabajo.

<sup>51</sup> Holahan, C., (2000). *Psicología Ambiental, un enfoque general*, pág. 188

<sup>52</sup> Evans, G., *Environmental stress*, Prefacio.



*El hospital y la hospitalización juegan un papel importante en la concepción del estrés para el paciente y las personas que lo rodean; como sabemos, la curación es el fin último de estos conceptos, pero en gran medida el estrés es un efecto colateral de la enfermedad y del ambiente que se genera dentro del recinto hospitalario.*<sup>53</sup> La psicología ambiental, en este escenario abarca cuatro rubros que afectan directamente al paciente, para entender el comportamiento que adopta respecto a su entorno: perspectiva cultural, perspectiva social, perspectiva psicológica y perspectiva física.



Foto 27. Sala de espera saturada sin ventilación ni iluminación natural y nulo contacto con elementos naturales. Recuperado de <http://bit.ly/3tgZDnF>

Tabla 5  
**PERSPECTIVAS DE LA PSICOLOGIA AMBIENTAL**

<p><b>1) Perspectiva cultural</b></p>	<p>El paciente percibe de manera hostil esta estructura organizativa, cuando se adentra a las normas, valores, creencias y símbolos que no le son congruentes, lo que causa respuestas y comportamientos inapropiados.</p>
<p><b>2) Perspectiva social</b></p>	<p>La interacción en el ambiente hospitalario, entre el personal y el paciente, es una fuente de estrés primordial por razones de cantidad como de calidad. La atención en la parte emocional tiene un bajo nivel, por la distancia personal, negatividad y agresión contra los usuarios hospitalizados.</p>
<p><b>3) Perspectiva psicológica</b></p>	<p>En psicología, este fenómeno se conoce como “disonancia cognitiva”, donde se percibe tensión o incomodidad al mantener dos ideas contradictorias o incompatibles, o simplemente cuando las creencias y personalidad no están en armonía con lo que se hace.</p>
<p><b>4) Perspectiva física</b></p>	<p>Aquí se incluyen los factores ambientales del espacio como: el ruido, la luz, la temperatura, el color, la dimensión del espacio, la ventilación, las vistas y las propias del cuerpo humano, su enfermedad, limitación y problemas generales corporales que plantea la persona</p>

Categorías de la perspectiva de psicología ambiental de acuerdo a Rocío Zurriaga y Jesús Rodríguez en su libro *Estrés, Enfermedad y Hospitalización* en 1997.

<sup>53</sup> Rodríguez, J. y Zurriaga R. (1997). *Estrés, Enfermedad y Hospitalización*, pág. 86-88

Es evidente que lo primero que afronta el paciente es el ambiente construido que lo rodea y el impacto que el diseño tiene hacia su mente y su salud física; en la vida cotidiana, todos podemos hacer ajustes en nuestro entorno: colocar objetos a nuestra conveniencia, reordenar el mobiliario, adornar muros, elegir colores, e incluso matizar algún ruido, olor o luz que nos molestara podemos evitarlo cambiándonos de lugar. En cambio, en la situación de un paciente hospitalizado, no le queda más que aceptar y adaptarse al entorno al que es introducido por un estado de enfermedad, que, en la mayoría de los diseños hospitalarios, no contemplan las necesidades psicológicas y emocionales de las personas.<sup>54</sup>



Foto 28. Ambiente construido que rodea a los pacientes del servicio de Urgencias del Hospital General “Dr. Aurelio Valdivieso”, en Oaxaca de Juárez, Oaxaca. No cuenta con privacidad, el espacio tiene iluminación natural reducida, nulo contacto con elementos naturales y colores neutros. Recuperado de <https://bit.ly/3oGD6Nm>

Claro que el ambiente físico no ayuda mucho para aliviar la aprehensión y la ansiedad que produce el ingreso al hospital: “la arquitectura y decoración de la mayoría de los hospitales no son muy alentadoras”.<sup>55</sup> Shumaker y Pequegnat (1989) enfocaron sus investigaciones en la organización ambiental y el diseño del hospital, donde estos factores pueden afectar directamente a la recuperación de la salud y/o el bienestar de los usuarios, destacando dos aspectos:<sup>56</sup>

- a) La atención inmediata y efectiva de la atención de la salud
- b) El ambiente estresante, producido por las características físico-arquitectónicas del hospital.

<sup>54</sup>Rodríguez, J. y Zurriaga R. (1997). *Estrés, Enfermedad y Hospitalización*, pág. 88

<sup>55</sup>Olivares, M.É., (2004), *Hospitalización y cirugía: Aspectos psicológicos*, pág. 693

<sup>56</sup>Shumaker, S., Pequegnat, (1996), *Hospital Design, Health providers, and The Delivery of effective Health Care*, pág. 173-179

Por su parte, Reizenstein, Grant y Simmons (1986) profundizaron en los estudios de los aspectos ambientales y físicos de los hospitales, clasificándolos en cuatro aspectos: confort físico, contacto social, orientación y significado simbólico.<sup>57</sup>

### Confort físico

Esta categoría toma en cuenta la temperatura y la humedad, el ruido, la iluminación, la ventilación y el diseño del acomodo del mobiliario, los cuales son algunos aspectos por los que los pacientes sufren de falta de confort y bienestar. A continuación, se describen las principales características de cada uno:

- Temperatura ambiental y humedad.

Debería de estar íntimamente relacionada con la corporal, que se mantiene alrededor de los 37°C. Si el ambiente excede este límite, podrían fallar los mecanismos de regulación fisiológica, y aparece un cuadro de inquietud, debilidad, náusea y dolor de cabeza.<sup>58</sup> No poder modificar la temperatura exterior, de acuerdo con las necesidades de pacientes y familiares, puede ser fuente de incomodidad, que intensifica las reacciones emocionales de estrés.

- Ruido.

Se caracteriza por ser un sonido no deseado, con alta intensidad, frecuencia, periodicidad y duración prolongada. Los sonidos superiores a los 90 decibeles pueden provocar cambios fisiológicos en pacientes, como el aumento de la catecolamina en la sangre (asociadas con el estrés y la obesidad), presión sanguínea elevada y un aumento considerable en la conductancia eléctrica de la piel<sup>59</sup> y, a nivel psicológico, se habla de una disminución de las acciones altruistas y desarrollo de una actitud agresiva.

Las personas altamente sensibles desarrollan formas de afrontar el estrés por exceso de ruido; los pacientes se consideran un grupo con mayor vulnerabilidad, por tener herramientas disminuidas a causa de la propia enfermedad, que se suma a situarse en un espacio donde no pueden ejercer control sobre las fuentes de ruido.

- Iluminación.

La inadecuada orientación de los hospitales puede reducir la exposición de pacientes a la luz diurna, alterar los ciclos circadianos y empeorar a la hora de dormir.

- Ventanas.

Wener (1990) apunta los beneficios psicológicos del uso de ventanas para acceder al exterior ambiental que, se ha comprobado, ayuda a mejorar y recuperar la salud en pacientes<sup>60</sup> ya que el sentimiento de mantener contacto con la naturaleza y ambiente crea un alivio psicológico y provee un efecto restaurador, que promueve la recuperación.

<sup>57</sup>Reizenstein, J., Grant, M., Simmons, D., (1986), *Design that cares*. Chicago: American Hospital Publishing. En Ortega, P., *Estrés ambiental en instituciones de Salud. Valoración Psicoambiental*, págs. 33-69

<sup>58</sup>Bell & Green, 1982

<sup>59</sup>Evans, G., Cohen, S. (2004). *Environmental stress*

<sup>60</sup>En Ulrich, R. (1984), *View through a window may influence recovery from surgery*



Foto 29. Ventanas, basta iluminación natural, sin vista hacia exterior, colores neutros, nulo contacto con elementos naturales en la sala de espera del Hospital General de Mazatlán, Sinaloa. Recuperado de <http://bit.ly/36z8Spw>

#### • Espacio y Mobiliario.

Como ejemplo, se toma el espacio con el cual se tiene el primer acercamiento al edificio hospitalario, la sala de espera. McLaughlin (1976) apunta que este espacio puede influir e incluso afectar las expectativas que el paciente puede tener del tratamiento que va a recibir. La atención puede tardar minutos u horas en darse, ya sea por la cantidad restringida de personal o equipo, hasta por la saturación de pacientes en el servicio hospitalario, por lo que esto puede generar en las personas que esperan para recibir atención aburrimiento, ansiedad o estrés. Para evitar estos sentimientos negativos en pacientes y familiares que los acompañan, se recomienda diseñar salas de espera amplias con muebles que puedan ajustarse de acuerdo con las necesidades de quien las ocupa, así las personas percibirán el ambiente más amable al mover una silla hacia donde puedan descansar, platicar o tener privacidad.<sup>61</sup>

<sup>61</sup> McLaughlin, H., (1976), *The monumental headache: overtly monumental and systematic hospitals are usually functional disasters*, págs. 1, 160 y 118.

Los rubros como el contacto social, orientación y significado simbólico, son aspectos que refuerzan el estrés, ya que la propia administración del lugar impide, en muchas ocasiones, el contacto social entre los pacientes.

### Contacto Social

El apoyo de familiares resulta de vital importancia para expresar necesidades y emociones hacia el personal médico ya que los pacientes no sienten la comodidad y seguridad de hacerlo por su parte. Es deseable que exista un espacio que pueda proporcionar privacidad para el fin, pero desafortunadamente en la mayoría de los recintos hospitalarios públicos de México no existe dicho espacio, por lo que expresar dudas respecto a la salud del paciente frente a distintos médicos y otros familiares de pacientes, genera tensión e incomodidad, siendo una fuente potencial de estrés.<sup>62</sup>

Stewart-Pollack y Menconi (2005) hicieron una categorización respecto a las necesidades de privacidad en los ambientes hospitalarios, incluyeron: a) la soledad para la contemplación y la autonomía, b) la intimidad entre el personal médico y pacientes, entre pacientes y su familia, entre la familia y el personal médico, c) aislamiento o reserva, de modo que puedan proteger su información contra otras personas, d) anonimato, privacidad que el paciente experimenta a menudo cuando se siente desamparado, impotente y despersonalizado.<sup>63</sup>

### Orientación

Las dificultades de orientación en un espacio tienen impacto negativo en la vida de pacientes, familiares y personal médico, donde la frustración, el estrés, la ansiedad, el enojo y los sentimientos de incompetencia son algunas de las consecuencias más frecuentes de estar desorientado.<sup>64</sup>

### Significado simbólico

Está orientado a indagar cómo el diseño hospitalario contribuye a crear una percepción positiva o negativa del hospital para los pacientes, creando para ellos la imagen que tienen para sí mismos, y del nivel de importancia que representen frente a la institución. Esto se da a partir de los mensajes que el ambiente genera o envía a los usuarios, convirtiéndose en transmisor del significado simbólico que fortalezca o debilite la representación de pacientes y visitantes, para que se sientan importantes y sientan que sus necesidades se toman en cuenta.<sup>65</sup>

### Naturaleza

Roger Ulrich y Laura Gilpin por su parte, agregaron un aspecto que no está aislado de lo constructivo ni de lo social, pero también genera estrés y depresión en las personas que están inmersas en el recinto hospitalario: el nulo o poco contacto con la naturaleza. En su libro "Putting Patients First"<sup>66</sup> apuntan que, en el intento de hacer más funcionales los hospitales, se perdió la atención en dotar de ambientes de calma por medio del manejo de áreas verdes. Con la institucionalización de la atención a la salud, se redujo considerablemente la atención hacia la creación de ambientes terapéuticos, ocasionando que el ambiente físico carezca de calidez, tranquilidad y que no proporcione la sanación hacia pacientes.

<sup>62</sup> Ortega. P., *Estrés ambiental en instituciones de Salud. Valoración Psicoambiental*, págs. 49-50.

<sup>63</sup> Stewart-Pollack, J., Menconi, R., (2005), *Designing for privacy and related needs*. En Ortega. P., *Estrés ambiental en instituciones de Salud. Valoración Psicoambiental*, págs. 51.

<sup>64</sup> Arthur & Passini, 1992

<sup>65</sup> Ortega. P., *Estrés ambiental en instituciones de Salud. Valoración Psicoambiental*, págs. 58

<sup>66</sup> Ulrich & Gilpin, 2003

Finalmente, los arquitectos requieren comprender a los habitantes que día a día transitan por el recinto hospitalario; las opiniones de pacientes, familiares y médicos respecto al diseño de éste, puede crear una imagen clara para ellos donde se sientan importantes y se les permita tener el mayor control ambiental posible.<sup>67</sup>



Foto 30. Pasillos del Hospital General de México. Recuperado de <https://bit.ly/32v1mJX>

## Arquitectura hospitalaria y conducta

Kiyoshi Izumi (1965) indicó que una construcción y un espacio deben tener una relación estrecha con la conducta humana. Esta utilidad arquitectónica dependerá del nivel en que atienda las actividades y necesidades de los habitantes.<sup>68</sup> Como ejemplo de lo anterior, se puede indicar que, en el año 1950 del siglo pasado, el biólogo Jonas Salk trabajaba para encontrar la cura para la polio en un laboratorio que se encontraba en un sótano. Como su avance era lento y poco significativo, decidió trasladarse a un monasterio del siglo XIII localizado en Italia, caracterizado por patios centrales e iluminación natural. Al encontrar pronto la clave de la cura contra la polio, se dio cuenta que su inspiración fue facilitada por el espacio donde se encontraba; a raíz de esto creyó que la arquitectura tiene gran influencia sobre la mente. Entonces, encargó al arquitecto Louis Kahn diseñar y construir el Instituto Salk, donde el concepto principal fuera la armonía del espacio donde se desarrollarán las actividades científicas y estimulara la creatividad.<sup>69</sup>

<sup>67</sup> Shumaker & Reizenstein, 1982

<sup>68</sup> Holahan, C., *Psicología Ambiental, un enfoque general*, pág. 30

<sup>69</sup> Martínez, J.G., (2011), *La relación entre arquitectura y psicología*, pág. 15



Foto 31. Armonía espacial, consideración del emplazamiento, orientación del conjunto e integración de agua, iluminación y ventilación natural, son aspectos biofílicos aplicados en el Salk Institute, en San Diego California EUA, diseñado por Louis Kahn. Recuperado de <https://bit.ly/2Mpmxsk>

Los estudios respecto a la influencia del espacio construido en la recuperación de la salud datan de finales del siglo XIX, cuando se desarrollaron los sistemas pabellonarios. Formalmente, la investigación de la interacción de los humanos con el espacio construido comenzó en los años 50 del siglo XX, cuando diversos investigadores analizaron y describieron cómo el diseño de los hospitales influía sobre la conducta de pacientes. Se ha encontrado, por ejemplo, que la altura de las habitaciones donde las personas se encuentran realizando actividades, afecta como ellas piensan.<sup>70</sup>

Por otra parte, el filósofo y psicólogo Maurice Merleau-Ponty en su libro: “Fenomenología de la percepción”, escrito en 1945, se refirió a la reacción del cerebro frente a la recolección de información por medio de los sentidos, y como esto depende completamente del mundo externo y cognitivo. De acuerdo con la información antes citada, se apuntan los principales aspectos detonantes del mejoramiento integral de los espacios hospitalarios.<sup>71</sup>

*Ergonomía / Vistas / Iluminación / Legibilidad espacial / Accesibilidad / Color / Entorno auditivo / Tamaño de los espacios / Humedad / Temperatura / Texturas / Privacidad.*

<sup>70</sup>Meyer Levy y Zhu, 2007

<sup>71</sup><https://bit.ly/3asRZPg>

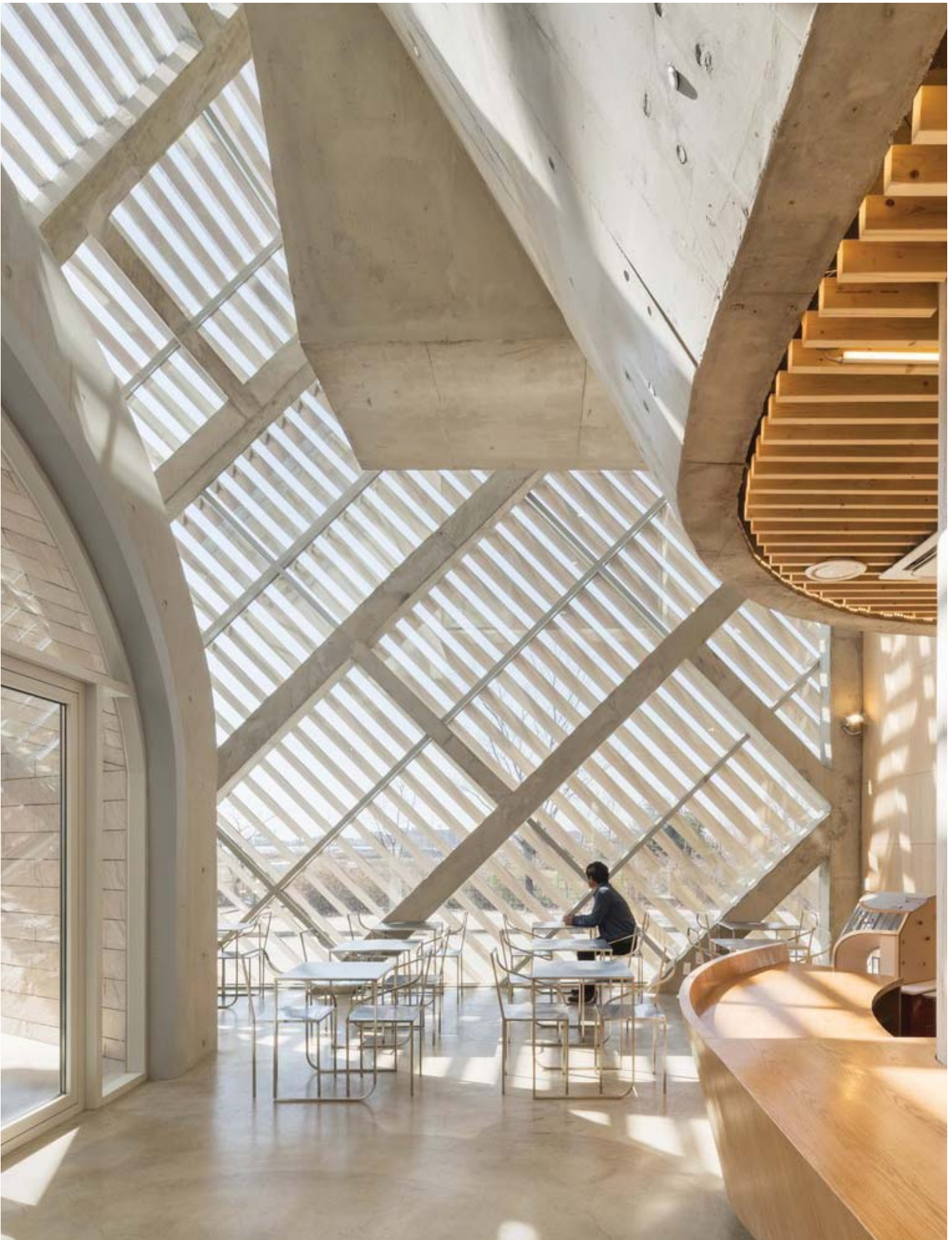


Foto 32. Luz reflejada, iluminación natural, simulación de materiales naturales en la Cafetería-Casa Louverwall, en Paju-si Corea del Sur, diseñado por AND.  
Recuperado de <https://bit.ly/3cv27sr>



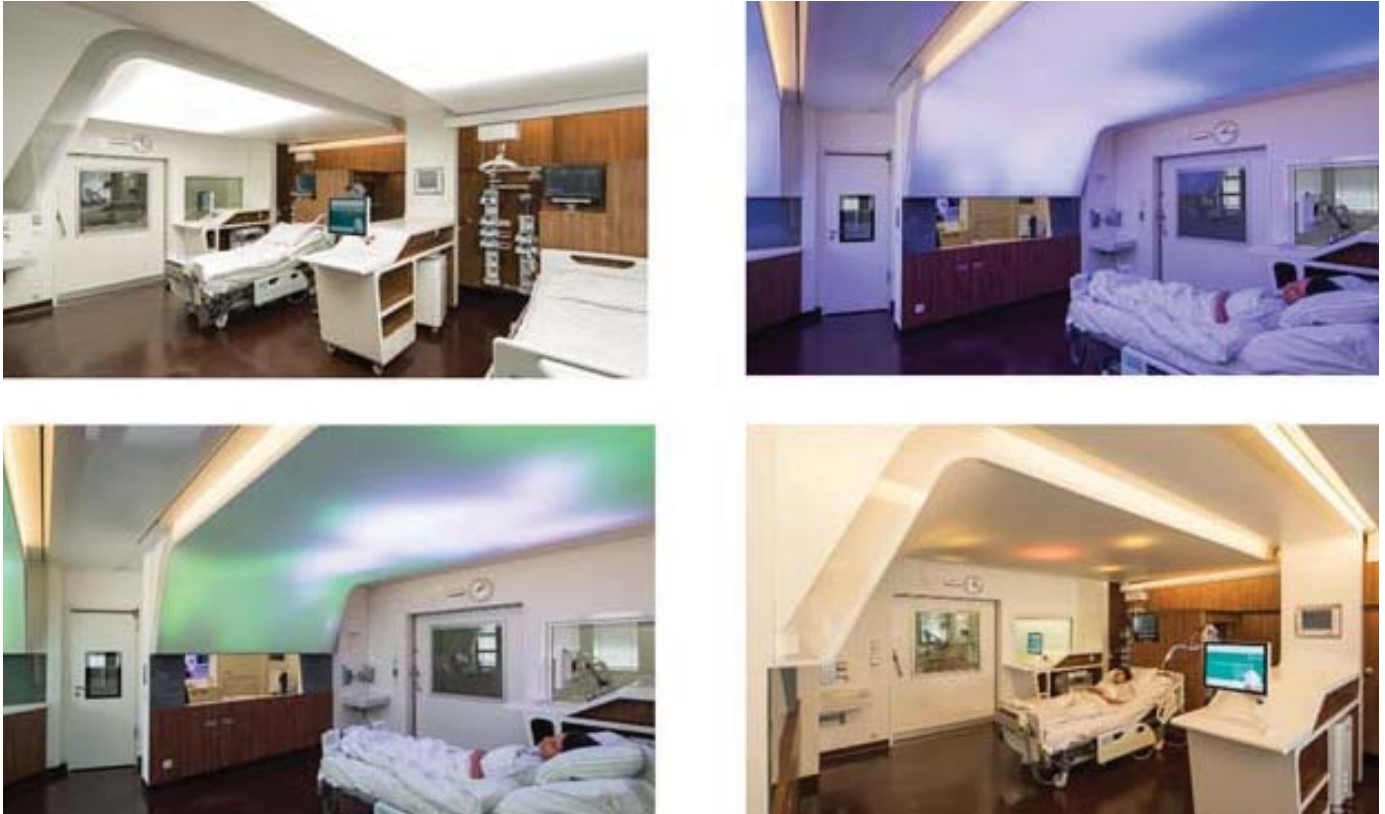


Foto 33. Juego de luz artificial para respetar los ciclos circadianos en UCI Charité Campus Virchow Clinic, en Berlín Alemania, iluminación diseñada por Sistema Philips HealWell. Recuperado de <http://bit.ly/2Ldm6kk>

Las reacciones y comportamientos humanos que se generarán al satisfacer los aspectos anteriores ayudan en gran medida para recolectar datos y generar una programación del lugar, mediante la opinión de distintos usuarios; esto se debe complementar con la historia cultural y la situación psicológica de pacientes, para no producir edificaciones homologadas. A este conjunto, que contempla la satisfacción y potencial espiritual de las personas a través de medios físicos, emocionales y mentales, se le llama *repotenciación del humano*, donde la estimulación del usuario viene impulsada por el ambiente.

Diseñar un hábitat humano, contemplando los aspectos de confort, puede estimular o inhibir comportamientos y actitudes de los individuos que están determinadas por los patrones de conducta que ha tenido durante su vida<sup>72</sup> y rodear a una persona de un ambiente saludable; además mejorará, en gran medida, el proceso de afrontamiento de la enfermedad, lo que influenciará de manera positiva la recuperación física y mental.

<sup>72</sup>Kaiser L., *Need for a Design Paradigm*. En <https://bit.ly/3arZwOg>

### 2.1.3 DISEÑO AMBIENTAL COMO MEDIDA PARA COMBATIR EL ESTRÉS HOSPITALARIO EN PACIENTES

La vitalidad psicológica de un espacio se traduce como un ambiente para la promoción de la sanación, que permita a los habitantes o pacientes obtener apoyo emocional de su entorno; este espacio permite que las personas se muevan e interactúen, libre y desinteresadamente, para que combinen sus actividades con las de los demás. Dependerá de la cantidad y calidad de los estímulos visuales e intuitivos del espacio, como las simetrías, los ritmos, los planos visuales y su relación con las conexiones físicas, que regirán las interacciones mutuas entre los elementos de diseño y la psicofisiología.<sup>73</sup> Calidad no es sinónimo de bueno, excelente o costoso, ya que ésta “consiste en estar en conformidad con los requerimientos espaciales de los que habitan”.<sup>74</sup> Esto quiere decir que se toman en cuenta las necesidades de los usuarios, y estas son plasmadas en el diseño de los espacios arquitectónicos, brindando satisfacción y tranquilidad.

La calidad de un recinto hospitalario puede ser dividida en tres categorías<sup>75</sup>: funcional, técnica y psicosocial. Los requerimientos funcionales se refieren a las dimensiones de los espacios, la ubicación, las relaciones entre servicios, así como el mobiliario, equipamiento e instalaciones. Los requerimientos técnicos se refieren a partes del edificio, estructura y materiales. Los requerimientos psicosociales se relacionan con la imagen ambiental, cooperación e interacción, privacidad y recuperación de la salud.



Foto 34. Integración de motivos botánicos, colores llamativos, privacidad e iluminación natural en el Advocate Lutheran General Hospital Cardiac Catheterization Suite, en Park Ridge, Illinois EUA, diseñado por Philips Design and Anderson Mikos Architects. Recuperado de <http://bit.ly/3anKhoE>

<sup>73</sup>Salingaros, N. (2015), *Biophilia & Healing Environments, Healthy principles for designing the built world*, pág. 33

<sup>74</sup>Pesola, K., (1996), *Quality and User Requirements in Designing a Hospital*, págs. 342-343

<sup>75</sup>Teikari, M., (1995) *Hospital Facilities as Work Environments*

El arquitecto Alfredo Roffé expone la manera en la que los edificios tienen atributos para comunicarse, de manera semántica y estética. La primera consiste en comprender al mundo exterior por medio de hábitos y costumbres establecidos; la segunda determina actitudes afectivas, como el agrado y desagrado, el gusto o el disgusto, el placer o la emoción. Cuando la personalidad de un individuo se considera abierta y sensible, tiene mayor probabilidad de que los estímulos del ambiente la influyan positiva o negativamente. Cuando la persona se encuentra constantemente expuesta a un ambiente determinado, los niveles de adaptación cambian gradualmente, familiarizándose con el tiempo a los ambientes indeseables<sup>76</sup>; en consecuencia, conocer cómo las personas interactúan con su medio físico construido inmediato, ayuda significativamente a planear y diseñar ambientes.

Craik y Zube (1976), por ejemplo, describen la manera en que la percepción de los habitantes o calidad ambiental percibida (Perceived Environmental Quality Indices, PEQI por sus siglas en inglés), podrían aplicarse al proceso de planeación.<sup>77</sup> Estas opiniones de calidad ambiental podrían emplearse para formular y definir los ambientes; los arquitectos diseñadores pueden utilizar la percepción con respecto a los impactos que producirían en los habitantes, los proyectos arquitectónicos hospitalarios para mejorar sus diseños; de igual forma, esto ayudaría a estimar los costos y beneficios potenciales del proyecto, y evaluar la necesidad de remodelar los ambientes construidos existentes.

Para lograr resultados significativos, los recintos hospitalarios deben tener cambios en la conceptualización como en el funcionamiento, ya que planificar una edificación, centrada en la conveniencia de pacientes, conlleva diseñar, identificar e integrarla a su entorno, para el bienestar y satisfacción de los habitantes.<sup>78</sup>



Foto 35. Integración de colores llamativos, privacidad parcial y no cuenta con iluminación natural en el Planned Parenthood's Diane L. Max Health Center, en Queens New York EUA, diseñado por Stephen Yablon Architecture. Recuperado de <https://bit.ly/39CmQsu>

<sup>76</sup> Roffé, A., (1985), *Las reglas del juego. Una aproximación al problema de la evaluación de proyectos de arquitectura*, págs. 73-77

<sup>77</sup> Holahan, C., *Psicología Ambiental, un enfoque general*, pág. 136

<sup>78</sup> <http://bit.ly/3j9ZHRs>

Las investigaciones respecto a la calidad de los espacios construidos que respondan a las necesidades de los usuarios, se han realizado desde hace más de 20 años.<sup>79</sup> Con base en los resultados que han obtenido los distintos investigadores, es posible sugerir que un equipamiento de salud debe satisfacer los requerimientos ambientales y funcionales, a través de una sinergia entre la arquitectura y la atención médica, en beneficio del cuidado integral de la salud.

A esta serie de conceptos, enfocados en la mejora del ambiente físico, se le ha llamado “Optimal Healing Environment”; fue acuñado por el Instituto Samueli en 2004, que propone la optimización del entorno del cuidado del paciente; esta influencia positiva del espacio en la recuperación del paciente, según estudios del “Center of Health Design”, significa una mayor satisfacción del paciente y un mejor índice de calidad percibido por los usuarios.<sup>80</sup> El Instituto Samueli define la sanación como: “[...] un proceso holístico y transformador de la reparación y recuperación de la mente, el cuerpo y el espíritu que resulta en un cambio positivo, en encontrar el significado y en el movimiento hacia la autorrealización de la totalidad independientemente de la presencia o ausencia del malestar”.<sup>81</sup>

Los principios arquitectónicos en los que se basa el *Optimal Healing Environment* o *Ambientes Óptimos de Bienestar* se describen en el cuadro siguiente:<sup>82</sup>

Tabla 6 <b>PRINCIPIOS ÓPTIMOS DE BIENESTAR</b>	
<b>1) Habitaciones individuales para pacientes</b>	Permiten un mejor control de las infecciones, reducción del ruido, mayor privacidad y un mejor apoyo familiar. Esto potencia y crea un ambiente de curación, que llevan al paciente a un estado de satisfacción.
<b>2) Control de ruido</b>	Utilizar elementos arquitectónicos que reduzcan el ruido, ayudan a mejorar el sueño, reducir las molestias, mejorar la satisfacción, reducir el dolor y el uso de analgésicos, disminuyen el estrés psicológico y fisiológico, disminuyen el agotamiento emocional.
<b>3) Luz natural</b>	Un estudio realizado en 1996 entre 174 pacientes con depresión severa, encontró que los pacientes en habitaciones soleadas tenían una estancia 2.6 días más corta que los pacientes en habitaciones oscuras.
<b>4) Conexión con la naturaleza</b>	Roger Ulrich en 1984, demostró que los pacientes que tenían visión desde sus camas hacia los jardines, tenían convalecencias más cortas y reducían la ingesta de medicamentos.

Principios arquitectónicos de los Ambientes Óptimos de Bienestar de acuerdo a la empresa British-Gypsum, principal fabricante del Reino Unido de sistemas de revestimiento interior desde hace 100 años, en su artículo *What is a healing environment?* de 2015.

<sup>79</sup> *Ospedale e habitat. Atti del Convegno internazionale di studio, in Quaderni di ospedali d'Italia Roma 1975. En Cedrés, S., (2000), Efectos Terapéuticos del Diseño en los Establecimientos de Salud.*

<sup>80</sup> <http://bit.ly/3rdg8zk>

<sup>81</sup> Sakallaris, B., MacAllister, L., Voss, M., Smith, K., Jonas, W., (2015), *Optimal healing environments*, pág. 40

<sup>82</sup> *British Gypsum, Saint-Gobain, Evidence Space, págs. 1-3*

El entorno interno de un paciente comienza en sus pensamientos, esperanzas, expectativas y creencias; a través de él, el sujeto se reconoce como un ser complejo, con múltiples dimensiones, completo en mente, cuerpo y espíritu. Entender estas cuestiones es crucial para el restablecimiento de salud y generar la sanación.



Foto 36. Vistas hacia el exterior y hacia la naturaleza, simulación de materiales naturales y texturas, iluminación natural y privacidad en el UC San Diego Jacobs Medical Center, en La Jolla California, diseñado por Cannon Design. Recuperado de <http://bit.ly/3anKhoE>

El espacio construido debe conectar al individuo con sus tres dimensiones, para promover la integridad personal y optimizar el rendimiento psicofisiológico; el paciente expresará, internamente o manifestará externamente por medio de palabras, comportamientos y/o acciones, si concibe que las intenciones del lugar coadyuvan a su sanación.<sup>83</sup> Finalmente, no se debe olvidar que el diseño del ambiente construido es un principio activo que influye directamente en las personas, condiciona sus actitudes y comportamientos, por lo que es de suma importancia tomar en cuenta que una de las principales finalidades de las edificaciones para la salud debería ser la eliminación de miedo y la separación de la vida diaria, a través de elementos arquitectónicos que coadyuvan al restablecimiento oportuno de las exigencias que conllevan las enfermedades y los trastornos psicológicos. La intención de un ambiente curativo óptimo es crear un entorno positivo que apoye para encontrar la paz, el descanso y la revitalización en un espacio caótico.<sup>84</sup>

<sup>83</sup>Sakallaris, B., MacAllister, L., Voss, M., Smith, K., Jonas, W., (2015), *Optimal healing environments*, pág. 41

<sup>84</sup>*Ibidem*, págs. 44-45

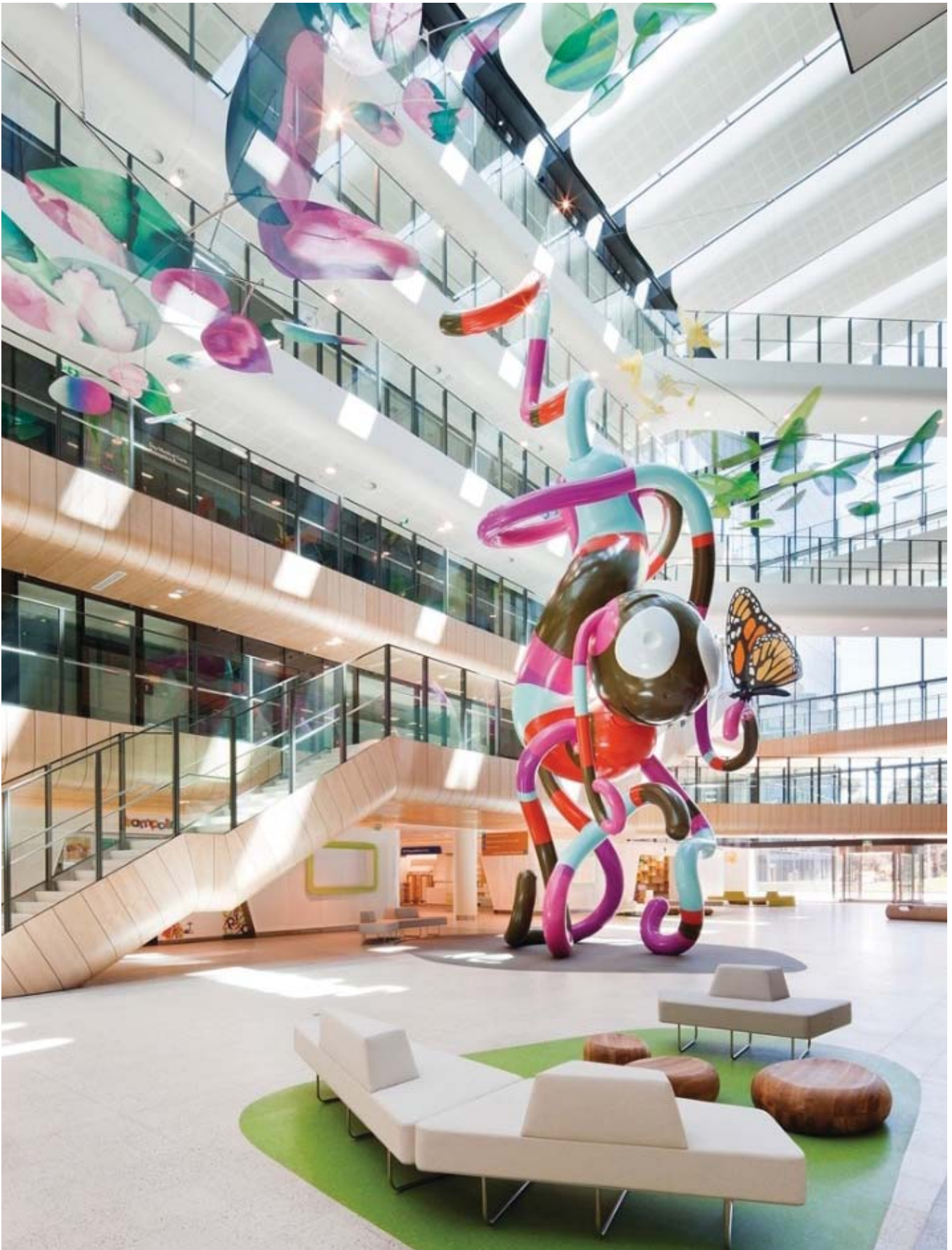


Foto 37. Motivos botánicos y animales, riqueza de información, colores llamativos y luz natural reflejada en el The Royal Children's Hospital, en Melbourne Australia, diseñado por Bates Smart y Billiard Leece Partnership. Recuperado de <https://bit.ly/3jaxcmt>

## 2.2 HUMANIZACIÓN Y HABITABILIDAD

Las cualidades humanas nos vuelven empáticos, solidarios, afectivos, comunicativos, sociales y racionales. En contraposición, aquello que deliberadamente actúa en contra de estas cualidades se considera inhumano.<sup>85</sup> Humanizar ambientes no es más que dotarlos de las características con las cuales el ser humano puede desarrollarse en ellos. En la actualidad, una de las grandes preocupaciones para los arquitectos diseñadores se concentra en generar espacios que satisfagan las necesidades físicas psicológicas y espirituales de los habitantes. La humanización de los objetos arquitectónicos se concentra en la necesidad de hacerlos dignos de las personas humanas, como un acto ético que se basa en los valores que conducen nuestra conducta. Cuando se diseñan políticas, programas, *se realizan cuidados* y se vela por la dignidad de todo ser humano, entonces se habla de humanización.<sup>86</sup>



Foto 38. Pacientes esperando ser atendidos en el Hospital de Culiacán, sin privacidad y nulo contacto con elementos naturales. Recuperado de <http://bit.ly/3tg6vBz>

La habitabilidad se entiende como la capacidad de los espacios construidos para satisfacer las necesidades objetivas y subjetivas de los individuos, en estrecha relación con los ambientes socioculturales y naturales hacia la mejora de la calidad de vida.<sup>87</sup> El concepto de habitabilidad se puede conectar fácilmente con la humanización de espacios, ya que la esencia de ambos es presentar elementos para mejorar las condiciones de vida, uso y goce de los elementos arquitectónicos. Esta construcción no solo se refiere al espacio físico donde las actividades se desarrollan, sino que involucra todas aquellas características psicológicas y de confort necesarias para el correcto desarrollo y florecimiento humano del habitador.

<sup>85</sup> <https://bit.ly/3ejYm8D>

<sup>86</sup> Bermejo, J.C., (2017), *Humanización y relación*, pág. 3

<sup>87</sup> Hoyos, J., Macías, A., Yatzin, Y., Jiménez, J.J., (2015), *Habitabilidad: Desafío en Diseño Arquitectónico*, pág. 4.



Foto 39. Privacidad, vistas hacia el exterior, iluminación natural, pero no se incluyen elementos naturales. Hospitalización Hospital Privado. Recuperado de <https://bit.ly/2MgOuTh>

Las condiciones de habitabilidad dependerán de cada usuario que viva el espacio: el “habitar el espacio habitable” resultan de como habitan mujeres y hombres ya que, a diferencia de lo que se pretende, la habitabilidad dependerá del ser humano y no podrá ser estandarizada. La habitabilidad responderá a las características específicas del usuario al cual va dirigido el espacio arquitectónico y, por lo tanto, tendrá como base un estudio y análisis de datos para un correcto desarrollo *a priori* del objeto arquitectónico; de esta manera, se convierte en una acción cuantitativa y controlable por el diseñador, quien deberá ofrecer las mejores condiciones para que los espacios funcionen, basándose en la investigación previa.<sup>88</sup>



Foto 40. Texturas naturales, colores llamativos, relación exterior-interior en el Museo de Arte al aire libre, en Hakone, Japón, fundado por Okada Mokichi. Recuperado de <http://bit.ly/3cAGIOC>

<sup>88</sup>Moreno, S. (2008), *La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida*, págs. 47-54.



### 2.2.1 HUMANIZACIÓN Y HABITABILIDAD EN LOS ESPACIOS HOSPITALARIOS

El hospital, como objeto arquitectónico, contiene al espacio físico donde se llevan a cabo los cuidados, la estabilización y el restablecimiento de la salud, que se realiza a través del personal médico que labora en el edificio y que vive el espacio de manera distinta al de los pacientes. Es necesario distinguir a los diferentes habitantes del objeto arquitectónico, ya que su habitabilidad depende directamente de las actividades que se desarrollen en él. El personal médico y administrativo del hospital lleva a cabo sus labores, viviendo día a día el edificio de salud como su centro de trabajo; ellos, a diferencia del habitador ya sea ambulatorio o con permanencia hospitalaria, acuden al edificio como parte de su rutina diaria, y por tanto tienen una percepción distinta. Con lo anterior, se sugiere un análisis que busque un correcto diseño arquitectónico que ponga atención en las necesidades de habitabilidad para los distintos habitantes.



Foto 41. Inclusión de colores llamativos, motivos naturales y animales en el The Royal London Children's Hospital, servicio de Problemas Respiratorios, en Londres, Inglaterra, espacio intervenido por el artista Miller Goodman. Recuperado de <http://bit.ly/3jfy191>



Foto 42. Inclusión de motivos naturales, simulación de materiales naturales; no se incluye iluminación natural ni vistas con el exterior. Reproductive medicine Associates, en Norwalk Connecticut EUA, diseñado por Amenta Emma Architects. Recuperado de <https://bit.ly/3pAhbZD>

A lo largo de la historia, los centros de salud han evolucionado conforme las necesidades e innovaciones de la medicina; a mediados del siglo XIX el positivismo se basaba en la razón y aplicaba el método científico, con lo cual se refutaban las prácticas medicinales del medievo, transformando el programa arquitectónico de un hospital para adecuarlo a los avances en biología y medicina.<sup>89</sup> Estos avances evolucionaron a los edificios de salud con una visión humana, cuidando y *procurando* al paciente con una perspectiva bioética, donde la salud alcanza su máximo sentido cuando se procura la mejor asistencia a una persona en estado de vulnerabilidad y dificultad para vivir de manera humana.<sup>90</sup> Hoy en día los avances tecnológicos continúan desarrollándose, y el edificio hospitalario evoluciona a la par; sin embargo, cuando los hospitales antiguos no son sujetos a intervenciones que los adecúen a la nueva tecnología, entonces disminuyen su calidad humana y quedan obsoletos, respecto a los aquellos que sí consideran las innovaciones de conocimiento para su diseño.

En México, entre 2003-2013, el número de unidades médicas públicas tuvo un crecimiento del 14%, pasando de 19,505 a 22,228 unidades<sup>91</sup>, con un crecimiento promedio anual del 1.34%. Si consideramos la construcción promedio de 270 unidades médicas anuales en el sector público, entonces podremos observar que existe una base cuantitativa de oportunidades para buscar un diseño humano, que favorezca tanto a la población usuaria del servicio, como la plantilla laboral de estas unidades.

<sup>89</sup> González, M.L., (2007), *Los hospitales del porfiriato*, págs. 65-69

<sup>90</sup> Andino, C.A., (2015), *Bioética y humanización de los servicios de salud*, págs. 38-64

<sup>91</sup> Dirección General de Información en Salud <https://bit.ly/3n7yRv3>



Foto 43. Luz como forma que respeta los ciclos circadianos en el Advocate Lutheran General Hospital Cardiac Catheterization Suite, en Park Ridge, Illinois, por Phillips Design and Anderson Mikos Architects. Recuperado de <http://bit.ly/3arSEj0>

Para poder dotar de espacios habitables y humanos será necesario entender que estas características son *resultado de un análisis socio-cultural, psicológico, técnico y de funcionamiento* en los recintos hospitalarios, entendiendo a los grupos de habitantes y diferenciando sus necesidades, con el fin de interpretar los resultados obtenidos de la investigación para plasmarlos en el diseño, con base en los nuevos conocimientos y desarrollos en los campos multidisciplinarios que comprenden al ser humano como un ente global, con necesidades a satisfacer en ámbitos tan diferentes pero tan interconectados como los sociales y médicos.

Como ejemplo de las aseveraciones anteriores, a mediados del siglo pasado se instauró en México la corriente funcionalista, representada en gran medida por el Arq. José Villagrán quien, en 1929, diseñó y desarrolló el proyecto del sanatorio para tuberculosos en Huipulco, dentro de lo que ahora se conoce como la zona de hospitales de Tlalpan, en Ciudad de México. El sanatorio para tuberculosos fue un diseño arquitectónico útil, económico, y con un claro enfoque en los usuarios, ya que cuenta con grandes espacios habitables, amplios jardines, vanos de gran tamaño que permiten la entrada de luz natural, y materiales duraderos y de vanguardia para la época, como el concreto armado con texturas rugosas. Fue diseñado con la tipología de pabellones, la cual procuraba una arquitectura que fomentará ambientes de recuperación, la estancia era más humanizada y optimizaba los recursos naturales.

El sanatorio fue construido y equipado en un plazo de 6 años, y claramente respondía a las necesidades y conocimientos que la técnica había desarrollado a la época.<sup>92</sup> El funcionalismo es una corriente que se basa en dotar a los elementos arquitectónicos de espacios que respondan a las necesidades de la manera más eficaz posible; esta perspectiva de diseño ha sido tergiversada a lo largo de los años, y poco a poco su esencia se ha modificado, al grado de que la arquitectura y, en este caso, los hospitales pierden de vista que el ser humano es un ser integral que responde a los estímulos que a nivel perceptivo se le someta.



Foto 44. Sanatorio para Tuberculosos, en Huipulco Tlalpan, CDMX, , diseñado por José Villagrán García. Recuperado de <https://bit.ly/2YDlxDj>

<sup>92</sup> <https://bit.ly/2MJi17N>

## 2.2.2 EJEMPLOS DE HOSPITALES HUMANIZADOS

En las Normas Oficiales Mexicanas se indica que la atención médica debe ser brindada con un enfoque integral<sup>93</sup>; las necesidades de habitabilidad y confort aunque son tomadas en cuenta dentro de este enfoque, falta trabajo por hacer dentro del sistema público, para alcanzar la importancia que los pacientes tienen en otras latitudes.



Foto 45. Integración de espacios abiertos y contacto con la naturaleza, en el Hospital Regional General del IMSS, en Orizaba, México. Recuperado de <https://bit.ly/3gwpZOH>

El diseño de hospitales mexicanos podría tener una base en investigaciones sobre las necesidades de los habitantes, que no solo deben ser atendidas desde el punto de vista de curar el cuerpo, sino también en la atención sobre la percepción que el paciente tiene respecto del espacio en el cual se desarrolla y que, al ser atendido, podrá tener repercusiones positivas o en su caso negativas en la salud del habitador, ya sea el paciente, familiares o el personal que labora en el edificio de salud.

La tendencia de las firmas mundiales va por considerar en sus diseños de centros hospitalarios al usuario: innovando y desarrollando sus propuestas con nuevos materiales, técnicas e información obtenida de equipos multidisciplinarios, con el fin de atender en primera instancia al paciente en sus distintas esferas de necesidad. Despachos como Stantec Inc, buscan transformar los espacios de atención a la salud para que sean parte del proceso; diseñan lugares vitales, que sean eficientes, hermosos y tecnológicamente robustos, que optimicen la experiencia y bienestar del paciente, su familia y el personal médico.<sup>94</sup> Ejemplos tales como: el “South West Acute Hospital”, el “Cleveland Clinic Taussig Cancer Center” y el “Florida Hospital for Women” demuestran que uno de los principales ejes de diseño para este tipo de firmas es el paciente, su entorno y la manera de relacionarse con el espacio diseñado.

<sup>93</sup> <https://bit.ly/2MsOGif>

<sup>94</sup> <https://bit.ly/3v7STbG>



Foto 46. Jardines exteriores y conexión con la naturaleza en el South West Acute Hospital, en Enniskillen Irlanda del Norte, diseñado por Stantec. Recuperado de <http://bit.ly/2NMIaTF>

Como primer ejemplo, el *South West Acute Hospital* está situado a 142 kilómetros al suroeste de Belfast en Irlanda del Norte y finalizado en mayo de 2012. Tuvo una inversión de 276 millones de libras y es el primer hospital adjudicado en régimen de colaboración entre el sector público y privado en el país, el cual fue otorgado a FCC Construcción y se enmarca dentro de un amplio programa de inversión para la mejora de la infraestructura hospitalaria en Reino Unido.

*El edificio hospitalario cuenta con 315 camas distribuidas al cien por ciento en habitaciones individuales en una superficie de más de 60,000 m<sup>2</sup>. También se incluye un edificio para el alojamiento de trabajadores, edificio con guardería y oficinas y un centro de gestión de la demanda energética lo que le convierte en uno de los hospitales más modernos de Europa en cuanto a eficiencia energética y diseño. Su diseño, formado por tres bandas o líneas de bloques, separadas por jardines lineales y patios, permiten la optimización del uso de luz natural llegando al 95% de las habitaciones; y de la ventilación, además de facilitar una constante relación visual con el entorno. El gran reto de la instalación, recae en sus 1.486 m<sup>2</sup> de superficie destinados al abastecimiento energético del hospital que ha conseguido un ahorro de las dos terceras partes del consumo del centro. La elección de materiales naturales como la piedra y la madera y la cooperación con artistas locales hacen de este hospital un lugar idóneo para la recuperación del paciente.*<sup>95</sup>

<sup>95</sup> <https://bit.ly/3auaRNJ>

En segundo lugar, el *Cleveland Clinic Taussig Cancer Center*, ubicado en Ohio, cuenta con 350,244 m<sup>2</sup> y fue diseñado por el *William Rawn Associates, Architects, Inc.* El edificio de siete niveles fue diseñado tomando en cuenta la experiencia y la empatía, basándose en los comentarios de un grupo de antiguos pacientes de cáncer que denotaron lo que haría que su experiencia fuera lo más ideal, acogedora y curativa posible. Las características del Centro de Cáncer incluyen: 126 salas de examen y 98 salas de tratamiento, suites privadas para quimioterapia a lo largo de lado norte del edificio, con ventanas del tamaño del entrepiso que tienen vista hacia un jardín arbolado, genética y pruebas genómicas. Más allá de los servicios clínicos, el primer piso de la instalación albergará servicios de apoyo críticos destinados a reducir el estrés psicológico del cáncer, estos servicios incluyen: espacios de arte y musicoterapia, un centro de bienestar para servicios estéticos, zona privada de ajuste de prótesis, un área espiritual para la oración o la meditación, entre otros.<sup>96</sup>



Foto 47. Vistas hacia el exterior e iluminación natural en el Cleveland Clinic Taussig Cancer Center, en Ohio EUA, diseñado por William Rawn Associates. Recuperado de <https://bit.ly/36vIPAr>

<sup>96</sup> <https://cle.clinic/2RIamJk>

Como tercer ejemplo, podemos referirnos al *Hospital de la Mujer en Florida*, con un total de 3700 m<sup>2</sup> construidos, este fue diseñado por Stantec & HKS, terminado en el año 2016 y se compone de 12 pisos con 336 camas, incluyendo 18 habitaciones para pacientes de alto riesgo, 54 habitaciones postparto, unidad de cuidados intensivos neonatales con 84 camas, 14 suites de parto y 3 suites de cesárea. Este hospital tiene el propósito de promover la curación, con un sentido de pertenencia e inspiración centrado en el paciente y sus necesidades. En muchas ocasiones un diseño hospitalario, cuyo centro sea la función, puede pasar por alto la experiencia del paciente, causando estrés y afectando el proceso de la curación.<sup>97</sup>



Foto 48. Colores llamativos, luz como forma, iluminación natural difusa y simulación de materiales naturales en el AdventHealth Hospital for Women, en Orlando EUA, diseñado por HKS Architects. Recuperado de <http://bit.ly/2YzhGHk>

<sup>97</sup> <https://bit.ly/32yBHju>



Es interesante ver como estos hospitales, muestran una tendencia para los recintos hospitalarios al recabar el punto de vista de los habitantes y, con los resultados obtenidos, se incorpora al diseño elementos basados en la naturaleza y se diseñan ambientes tranquilos, iluminados, abiertos, con texturas naturales y con paletas de colores relajantes, para reinventar la experiencia del paciente y cambiar el paradigma sobre la percepción de los espacios en los centros de salud.

La habitabilidad es el elemento clave de la arquitectura; es donde se diferencia de las demás bellas artes, e indica que los espacios deben ser habitados por y para el usuario; sin embargo, habitar no solo hace referencia a que las actividades puedan ser desarrolladas físicamente dentro de las obras arquitectónicas, sino que, al llevar a cabo estas actividades, el usuario se apropie del espacio y éste se convierta en una herramienta y no en un obstáculo para desarrollarlas. Es por lo anterior que la habitabilidad y calidez de los hospitales tiene importancia, ya que, si los edificios tienen un diseño basado en el usuario, entonces el espacio podrá ser una herramienta que ayude a restablecer la salud, disminuir el estrés al cual se somete el paciente por la incertidumbre y preocupación.

Cabe resaltar que los pacientes, cuya salud está deteriorada, no son los únicos que transitan por las unidades médicas; también lo hacen aquellos familiares que los acompañan, y el personal que ahí labora. Estos habitantes viven los diferentes espacios a su manera y con sus propias necesidades; por lo tanto, deberán ser tomados en cuenta, con el *objetivo de diseñar un centro de salud humanizado y con características de habitabilidad enfocadas en la percepción, que sirvan para el fin último de la arquitectura hospitalaria: mejorar la salud.*



Foto 49. Árboles mecidos por el viento. Recuperado de <https://bit.ly/2QiU49y>

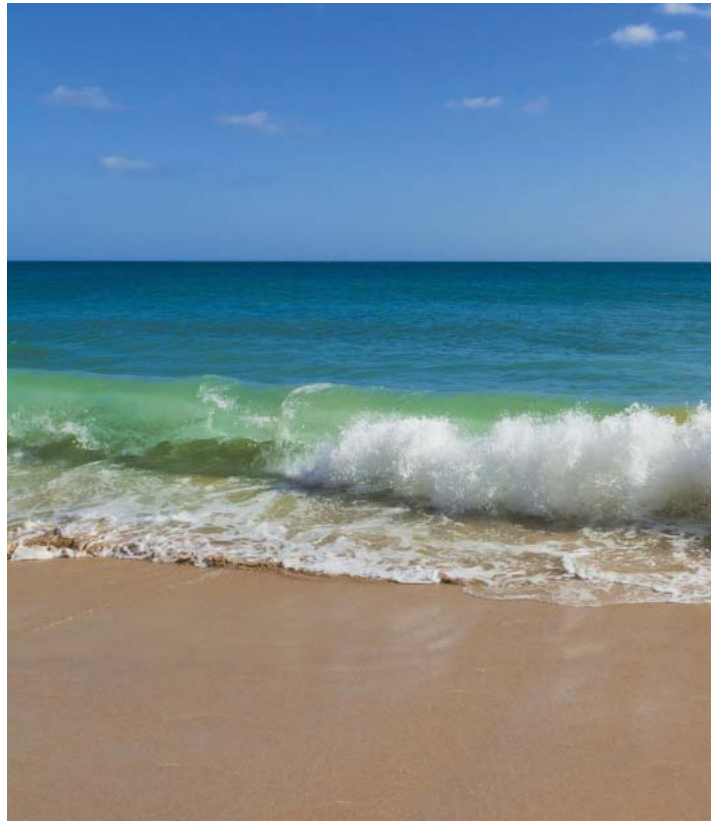


Foto 50. Olas rompiendo en la playa de Gulf Islands National Seashore. Recuperado de <http://bit.ly/36ynpS6>

## 2.3 BIOFILIA

El concepto de biofilia ha sido definido, por un lado, desde el punto de vista psicológico y moral por Erich Fromm, y por otro desde el campo de la biología, por Edward O. Wilson.

El primero de los nombrados detalla la biofilia en su libro “El corazón del hombre” (1984), *para Fromm esta no está constituida por un aspecto único, sino que conlleva un camino definido que se manifiesta en las actitudes, gestos, procesos corporales de la persona que ama la vida y todas sus manifestaciones.*<sup>98</sup> Por su parte, el biólogo y entomólogo estadounidense Edward Osborne Wilson, introdujo esta noción en 1984 en su libro: *The Biophilia Hypothesis*, donde describe y explora *la necesidad de conexión de los seres humanos con el entorno natural, por la afinidad innata por todo lo viviente, el sentido con la naturaleza y la vinculación emocional con otros sistemas vivos, con el hábitat y con el entorno.*<sup>99</sup>

La biofilia nos ayuda a explicar por qué nos cautivan las olas del mar tocando nuestros pies o el viento moviendo la copa de los árboles; por qué nos revitaliza caminar por un jardín, parque o bosque; por qué nos sorprendemos al observar los colores de un atardecer o ver las estrellas en el cielo de la noche.<sup>100</sup>

<sup>98</sup> Fromm, E. (1984). *El corazón del hombre*, pág. 179

<sup>99</sup> Kellert, S. R. Y Wilson, E. O. (1993). *The Biophilia Hypothesis*. Washington, D. C.: Island Press.

<sup>100</sup> Browning, W.D., Ryan, C.O, Clancy, J.O. (2017). *14 Patrones de Diseño Biofilico*, pág. 4

Por más de 3 décadas, distintos investigadores han trabajado para definir los atributos de la naturaleza, que impactan y satisfacen nuestros sentidos y bienestar. El psicoanalista Erich Fromm definió el término a partir de su exploración de lo que define a la humanidad, este estado de conciencia separa al hombre de la naturaleza, y lo sumerge en ansiedad y conflicto; al buscar una solución a estos problemas, el hombre tiene dos caminos: el regresivo del narcisismo, simbiosis, violencia y necrofilia, o un camino de altruismo, libertad y biofilia, definida como el amor a la vida y a sus procesos.<sup>101</sup>

Edward O. Wilson retomará y profundizará el concepto desde la biología evolutiva o de la ecologización de la ciencia<sup>102</sup> definió el término *biofilia*, como la “[...] tendencia innata de todos los seres humanos de sentirse identificados con la naturaleza”<sup>103</sup>, la “afiliación emocional innata de los seres humanos a otros organismos vivos”<sup>104</sup>, o “*afinidad innata que los seres humanos tienen con otras formas de vida*, una afiliación evocada, según las circunstancias, por el placer, por un sentido de seguridad, o por el temor, o incluso por la fascinación mezclada con la repulsión”.<sup>105</sup> Wilson, en colaboración con el ecologista Stephen Kellert, desarrollaron la hipótesis de que esta conexión por la naturaleza es esencial para el bienestar humano urbano moderno, más allá de solo un sustento o un ornato; sugirieron que los humanos están diseñados anatómicamente para responder positivamente a la naturaleza, lo que ayuda con los procesos intelectuales, emocionales y espirituales.

*A partir de lo anterior, propusieron los 9 valores principales que se relacionan con la biofilia, que involucran aspectos de la personalidad y la conducta respecto al medio que nos rodea<sup>106</sup>: a) naturalista: agrado por la naturaleza, b) científico-ecologista: buscar el conocimiento acerca de la naturaleza, c) estético: la naturaleza desde una perspectiva bella, armoniosa y equilibrada, d) simbólica: la naturaleza como elementos representativos y análogos, e) humanista: apego emocional a los seres vivos, para protegerlos, f) moralista: responsabilidad con la naturaleza y su conservación, g) negativista: supervivencia a través de las emociones negativas, h) dominador: modificación del entorno natural para el beneficio del hombre y, por último, i) utilitarista: ver a la naturaleza solo como fuente de recursos.*

Entonces agregar elementos naturales al entorno donde vivimos y donde desarrollamos nuestras actividades, es una tendencia humana universal; el comportamiento es una respuesta a la cualidad biofílica de la mente humana, ya que los resultados de la conexión con la naturaleza son positivos para la cognición y las emociones: esto tiene un impacto sustancial en la reducción del nivel de estrés, la salud y el bienestar.<sup>107</sup> Aún con la evolución del ser humano y sus actividades, la presencia de plantas tiene un impacto benéfico en el cerebro, ya que estamos diseñados y adaptados para vivir en un entorno verde.

Aunque hemos asumido ajustes en nuestro modo de vida natural que no son del todo dañinos, sobre todo los que han mejorado la calidad de vida, hay otros que han empeorado la salud física y psicoespiritual del ser humano, y se denominan “discordias”: estos tienen un impacto negativo en la vida de las personas, les causan estrés y patologías mentales, al menos en individuos susceptibles. Además, las desviaciones que hemos tenido, a partir del cambio en el modo de vida, se denominan desajustes.<sup>108</sup>

<sup>101</sup> Krčmářová, J., (2009). *The Biophilia Hypothesis of Edward O. Wilson*

<sup>102</sup> Krčmářová, J., (2009). *The Biophilia Hypothesis of Edward O. Wilson*

<sup>103</sup> Wilson, E., (1984), *Biophilia*, pág. 1

<sup>104</sup> Wilson, E., Kellert, S., (1993) *The biophilia hypothesis*, pág. 31

<sup>105</sup> Wilson, E., Kellert, S., (1994), *Naturalist* pág. 360

<sup>106</sup> Sánchez, M., De la Garza A. (2015), *Biofilia y emociones: su impacto en un curso de educación ambiental*, pág. 9

<sup>107</sup> Grinde, B., Grindal, G., (2009), *Biophilia: Does Visual Contact with Nature Impact on Health and Well-Being*, pág. 2333

<sup>108</sup> Eaton, S.B., Konner, M., Shostak, M. (1988), *Stone agers in the fast lane: Chronic degenerative diseases in evolutionary perspective*, 739-749.



Foto 51. Colores en el atardecer. Recuperado de <https://bit.ly/3sI3qsM>



Foto 52. Noche estrellada. Recuperado de <https://bit.ly/3gr1QZv>



Foto 53. Nulo contacto con la naturaleza en la Ciudad de Sao Paulo. Recuperado de <http://bit.ly/2YyLzb1>

*alcanzar fatiga mental; en contraposición, los entornos naturales que dotan de una posibilidad de atención sin esfuerzo, ofrecen la oportunidad de restaurar la capacidad mental al influir en el subconsciente porque, aunque los objetos naturales no se encuentren en el campo de visión, pueden influenciar al sujeto.*

En 2006 se realizó una conferencia en Rhode Island, E.E.U.U., donde se reunieron académicos de distintos sectores para tratar el tema de la Hipótesis de la biofilia y la aplicación de sus beneficios en el diseño urbano y la arquitectura. Como resultado, se publicó el libro seminal: *“Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life”*, que establece las bases interdisciplinarias para un enfoque de diseño biofílico del entorno construido.



Foto 54. Diseño biofílico en oficinas. Recuperado de <http://bit.ly/3cxJKmV>

Cualquier órgano puede ser susceptible de discordias, pero el cerebro humano es más vulnerable a la ausencia de elementos naturales debido a su complejidad, ya que requiere una maduración sustancial después del nacimiento, y esta ocurre a partir de estímulos ambientales naturales. Esta vulnerabilidad explica por qué los trastornos mentales son el principal problema de salud de la población occidental.<sup>109</sup>

Por otro lado, existe una teoría que habla acerca de la restauración de la atención por medio de la naturaleza (ART por sus siglas en inglés)<sup>110</sup>: indica que, *si un sujeto centra su atención en tareas extenuantes y se relaciona con factores ambientales perturbadores, puede*

<sup>109</sup> Grinde, B., Grindal, G., (2009), *Bhiophilia: Does Visual Contact with Nature Impact on Health and Well-Being*, pág. 2334

<sup>110</sup> Kaplan, R., Kaplan, S., (1989) *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. Cambridge University Press: Cambridge, UK

### 2.3.1 DISEÑO ARQUITECTÓNICO BIOFÍLICO PARA LA MEJORA DEL AMBIENTE Y SU APLICACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE ESTRÉS EN PACIENTES.

#### Orígenes

Dentro de la evolución de los primeros hospitales en Europa fueron enfermerías en comunidades monásticas, en las cuales un jardín o un espacio verde se consideraba una parte esencial del medio construido, ya que apoyaba al proceso de sanación. En la Edad Media, los jardines eran considerados dentro de los claustros de los monasterios que funcionaban como hospitales; los pacientes podían descansar en un pórtico cubierto o en el patio, que tenía jardines, y existían senderos de recuperación.<sup>111</sup> De hecho, en las *Notas sobre Hospitales (1863)* Florence Nightingale (1820-1910) apuntó que era fundamental incluir en los hospitales el aire libre, los jardines con flores y la iluminación natural.<sup>112</sup> Estas pautas higiénico-arquitectónicas expuestas ya en el siglo XIX marcaron largamente el quehacer constructivo de las instituciones médicas.

Por ejemplo, el hospital de Santa Creu i Sant Pau, diseñado y construido por el arquitecto Lluís Domènech i Montaner entre los años 1902 y 1930, fue conceptualizado para formar un conjunto de pabellones alrededor de un amplio jardín. En esta época, el concepto de hospital-jardín era nuevo y no se tomaban en cuenta los espacios abiertos para el uso y bienestar de los enfermos. Su objetivo fue dotar de un ambiente agradable y optimista que permitiera a los pacientes y familiares, mejorar su estado de ánimo, además de que la vegetación ayudaba a purificar el aire y crear un espacio libre de infecciones.<sup>113</sup>

Además, entre los siglos XVIII y XIX, se usaron los espacios exteriores en los sanatorios para enfermos mentales, y se utilizaron la jardinería y agricultura como terapia. Otra estrategia similar empleó entre los siglos XIX y XX, para crear los hospitales especializados en tratamientos de la tuberculosis; las camas tenían ruedas para permitir el traslado de los pacientes cerca de los jardines, para tomar el sol y aire puro.<sup>114</sup> Anteriormente, esta conexión innata con la naturaleza se veía reflejada en los diseños y materiales empleados en la arquitectura; en algunos casos se utilizaban patrones y espacios que imitaran a la naturaleza, con proximidad cercana pero siempre respetuosa al entorno natural.<sup>115</sup>

<sup>111</sup> Grinde, B., Grindal, G., (2009), *Biophilia: Does Visual Contact with Nature Impact on Health and Well-Being*, pág. 2333

<sup>112</sup> <http://bit.ly/3cveJKmV>

<sup>113</sup> <http://bit.ly/3r7gnM6>

<sup>114</sup> Mulé, C., (2015), *Jardines terapéuticos*, pág. 141

<sup>115</sup> Grinde, B., Grindal, G., (2009), *Biophilia: Does Visual Contact with Nature Impact on Health and Well-Being*, pág. 2338



Foto 55. Jardines interiores del Hospital de Jesús, antes nombrado Hospital de la Purísima Concepción y Jesús Nazareno, CDMX, México. Recuperado de <http://bit.ly/3j8BqLo>



Foto 56. Integración de naturaleza en el conjunto del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, en Barcelona, España, diseñado por Lluís Domènech i Montaner. Recuperado de <http://bit.ly/2NWWHfM>

## Actualidad

Las sociedades contemporáneas se encuentran continuamente en proceso de urbanización, y las cifras mundiales de población urbana dan cuenta de ello. En 1800, según cálculos estimados, únicamente un 3% de la población mundial vivía en ciudades. En 1900, después de un siglo de intensa industrialización, los habitantes urbanos eran un 13%; en 1960, un 27% y, en 1980, el 33%. Según la ONU, para el siglo XXI más de la mitad de la población vive en ciudades. En el año 2000, el 47% de la población mundial se encontraba transitando hacia un estilo de vida urbano, pero una década después, en 2011, el 52% ya vivía en ciudades.<sup>116</sup> De acuerdo con un estudio reciente se pronosticó que para el 2030, una nueva área de 1.2 millones de km<sup>2</sup> del tamaño de Sudáfrica, se desarrollará para uso urbano, donde se están diseñando ciudades del futuro a una escala épica.<sup>117</sup>

Aunque se ha argumentado que las formaciones urbanas son un profundo deseo de interacción, llamándolo “la quinta esencia humana”, la verdad es que, con más frecuencia, se vuelven inhumanas. El advenimiento del Homus Urbanus y las cifras anteriores, hablan de cómo la humanidad ha perdido esa visión biofílica. Los avances en la tecnología y la industria de la construcción proporcionaron medios para mecanizar los edificios y el diseño e influyen, en gran medida, en la salud mental y actitudes de la población. Salingaros y Madsen (2008) señalan que el entorno contemporáneo ha vuelto abstracto al ser humano y libre de esa conexión directa con la naturaleza, vive como “[...] un pasajero inerte en un mundo fundamentalmente estéril y no interactivo”.<sup>118</sup> Estas nuevas sociedades han sido capaces de olvidar la necesidad de convivir con la naturaleza, para modificar el medio ambiente y adaptarlo a sus necesidades, desconectándose del mundo natural, creando ciudades y entornos que no son adecuados para la salud mental y el bienestar.



Foto 57. Oficinas sin contacto directo o indirecto con naturaleza y mínima iluminación natural. Recuperado de <http://bit.ly/2L8pJI6>

<sup>116</sup> <https://bit.ly/3tCUMGM>

<sup>117</sup> McDonald, R.L., Bealley, T., Elmqvist, T., (2018), *The green soul of the concrete jungle: the urban century, the urban psychological penalty, and the role of nature*, pág. 1

<sup>118</sup> Salingaros N.A., Madsen K.G., (2008) *Neuroscience, the natural environment, and building design*. In: Kellert S.R., Heerwagen J.H., Mador M.L., editors. *Biophilic Design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life*, pág. 65



Desde el siglo XIX, se originó el fenómeno llamado “multa psicológica urbana” o denominado en inglés como “the urban psychological penalty”, el cual surgió en el estudio de la demografía inglesa y fue atribuido para describir como los habitantes de las ciudades tenía una esperanza de vida más corta que los habitantes de las zonas rurales, esto a raíz de enfermedades transmisibles como la tuberculosis. Ya en el siglo XX McGranaham *et.al.* (2007), formularon la llamada “Transición Ambiental Urbana” (UET por sus siglas en inglés) donde argumentan que las ciudades enfrentan desafíos ambientales por etapas. El primer desafío fue dotar a los vecindarios, de agua potable y eliminar residuos humanos. En segundo lugar, la preocupación estaba enfocada en la calidad del aire. Finalmente, las ciudades comenzaron a pensar de forma global en cuestiones como la lluvia ácida. En todas estas etapas, las ciudades han encontrado la forma de resolver los problemas de salud, sin embargo, el problema comienza cuando desplazan la carga ambiental en otros lugares fuera del centro de la ciudad. A pesar de esto, gracias a los avances tecnológicos y médicos, la multa de salud urbana ha desaparecido en su mayoría, ya que las tasas de mortalidad son menores para los habitantes urbanos en comparación a los habitantes de las zonas rurales.

Sin embargo, aún prevalecen dos aspectos importantes de la “*multa de salud urbana*”, a raíz del contacto constante con las ciudades. En primer lugar, la obesidad y la comorbilidad relacionada a ésta, la cual está asociada a los ingresos monetarios mayores que se presentan en las ciudades, por lo cual existe una mayor ingesta de alimentos ricos en calorías y menos actividad física, lo que hace que las personas sean sedentarias, en comparación de las zonas rurales.



Foto 58. En los llamados Pueblos jóvenes de en Lima Perú no se aprecia el contacto con la naturaleza pero si la adaptación de las viviendas a su contexto geológico. Recuperado de <https://bit.ly/3oFXMFs>

Los aspectos de salud mental, más persistentes en las zonas urbanas que en la rurales. Estos términos, son explicados desde tres causas posibles: en primer lugar, las ciudades tienen una mezcla poblacional, percibiéndose como hacinamiento; en segundo lugar, la “urbanidad” puede romper la cohesión social, donde los miembros de una sociedad no cooperan con el fin de sobrevivir y prosperar; y, en tercer lugar, como se mencionó anteriormente, el estrés ambiental, originado por el ruido constante y mayor estimulación artificial visual.<sup>119</sup>

Aunado a todo lo anterior, actualmente los habitantes están viviendo en ambientes con bajos niveles de exposición a la naturaleza, por lo tanto, están en riesgo de la multa psicológica urbana y está no será fácil de solucionar construyendo aún más edificios; la naturaleza puede hacer que las ciudades sean más humanas, de acuerdo con las necesidades de bienestar y felicidad, no solo vista como una amenidad sino como un requisito para crear ambientes contruidos funcionales y saludables.<sup>120</sup> Beatley (2011) afirma que: “[...] *necesitamos una dosis diaria de naturaleza*”, lo que significa que debe estar contemplada en cada rincón de los edificios construidos, para no separar a las personas de un ambiente natural, ya que este desajuste ha llevado a muchos a los problemas de estrés, depresión, ansiedad, violencia, etc.<sup>121</sup>

En el periodo comprendido entre 1950 y 1990, la conexión entre los jardines y la medicina quedó obsoleta, debido al avance de tecnología la medicalización de las técnicas de curación perdiéndose el interés por dotar a los espacios hospitalarios de un ambiente natural. Este “movimiento” llamado “International style”, produjo edificios hospitalarios semejantes a torres de oficinas, con ventilación e iluminación artificial; funcionaban como empresas, donde la ganancia económica era la prioridad, y no existía contacto con el exterior y los alrededores eran utilizados como cuartos de máquinas o estacionamientos, con lo cual se perdió la empatía con el paciente.<sup>122</sup>



Foto 59. Nula integración de la naturaleza al exterior del Hospital Militar “Dr. Carlos Arvelo” Caracas, Venezuela. Recuperado de <https://bit.ly/32xgmH5>

<sup>119</sup> McDonald, R.I., Beatley, T., Elmqvist, T., (2018). *The green soul of the concrete jungle: the urban century, the urban psychological penalty, and the role of nature*, pág. 4-6

<sup>120</sup> *Ibidem*, pág. 8

<sup>121</sup> Burns G (2005) Chapter 16: *Naturally happy, naturally healthy: The role of the environment in wellbeing*. págs.425-429.

<sup>122</sup> Mulé, C., (2015), *Jardines terapéuticos*, pág. 140

Solo hasta después de 1990, en Estados Unidos surgió nuevamente la preocupación por el paciente, y se creó el movimiento “*Patient Centered Care*”; desde este punto de vista, se considera que los ambientes hospitalarios construidos pueden influir psicológicamente en los habitantes, lo cual conduce a construir edificios de salud más acogedores y familiares.<sup>123</sup> Como consecuencia, en las últimas décadas, se han llevado a cabo investigaciones sobre los efectos terapéuticos de la naturaleza y su inclusión en los entornos interiores hospitalarios.



Foto 60. Integración de motivos botánicos por medio de una celosía, simulación de colores y materiales naturales en Il Giardino Terapeutico del Dipartimento Scienze Salute della Donna e del Bambino, en Fondazione Policlinico Universitario A. Gemelli, en Roma, Italia, diseñado por Simona Totaforti y Laura Pesarin. Recuperado de <https://bit.ly/3dz9oru>

<sup>123</sup> <https://bit.ly/32wfFOy>

## Características curativas de la biofilia

El efecto biofílico tiene propiedades que influyen en los estados fisiológicos, psicológicos y cognitivos de los individuos, siendo esto una extensión de la conexión con la naturaleza. Se puede aplicar o utilizar de distintas maneras: como patrones, formas, materiales, símbolos, espacios, colores, etc., que evoquen respuestas similares a lo natural. El contacto con la naturaleza no tiene que ser precisamente visual o multisensorial activo como caminar, correr, hacer jardinería, etc., también puede ser pasivo como ver posters, fotografías, pantallas, libros, etc. Alexander (1997) sostuvo, en su libro *“Pattern Language”*, que el lenguaje propio de los patrones “puede ayudar a que la gente se sienta viva y humana” ya que esta conexión primitiva, que se tiene con la naturaleza, ayuda a saciar la experiencia de bienestar.<sup>124</sup>

Ya en el siglo XII, la monja benedictina Hildegard von Bingen, escribió un texto en el cual manifestó los beneficios y efectos de las plantas silvestres, a los que denominó “energía verde”.<sup>125</sup> Estas aproximaciones se consolidaron siglos más tarde, con el avance de la medicina moderna: hoy en día se conoce que las plantas tienen una comunicación directa con el sistema inmunitario y con el inconsciente, y no necesariamente a través del tacto, sino a partir del envío y recepción de información por medio de partículas, compuestos orgánicos y sustancias químicas, llamadas “terpenos”.<sup>126</sup>

La primera prueba de lo anterior, basada en experimentación controlada, fue publicada por Roger Ulrich en 1984. En este experimento, la mitad de algunos pacientes tenían una gran ventana que daba hacia una pared, mientras que la otra mitad podían ver un paisaje con árboles a través de una ventana.

<sup>124</sup> Alexander, C., (1977), *A pattern language: towns, buildings, construction*, pág. 12

<sup>125</sup> Arvay, C., (2016), *El efecto biofilia*, pág. 25

<sup>126</sup> *Ibidem*, pág. 31



Foto 61. Integración de arte y Sky Ceiling en UCI, Clínica INDISA, Universidad Andres Bello, en Santiago de Chile, diseñado por Nicole Guitriot y Javiera Zuñiga. Recuperado de <https://bit.ly/3tg7xxr>



Foto 62. Vasto contacto con distintas especies de naturaleza en Amazon Spheres, en Seattle EUA, diseñado por NBBJ. Recuperado de <https://bit.ly/2P5lyPi>

Todas las personas del experimento se sometieron al mismo tipo de cirugía, y la investigación arrojó que las que contaban con la vista hacia la naturaleza usaban menos medicamentos y analgésicos, lo cual indicaba una disminución del dolor. Además, estas personas permanecieron por un período más corto en el hospital, y su recuperación postquirúrgica fue más positiva en comparación con las que tenían vista ciega.<sup>127</sup> Décadas más tarde, Ulrich (1991, 1999) postularía que un entorno visual natural es benéfico para la recuperación luego de un episodio de estrés y trastornos relacionados con la ansiedad, ya que las respuestas del sistema nervioso hacia los estímulos estéticos y naturales pueden liberar tensión.<sup>128</sup>

En el informe creado por el Consejo de Salud de Países Bajos (2004), se expone que existe una relación positiva entre la salud y el contacto directo o indirecto con la naturaleza; específicamente, se reporta que no solo ayuda a reducir el estrés, sino que también mejora la atención, restaura la mente, disminuye el déficit de atención y existe beneficios directos con la salud física, como el aumento de la longevidad.<sup>129</sup>

Qing Li (2013), estudió cómo el ambiente de un bosque puede afectar benéficamente a las personas que sufren estrés. El experimento se basó en medir el cortisol, conocida como “la hormona del estrés”, en la saliva de los sujetos de prueba: al indicarles que pasearan por el bosque más próximo, encontraron que se redujo drásticamente la presencia de esta hormona, a diferencia de los resultados que se obtuvo, de los mismos sujetos, luego de que dieron un paseo por la ciudad.<sup>130</sup>

<sup>127</sup> Ulrich, R.S., (1984), *View through a window may influence recovery from surgery*, págs. 420-421

<sup>128</sup> Ulrich, R.S., Simons, R.F., Losito, B.D., Fiorito, E., Miles, M.A., Zelson, M., (1991). *Stress recovery during exposure to natural and urban environments*, págs. 201-230.

<sup>129</sup> Health Council of the Netherlands. *Nature and Health: The Influence of Nature on Social, Psychological and Physical Well-Being*. Health Council of the Netherlands and Dutch Advisory Council for Research on Spatial Planning, Hague, 2004; Available online: <https://bit.ly/3v4PA1E> (accessed September 31, 2009).

<sup>130</sup> Aray, C., (2016), *El efecto biofilia*, pág. 126



Foto 63. Relación interior-exterior, integración de naturaleza y agua en la Water-Cooled House, en Singapur, diseñado por Wallflower Architecture+Design. Recuperado de <http://bit.ly/36zb3tc>

Kaplan & Kaplan (1989), en su investigación sobre los beneficios potenciales de la relación humana con la naturaleza, se basaron en los trabajos de William James (1982), quien identificó dos tipos de atención: focalización y concentración. La primera trata sobre las cosas que nos llaman la atención, como: movimiento, patrones brillantes, colores llamativos, formas estimulantes, etc. Por su parte, en la concentración se mantiene un enfoque y se bloquean los estímulos no deseados, ya que esto puede ser agotador; lo último tiene como resultado un comportamiento agresivo, irritable y antisocial, además de respuestas lentas. Ante esto, Kaplan & Kaplan sugirieron que la exposición a la naturaleza puede cumplir con los criterios para restaurar la concentración o atención dirigida, a esta teoría la llamaron *Teoría de la Restauración de la Atención (ART por sus siglas en inglés)*.<sup>131</sup>

Las investigaciones de Park y Mattson (1981) confirman las investigaciones de Ulrich, en tanto encuentran que las plantas deberían ser parte importante de los espacios interiores, como un modo complementario de curación. Estos últimos investigadores encontraron que las plantas de interior “[...] mejoran las respuestas fisiológicas, con menores índices de dolor, ansiedad y fatiga, desarrollan sentimientos positivos y mayor satisfacción de las habitaciones de hospitalización”.<sup>132</sup>

Estos experimentos e investigaciones han demostrado que los patrones naturales, ya sean activos o pasivos, no tienen influencia directa con el cuerpo, sino que conectan con el inconsciente de la mente humana, que reacciona a los estímulos exteriores, y crea emociones y sentimientos positivos. Todo esto sucede en el sistema límbico, dentro del tallo cerebral: una parte del cerebro que no es más grande que el pulgar, que regula funciones importantes como: el latido del corazón, la presión sanguínea, la respiración y la sudoración.

<sup>131</sup> Kaplan, R., Kaplan, S., (1989). *The experience of nature: a psychological perspective*; Kaplan S, editor. Cambridge: Cambridge University Press.

<sup>132</sup> Park, S.H., Mattson, R.H., (2008), *Effects of flowering and foliage plants in hospital rooms on patients recovering from abdominal surgery*, págs. 563-568.

La serotonina, hormona producida en este lugar, es base importante para el control del estado de ánimo de una persona. Esta central de procesos y funciones trabaja de forma inconsciente y autónoma, e influye sobre el bienestar emocional a través del intercambio constante con el medio ambiente.

Las impresiones del mundo físico exterior que nos rodean pasan primero por el tallo cerebral, que contiene diez de los doce nervios importantes, y crea inmediatamente reacciones e informa cuando podemos descansar y relajarnos, pero también cuando tenemos que estar alerta y en defensa.<sup>133</sup>



Foto 64. Movimiento de habitantes en la ciudad de Tokio Japón. Recuperado de <https://bit.ly/3dzqp4I>



Foto 65. Movimiento de habitantes en la ciudad de Ámsterdam, Países Bajos. Recuperado de <https://bit.ly/3dzqp4I>

<sup>133</sup> Park, S.H., Mattson, R.H., (2008), *Effects of flowering and foliage plants in hospital rooms on patients recovering from abdominal surgery*, págs. 563-568.

Los canales neurales que existen en el cerebro conectan con el sistema nervioso autónomo el cual consta, a su vez, de dos sistemas: el simpático y el parasimpático. El primero de ellos estimula al cuerpo humano cuando se necesita la función cognitiva; el segundo sirve para relajar el cuerpo. Cuando se logra el equilibrio entre ambos, el cuerpo realiza correctamente la homeostasis, pero cuando el ambiente es inquietante o frustrante, el sistema simpático se encuentra en estado de alerta y el sistema parasimpático es suprimido, lo que perturba el equilibrio natural; esto resulta en pérdida de energía y fatiga mental, induce el estrés, irritabilidad y distracción. Cuando el ser humano interactúa con la naturaleza ocurren beneficios al sistema parasimpático, lo que causa que el cuerpo funcione correctamente y disminuyen las actitudes negativas.<sup>134</sup>

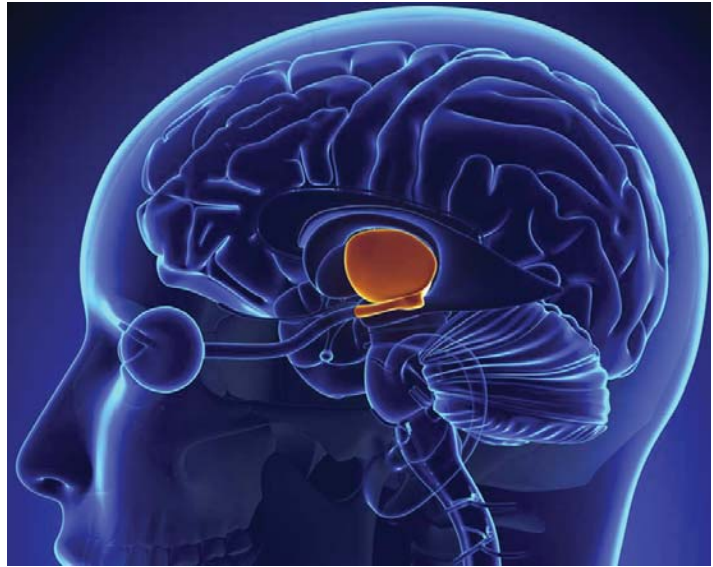


Foto 66. Sistema límbico. Recuperado de <http://bit.ly/3oFUCI9>

En el artículo: *“Respuesta estética y afectiva del entorno natural”*, Ulrich (1983), expone que, por medio del afecto, se da este proceso cognitivo y fisiológico de conexión con la naturaleza. La afectividad es un estado constante entre una persona y su ambiente, primordial para experimentar y comportarnos conscientemente en cualquier entorno, sea natural o construido. Este proceso se da a través de todos los sentidos, pero principalmente por medio de la visión, aunque muchos olores y sonidos igualmente generan sentimientos. El afecto abarca más que solo las emociones: incluye también a los sentimientos como impulsos, considerados como innatos, fenómenos interculturales y cada uno tiene sus propias experiencias, sus expresiones faciales y características neurofisiológicas.<sup>135</sup>

Appleton (1975) expuso que un escenario natural nos parece visualmente atractivo o relajante, porque el placer que nos proporciona la estética de la naturaleza viene a partir del significado, ya sea real o simbólico, de la supervivencia.<sup>136</sup> Por su parte, Tuan (1978) explica que los paisajes visualmente atractivos, naturales o construidos, desencadenan reacciones positivas porque el sistema límbico encuentra reposo y relajación en el entorno.<sup>137</sup>

Más tarde Zajonc (1980), confirmó que algo nos puede gustar antes de saber lo que es, ya que el cerebro tiene la capacidad de emitir sentimientos sin un proceso cognitivo anterior, por lo que el proceso de afectividad ante algo bello se puede dar con efectos precognitivos, y son el nivel inicial de la respuesta hacia el medio ambiente.<sup>138</sup> La variación de la calidad e intensidad de las reacciones de afecto estarán dadas por los estados o condiciones internas de la persona. El estímulo que se produce cuando existe afecto por un entorno, genera excitación en los sistemas electrocorticales, y con ello el individuo tiene una reacción de mantener o emprender un comportamiento.

<sup>134</sup> Browning, B., Garvin, C., Fox, B., Cook, R., (2012), *The economics of biophilia*, pág.

<sup>135</sup> Izard, C. (1977), *Human emotions*, págs. 13-16

<sup>136</sup> Appleton, J., (1975), *The experience of Landscape*, págs. 293

<sup>137</sup> <https://bit.ly/3tEa983>

<sup>138</sup> Zajonc, R.B., (1980), *Feeling and thinking: Preference need no inferences*, págs. 151-175





Foto 67. Parque Nacional Sierra de Guadarrama, en Madrid España. Recuperado de <https://bit.ly/3dDiW4R>

Este estímulo inicial ayuda a que el individuo haga una evaluación inconsciente de la escena: si la respuesta cognitiva es fuerte y destacada para el observador, los efectos se recordarán e identificarán con más rapidez, creando una simpatía o antipatía inicial. En cambio, si la reacción es débil, no influirá en la cognición, desarrollando nulo interés.<sup>139</sup>

Esta serie de evaluaciones previas afecta al estado de ánimo del individuo, modifica las emociones y cambios en las condiciones fisiológicas, así como en la respuesta sentimental. Existen diferentes estados motivadores que la persona desarrolla para permanecer o huir; los estados de huida tienen en común sentimientos de aversión y desinterés, vinculados a impulsos para evitar el acercamiento. Los de permanencia están motivados por la preferencia de buscar, explorar y permanecer en un lugar. Por ejemplo, si el estado de una persona antes de un encuentro visual es de estrés y excitación excesiva, una vista natural y agradable pueden provocar sentimientos y lazos de agrado, mantener el interés y disminuir los pensamientos estresantes, o fomentar la restauración psicofisiológica; esta escena debe generar un agrado de inicio rápido, ya que crearía una motivación para un comportamiento de adaptación, generaría en el individuo un sentido de pertenencia y apego, lo que evitaría la urgencia de emprender la huida.<sup>140</sup>

Como se apuntó anteriormente, la biofilia y su efecto en cualquiera de sus manifestaciones, ya sea la luz del sol en interiores, una maceta, árboles en las banquetas, parques en las ciudades, fuentes de agua o imágenes digitales, así como representaciones de la naturaleza, faculta a los seres humanos, aún en entornos construidos, a mantener esa conexión con la naturaleza para completar los procesos de la psique y, a su vez, mejorar la salud psicofisiológica. Este bienestar seguirá dependiendo, en gran medida, del contacto con la naturaleza, que es una necesidad para lograr una vida equilibrada y satisfactoria, más que un lujo en la sociedad urbana moderna.<sup>141</sup>

<sup>139</sup> Izard, C. (1977), *Human emotions*, pág. 16

<sup>140</sup> Ulrich, R.S., (1983), *Aesthetic and Affective Response to Natural Environment*, pág. 85

<sup>141</sup> Kellert, S.R., (2008), *Dimensions, Elements, and Attributes of Biophilic Design*, pág. 3

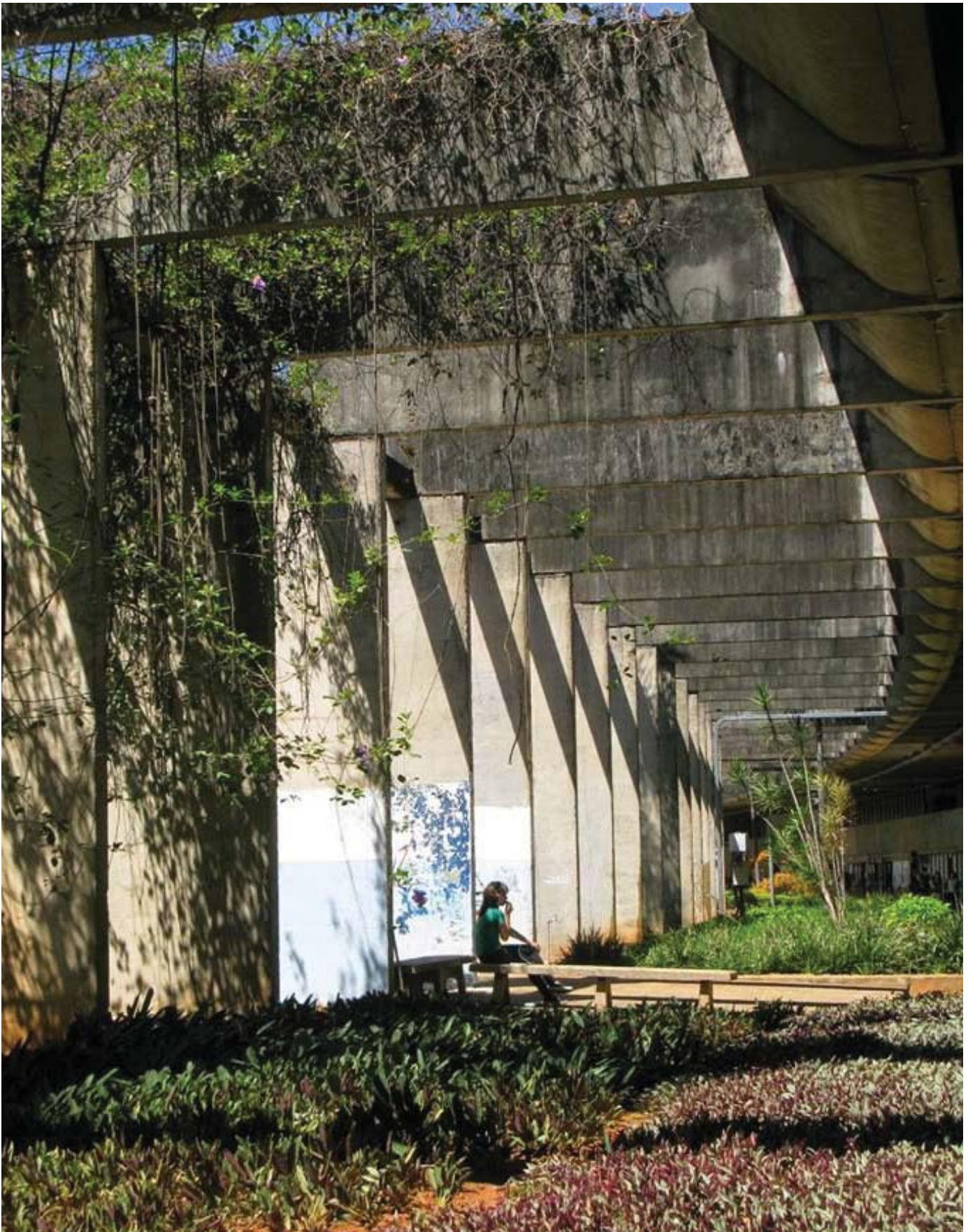


Foto 68. Armonía espacial, integración de elementos naturales e iluminación natural en el Instituto Central de Ciencias, Universidad de Brasília, en Brasília, Brasil, diseñado por Oscar Niemeyer. Recuperado de <https://bit.ly/32wfWR8>



Foto 69. Iluminación natural, colores llamativos en mobiliario e integración de elementos naturales en el Centro Médico Zaans, en Zaandam Países Bajos, diseñado por Mecanoo. Recuperado de <http://bit.ly/3lttDP2>

## Diseño Arquitectónico Biofílico para Edificios de la Salud

El concepto de “biofilia” no es nuevo, ya que es la respuesta de la intuición humana para que un espacio sea un buen lugar para los humanos. Quien diseña a partir de la biofilia, toma la naturaleza de forma inspiradora y restauradora, pero sin alterar la funcionalidad original de espacio al que se integra.<sup>142</sup> Hipócrates creía que la vitalidad era proporcionada por la esencia de la vida y la naturaleza; la palabra “enfermedad” equivale a la anglosajona “*disease*”, que proviene de “*dis*”, que significa separar, y “*ease*” que significa balance; por lo tanto, enfermedad se describe como la pérdida de equilibrio y armonía.<sup>143</sup> Con la inclusión de la naturaleza en el diseño arquitectónico se puede tender a restaurar el equilibrio, ya que la conexión innata que los seres humanos tienen con ella debe expresarse en la vida cotidiana, especialmente en el espacio construido, por donde las personas transitan y viven todos los días. La adición de elementos de la naturaleza inducirá de manera positiva los procesos cognitivos y la generación de emociones placenteras.

<sup>142</sup> Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2017). 14 Patrones de Diseño Biofílico, pág. 63

<sup>143</sup> Huelat, B., (2008), *The wisdom of Biophilia Natural in Healing Environment*, pág. 23

La tecnología y modernización de la arquitectura ha descuidado la habitabilidad y la “vivilidad” de los espacios; los ocupantes no solo quieren trabajar, dormir, comer o jugar: quieren ser inspirados, reconfortados, tranquilizados, ser más productivos y saludables por los espacios que los rodean, como dice Amory Lovins de RMI: “[...] deleite cuando se entra, placer mientras se ocupa y lamento cuando se abandona el lugar”.<sup>144</sup> Actualmente percibimos que los austeros interiores modernistas, que surgieron con la Bauhaus, no provocan el tipo de atracción visceral y una sensación de plenitud y confort, en comparación con los ambientes más tradicionales, donde la población le gusta tener objetos como: fotografías, plantas, muñecos u objetos de arte ,que proporcionen vitalidad al espacio en el que se encuentran. Esta práctica no ha sido comprendida por la élite del diseño, que sigue apoyando la ideología del minimalismo y desconoce la basta evidencia de lo que vuelve a gente más cómoda y tranquila.<sup>145</sup>

Como individuos, tratamos de mejorar nuestra forma y calidad de vida, para que el principal objetivo sea la salud y bienestar preventivo antes que la curación. Pese a esto, estamos dentro de la 3ra Era de la Salud, donde la esperanza de vida, las enfermedades crónicas y relacionadas al estilo de vida han aumentado; los servicios de salud tratan de mantenerse actualizados y a la par con la consecuente aceleración de la demanda. En este sentido, los arquitectos especializados en instituciones de salud juegan un papel muy importante, para poder ofrecer y dotar de espacios terapéuticos y óptimos que apoyen el bienestar, diagnóstico, tratamiento, recuperación y sanación de las personas que requieren los servicios médicos.

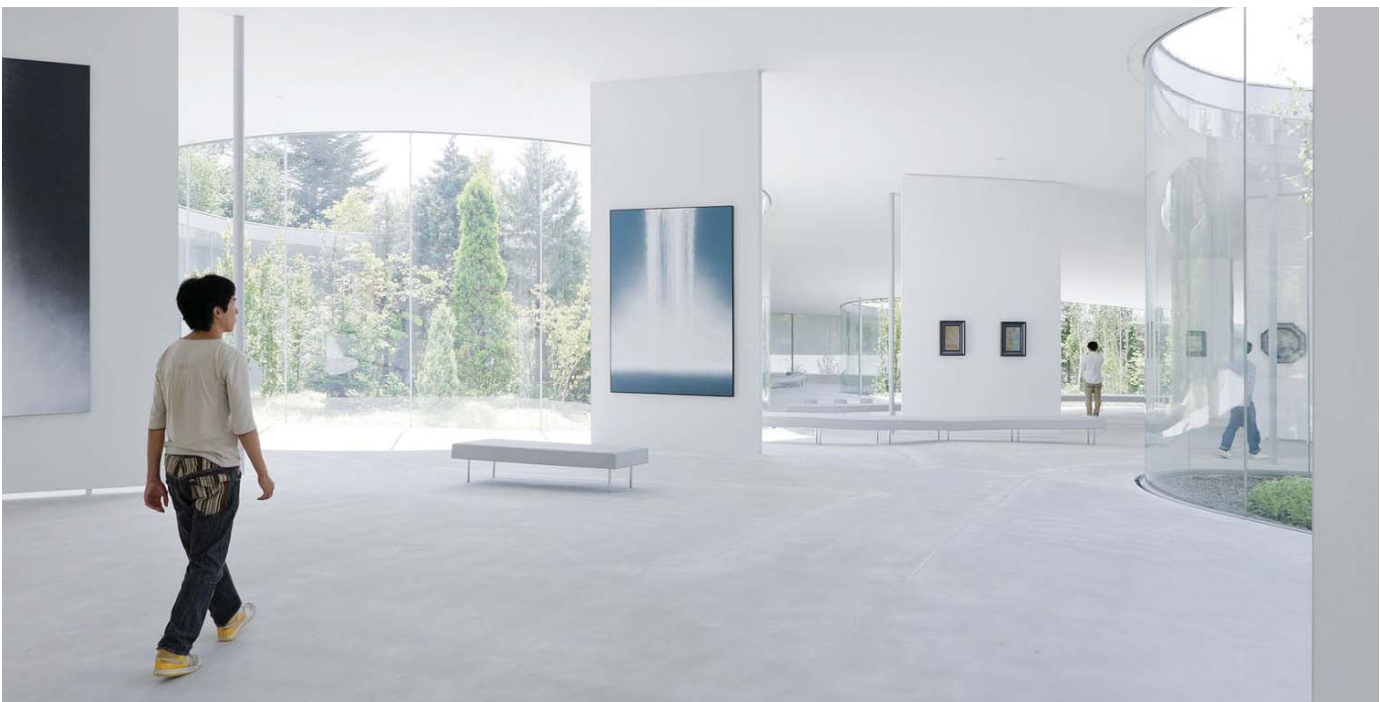


Foto 70. Vistas hacia el exterior e iluminación natural en el Hiroshi Senju Museum, en Karuizawa Japón, diseñado por Ryue Nishizawa, SANAA. Recuperado de <http://bit.ly/39GL84R>

<sup>144</sup> <https://bit.ly/3sC800v>

<sup>145</sup> Salinger, N. A., (2012), *Fractal Art and Architecture, Reduce Physiological Stress*, pág. 13



Foto 71. Luz filtrada y difusa en la Vivienda Muros de Luz, en Toyokawa Japón, diseñado por mA-style Architects. Recuperado de <http://bit.ly/3rcNtu3>

Hoy en día, con las diferentes investigaciones en materia de salud y arquitectura, se desarrollaron dos nuevos movimientos que aportan significativamente a la recuperación psicofisiológica por medio del espacio construido. Por un lado, el diseño “salutogenético”, se basa en el principio de “salutogénesis”, que a su vez se traduce como “orígenes de la salud” y que fue planteado por Aaron Antonovsky en 1979, consiste en mantener la salud activa en lugar de limitarse a tratar y curar enfermedades. Por otro lado, el diseño biofílico, como un método innovador y de rápido avance científico que se centra principalmente en la entrada de luz natural, permeabilidad espacial, participación sensorial, formas orgánicas, procesos y patrones naturales, como la geometría fractal. Este podría incidir y complementarse de forma positiva con la salutogénesis, porque la naturaleza puede proporcionar curación y sanación.

El diseño biofílico, hace un llamado a la consiliencia de conocimientos de diversas ciencias como la antropología, la biomímesis y la bioquímica. La antropología indaga en nuestra evolución, bajo la visión de que somos una porción de la naturaleza, que devino autónoma de esta última y construyó su propia materia de la sociedad; en ese sentido expone, por ejemplo, la íntima relación entre nuestros ancestros y la sabana africana, que les proporcionó refugio y les facultó mirar a grandes distancias. El biomimetismo, a su vez, proporciona herramientas para resolver problemas a partir de las observaciones de las propiedades y funcionamientos que nos enseña la naturaleza. Finalmente, la bioquímica ayuda a entender la interacción entre el mundo natural, moléculas y sustancias que generan dicha conexión. Estas disciplinas, complementan a la biofilia para entender por qué disfrutamos tanto de la naturaleza.



Foto 72. Textura y colores del Canyon de Chelly, National Monument Arizona EUA. Recuperado de <https://bit.ly/3tBuEm5>

Los diseñadores deben asumir el compromiso de incorporar estas estrategias de curación en sus obras, sin dejar de lado las respuestas y comportamientos humanos respecto al entorno construido.<sup>147</sup> Por lo tanto, los anhelos de la naturaleza son más que preferencias estéticas: a medida que se planifican y diseñan edificaciones de atención para la salud, es importante tener en cuenta los valores de las disciplinas que anteceden a la biofilia, para formar un vínculo entre la base biológica y el ambiente médico que, en ocasiones, parece ser duro y estéril a lo natural. El diseño biofilico considera procesos inclusivos, descritos por Nikos Salingaros (2015) como elementos “de abajo hacia arriba”, necesarios para mantener la salud. *Cuando la estética y el diseño interior es coherente con el resto de la estructura, ayuda a las personas a conectar con su entorno y crea una atmósfera positiva y sanadora. La cercanía de los seres humanos con el diseño biofilico está dada por su propia estructura biológica*, porque compartimos una “plantilla” con las formas naturales y, por tanto, tenemos un “parentesco” reconocible que atraviesa la brecha entre la forma viva y la inanimada. Cuando las estructuras creadas por el hombre tienen propiedades en común con nuestros cuerpos, la percepción y armonía se sintonizan con los órganos y sistemas sensoriales para responder a las geometrías naturales, caracterizadas por colores, fractales, escalas, formas, geometría, texturas, etc.: se generan emociones positivas del entorno, que resuenan en “nuestros instintos biofilicos”. La salud humana y el bienestar dependen de escalas pequeñas, ya que la preferencia de la neurobiología es la riqueza de la geometría compleja.<sup>148</sup>



Foto 73. Tonos y textura del Grand Canyon, Arizona EUA. Recuperado de <https://bit.ly/36AUmgV>

<sup>147</sup> Huelat, B., (2008), *The wisdom of Biophilia Natural in Healing Environment*, pág. 23

<sup>148</sup> Salingaros, N. A., (2015), *Biophilia & Healing Environments, healthy principles for designing the built world*, pág. 19

Sentir placer por estar en un lugar visualmente hermoso es parte de la estructura neural del cerebro humano. El sentido de belleza no es algo que unas personas tengan y otras no, no necesita de educación y entrenamientos avanzados; evolucionó porque llevó a nuestros antepasados a buscar lugares de protección y tranquilidad. Cuando los edificios puedan aprovechar este antiguo sentido de belleza, será posible que la arquitectura nos ayude psicológica y emocionalmente, y claro está funcionalmente.<sup>149</sup>

La biofilia no significa agregar “objetos verdes” *per se* o copiar en los diseños arquitectónicos una forma orgánica para hacerlos saludables; significa aprender de la naturaleza, desde su descripción matemática hasta la forma en la que desencadena respuestas emocionales positivas a la biología humana, a través de la simetría, el contraste, el detalle y el color; cuando los seres humanos puedan aplicar a los ambientes construidos la complejidad y el orden de la naturaleza, y conciban el contacto de sus sentimientos y emociones con el entorno, entonces surgirá un ambiente de sanación.<sup>150</sup> El diseño biofílico debería *imitar el crecimiento evolutivo y multiplicación de los organismos naturales*; estas configuraciones geométricas poseen el efecto curativo que representa el material genético del diseño biofílico. De más en más se está reconociendo que el entorno construido moderno ha degradado la salud y el bienestar de las poblaciones, a partir de las llamadas “ansiedades ambientales” que incluyen grandes alturas innecesarias, espacios cerrados, oscuridad, estar a la intemperie sin una cubierta protectora y encontrarse solo en un lugar extraño. Los expertos en iluminación han demostrado que surge un sentimiento de pesimismo a partir de espacios sombríos que tienen una iluminación en el borde, ya que se activa una alerta temprana no consciente para advertirnos que las condiciones visuales se están deteriorando: puesto que somos criaturas diurnas, preferimos estar en condiciones de luz que ayuden a nuestra capacidad de ver lo suficiente lejos para evitar peligros.<sup>151</sup>

A partir de esto, se ha impulsado el desarrollo del diseño restaurativo ambiental y biofílico. El reto del diseño biofílico es grande: integrar en la arquitectura características naturales positivas, y evitar la biofobia.<sup>152</sup> Para resolverlo, el ser humano tiene capacidades extraordinarias de creatividad y construcción, para afrontar y resolver la debilidad de las tendencias biológicas, bajo el entendido de que los ambientes físicos construidos por el hombre pueden ser un facilitador positivo o un impedimento perjudicial para la necesidad biofílica del contacto continuo con los sistemas y procesos naturales.<sup>153</sup>

La biofilia no solo se enfrenta directamente a las cuestiones estéticas: también a los procesos físicos y psicológicos de los seres humanos. Con este fin, Janine Benyus (1997) en su libro: “*Biomimicry: Innovation inspire by nature*”, plantea las siguientes preguntas para introducir al diseño arquitectónico biofílico.<sup>154</sup>

- ¿Es hermoso?
- ¿Atrae los sentidos?
- ¿Hay lugares para descansar la mente?
- ¿Utiliza la geometría natural de la naturaleza?
- ¿Incluye una diversidad de seres vivos y procesos similares a la vida?
- ¿Disfruta y divierte?
- ¿Proporciona una sensación de belleza en todos los espacios y a todos los ocupantes?

<sup>149</sup> Heerwagen, J., Hase, B., (2001), *Building Biophilia: Connecting People to Nature in Building Design*, pág 2

<sup>150</sup> Salingaros, N. A., (2015), *Biophilia & Healing Environments, healthy principles for designing the built world*, págs. 24-25

<sup>151</sup> Heerwagen, J., Hase, B., (2001), *Building Biophilia: Connecting People to Nature in Building Design*, pág 1.

<sup>152</sup> *Ibidem*, pág 1.

<sup>153</sup> Kellert, S.R., (2008), *Dimensions, Elements, and Attributes of Biophilic Design*, pág. 4

<sup>154</sup> Benyus, J., (1997), *Biomimicry: Innovation Inspire by Nature*. En: Heerwagen, J., Hase, B., (2001), *Building Biophilia: Connecting People to Nature in Building Design*, pág 6



Por su parte, Stephen R. Kellert y Elizabeth F. Calabrese (2015), apuntan que, para conseguir un diseño biofílico exitoso, se requiere la adhesión de cinco principios básicos, como<sup>155</sup>:

1. Compromiso repetido y sostenido con la naturaleza,
2. Adaptar las creaciones humanas que han hecho avanzar la salud, la forma física y el bienestar de las personas al mundo natural,
3. Debe fomentar el apego emocional a entornos y lugares particulares,
4. Promover las interacciones positivas entre las personas y el entorno natural, para desarrollar un sentido de responsabilidad y relación entre los ambientes construidos y naturales,
5. Fomenta el refuerzo mutuo, la interconexión y la integración de las soluciones arquitectónicas.

La aplicación de las diferentes estrategias de diseño serán variables en función de las circunstancias y limitaciones del proyecto, como su dimensión, geografía, situación social y económica, condiciones culturales y ecológicas, pero lo importante del diseño biofílico es que nunca debe actuar de forma fragmentada o desconectada de la situación actual del lugar: las aplicaciones deben reforzarse mutuamente y complementarse entre sí.<sup>156</sup>



Foto 74. Colores, texturas y formas de árboles y montaña. Recuperado de <https://bit.ly/3dywkHc>

<sup>155</sup> Kellert, S.R., Calabrese, E.F., (2015), *The Practice of Biophilic Design*, pág. 6-7

<sup>156</sup> *Ibidem*, pág. 9



Foto 75. Luz natural como forma, luz natural filtrada y difusa, integración de elementos naturales, espacios de transición y relación exterior-interior en la Casa Soul Garden, en Hyderabad India, diseñado por Spacefiction Studio. Recuperado de <http://bit.ly/2LaTGaF>

En el artículo publicado en la revista digital *Metrópolis*, Stephen Kellert (2015), describe lo que es y lo que no es el diseño biofílico, y afirma que: “Si el diseño no se centra en los aspectos del mundo natural que contribuyan a la salud y a la productividad humana en la antigua lucha por estar en forma y sobrevivir, no es biofílico”.<sup>157</sup>

El diseño biofílico debe centrarse en aquellos aspectos del mundo natural que contribuyan a la salud humana y la productividad. Los hábitats desérticos o de aguas profundas, los microorganismos o las especies exóticas o extinguidas se consideran irrelevantes como aspectos del diseño biofílico, ya que no ofrecen poco o ningún beneficio sostenido para las personas. Otra característica distintiva del diseño biofílico es que existe un *énfasis en el entorno general, y no solamente en un caso único o aislado*. Cuando el hábitat funciona en el mejor interés del organismo, el entorno funciona a un nivel mayor que suma a sus partes individuales. Por lo tanto, si el objeto construido por el ser humano no tiene relación o no tiene conexión con las características dominantes de su entorno, no tendrá impacto positivo en la salud y en el rendimiento de las personas que ocupan ese espacio. La tercera característica explica que, aunque tengamos una conexión innata con la naturaleza, para que el contacto sea útil debe nutrirse a través de una experiencia repetida y reforzada: no deben ser experiencias ocasionales, excepcionales o efímeras.

Cuando se satisfacen las inclinaciones hacia la naturaleza, el diseño biofílico genera un apego emocional con espacios o lugares particulares, motiva el rendimiento y la productividad de las personas y las impulsa a identificarse con los lugares que habitan y a mantenerlos. Así también, cuando el diseño biofílico es eficaz, genera en las personas conexiones entre sí mismas y con su entorno, y mejora los sentimientos de la relación. *Estas características del diseño biofílico permiten hacer a las personas eficientes*; por ello, se debe adaptar una nueva conciencia hacia la naturaleza, y reconocer hasta qué punto el bienestar físico y mental sigue dependiendo de la calidad de las conexiones con el mundo natural del cual formamos parte.

<sup>157</sup> Kellert, S.R., (2015), *What is and Is not Biophilic Design*. Recuperado de <https://www.metropolismag.com/architecture/what-is-and-is-not-biophilic-design/>

En las instalaciones de atención para la salud, la reflexión sobre los principios del diseño biofílico es interesante. Desde su concepción inicial en pabellones hasta los actuales edificios en torre, la idea fue crear una ciudad dentro de otra ciudad; esto último origina el aislamiento de la estructura hospitalaria, de manera que ésta y los entornos urbanos y ambientales inmediatos son sistemas separados pero interconectados, que son visitados y utilizados por las mismas personas.

La modificación del diseño de los hospitales mediante la humanización de los espacios y a través de la reconexión con la naturaleza, ofrece un apoyo terapéutico que puede tener impacto positivo en el bienestar psicológico y físico de pacientes. Este concepto ha introducido el valor de belleza y la recuperación de la relación entre el hombre y su entorno en la arquitectura de un hospital desde la forma ética, que permita al paciente como huésped temporal aceptar el conjunto de normas de espacio y tiempo en el que se encuentra, y que faciliten su recuperación y cuidado.<sup>158</sup>

El estrés y por supuesto el dolor son los principales problemas para disminuir por el diseño biofílico. Estos conceptos son fundamentales para comprender como el diseño biofílico y los entornos de atención médica en general pueden influir en los resultados de salud. Roger Ulrich indica que no solamente las preferencias estéticas de la naturaleza aportan los beneficios para la restauración después de un episodio de estrés: en ese sentido, la teoría de la evolución es muy importante para explicar por qué ciertos tipos de vistas y elementos de naturaleza pueden reducir el estrés y tener influencias más saludables. La recuperación rápida del estrés era vital para la supervivencia de los primeros humanos, lo que favoreció la selección de individuos con una capacidad biológica preparada para responder restaurativamente a muchos entornos naturales.<sup>159</sup>



Foto 76. Espacios exteriores y contacto con la naturaleza en el Washington Adventist White Oak MedStar Center , en Maryland, EUA, diseñado por Calliston RTKL. Recuperado de <http://bit.ly/3tiBiOh>

<sup>158</sup> Totaforti, S., (2018), *Applying the benefits of biophilic theory to hospital design*, págs. 4-5

<sup>159</sup> Ulrich, R. S. (2008) *Biophilic Theory and Research for Healthcare Design*, pág. 89-90



Foto 77. Riqueza de información, motivos botánicos y animales, colores llamativos y luz natural en el The Royal Children's Hospital, en Melbourne Australia, diseñado por Billard Leece & Bates Smart Architects. Recuperado de <http://bit.ly/3pF4JId>

La vida dentro de los hospitales es ajetreada y exigente, lo que involucra riesgos y amenazas. La capacidad, parcialmente genética, con la que cuenta el ser humano, tiene ventajas clave como: la reposición más rápida de la energía gastada por la excitación fisiológica y el comportamiento involucrado en el estrés que responde a las amenazas (huir o luchar). Otros beneficios respecto a la salud incluyen la disminución rápida de las emociones negativas, como el miedo y la ira, aumentar los sentimientos positivos y los cambios saludables en los sistemas corporales que indican la disminución de la movilización fisiológica y neuroendocrina (disminución de la presión arterial, reducción de la hormona del estrés, función mejorada inmune). También se espera que la restauración fisiológica incluya la reducción notable de la fatiga y la actividad nociva del sistema nervioso autónomo y simpático, porque la movilización está involucrada de manera central para lidiar con situaciones y amenazas.<sup>160</sup>

Una hipótesis comprobable, que se desprende de este razonamiento evolutivo, es que las respuestas restaurativas a la naturaleza deben ocurrir rápidamente, por lo general en un máximo de 3 a 5 minutos, por ejemplo, en la actividad eléctrica cerebral, la presión arterial, la actividad cardíaca y la tensión.<sup>161</sup> En esta teoría, también se sugiere que la exposición visual a la naturaleza mejora otros resultados como el dolor. Esta premisa está basada en el modelo más importante en la medicina y la psicología de la salud, *la teoría del control de la puerta*.

<sup>160</sup> Ulrich, R. S. (2008) *Biophilic Theory and Research for Healthcare Design*, pág. 90

<sup>161</sup> *Ibidem*, pág. 90

De acuerdo con esta teoría, los mecanismos neurales de la espina dorsal actúan como una puerta para transmitir la entrada sensorial o los impulsos de dolor hacia el cerebro. Cuando la puerta está abierta se experimenta el dolor, pero cuando se cierra la puerta se impide que los impulsos de dolor lleguen a los receptáculos del cerebro, haciendo que disminuya o no se sienta. Esta “puerta” puede cerrarse por medio de sentimientos positivos, como la relajación o la distracción del foco del paciente. Por lo tanto, la interacción con la naturaleza o su representación, deberían cerrar la puerta e inhibir los impulsos del dolor al distraer al paciente, reducir el estrés y aumentar las emociones positivas.<sup>162</sup>

Claro que también existen espacios hospitalarios en los cuales no es recomendable ni permisible el uso de naturaleza, materiales similares a esta o ventanas hacia el exterior, como son los quirófanos, las salas de radioterapia, ciertos servicios de imagenología, etc. A pesar de estas excepciones, los arquitectos especializados en instituciones para la salud han demostrado que atrás quedaron los edificios de salud fríos y dolientes claustros religiosos: ahora los espacios se han convertido en optimistas y humanizados, como “dinamizadores de salud” centrados más en el paciente que en la enfermedad. En este ambiente, el paciente deja de ser un “enfermo que padece” y comienza a ser un “huésped en vías de sanación”.<sup>163</sup>



Foto 78. Integración de motivos animales en el quirófano del BC Children’s Hospital & BC Women’s Hospital + Health Centre, Teck Acute Care Centre, en Vancouver Canada, diseñado por ZGF. Recuperado de <http://bit.ly/39BTHOf>

<sup>162</sup> Ulrich, R. S. (2008) *Biophilic Theory and Research for Healthcare Design*, pág. 93-94

<sup>163</sup> Rojas, V., (2013), *Techos Verdes en recintos hospitalarios*, pág. 63



Foto 79. Integración del Sky Ceiling en la sala de tomografía del The Seidman Cancer Center, en Ohio EUA, diseñado por CannonDesign.  
Recuperado de <https://bit.ly/3pH2LqL>



Foto 80. Sanatorio Antituberculoso, en Paimo Finlandia, diseñado por Alvar Aalto. Recuperado de <https://bit.ly/3ans5LX>

Por ejemplo, Alvar Aalto diseñó ya en 1929, en la ciudad de Turku Finlandia, el Sanatorio de Paimo: un hospital antituberculoso, principal exponente del organicismo nórdico y de la importancia del aspecto humano de la arquitectura. El hospital se asienta en un paisaje de grandes árboles y aire puro, alejado del núcleo urbano; se cumplía así el objetivo de mantener una vida saludable y lograr la tranquilidad, y se rehabilitar y asistir a los enfermos por medio del aire fresco, sol y ejercicio suave ya que en esa época la penicilina aún no era de uso común. En el diseño de los espacios se tuvo especial cuidado, y se consideró como elemento fundamental, la vista hacia la vegetación exterior desde la habitación de pacientes postrados.<sup>164</sup>

Anatxu Zabalbeascoa (2015) describe a este hospital como “[...] un monumento al cuidado y respeto por pacientes y una carta abierta para mejorar la vida de los que sufren, en un lugar en el que habitualmente se respira preocupación, tristeza y mucho miedo”.

Maggie Keswick (1941-1995), pintora, escritora y paisajista escocesa, sabía que prestar atención a las necesidades relacionadas con el bienestar psicofísico de los pacientes es de suma importancia, sobre todo en lo concerniente a las enfermedades crónico-degenerativas. En 1996 decidió hacer un cambio cultural



Foto 81. Naturaleza en el interior y exterior del Maggie's Center, en Manchester Inglaterra, diseñado por Norman Foster. Recuperado de <https://bit.ly/3cAHX0e>

<sup>164</sup> Rojas, V., (2013), *Techos Verdes en recintos hospitalarios*, pág. 63

revolucionario y trabajó con el arquitecto Richard Murphy en el diseño del primer Centro de atención del Cáncer. Los Maggie's Centres, se convirtieron en espacios de apoyo emocional para procesos oncológicos, donde se atienden a enfermos, familiares y amigos. En ellos no se dan tratamientos médicos: se centran en alternativas para reducir el estrés y apoyo psicológico por medio de la adaptación del medio construido al contexto exterior, cuidando especialmente la integración del edificio con el paisajismo.<sup>165</sup>

Se pueden señalar así una diversidad de buenas prácticas biofílicas hospitalarias globales. En Melbourne, Australia, el despacho Bates Smart diseñó y construyó el Royal Children's Hospital: un referente en salud infantil, que ha optado por incorporar elementos propios de la naturaleza para mejorar el bienestar de los niños del hospital.<sup>166</sup> Igualmente, *CPG Corporation* recibió el encargo de diseñar el Hospital Khoo Teck Puat en Singapur en 2005; éste debía contemplar un ambiente hospitalario que redujera la presión arterial y aliviara a sus pacientes. Por lo tanto, como solución, recurrieron a la naturaleza y funcionó. Más de 700 especies nativas de plantas y árboles fragantes se han integrado a la estructura y a los alrededores. El hospital ha ganado varios premios por su diseño, entre ellos, el Premio de Diseño Biofílico del *International Future Living Institute (2019)*, una organización sin fines de lucro que apoya espacios públicos más saludables y sostenibles.

Estas mejores prácticas de hospitales nos ayudan a justificar que el diseño biofílico puede coadyuvar a la mejora de la salud de pacientes; está basado en más de 500 estudios relevantes y rigurosos que ayudan a entender la influencia de los elementos biofílicos que apuntan hacia un Diseño Basado en Evidencias: un concepto que será abordado más adelante.



Foto 82. Motivos animales y botánicos en The Royal Children's Hospital, en Melbourne Australia, diseñado por Bates. Recuperado de <http://bit.ly/36y0rLa>

<sup>165</sup> <https://bit.ly/3dAPMmR>

<sup>166</sup> <https://bit.ly/3szovFG>



El diseño biofílico también debe considerar los “Resultados en Salud” que, en general, se refieren a un indicador o medida de la calidad de la atención médica. Estos incluyen<sup>167</sup>:

- Signos y síntomas observables, relacionados con las condiciones de pacientes (ingesta de analgésicos, presión arterial, duración de la hospitalización).
- Satisfacción y otros resultados informados (satisfacción del paciente, calidad de vida relacionada con la salud, satisfacción de personal).
- Resultados en seguridad (tasa de infección, errores médicos, caídas).
- Resultados económicos (costo de la atención al paciente, costos de reclutamiento o contratación debido a la rotación del personal, ingresos de pacientes que eligen cierta instalación sanitaria).

Los resultados en salud tienen gran importancia para evaluar en qué medida el diseño biofílico en los edificios para la salud es beneficioso y rentable, en comparación con la creación de hospitales o clínicas con diseños convencionales. No hay duda de que los recursos asignados al diseño biofílico en los centros de atención de la salud se verán afectados por la toma de decisiones de las instituciones, si no existen estudios sólidos que demuestren que las medidas biofílicas proporcionan ganancias reales a través de la mejora de pacientes, y que existe reducción de costos en comparación con las alternativas que no proporcionen cercanía con la “naturaleza”.<sup>168</sup>

Los beneficios económicos de reconciliar a las personas con su afección por la naturaleza se pasan por alto, debido a las dificultades de cuantificar las variables asociadas con los resultados positivos, pero restringir esta inclinación está negando el potencial para un crecimiento financiero positivo. Cuando se atiendan las necesidades psicológicas, también se tendrá una reducción en gastos operacionales del hospital, ya que el ambiente construido puede actuar como un aliado para fomentar la recuperación física de pacientes, tranquilizar a los familiares y ayudar al personal médico a desempeñar su labor de una manera menos estresante y con mayor satisfacción.<sup>169</sup>



Foto 83. Ventanas hacia el exterior, iluminación natural, colores neutros y mínima privacidad en el Hospital Infantil del Niño Jesús, en Madrid España, diseñado por Francisco Jareño y Alarcón. Recuperado de <https://www.comunidad.madrid/hospital/ninojesus/nosotros/historia>

<sup>167</sup> Ulrich, R. S. (2008) *Biophilic Theory and Research for Healthcare Design*, pág. 88

<sup>168</sup> *Ibidem*, pág. 88

<sup>169</sup> Browning, B., Garvin, C., Fox, B., Cook, R., (2012). *The Economics of Biophilia*, pág. 9



Foto 84. Luz como forma, luz y sombra, luz filtrada y difusa e integración de naturaleza en Binh Thanh House, en Ciudad Ho Chi Minh Vietnam, diseñado por Vo Trong Nghia Architects. Recuperado de <https://www.ignant.com/2014/03/03/binh-thanh-house-in-vietnam/>

### Patrones de complejidad y orden y atributos fractales del diseño biofílico

La práctica del diseño biofílico implica el uso de una serie de estrategias de diseño, llamadas experiencias o atributos. Estas cualidades se experimentan a través de una variedad de los sentidos humanos: vista, tacto, olfato, oído y el gusto. El sentido visual, es por mucho, la forma dominante en que la gente percibe y responde ante el mundo natural; provoca interés, curiosidad, imaginación y creatividad, pero también las otras respuestas sensoriales son importantes para el ser humano: oír la caída del agua, tocar las plantas, oler las flores y sentir el movimiento del aire, nos mueve emocional e intelectualmente.

Las propiedades de este diseño, deben promover la interrelación de las soluciones del diseño a diferentes escalas desde los espacios interiores, el edificio en su conjunto, el paisaje natural y urbano circundante y la escala biorregional.<sup>170</sup> Se les llama “patrones” por tres razones: para evitar confusión con otros términos como: métrica, atributo, condición, característica o tipología, que se han utilizado para explicar la biofilia; para usar una terminología clara y estandarizada; y, finalmente, para maximizar la accesibilidad de los diseñadores, manteniendo una terminología familiar. La intención de los patrones es servir como promotores para implementar el diseño biofílico, establecer parámetros cuantitativos y cualitativos más robustos donde sea apropiado, identificar el campo que no se ha indagado y que requiera mayor investigación, identificar métodos y herramientas para rastrear y medir la eficacia.<sup>171</sup> Christopher Alexander et al. (1977), explica que los patrones: “[...] describen un problema que ocurre una y otra vez en el entorno, y luego describen el núcleo de la solución de ese problema, de tal manera que la solución se puede utilizar un millón de veces sin tener que hacerlo de la misma manera dos veces”.

<sup>170</sup> Kellert, S.R., Calabrese, E.F., (2015), *The Practice of Biophilic Design*, pág. 21

<sup>171</sup> Ryan, C.O., Browning, W.D., Clancy, J.O., Andrews, S.L., Kallianpurkar, N.B., (2014), *Biophilic Design Patterns: Emerging Nature-Based Parameters for Health and Well-Being in the Built Environment*, pág. 63



Foto 85. Integración de agua, relación exterior-interior, materiales naturales y vista hacia naturaleza en Residencia en Valle de Bravo, en Estado de México, México, diseñado por Alejandro Escudero. Recuperado de <http://bit.ly/2MsPzr5>

Los colaboradores del libro: “Diseño Biofílico: La teoría, la Ciencia y la Práctica de Dar Vida a los Edificios” indicaron que, al definir el campo de la arquitectura biofílica, se requiere incluir herramientas, procesos, estrategias y consideraciones para ayudar a los arquitectos, diseñadores, desarrolladores y médicos a entender más acerca del tema, a través de una metodología que se pudiera aplicar a la conceptualización de los nuevos proyectos.<sup>172</sup> Por lo que, en el capítulo, Dimensiones, Elementos y Atributos del diseño Biofílico, definieron dos dimensiones básicas, seguidas de 6 elementos que, a su vez, se relacionan con 70 atributos del diseño biofílico<sup>173</sup> y los diferentes encuentros multisensoriales con la naturaleza (para profundizar más con el tema ver Anexo 1). La primera dimensión es orgánica o naturista, y se define como formas dentro del espacio construido que reflejan, directa, indirecta o simbólicamente, la afinidad humana inherente a la naturaleza. La experiencia directa establece el contacto no estructurado con características auto sostenibles del medio ambiente natural, como el sol, las plantas, los animales, el aire, el agua, etc.

La experiencia indirecta se refiere al contacto con la naturaleza, que requiere del aporte humano continuo para sobrevivir, como: una planta dentro de una maceta, fuente de agua, u acuario, un jardín, etc. Por último, la experiencia simbólica no refiere ningún contacto real con la naturaleza, sino más bien una representación natural a través de una imagen, video, metáfora, etc. La segunda dimensión se basa en el lugar y cultura con el que conectan las construcciones. Ésta habla sobre el espíritu del lugar y como los edificios se convierten, para las personas, en significados y en parte integrante de sus identidades individuales y colectivas, transformando la materia inanimada en algo que parece real y sostiene la vida.

Rene Dubas (1980) sostuvo que, “[...] la gente quiere experimentar satisfacciones sensoriales, emocionales y espirituales, a través de la interacción íntima con los lugares en los que viven. Esta interacción e identificación generan el espíritu del lugar. El medio ambiente adquiere los atributos de un lugar a través de la fusión del orden natural y humano.”

La descripción que Stephen R. Kellert hace de cada atributo de los elementos biofílicos, entabla un diálogo entre la intervención humana y el paisaje natural. Si se practican con moderación y respeto, se puede evitar la arrogancia y la “degradación ambiental”. Estas cualidades limitan su perspectiva a la identificación de cuestiones universales en lugar de específicas; cada sector requerirá un enorme volumen de investigación apropiada con base en sus necesidades.

Por su parte William Browning, Catherine Ryan y Joseph Chancy (2014) también realizaron una categorización de los principales patrones biofílicos para el diseño arquitectónico y urbano; se trata de una lista de atributos de diseño en catorce patrones dentro de tres categorías. El documento pone en contexto la historia de la arquitectura, las ciencias de la salud y las prácticas arquitectónicas actuales, y menciona brevemente la consideración de implementaciones claves. Estos catorce patrones tienen un amplio rango de aplicaciones, que pueden servir para interiores y para exteriores, ya que son flexibles y adaptables, implementándolos apropiadamente para cada proyecto. La atención se centra en patrones de la naturaleza que son fácilmente identificables por los seres humanos, que funcionan para mitigar los estresores comunes o mejorar cualidades deseables que pueden aplicarse a diferentes sectores y escalas.<sup>174</sup> (Ver anexo 2)

<sup>172</sup> Kellert, S.R., Heerwagen, J.H., Mador, M.L., (2008) *Biophilic Design, The Theory Science, and Practice of Bringing Buildings to Life*, Ed. John Wiley & Sons, Inc.

<sup>173</sup> Kellert, S.R., (2008), *Dimensions, Elements, and Attributes of Biophilic Design*, págs. 5-14

<sup>174</sup> Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2017). *14 Patrones de Diseño Biofílico*, pág. 3-5

Aunque agrupan de distinta forma las categorías, Stephen Kellert, William Browning, *et al.* comparten características en la forma de clasificar los patrones biofílicos de acuerdo con su función y cualidad para mejorar el diseño arquitectónico en beneficio de las personas que habitan. En la tabla 7, se hace una comparación de los patrones que pertenecen a la categoría, que para fines de esta investigación llamaremos Similitud Natural, la cual es la base que sostiene a este trabajo centrado en los patrones fractales.

Tabla 7  
**SIMILITUD NATURAL**

<b>Stephen Kellert, et. al.</b> <b>Formas, patrones y procesos naturales</b> <b>(2008)</b>	<b>William Browning, et. al.</b> <b>Analogías Naturales</b> <b>(2014)</b>
<b>Simulación de características naturales:</b> Simulación en lugar de replicar formas naturales; ornamentación y decoración.	<b>Formas y patrones biomórficos:</b> Referencias simbólicas de contornos, patrones, texturas o sistemas numéricos presentes en la naturaleza.
<b>Biomorfia:</b> Formas inconscientes de la naturaleza que provoca que los observadores imputen etiquetas de animales o plantas conocidas.	
<b>Biomimetismo:</b> Tomar de la naturaleza soluciones que se encuentran en ella, como la resistencia estructural o propiedades bioclimáticas.	<b>Conexión de los materiales con la naturaleza:</b> Materiales y elementos de la naturaleza que, con un procesamiento mínimo, reflejan la ecología y geología local y crean un sentido distintivo del lugar.
<b>Fractales:</b> La norma es la variación de un patrón básico, ya sea la diversidad temática basada en el tamaño, o la escala espacial o temporal.	
<b>Orden y complejidad:</b> Se logra en el entorno construido o natural imponiendo estructura y organización.	<b>Complejidad y orden:</b> Rica información sensorial que responde a una jerarquía espacial similar a la naturaleza.

Aporte conceptual de la comparación entre las categorías de Formas naturales y Patrones y procesos naturales de Stephen R. Kellert *et. al.* (2008) y Analogías Naturales de William Browning (2014)

Los fractales están considerados por ambos equipos de investigadores, Stephen Kellert desde una perspectiva individual en orden y complejidad, pero entendiendo su variación de escala espacial y William Browning incluyéndolos en la categoría de Complejidad y Orden, como parte de un todo y proporcionándoles la característica de “elementos ordenadores”. Los atributos de estos patrones provienen de investigaciones en geometrías fractales y vistas preferidas, las cuales confirman que un reto en los entornos construidos es identificar un balance entre un ambiente rico en información (interesante y restaurador) y otro con exceso de información que sea sobrecogedor y estresante. El objetivo de este patrón es proporcionar, al ambiente construido, geometrías y simetrías que ayuden a crear un entorno visualmente estético y nutritivo que genere una respuesta psicológica o cognitiva positiva.<sup>175</sup>

<sup>175</sup> Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2017). 14 Patrones de Diseño Biofílico, págs. 42-43



Foto 86. Integración de formas geométricas e iluminación natural en Miyako Project- Odense, en Japón, diseñado por Ritsumeikan University Munemoto Lab + Shinsaku Munemoto Architects & Associates. Recuperado de <http://bit.ly/2NYtkcY>

Los elementos de diseño biofílico toman en cuenta la funcionalidad cognitiva y el desempeño, que incluye: la agilidad mental y la memoria, la habilidad para pensar, aprender y producir lógica. La naturaleza ofrece la oportunidad para restaurar la mente, para que las funciones cognitivas puedan tomar un descanso, y así la capacidad del individuo para desempeñar una tarea será mayor en comparación con alguien que sus recursos cognitivos están fatigados. También incluyen la salud y el bienestar psicofisiológico los cuales, al estar en un entorno natural, proveen mayor restauración emocional con menores episodios de tensión, depresión, fatiga, enojo, confusión y trastornos del estado de ánimo, así como la relajación muscular, la disminución de la presión arterial diastólica y del nivel de la hormona del estrés en el torrente sanguíneo.<sup>176</sup>

Como aún esta tendencia biológica es débil, los valores y patrones biofílicos pueden variar, y dependerá de la elección y percepción humana y de sus necesidades básicas neurofísicas, pero el valor adaptativo de estas elecciones está matemáticamente ligado a la biología.

<sup>176</sup> Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2017). 14 Patrones de Diseño Biofílico, págs. 10-11



Foto 87. Escalera áurea en Bad Schörgau, en Serentino Italia, diseñado por Pedevilla Architects. Recuperado de <https://bit.ly/2P6jAOG>



Foto 88. Simulación de formas naturales en el Modelo del Hangar para Drones, en Venecia Italia, diseñado por Norman Foster. Recuperado de <http://bit.ly/3oGDfk7>

## Patrones fractales y su impacto en el bienestar psicofisiológico

*Una nube no es esférica, la montaña no es cónica, las costas no son circulares, la corteza no es suave y el rayo tampoco es rectilíneo.*<sup>177</sup>

Benoit Mandelbrot (1924-2010) máster en aeronáutica y doctor en matemáticas por la Universidad de Paris, sabía que las formas irregulares y fragmentadas de la naturaleza no podían guiarse por la geometría euclidiana, ya que la naturaleza presenta un grado superior de complejidad y a un nivel completamente diferente porque el número de escalas de longitud es infinito.

Euclides descartó estas formas por “informes”, y las llamó amorfas; los matemáticos siempre han huido de lo natural y desdennan este desafío, por lo cual Mandelbrot (1977) desarrolló una nueva entidad matemática que tiene que ver con aquello que se puede ver y sentir, y denominó estas formas, que existen en el entorno natural como fractales. Acuñó este nombre a partir del adjetivo latino “*fractus*”, que a su vez proviene del verbo correspondiente “*frangere*” que significa “romper en pedazos”, siendo razonable ya que también significa “irregular”, y ambos significados remiten al término “*fragmento*”.<sup>178</sup>

Una de las características que describen a los fractales, es su dimensión fractal, que se denotará por  $D$  y mide su grado de irregularidad e interrupción.<sup>179</sup> La geometría básica explica que un punto aislado o un número finito de puntos constituyen una figura de dimensión 0; una recta o cualquier curva, se encuentran en dimensión 1; un plano o una superficie ordinaria son figuras de dimensión 2; un cubo o una pirámide constituyen la dimensión 3;

<sup>177</sup> Mandelbrot, B., (1977,1982,1983), *La Geometría Fractal de la Naturaleza*, pág. 15

<sup>178</sup> *Ibidem*, pág. 20-23

<sup>179</sup> Mandelbrot, B., (1975), *Los objetos fractales*, pág. 9

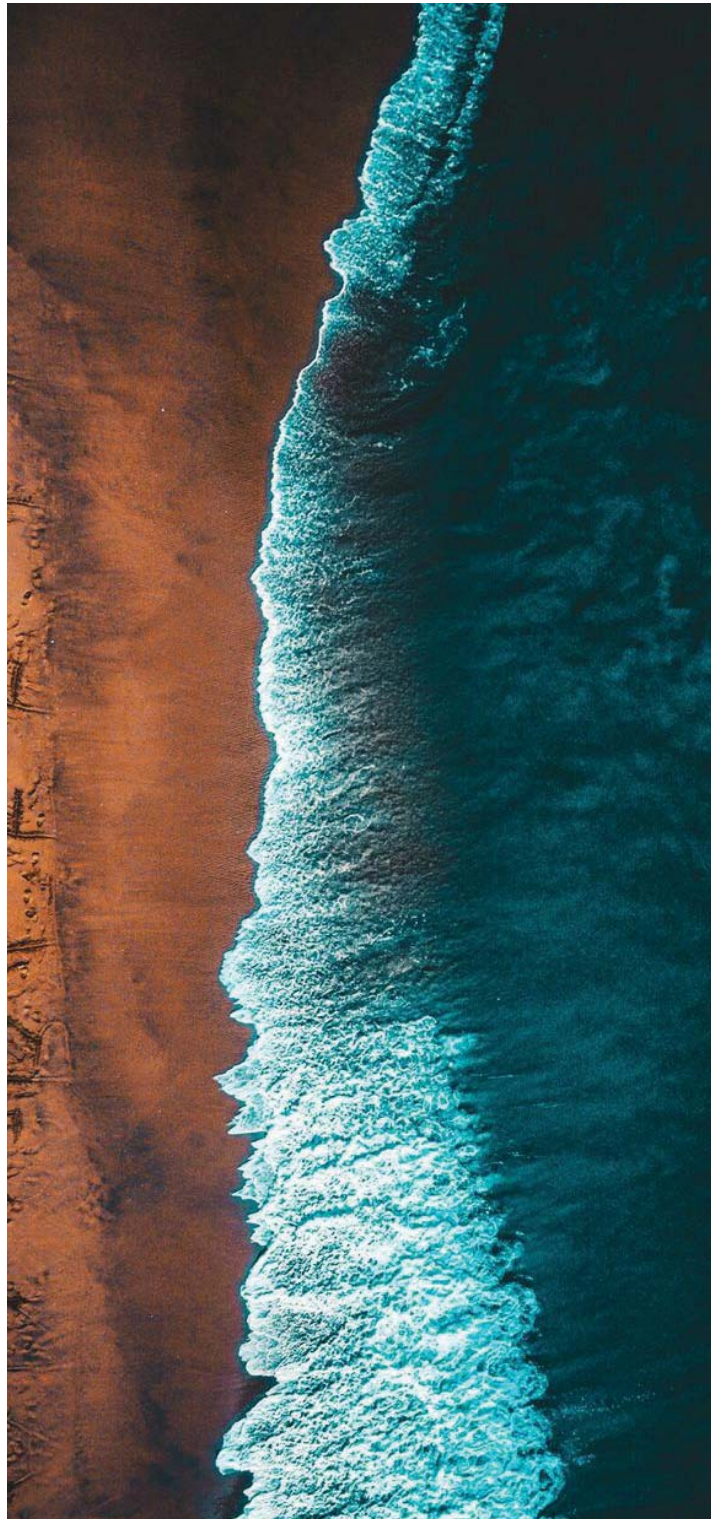


Foto 89. Representación de las costas como fractales. Recuperado de <http://bit.ly/3tiGNMU>





Foto 90. Textura y colores de la corteza de un árbol. Recuperado de <https://bit.ly/3av11uW>

las figuras ideales, como los fractales, no se encuentran en un entero, sino en una fracción como  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{2}$ ,  $\frac{5}{2}$  o en un número irracional.

En términos generales, un fractal es matemáticamente un conjunto que tiene autosimilitud a cualquier escala y con diferente orientación; a esta característica se le llama “iteración” la cual consiste en repetir un proceso varias veces y puede describirse como un mecanismo de retroalimentación que se repite un número “n” de veces.<sup>180</sup>

Un fractal perfecto puede ser magnificado repetidamente por una escala específica y aparecerá igual cada vez; para un fractal matemático la similitud en cualquier escala muestra un aumento sucesivo mientras que, para los fractales naturales, la estructura básica cambia: por ejemplo, el aumento sucesivo del árbol bronquial de un pulmón, cuando se llega al nivel celular, no muestra ninguna estructura de ramificación. Muchos fractales naturales, como las plantas y otras estructuras biológicas, tienen la característica de ser estadísticamente auto similares; en otras palabras, solo una porción ampliada del fractal se parecerá, pero no será idéntica al original.<sup>181</sup>

<sup>180</sup> Mandelbrot, B., (1975), *Los objetos fractales*, pág. 13

<sup>181</sup> Salinas, N. A., (2012), *Fractal Art and Architecture, Reduce Physiological Stress*, pág. 12

Existen distintos tipos de fractales como<sup>182</sup>:

- \* *Fractales Naturales*: abarcan un enorme rango de escalas dentro de la naturaleza encontrándose una y otra vez, desde los diminutos vasos sanguíneos y neuronas hasta las ramas de los árboles, rayos y ríos. Sea cual sea la escala, se forman repitiendo un proceso de ramificación.
- \* *Fractales geométricos*: se desarrollan repitiendo un proceso simple, como el triángulo de Sierpinski, el cual está hecho a partir de quitar repetidamente el triángulo central de la generación anterior. El número de triángulos aumenta en un factor 3: 1,3,9,27,81,243,729, etc. Otro ejemplo de este tipo de fractales es la curva de Koch.
- \* *Fractales algebraicos (abstractos)*: se forman al calcular repetidamente una simple ecuación, una y otra vez. Se necesitan computadoras para explorarlas, como el conjunto de Mandelbrot, descubierto en 1980, poco después de la invención de la computadora.
- \* *Multifractales*: no se caracterizan por una sola dimensión, sino más bien por un espectro continuo de dimensiones.

En cualquiera que sea el caso del tipo de fractal, estos se alejan de la suavidad y la uniformidad, ya que están definidos por componentes de una jerarquía de diferentes escalas: estos pueden construirse con acumulaciones (patrones de heterogeneidad ordenada, picos, granulaciones, “vellosidades”) o, en su lugar, tienen huecos u orificios (perforaciones, tamices, espaciamientos ordenados jerárquicamente), pero siempre rompen con las rectilíneas geométricas.<sup>183</sup>

### Patrones fractales y su impacto en el bienestar psicofisiológico

Como se ha indicado, diferentes investigaciones han demostrado que las formas naturales tienen una influencia benéfica en los estados emocionales de los seres humanos, y una respuesta positiva para los procesos fisiológicos. Aunque los resultados son preliminares, todos los datos apuntan a que la geometría fractal característica de los elementos naturales puede producir respuestas similares.

Dado que estos impactos positivos de los fractales se originan por su prevalencia en la naturaleza, la arquitectura fractal es vista como un ejemplo específico y altamente práctico de la biofilia.<sup>184</sup> Reconocemos y respondemos positivamente a la geometría fractal porque el cuerpo humano tiene en común estas estructuras con plantas y animales, y nos vinculamos cognitivamente porque siguen los mismos principios geométricos, como paisajes, árboles, arbustos y animales.<sup>185</sup>

Los seres humanos, tienden a preferir ambientes que contengan la propiedad de autosimilitud de los fractales.<sup>186</sup> La relación de las respuestas afectivas y la geometría fractal de la naturaleza habla sobre los efectos positivos y beneficiosos que el contacto con ella tiene sobre el cuerpo humano, aunque sin su presencia real, más bien aprovechando la geometría fractal característica de los elementos naturales.<sup>187</sup> *Dentro del campo* de la psicología ambiental se desarrollaron investigaciones, donde se ha planteado la hipótesis de que, si ciertos rasgos estructurales abstractos (fractales) tienen relación con las respuestas emocionales, pueden ser utilizados y “extraídos” de la naturaleza para utilizarse como herramienta de diseño biofílico en los entornos construidos.

<sup>182</sup> Belma, A., Sonay, A., (2016), *Fractals and Fractal Design in Architecture*, pág. 285

<sup>183</sup> Salinas, N. A., (2012), *Fractal Art and Architecture, Reduce Physiological Stress*, pág. 12

<sup>184</sup> Taylor, R.P., Juliani, A.W., Bies, A.J., Boydston, C., Spehar, B., Sereno, M.E., (2017), *The Implications of Fractal Fluency for Biophilic Architecture*, pág. 3

<sup>185</sup> Salinas, N. A., (2015), *Biophilia & Healing Environments, healthy principles for designing the built world*, pág. 11

<sup>186</sup> Salinas, N. A., (2012), *Fractal Art and Architecture, Reduce Physiological Stress*, pág. 11

<sup>187</sup> Joye, Y., (2006) *Some reflections on the relevance of fractals for therapy*, pág. 144

Estas investigaciones han encontrado que los ambientes naturales preferidos muestran una interesante mezcla de complejidad y orden, y crean una visual misteriosa que promete revelar una nueva información más allá del punto de vista actual del observador.<sup>188</sup>

Una investigación preliminar, respecto a la relación que tiene la dimensión fractal y la reducción de estrés, fue realizada por Wise y Taylor (2003). Los sujetos de este experimento se sometieron a tareas que requerían de concentración y, por lo tanto, los llevaba a una fatiga mental excesiva. Todo el tiempo, estuvieron expuestos a una fotografía del bosque y a una imagen irreal de la sabana. Al medir la conductividad de su piel se encontró que, contrario a lo esperado, la fotografía de la sabana fue más efectiva para reducir el estrés que la fotografía del bosque. Esto sucedió porque la fotografía de la sabana tenía una dimensión fractal 1.4, la cual se había encontrado previamente que se relacionaba con una mayor preferencia estética (de 1.3-1.5), mientras que la dimensión fractal del entorno del bosque se encontraba fuera de ese rango (1.6). Por lo tanto, los investigadores concluyeron que el atractivo visual de los fractales D de rango medio, afecta positivamente la condición fisiológica del observador”.<sup>189</sup> En estos entornos fractales, el cuerpo humano y los procesos psicofisiológicos amortiguan automáticamente su respuesta a la tensión inducida por tareas intensivas y a la reacción a las fuerzas externas, lo cual implica que determinados entornos fractales son curativos y protegen de las tensiones cotidianas de la vida.<sup>190</sup> Otra investigación describió que las propiedades y características de los fractales proporcionan una visión de los sistemas neurológicos humanos asociados con el procesamiento sensorial.<sup>191</sup> Por otra parte, también se sugiere que existe una relación entre la estructura matemática de los estímulos preferidos y beneficiosos, y la función neurológica y fisiológica.<sup>192</sup>

William Browning y colaboradores, desarrolló un listado de las funciones psicofisiológicas y cognitivas que se relacionan con cada uno de los catorce patrones biofílicos, de acuerdo con el respaldo de datos comprobados científica y médicamente (Ver Anexo 3).<sup>193</sup> Lo que respecta a Complejidad y Orden- Fractales, se enlistan a continuación en la Tabla 8.



Foto 91. Fractales en las ramas de un árbol. Recuperado de <https://bit.ly/3dysAph>

<sup>188</sup> Kaplan, S., (1987), *Aesthetics, Affect, and Cognition: Environmental preference from an Evolutionary Perspective*, pág. 3

<sup>189</sup> Wise, J. A., Taylor, R.P., (2002), *Fractal Design Strategies for Enhancement of Work Environments*

<sup>190</sup> Salinger, N. A., (2012), *Fractal Art and Architecture, Reduce Physiological Stress*, pág. 11

<sup>191</sup> Olhausen, B. A., Field, D. J., (1996), *Emergence of simple-cell receptive field properties by learning a sparse code for natural images*, págs. 607-609

<sup>192</sup> Hughes, J.R. (2001), *The Mozart Effect. Epilepsy & Behavior*, págs. 396-417

<sup>193</sup> Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2017). *14 Patrones de Diseño Biofílico*, pág. 14

Tabla 8  
**FUNCIONES PSICOFISIOLÓGICAS Y ANALOGÍAS NATURALES**

<b>Reductores de estrés</b>	<b>Desempeño cognitivo</b>	<b>Emociones, estado de ánimo y preferencias</b>
Impacta <b>positivamente</b> las respuestas perceptuales y fisiológicas al estrés (Joye, 2007; Taylor, 2006; S. Kaplan, 1988; Salinger, 2003)	-Disminuye la presión sanguínea diastólica (Tsunet, Miyazaki y Sato, 2007).  -Mejora el desempeño creativo (Lichtenfeld et. al., 2013).	-Se observan preferencias visuales (Vessel, 2012; Joye, 2007)  -Mejora el confort (Tsunetsugu, Miyazaki y Sato 2007).

Categorías de Analogías Naturales y sus reacciones biológicas, de acuerdo a William Browning, et. al (2014) en el documento *14 patrones de Diseño Biofilico*.

Estas investigaciones demuestran que los efectos positivos psicofisiológicos, que tienen relación con la naturaleza, pueden estar asociados con la estructura matemática del estímulo sensorial; además, los fractales de la naturaleza se reflejan en la función neurológica del sistema sensorial humano, teniendo como resultado una base fisiológica para las distintas respuestas de los entornos naturales y artificiales.<sup>194</sup> Finalmente, las respuestas humanas también se dan para la repetición y la periodicidad de la naturaleza en forma de estímulos fractales, debido a que “resuenan bien” con la estructura de la corteza somato sensorial y la función fisiológica<sup>195</sup>, dando como resultado una respuesta afectiva y de fascinación.



Foto 92. Ramas de un árbol representados de forma estructural en la Capilla Agri, en Nagasaki-Shi Japón, diseñado por Yu Momoeda Architecture Office. Recuperado de <http://bit.ly/3oCUQZZ>

<sup>194</sup> Cheung, K., C., Wells, N. M., (2004), *The Natural Environment & Human Well-Being: Insights from Fractal Composition Analysis?* pág. 77

<sup>195</sup> Hughes, J.R. (2001), *The Mozart Effect. Epilepsy & Behavior*, págs. 396-417



Foto 93. Formas geométricas en el espacio público, para que los niños jueguen, las personas convivan y a su vez integrar elementos naturales en Zighizaghi Jardín Urbano Multisensorial, en Favara Italia, diseñado por OFL Architecture. Recuperado de <https://bit.ly/3eixWnM>

Lo anterior evidenciaría lo que indicó el filósofo, Dr. Yannick Joye de la Universidad de Gante: “[...] no es el árbol el que causa estas respuestas emocionales [biofilicas], sino las matemáticas fractales del árbol”.<sup>196</sup> La experiencia visceral del espacio depende, en gran parte, de la geometría de las estructuras artificiales con las cuales interactuamos, que no necesariamente se asemejan o se relacionan con la forma biológica. Una estructura compleja, con cualidades curativas, incorpora varios factores diversos a los que reaccionamos.

Existen propiedades matemáticas específicas que producen un efecto curativo.<sup>197</sup> La información que las matemáticas nos proporcionan, en forma de patrones visuales: orden, simetrías y otros sistemas de organización mental, fortalece las emociones de las vidas de los seres humanos. Los instintos de supervivencia están diseñados para relajarse al sentir la influencia de ciertos patrones y simetrías característicos de un ambiente flexible, y sentirse amenazados cuando estas propiedades no están presentes. Contrariamente a los que se piensa, las respuestas fisiológicas y psicológicas a los patrones matemáticos son viscerales, no intelectuales y, por lo tanto, no se piensan: son instintivas y automáticas.<sup>198</sup>

El diseño arquitectónico cada día contempla más las estructuras fractales naturales, restringiéndose bastante a las propuestas de fachadas; las formas que se obtienen, contrastan con las expresiones tradicionales de la arquitectura, de formas rectas o puras como: cuadrados, rectángulos o curvas regulares. Este contraste entre los sólidos elementales y los fractales representa los extremos opuestos del espectro de diseño, ya que los primeros tienden a la reducción y los segundos expresan una complejidad ordenada, que resulta en una mezcla de jerarquías y escalas enlazadas.

Como lo apunta Ary Goldberg (1996) la percepción humana responde a estos entornos complejos porque, de alguna, forma el cerebro tiene una estructura intrínsecamente fractal y, por lo tanto, acepta fácilmente la información fractal del entorno, de acuerdo con este rasgo anatómico, imaginamos y visualizamos a las formas fractales como naturales.<sup>199</sup>

El cerebro humano constantemente registra todo lo que pasa en su entorno inmediato, y evalúa las situaciones que son esenciales para la supervivencia: la resonancia fractal tiene un significado profundo en nuestro aparato cognitivo, que reacciona ante los ambientes que poseen estas características. Nikos Salingaros y colaboradores (2012) apuntaron que, aunque no hay una manera satisfactoria de explicar por qué el cuerpo funciona de esta manera, hay algunas pistas sobre este mecanismo<sup>200</sup>:

1. La estructura de la mente: el cerebro humano está organizado de acuerdo con la morfología fractal, en un sistema estructurado de módulos anatómicos, organizados jerárquicamente, que existen a distintas escalas.

2. De las antenas fractales: Nathan Cohen (2005) desarrolló resonadores fractales en microeléctrica, un mecanismo paralelo en el hardware electrónico. Estas antenas superan a las lineales, son extremadamente eficientes en lugares geográficos con señal débil, donde las antenas ordinarias no pueden funcionar correctamente. Son capaces de capturar diferentes frecuencias sin necesidad de una sintonización geométrica o electrónica. Existe la teoría de que las estructuras fisiológicas fractales del cuerpo humano podrían resonar, de alguna manera, con las estructuras fractales en el ambiente externo.

<sup>196</sup> Joye, Y., (2007), *Fractal Architecture Could Be Good for You*, pág. 317

<sup>197</sup> Salingaros, N. A., (2015), *Biophilia & Healing Environments, healthy principles for designing the built world*, pág. 33

<sup>198</sup> *Ibidem*, pág. 16

<sup>199</sup> Salingaros, N. A., (2012), *Fractal Art and Architecture, Reduce Physiological Stress*, pág. 12

<sup>200</sup> *Ibidem*, págs. 22-25

3. De los fractales dinámicos en la fisiología humana: la hipótesis de West-Goldberg (1987) afirma que: “[...] una variabilidad saludable de un sistema fisiológico se manifiesta en una dimensión fractal decreciente. Como ejemplo, están las propiedades fractales en las series temporales del electrocardiograma del corazón humano. La dinámica de este órgano contiene una frecuencia básica de 70 latidos por minuto que, en un corazón sano, sube y baja de 50 a 110 en un patrón temporal con componentes fractales. Cuando el corazón sufre de alguna patología, la frecuencia sale del espectro fractal, haciendo que el electrocardiograma se vuelva más lineal. Esto señala el inicio de un ataque cardíaco”.

4. De la hipótesis de Savannah: la dimensión fractal de rango medio de un paisaje de sabana proporciona ventajas de supervivencia, como la transmisión sin esfuerzo de información estructural básica. La sabana es muy abierta: en ella, los animales están expuestos y es más difícil encontrar protección y fuentes de alimento. En contraposición, los entornos boscosos presentan un rango de dimensión fractal más alto: en ellos pueden esconderse los depredadores y, por lo tanto, resulta más peligroso. Si estamos sincronizados con los entornos fractales debido a nuestra evolución, entonces respondemos con mayor estrés en entornos con dimensión fractal alta.



Foto 94. Repetición de formas orgánicas representando los patrones fractales, a su vez se incluye el diseño de iluminación cálido y difuso en el Washington Adventist White Oak Medical Center, en Maryland, EUA, diseñado por Calliston RTKL. Recuperado de <http://bit.ly/3tiBiOh>

5. De los movimientos de los ojos: el ojo humano realiza un procesamiento de búsqueda en todo el campo visual al que está expuesto, que se denomina “sacádico”, y consiste en muchos saltos de diferente longitud. La trayectoria que hace en este proceso no es regular; más bien “se concentra” en regiones de mayor contraste. Además, estos movimientos irregulares corresponden a un fractal estocástico llamado “vuelo de Levy”. Taylor (2011) calculó la dimensión fractal de los vuelos de Lévy del ojo, mientras rastreaba escenas fractales. La trayectoria del ojo no cambió, se fijó en  $D=1.5$ ; por lo tanto, se concluyó que la resonancia cognitiva se produce en cualquier línea que tenga una dimensión fractal en torno a 1.5.

6. De los tiburones en busca de comida: los tiburones buscan comida de forma estocástica (direcciones y longitudes de camino aleatorias), que se asemejan a un vuelo de Levy. Estos movimientos oculares provienen, por lo tanto, de una adaptación evolutiva a las matemáticas.

7. De las obras de arte que reducen el estrés: en una encuesta de 1993 Komar y Alexander afirmaron que las pinturas de paisaje que contienen agua, personas y animales son preferidas universalmente.

Tomando en cuenta estas pistas, *se podrá aproximar aún más a un diseño de arquitectura fractal que ayude a las personas, pero sobre todo a pacientes, a sentirse en sintonía con su entorno construido inmediato*. Actualmente, los investigadores están buscando nuevas formas más eficaces para reducir el estrés, tratando de adaptar los interiores y los exteriores de los edificios, para crear ambientes que generen una conexión entre las respuestas fisiológicas y los estímulos visuales. Estos proyectos ofrecen un potencial de colaboraciones interdisciplinarias entre científicos, artistas y arquitectos.

Algunos edificios de finales del siglo XIX y principios del XX ya contemplaron el uso de fractales dentro de sus diseños: tal es el caso del edificio Carso, Pirie, Scott and Company de Chicago, erigido en 1899 por Louis Sullivan, donde se combinan fractales y curvas. También los edificios Art Nouveau de la misma época, principalmente en Europa, que incluyen las obras de Víctor Horta en Bélgica, y Hécator Guimard en Francia. También se incluyen: el horizonte del templo de Borobudur construido en Java durante el siglo VIII, las líneas de Nasca en Perú antes del siglo VII, las catedrales góticas del siglo XII, el jardín de Rocas de Ryoaji en Japón del siglo XV, la torre Eiffel del año 1889 y la Palmer House de Lloyd Wright de 1950.

Independientemente de qué tipo de fractal se utilice, la salud humana y el confort dependen de las escalas más pequeñas, que permitan registrar la presencia o ausencia de una jerarquía completa de escalas en la arquitectura. Vivir en un ambiente artificial nos hace añorar la naturaleza, y tratamos de compensar su ausencia, impregnando el entorno con propiedades geométricas que se encuentren en ella, como los ornamentos. Agregar ornamentos a los espacios interiores construidos es simplemente la organización de la complejidad generada en las escalas menores del diseño. En fin, Alexander (2001-2005) llama “estructuras vivas”, a aquellas formas y artefactos del diseño humanos que imitan las propiedades geométricas y la complejidad organizada de los organismos vivos. Cuando no podemos tener acceso directo a plantas y animales, lo mejor es crear ornamentos que nos hacen sentir conexión con estos diseños abstractos a pequeña escala. Lo anterior sucede porque sentimos atracción de manera visceral y los patrones están íntimamente ligados con la inteligencia humana, ya que la simplicidad en lugar de la complejidad (entendida como ornamentos, fractales y detalles), no es un buen alimento para las mentes.<sup>201</sup>

<sup>201</sup> Salinas, N. A., (2015), *Biophilia & Healing Environments, healthy principles for designing the built world*, pág. 25



Los conceptos antes expuestos son resultado de una vasta trayectoria y experimentación por parte de los investigadores citados. Desde mi punto de vista, el ambiente construido forma parte de las variables que merecen ser reevaluadas para proporcionar al habitador de cualquier género arquitectónico un escenario entendible y cálido, donde las acciones y necesidades de cada persona sean tomados en cuenta.

Actualmente la forma de transitar en la vida cotidiana es acelerada y precipitada, pocas veces nos detenemos en apreciar el ambiente en el que estamos inmersos, su conformación y la impresión que nos proporciona, ya que nuestras actividades diarias nos mantienen ocupados. Cuando uno se encuentra dentro de una unidad hospitalaria, la forma de vida se invierte y toda nuestra atención se enfoca en los informes médicos, en tratar con el personal que labora ahí, en esperar a ser atendidos, en pasar días hospitalizados o en esperar la mejora de la salud de nuestro familiar; como médicos, tratar con la vida de pacientes y atender las dudas de sus familiares, por lo que este edificio es el primer plano de todas esas actividades. Sus imperfecciones y falta de mantenimiento se hacen más perceptibles, se nota cierto aislamiento de lo que sucede en el mundo exterior, extrañamos que el sol toque nuestros cuerpos o sentir una ráfaga de aire erizando nuestra piel como sucede en nuestro diario vivir. La conducta de cada persona que transita por esos espacios se modifica a raíz de esta falta de detalle, lo que podría ocasionar que nos haga sentir poco importantes, parte de lo que nos hace humanos es ser conscientes de lo que nos rodea, inconscientemente creamos un afecto positivo o negativo con base en la evaluación que hacemos del entorno y por la forma en la que nos satisface psicológica y fisiológicamente.

Cuando el entorno nos dota de componentes benéficos para nuestra salud como la entrada de luz, vistas del mundo diario, un toque de naturaleza, colores que emocionen, control sobre nuestro espacio o tener privacidad, las reacciones del cerebro hacia los órganos y el cuerpo se vuelven más apacibles, mandando señales de tranquilidad y comodidad, lo que permite que queramos permanecer en un lugar determinado; en cambio, cuando un lugar nos priva como seres humanos, las reacciones del cerebro preparan al cuerpo para huir, si a esto le sumamos que nos encontramos en un estado de enfermedad, todo se potencia, la mente se centra en emociones negativas como la melancolía, la tristeza, la añoranza, el enojo, la frustración, etc., y el cuerpo relentiza su curación a falta de sanación. Si bien, la arquitectura no puede curar el cáncer o aliviar la pérdida de un ser querido, tiene la ventaja de contar con componentes y estímulos visuales que pueden coadyuvar al habitador a modificar su perspectiva del lugar y a su vez mejorar las emociones de forma cognitiva.

En este aspecto, la naturaleza es un componente clave de la arquitectura, los seres humanos la necesitamos para poder habitar y sobrevivir. Ella pone a nuestra disposición diferentes elementos que se aprecian con los cinco sentidos de nuestro cuerpo; si en la arquitectura hospitalaria tomamos en cuenta cada particularidad de su configuración, lograremos crear espacios que proporcionen un refugio, así como enriquecer al entorno de información para distraer de manera efectiva la atención de las personas. Está claro que, cada unidad hospitalaria tendrá distintas necesidades de acuerdo a las especialidades que se manejen en ella, sin embargo, todos los seres humanos tienen aspectos emocionales que deben ser cuidados desde la arquitectura.



# 3

## Caso de estudio

3.1 Diseño Basado en Evidencias

3.2 Planteamiento del proceso de investigación

Metodología

Localización y selección de espacios para  
encuestar

Estrategias de aproximación y procedimiento

Muestra

Variables

### 3.1 DISEÑO BASADO EN EVIDENCIAS

Cada vez más, los investigadores se integran en equipos multidisciplinarios para el desarrollo de infraestructura para salud. Por ejemplo, *The Center for Health Design*, una organización sin fines de lucro establecida en California desde 1993, tiene la visión de crear instalaciones de atención médica que promuevan ambientes más saludables para pacientes y personal: han establecido una serie de programas y parámetros, como recursos que coadyuven a identificar el impacto que puede tener la inversión en el diseño de las instalaciones hospitalarias.

Cuenta con programas como: el Proyecto Pebble, la certificación EDAC, el programa de Afiliados, la revista HERD, la Exposición y Conferencia de Diseño de Atención Médica. Los parámetros que emplean están basados en investigaciones que permiten tomar decisiones sobre el entorno construido para lograr mejores resultados. En este proceso se incluyen los siguientes 8 pasos:

1. Definir las metas y objetivos basados en la evidencia.
2. Encontrar fuentes de evidencia relevante
3. Interpretar críticamente las pruebas relevantes
4. Crear e innovar conceptos de diseño basados en la evidencia
5. Desarrollar una hipótesis
6. Recopilar medidas de rendimiento de referencia
7. Monitorear la implementación del diseño y la construcción.
8. Medir los resultados de rendimiento posteriores a la ocupación.

Por consiguiente, la mejora del diseño construido de los entornos hospitalarios debe ser alimentada por pruebas procedentes del creciente conjunto de investigaciones sobre el medio ambiente y el comportamiento; esto, a su vez ayuda a aumentar significativamente los niveles de seguridad, calidad, calidez y satisfacción.<sup>202</sup>

Para finales del año 2019, en México aún existía un rezago en cuanto a la calidad de la atención en salud; por ejemplo, el país requiere una inversión de 11,651 millones de pesos para concluir y poner en operación 236 de los 317 establecimientos que quedaron inconclusos y abandonados, de acuerdo con información que dio a conocer el director del Instituto Nacional de Salud para el Bienestar, Juan Antonio Ferrer Aguilar.<sup>203</sup> Este escenario ofrece una oportunidad para repensar el diseño de las unidades médicas y, especialmente, para considerar cómo un diseño enfocado en el individuo puede mejorar las condiciones de pacientes y personal. Así como la práctica médica se ha ido adecuando cada vez más hacia la medicina basada en la evidencia, donde las elecciones clínicas se basan en la investigación, el diseño arquitectónico de la infraestructura hospitalaria debe guiarse más por una investigación rigurosa, que vincule los entornos físicos de los hospitales con los resultados de la atención sanitaria, y se desplace hacia el Diseño Basado en Evidencia (DBE).

<sup>202</sup> Nersessian, N., (2014), *Evidence-based design in practice: a thematic analysis*, pág. 5

<sup>203</sup> <https://bit.ly/3em32uv>

DBE es el proceso de construcción de un edificio o entorno físico con base en la investigación científica, para lograr los mejores resultados.<sup>204</sup> Se define como: “[...] el intento deliberado de basar las decisiones de diseño en la mejor evidencia de investigación disponible [...]”, y que “[...] un diseñador basado en la evidencia, junto con un cliente informado, tomen decisiones basadas en la mejor información disponible de las evaluaciones de investigaciones y proyectos”.<sup>205</sup> La evidencia en DBE incluye fuentes amplias de conocimiento: desde revisiones sistemáticas de la literatura existente hasta guías prácticas y opiniones de expertos. El movimiento hacia el DBE, como ya se ha mencionado, comenzó con Ulrich en 1990, cuando observó el efecto positivo en la recuperación de pacientes después de una cirugía, a través de las vistas de paisajes naturales. También es el origen de los *entornos de curación*, que pueden considerarse como “inversiones inteligentes” porque ahorran dinero, aumentan la eficiencia del personal y reducen la estancia hospitalaria del paciente, al hacerla menos estresante.<sup>206</sup>

El proceso por seguir para realizar un DBE tiene cuatro componentes<sup>207</sup>:

1. Recopilar inteligencia cuantitativa y cualitativa.
2. Mapear los objetivos estratégicos, culturales y de investigación.
4. Hipotéticamente, innovar e implementar el diseño basado en medicina traslacional
4. Medir y compartir los resultados.

El DBE, enfocado en el diseño de unidades médicas, presenta bibliografía que revisa el diseño satisfactorio y no satisfactorio de edificaciones para la salud: indica cómo es posible promover la curación y conseguir que los hospitales sean menos riesgosos y estresantes, y entrega pruebas científicas de que el diseño afecta positivamente los resultados clínicos y la eficacia del personal médico.<sup>208</sup>

Según los resultados de la revisión bibliográfica, el DBE se centra y organiza en tres partes: (1) seguridad del paciente, como infecciones, errores médicos y caídas; (2) los estudios relacionados con el dolor, el sueño, el estrés, la depresión, la duración de la estadía, la privacidad, la comunicación, el apoyo social y la satisfacción general de pacientes y familiares; (3) por último, aborda las investigaciones científicas pertinentes a los resultados del personal, como las lesiones, el estrés, la eficacia en el trabajo y la satisfacción.<sup>209</sup>

La presente investigación se centra en la segunda parte de la revisión bibliográfica indicada antes, que trata acerca de mejorar los resultados de los pacientes al reducir el dolor, disminuir la ingesta de analgésicos y evitar la depresión y estrés a través de la mejora del estado de ánimo<sup>210</sup>, mediante atributos del diseño biofílico y con base en la opinión de los habitantes.

<sup>204</sup> <https://bit.ly/3tBuZFn>

<sup>205</sup> Hamilton, K.D., (2003), *The four levels of evidence-based practice*, págs. 18-26.

<sup>206</sup> Huisman, E.R.C.M., Morales, E., van Hoof, J., Kort, H.S.M., (2012), *Healing environment: A review of the impact of physical environmental factors on users*, pág., 70-71

<sup>207</sup> Cama, R., (2009), *Evidence-based healthcare design*, pág. 10

<sup>208</sup> Ulrich, R.S., Zimring, C., Zhu, X., DuBose, J., Seo, H.-B., Choi, Y.-S., Quan, X., Joseph, A., (2008), *A Review of the Research Literature on Evidence-Based Healthcare Design*.

<sup>209</sup> *Ibidem*, pág. 3

<sup>210</sup> *Ibidem*, págs. 28-35

## 3.2 PLANTEAMIENTO DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo terminal está basado en el método analítico de investigación, mediante el cual se descubre información relevante sobre un tema, a través de la recopilación de todos los datos que se disponen sobre él; una vez recolectados, los datos se examinan para probar una hipótesis o apoyar una idea determinada. Se utiliza principalmente para encontrar evidencia que apoye investigaciones que se están llevando a cabo, para hacerlas más fiables o para formar nuevas ideas sobre una materia concreta.<sup>211</sup> Este tipo de método es sumamente útil en campos de estudio novedosos e inexplorados, ya que emplea instrumentos que revelan relaciones esenciales y características fundamentales de su objeto de estudio.

### Metodología

Con la finalidad de realizar una primera aproximación al DBE que coadyuve a la reducción de los niveles de estrés de pacientes hospitalizados en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán INCMNSZ, se recopiló la información necesaria a través de encuestas de preferencias declaradas que permiten evaluar las preferencias de los habitantes.<sup>212</sup>

La hipótesis de trabajo consiste en que pacientes que asisten y permanecen en los servicios de Hospitalización y Toma de Muestras, junto con familiares que se encuentran en el servicio de Urgencias podrían considerarse parte de un grupo de beneficiarios, en el que hay una oferta de servicios ambientales y sujetos que expresan sus preferencias de uso de lugar. Las personas entrevistadas evaluaron una serie de opciones, descritas con base en atributos considerados de importancia para el DBE, y escogieron la que mejor se ajustó a sus preferencias. La recopilación de información se realizó en 3 etapas: una evaluación del sitio, realizada de manera personal durante una serie de visitas, y el levantamiento de dos encuestas de preferencias declaradas. A través de la primera evaluación, se definieron los espacios del INCMNSZ que se usaron como casos de estudio: las habitaciones del servicio de hospitalización, salas de espera de laboratorios y urgencias, las cuales sirvieron como escenario para la realización de las dos encuestas de preferencias declaradas.

En la primera encuesta se realizaron 8 preguntas a pacientes y familiares. Las preguntas se presentan en dos secciones: datos personales y preferencias (Ver Anexo 4). En la sección de datos personales se apuntan: sexo, masculino o femenino, la edad, nivel máximo de estudios, tipo de padecimiento o enfermedad, la frecuencia con la que asiste al hospital o el tiempo de estadía en hospitalización, dependiendo del servicio en que se realizó la encuesta. Estas preguntas fueron de suma importancia para determinar si dichas variables están relacionadas con la percepción que se tiene respecto al lugar donde se encuentran, y la selección de respuesta.

<sup>211</sup> <https://bit.ly/3xl3guX>

<sup>212</sup> Sillano, M., Greene, M., Ortuzar, J.D., (2006), *Cuantificando la Percepción de Inseguridad Ciudadana en Barrios de Escasos Recursos*, pág. 5

En la siguiente sección se pregunta acerca de las preferencias de los encuestados, con respecto a los elementos arquitectónicos en que enfocan su vista cuando se encuentran en el hospital, si prefieren figuras naturales o geométricas en el diseño interior de la unidad médica, y si piensan que observarlas mejoraría su estado de ánimo.

### *Figuras geométricas*

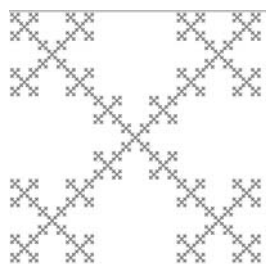


Figura 1. Fractal de Vicsek



Figura 2. Triángulo de Sierpinski

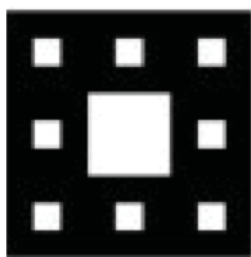


Figura 3. Tapete de Sierpinski

### *Figuras naturales*



Figura 4. L-Sytem

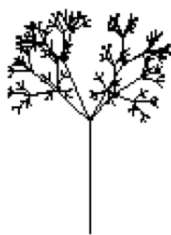


Figura 5. L-Sytem



Figura 6. L-Sytem

### Primera pregunta.

1. Ordena de mayor a menor los elementos arquitectónicos en los cuales enfocas tu mirada con mayor frecuencia, cuando te encuentras en este espacio.

- Plafones
- Ventanas
- Pisos
- Muros
- Puertas

El propósito de esta pregunta es contar con una base de certidumbre acerca de los elementos arquitectónicos existentes que miran los usuarios de forma preferente, dependiendo de la posición de su cuerpo: sentados, acostados o de pie; en los elementos arquitectónicos donde los usuarios enfocan su visión, se aplicarán los patrones fractales.

### Segunda pregunta.

2. Del siguiente grupo de imágenes (figuras naturales y geométricas), ¿Cuál preferirías, para observar en ventanas, plafones, pisos, muros o puertas, desde el lugar donde te encuentras?

Las imágenes seleccionadas provienen de la revisión bibliográfica, en la sección sobre los tipos de fractales. Se utilizaron figuras que los pacientes pudieran procesar de manera fácil y concreta, sin necesidad de un análisis exhaustivo, y así pudieran elegir la que mejor se adapta a sus gustos.

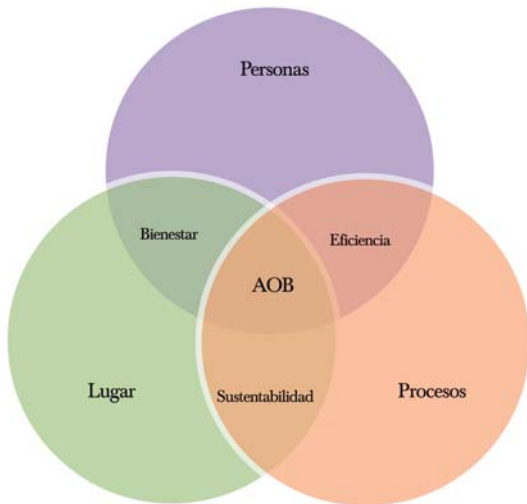


Foto 95. Ambientes Óptimos de Bienestar (AOB) u Optimal Healing Environments (OHE), por Terri Zborowsky. Recuperado de <http://bit.ly/3ctGVmN>

Tercera pregunta.

3. ¿Consideras que la inclusión de estas figuras en los espacios del hospital, podrían mejorar tu estado de ánimo?

Los *Ambientes Óptimos de Bienestar (OHE, por sus siglas en inglés)*<sup>213</sup>, describen un sistema de salud que se diseñe para estimular y apoyar la capacidad de sanación inherente de pacientes, familiares y personal médico. Por lo tanto, la respuesta ayuda a mejorar la relación espacio-paciente ya que, al tomar en consideración su opinión, el usuario percibirá de manera cercana el ambiente y podrá sentirse en armonía con su entorno.

A través de la segunda encuesta de preferencias declaradas se define el grado de iterancia o escala que prefieren pacientes, para el rediseño de los espacios de la unidad hospitalaria. De esta manera, la saturación de los fractales será adecuada a los gustos declarados; además, en esta nueva encuesta se repite la sección de datos personales, ya que se busca mantener las variables socioeconómicas y de frecuencia de visita a la unidad médica, bajo el criterio de que la población que acude a los servicios médicos es aleatoria, pero mantiene una regularidad estadística en su composición. (Ver Anexo 5)

Primera y única pregunta

1. Califica en la escala del 1 al 3 las siguientes fotografías, donde 1: no te agrada, 2: te agrada y 3: te agrada más.

Esta pregunta califica el nivel de agrado que provoca cada fotografía: se busca que los encuestados evalúen los patrones a partir de la comparación con el espacio original, representado en la primera fotografía. Por medio de un programa de edición de imágenes (Photoshop), se aplicó el patrón elegido por pacientes en los elementos arquitectónicos que miran, a partir de los resultados de la encuesta previa; cada fotografía contiene una iterancia diferente. En la Fase 1, los pacientes y familiares determinaron que su grupo preferido de fractales son los naturales, ya que, de acuerdo con sus respuestas, los mantiene cercanos a espacios naturales donde han permanecido. Con las respuestas de esta pregunta, los encuestados seleccionaron el diseño que satisface sus preferencias visuales; se pretende que, a través de la inclusión de fractales naturales, el ambiente construido se acerque a la complejidad y orden del ambiente natural y con ello, se reduzcan los niveles de estrés en los habitantes.

Cabe mencionar que, para efectos de esta investigación, los fractales naturales aplicados en los fotomontajes están basados en un modelo ya experimentado, el Sistema de Lindenmayer (L-system) el cual modela el proceso de desarrollo de los elementos vegetales y las representa por medio de iteraciones.

<sup>213</sup> Sakallaris, B., MacAllister, L., Voss, M., Smith, K., Jonas, W., (2015), *Optimal healing environments*, pág. 40





Fotomontaje 1. Elementos que pacientes hospitalizados y personal médico podrían ver en la Itererancia 1, Sala de encamados individual. Elaboración propia



Fotomontaje 2. Elementos que los pacientes hospitalizados y personal médico podrían ver en la Iterancia 2, Sala de encamados individual. Elaboración propia



Fotomontaje 3. Elementos que pacientes hospitalizados y personal médico podrían ver en la Iterancia 3, Sala de encamados individual. Elaboración propia



Fotomontaje 4. Elementos que pacientes, familiares y personal médico podrían ver en la Iterancia 1, Toma de muestras. Elaboración propia



Fotomontaje 5. Elementos que pacientes, familiares y personal médico podrían ver en la Iterancia 2, Toma de muestras. Elaboración propia



Fotomontaje 6. Elementos que pacientes, familiares y personal médico podrían ver en la Iterancia 3, Toma de muestras. Elaboración propia



Fotomontaje 7. Elementos que pacientes, familiares y personal médico podrían ver en la Iterancia 1, Urgencias-Triage. Elaboración propia



Fotomontaje 8. Elementos que pacientes, familiares y personal médico podrían ver en la Iterancia 2, Urgencias-Triage. Elaboración propia



Fotomontaje 9. Elementos que pacientes, familiares y personal médico podrían ver en la Iterancia 3, Urgencias-Triage. Elaboración propia

## Localización y selección de espacios para encuestar

La recolección de información se desarrolló en los servicios de Hospitalización, Urgencias y Toma de Muestras del INCMNSZ. Estos espacios tienen distintas funciones y niveles de atención, y los tipos de pacientes también son variables.

Este conjunto hospitalario se ubica en la Alcaldía Tlalpan, Ciudad de México, dentro de la Zona de Hospitales. Se especializa en las necesidades de salud de población en materia de nutrición y medicina interna: está orientado a promover la asistencia médica de calidad, tanto su dimensión científico-técnica como la interpersonal, y tiene como eje primario la atención centrada en el paciente, en un marco de calidad, seguridad y excelencia.

Cabe mencionar que el INCMNSZ cuenta con elementos positivos para la sanación y confort visual de los habitantes, plasmados en sus más de 500 obras artísticas plásticas donadas por los propios pintores o escultores del país. Se encuentran obras de Mauro Gómez Vázquez, Argelina Rojas, Leonardo Nierman, Héctor Cruz García, Antonio Apodaca, Enrique López Pacheco, entre otros. En el acceso norte a Laboratorio y Toma de muestras conduce hacia algunas piezas emblemáticas de Emma Guzmán, como “Pensamientos estelares” y la “Vida llena de alegría”. Todas las obras tienen por condición que contengan temas alegres, con armonía, con luz y con color, así, la intención es hacer sentir al personal del instituto, a los familiares del paciente y al propio paciente el gran valor cultural que hay ahí, que a su vez transmiten esperanza, armonía y bienestar en los momentos difíciles.<sup>214</sup>

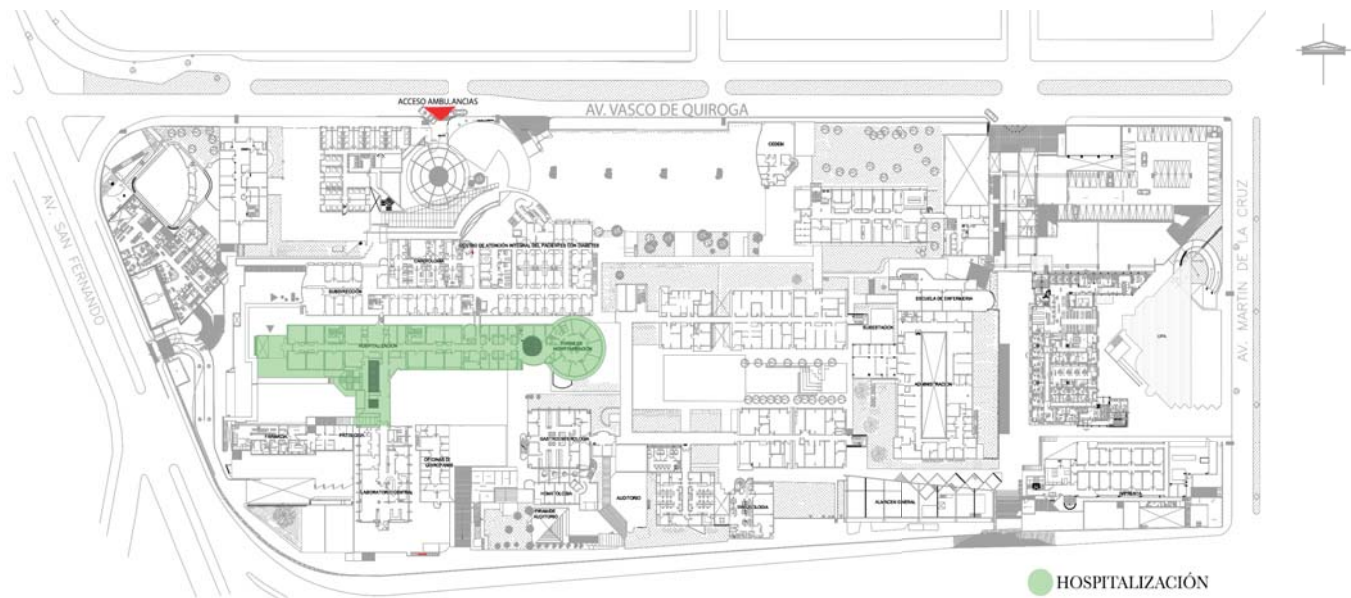
Para efectos de este trabajo terminal, en las siguientes descripciones se mencionarán ciertas condiciones que podrían mejorar en los servicios donde se realizaron las encuestas.

### *Hospitalización*

El objetivo del servicio de hospitalización es mantener al paciente en constante observación, para evaluar la evolución de la enfermedad y ofrecer el tratamiento para todos los casos específicos. Actualmente, el edificio donde se encuentran las salas de encamados se compone de sótano, planta baja y tres niveles de hospitalización. El primer y segundo nivel alojan habitaciones múltiples de cuatro camas, divididas por mamparas y cortinas; solo cuentan con una ventana superior, con orientación norte, que ilumina 2 camas mientras las otras dos están cerca de la puerta, pero iluminadas de manera artificial. Tienen ventilación mecánica, no cuentan con vistas hacia el exterior ni existe algún elemento distractor dentro de la habitación.

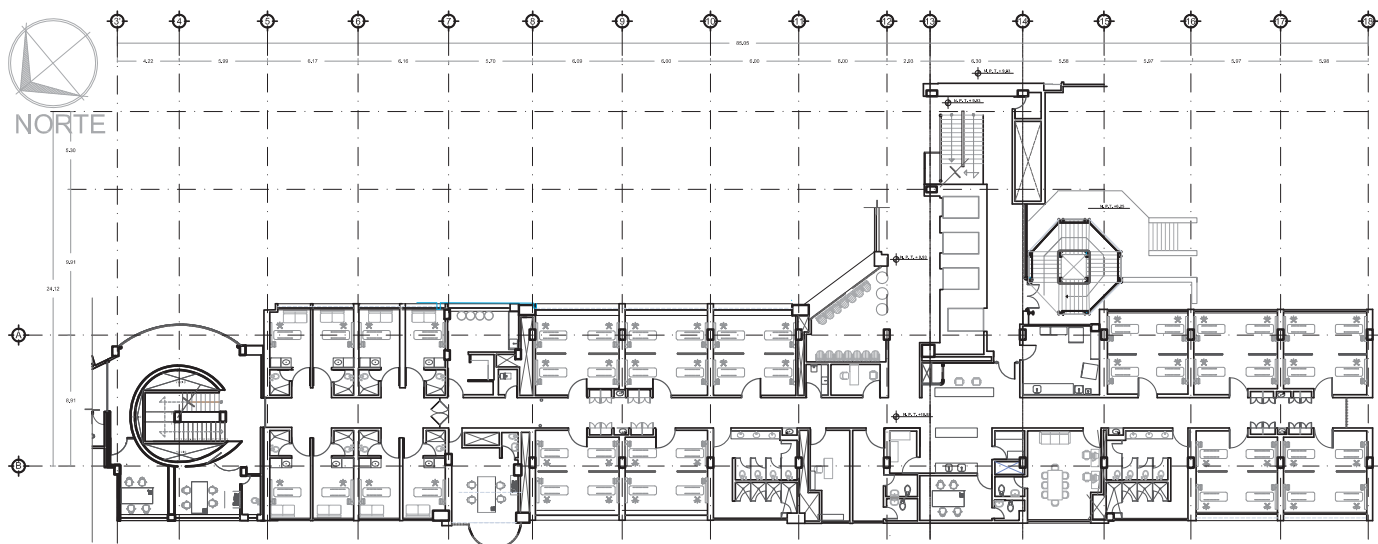
Los colores de los acabados son de color blanco, sin ningún tipo de tratamiento, por lo cual el ambiente se percibe frío y rígido. Cada nivel cuenta con dos núcleos de servicios sanitarios que se encuentran del otro lado del pasillo, por lo cual estos pacientes deben salir de su habitación. El tercer y último nivel tiene espacio para 32 encamados individuales en aproximadamente 12 m<sup>2</sup>, que resulta insuficiente para la movilidad de las enfermeras y familiares. Cuenta con un sillón cheslong junto a la cama, donde los familiares pueden pasar la noche o acompañarlos. La cama está paralela a la ventana por lo cual, si el paciente se encuentra sentado tiene vista directa al muro de color blanco, sin ningún tratamiento o textura. La ventana es de mayor tamaño y ocupa todo el muro que está junto a la cama; de esta manera los pacientes tienen mayor visibilidad, aunque sin contacto directo con la naturaleza. El baño se encuentra dentro de la habitación, lo que facilita a los pacientes usar el núcleo sanitario. Como complemento, tiene que indicarse que el espacio arquitectónico de este servicio está condicionado por la diferencia socioeconómica; si bien el tamaño de las habitaciones individuales no es el indicado, se percibe mayor comodidad y privacidad, y las vistas hacia el exterior son francas; por lo tanto, *el confort*, en este caso, es mayor.

<sup>214</sup> <https://bit.ly/2QvOF7y>

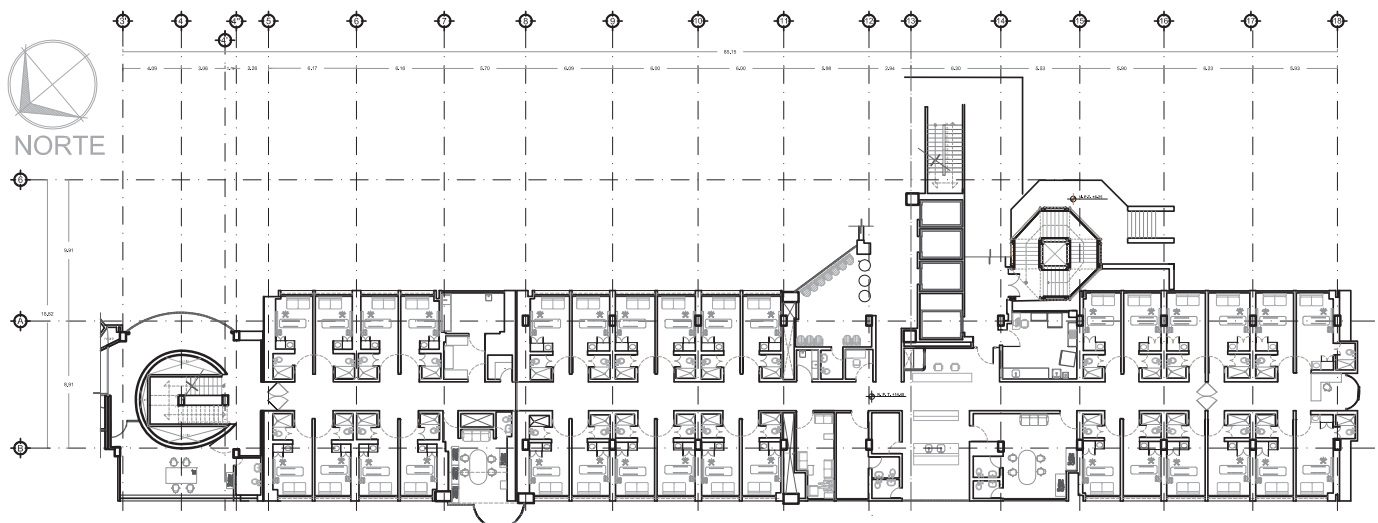


## Planta Primer Nivel de Conjunto Ubicación Hospitalización

Planta 1. Estado actual Planta Primer Nivel de Conjunto. Hospitalización. Plano proporcionados por: INCMNSZ

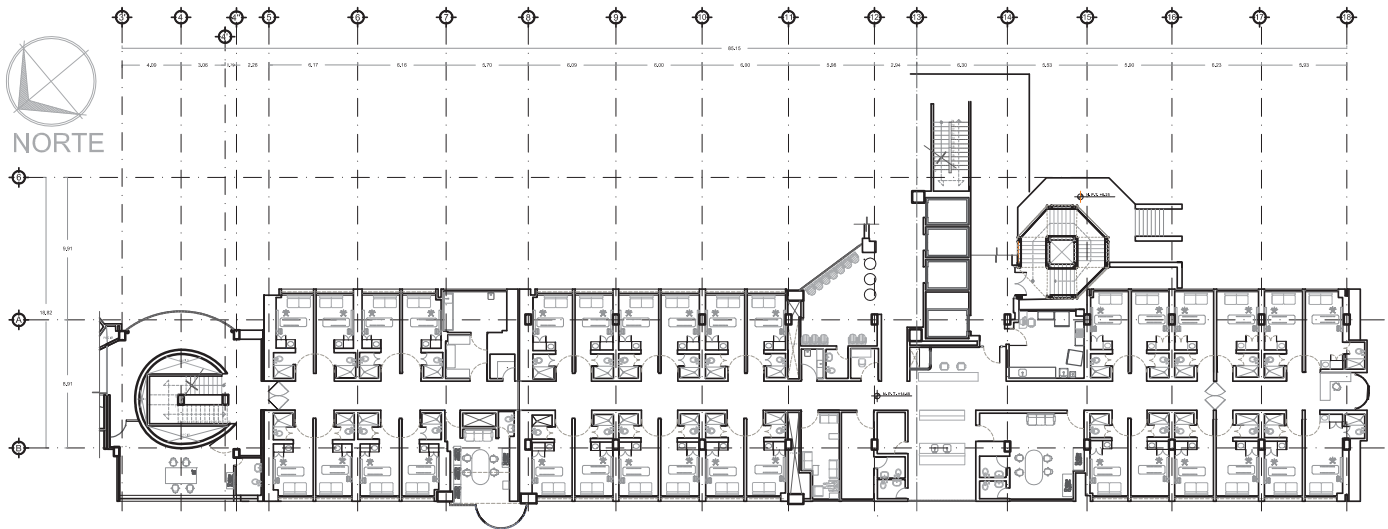


Planta 2. Estado actual Planta Primer Nivel de Hospitalización. Habitaciones individuales y múltiples. Planos proporcionados por: INCMNSZ



Planta 3. Estado actual Planta Segundo Nivel de Hospitalización. Habitaciones individuales y múltiples. Plano proporcionados por: INCMNSZ



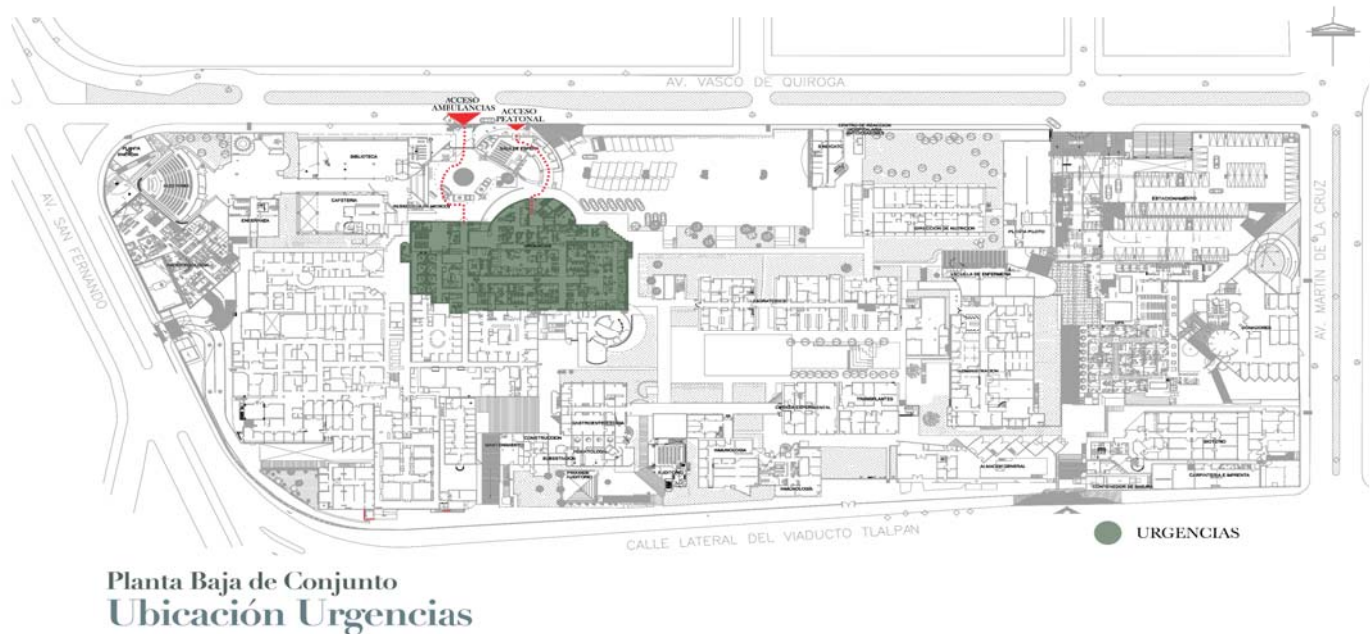


Planta 4. Estado actual Planta Tercer Nivel de Hospitalización. Habitaciones individuales. Planos proporcionados por: INCMNSZ

## Urgencias

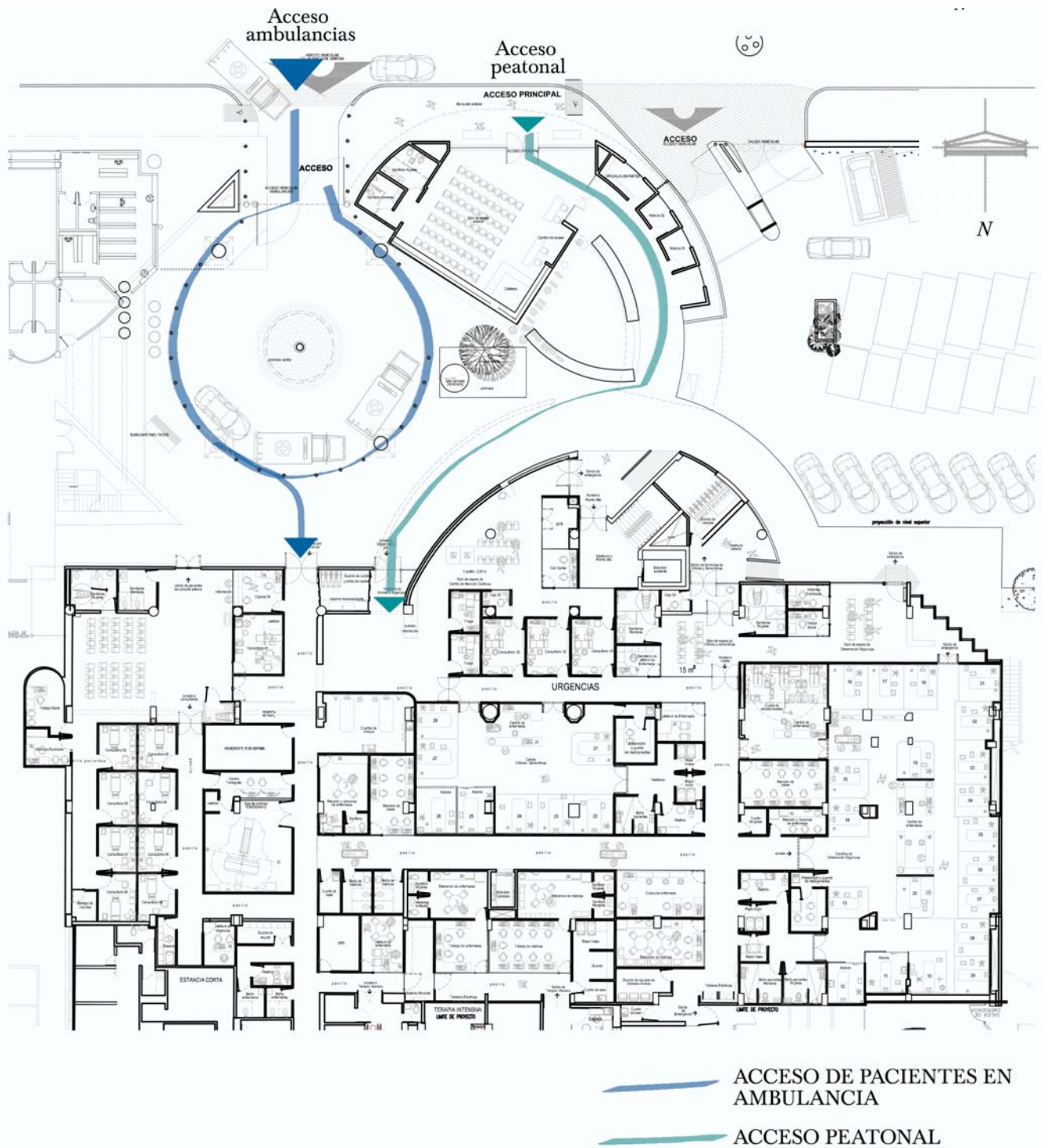
El servicio de Urgencias se encuentra en Planta Baja del conjunto, con accesos para el personal médico y los pacientes que llegan en ambulancia, o acceden a pie, solos o con sus familiares. Su ubicación es estratégica, para que la atención de emergencia pueda ser tratada de manera breve y eficiente.

Dentro del servicio se puede notar que no existe ventilación ni iluminación natural en las salas de espera y todos los acabados son neutros; por lo tanto, el ambiente construido de este servicio no es cálido. Se debe sumar a lo anterior los sentimientos de ansiedad, estrés y tristeza que sienten los familiares a la espera de sus pacientes. Por obvias razones, no se tuvo acceso a las áreas críticas del servicio: las encuestas se realizaron en las salas de espera a familiares y algunos pacientes que se encontraban en el lugar.



Planta Baja de Conjunto  
Ubicación Urgencias

Planta 5. Estado actual Planta Baja de Conjunto de Urgencias. Plano proporcionados por: INCMNSZ

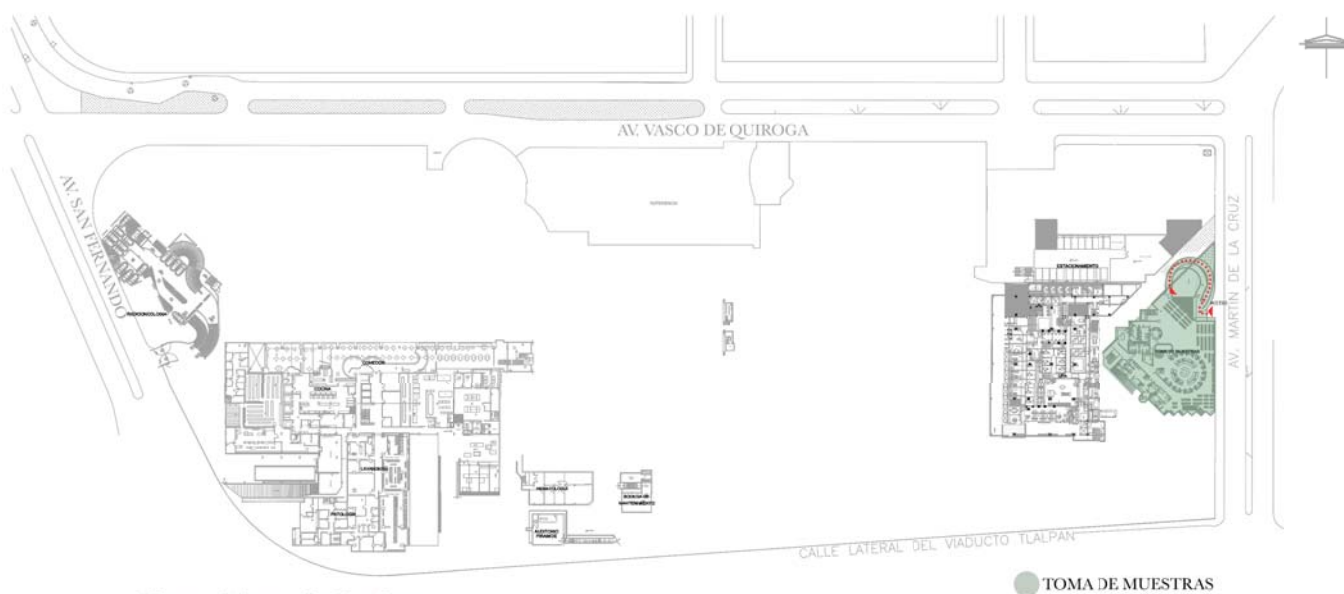


Planta 6. Estado actual Planta Baja de Urgencias. Plano proporcionados por: INCMNSZ

### *Toma de muestras*

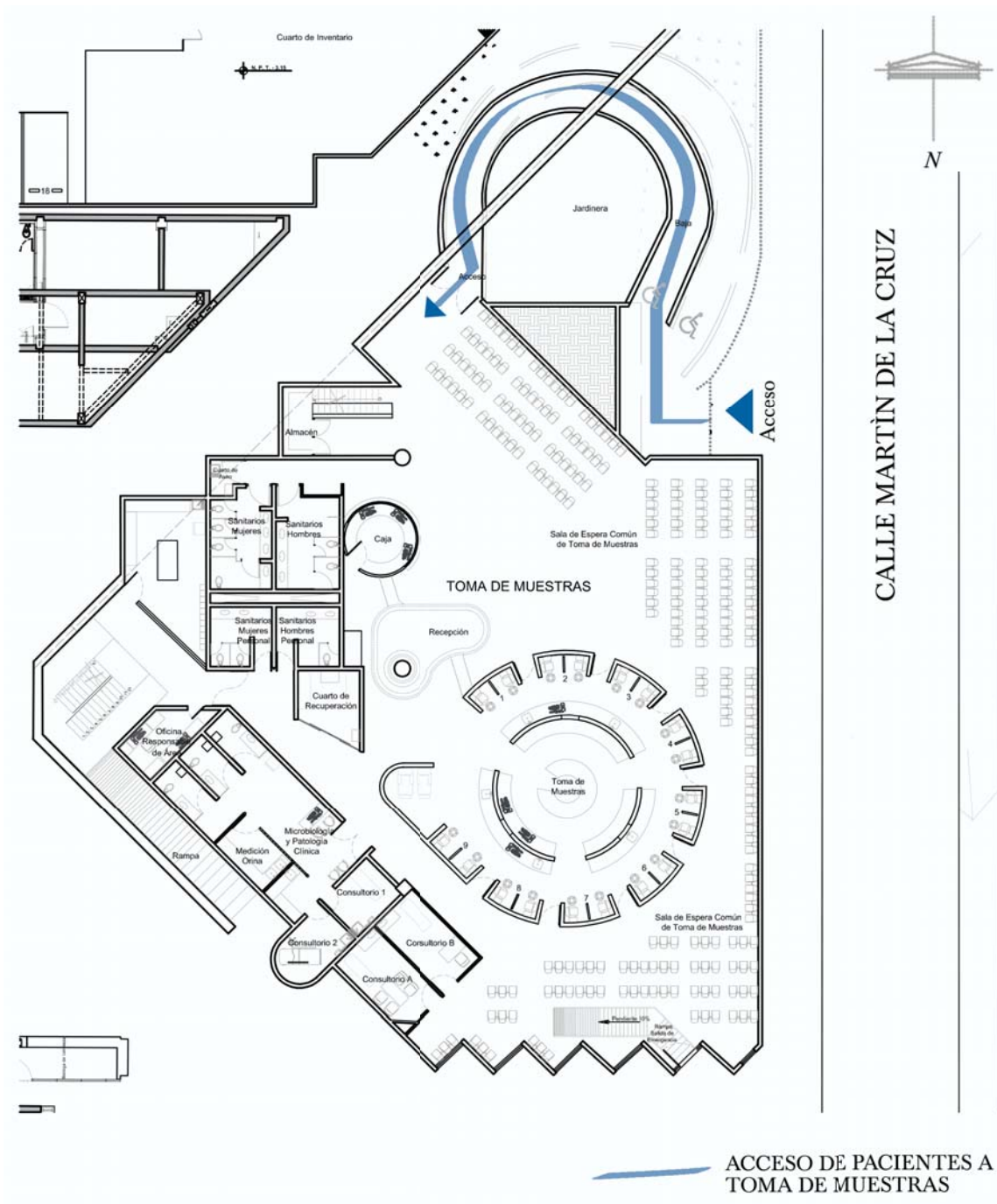
Este servicio se encuentra en la Planta Sótano del Edificio denominado UPA (Unidad del Paciente Ambulatorio); a pesar de su ubicación cuenta con iluminación natural en la fachada oriente, por lo que la sala de espera tiene vistas hacia el exterior y algunos jardines que se encuentran contiguos.

Al centro del servicio se encuentra la isla de toma de muestras; se accede desde cualquier parte de la sala de espera. Por el exterior, esta isla está recubierta por un acabado tipo tabloncillos de madera, lo cual mejora visualmente el espacio. Hacia la parte poniente del lugar esta otra sala de espera, cerca de la recepción y el acceso hacia el exterior del conjunto; sin embargo, esta parte del servicio no cuenta con ventilación ni iluminación natural, pero se agregaron pinturas que evocan la naturaleza, lo que provoca que el espacio tenga un aspecto agradable y brinde una sensación de cercanía.



### Planta Sótano de Conjunto Ubicación Toma de Muestras

Planta 7. Estado actual Sotano de Conjunto de Toma de Muestras. Plano proporcionados por: INCMNSZ



Planta 8. Estado actual Sotano de Toma de Muestras. Plano proporcionados por: INCMNSZ

La selección de los espacios a intervenir se basa en lo que indica la literatura revisada<sup>215-216</sup>: las condiciones ambientales y los procedimientos que ocurren en los servicios de hospitalización y urgencias generan que los sentimientos y emociones de pacientes y familiares pasen a un segundo plano. Esto sucede porque, en ambos servicios, los pacientes permanecen en observación continua, aunque con grados de importancia diferentes, ya que en hospitalización se brinda un tratamiento paulatino y en urgencias se ofrece asistencia inmediata, porque la vida del paciente podría encontrarse en riesgo.

La sala de espera, en muchas ocasiones, es una de las áreas donde se invierte menos tiempo y presupuesto para su diseño, aunque ofrece la primera impresión a los pacientes antes de que reciban atención médica, y es el lugar donde familiares aguardan, con angustia, diagnósticos importantes. Por ello es un ambiente diferente, extraño y, con frecuencia, amenazante.<sup>217</sup>

Como se apuntó anteriormente, todos estos espacios no cuentan con las condiciones físicas ambientales que puedan proporcionar restauración mental y bienestar a los usuarios, aporten a la mejora de su salud y permitan a los pacientes abandonar el recinto hospitalario en un periodo más corto.

### Estrategia de aproximación y procedimiento

Para aplicar las encuestas, se redactó una carta dirigida al Director de Planeación y Mejora de la Calidad, Dr. Raúl Rivera Moscoso, así como al Director de Medicina, Dr. José Sifuentes Osornio, a quienes se les explicó el propósito del trabajo académico y se les presentó el modelo y diseño de preguntas, con el objetivo de verificar que no atentaban contra la integridad de pacientes ni contra la labor del Instituto; una vez que los directivos del hospital dieron su aprobación, comunicaron la autorización a los jefes de los servicios y las jefas de enfermería de Hospitalización, Toma de Muestras y Urgencias. Posteriormente, se hizo un acercamiento con pacientes o familiares, y se les preguntó si estaban dispuestos a formar parte de la muestra; en caso afirmativo, se aseguró el consentimiento informado, explicándoles el objetivo de la recolección de datos y se les comunicó que la información recabada sería protegida y resguardada de acuerdo a la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y solo sería usada para esta investigación, por lo que no se les pidió su nombre para asegurar el anonimato; también se les explicó qué objetivo se perseguía con cada pregunta antes de que emitieran su respuesta.

### Participantes

El muestro fue intencional; en cada una de las 2 fases de levantamiento de datos se levantaron encuestas a 60 personas, con la misma categorización: pacientes en hospitalización (n=20), familiares en la sala de espera de urgencias (n=20) y, finalmente, pacientes y familiares en laboratorio (n=19 y n=1 respectivamente).

<sup>215</sup> Marin, J.R., Lopez, S., Pastor, M.A., (1989), *Estrés por hospitalización y estrategias de afrontamiento*, págs. 82-83

<sup>216</sup> Baños, C., (2018), *Estrés y ansiedad en pacientes y familiares que acuden al servicio de urgencias hospitalarias. Estudio observacional*, págs. 13-14

<sup>217</sup> Ortega-Andeane, P., Galindo, O., Meneses, A., *Factores ambientales y estrés en salas de espera: comparación en cuidadores primarios informales de pacientes con cáncer*, pág. 43

**Criterios de inclusión**

- a) Pacientes que asistan regularmente al Instituto
- b) Familiares que acompañen al paciente

**Criterios de exclusión**

- a) No existen

**Muestra**

En su mayoría fueron mujeres (n=73) y un menor número fueron hombres (n=47), se presenta el porcentaje por género en la siguiente gráfica y se desglosa por servicio y género en la Tabla 9.



<b>Tabla 9</b>					
<b>GÉNERO</b>					
<b>FASE 1</b>			<b>FASE 2</b>		
<b>Hosp.</b>	<b>Urg.</b>	<b>Lab.</b>	<b>Hosp.</b>	<b>Urg.</b>	<b>Lab.</b>
H	H	H	M	H	H
M	M	H	M	M	H
M	H	M	H	M	M
M	M	M	M	M	M
M	H	M	M	H	H
M	M	M	H	H	M
M	H	M	M	M	H
H	M	M	M	H	H
M	M	H	M	H	H
M	M	M	H	H	H
M	M	H	M	H	M
M	M	M	M	H	M
H	H	M	H	M	M
H	M	H	H	H	M
M	M	M	H	M	M
M	M	H	M	M	M
M	M	M	M	M	M
H	M	M	M	M	M
M	H	H	M	H	M
H	H	M	H	M	H
H	H	M	H	H	M
<b>M= 14</b>	<b>M= 13</b>	<b>M= 13</b>	<b>M= 12</b>	<b>M= 9</b>	<b>M= 12</b>
<b>H= 6</b>	<b>H= 7</b>	<b>H= 7</b>	<b>H= 8</b>	<b>H= 11</b>	<b>H= 8</b>
<b>MUJERES = 73</b>					
<b>HOMBRES = 47</b>					

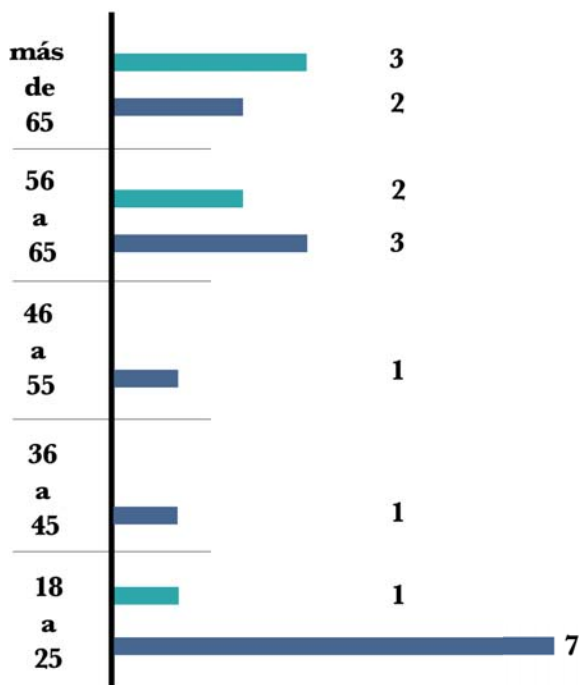
Gráfica 1. Porcentaje de pacientes por género; encuestados en la Fase 1 y Fase 2, de los servicios de Hospitalización, Urgencias y Toma de muestras.

Desglose de pacientes por género; encuestados en la Fase 1 y Fase 2, de los servicios de Hospitalización, Urgencias y Toma de muestras.

El intervalo de edad varió entre 18 años a mayor de 65 años. Se puede observar que, al momento de realizar las encuestas, las mujeres tienen un porcentaje mayor de presencia en este recinto hospitalario, por lo que también resulta imprescindible tomar en consideración este factor en el momento de tomar decisiones para el diseño de una unidad hospitalaria, como la seguridad, la inclusión, la privacidad, etc.

Es importante que se tome en consideración las necesidades psicofisiológicas de cada grupo de edad en cada servicio, para mejorar su estancia en la unidad hospitalaria.

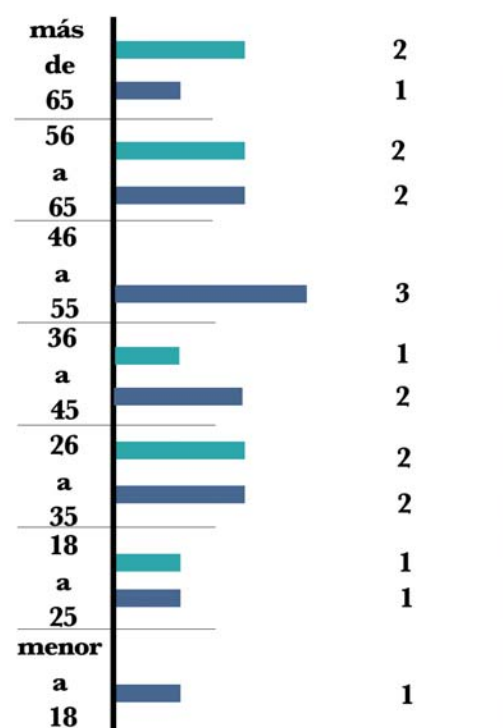
*-Fase 1*



Gráfica 2. Número de pacientes por edad; encuestados en el servicio de Hospitalización en la Fase 1.

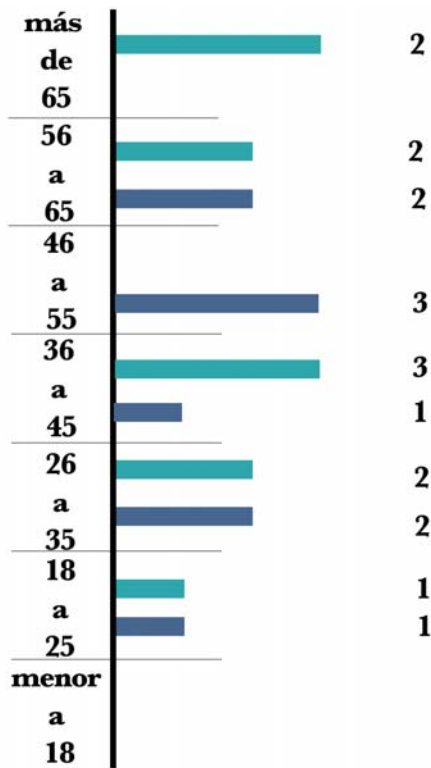
En las gráficas del servicio de Hospitalización, se muestra que los hombres jóvenes y los adultos mayores tienen la edad predominante.

*-Fase 2*



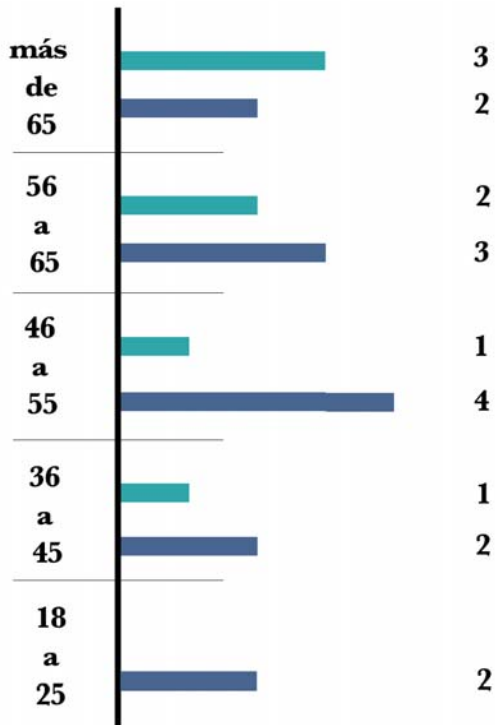
Gráfica 3. Número de pacientes por edad; encuestados en el servicio de Hospitalización en la Fase 2.





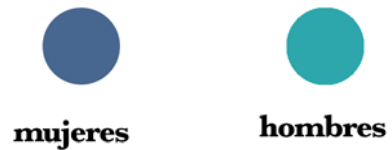
Gráfica 4. Número de pacientes por edad; encuestados en el servicio de Urgencias en la Fase 1.

*Fase 2*



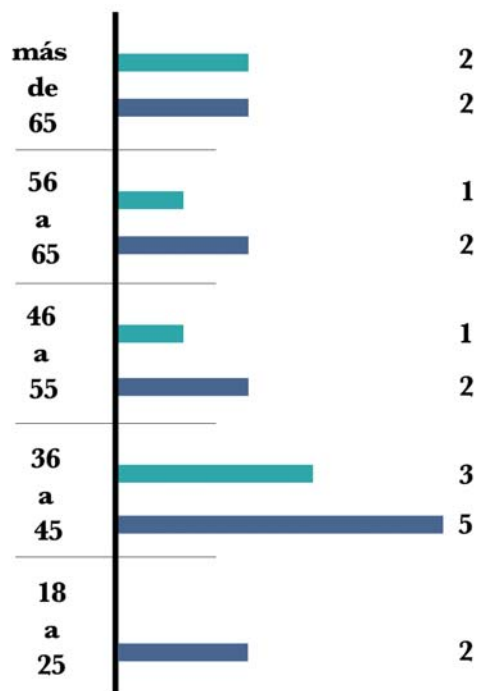
Gráfica 5. Número de pacientes por edad; encuestados en el servicio de Urgencias en la Fase 2.

En Urgencias, se muestra que el rango de edad de los familiares que tienen mayor interacción con sus pacientes, va de los 36 a más de 65, por lo que puede que tengan una apreciación del espacio más determinada y los afecte de distinta.





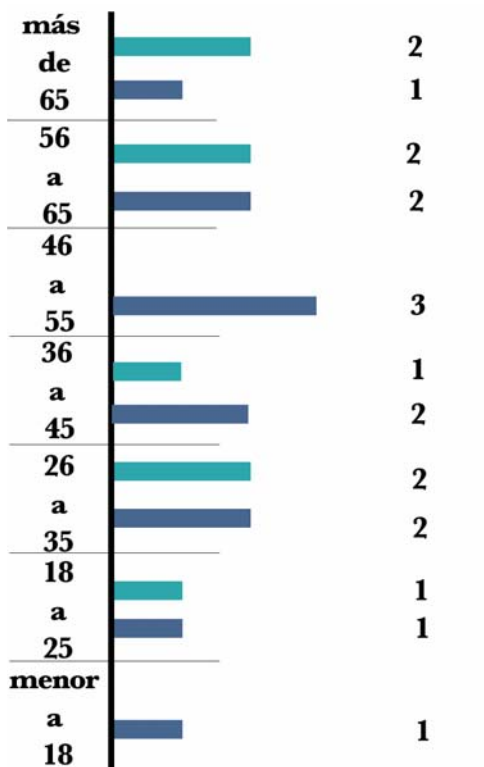
*-Fase 1*



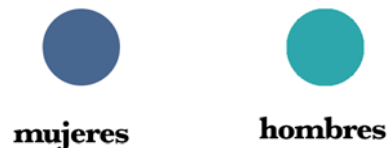
Gráfica 6. Número de pacientes por edad; encuestados en el servicio de Toma de muestras en la Fase 1.

En Toma de Muestras, los familiares y pacientes que acuden con regularidad al servicio están en un rango de 36 a 65 años.

*-Fase 2*

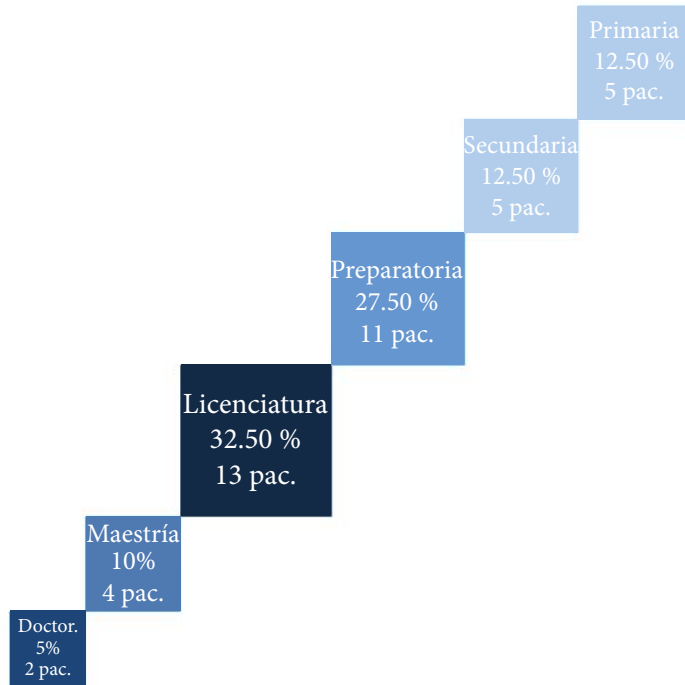


Gráfica 7. Número de pacientes por edad; encuestados en el servicio de Toma de muestras en la Fase 2.

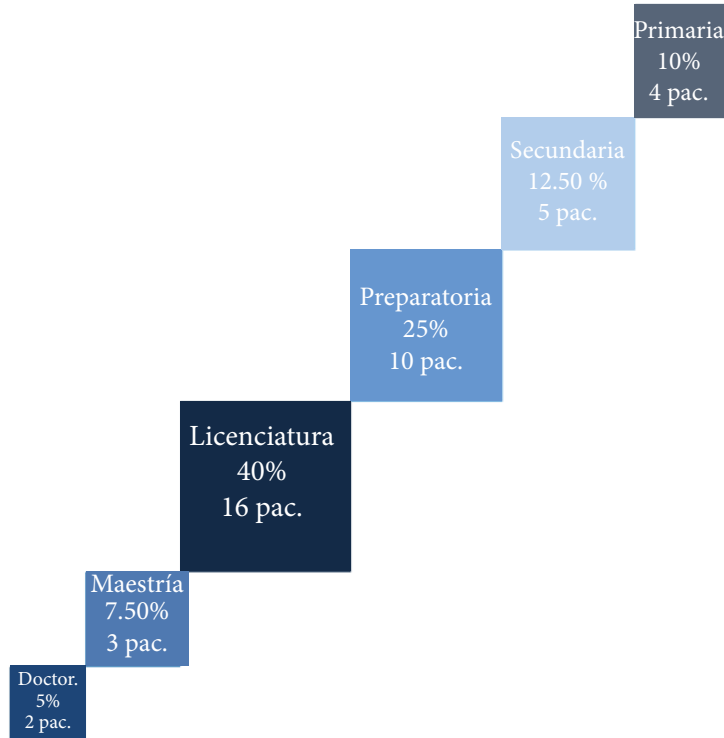


### Escolaridad

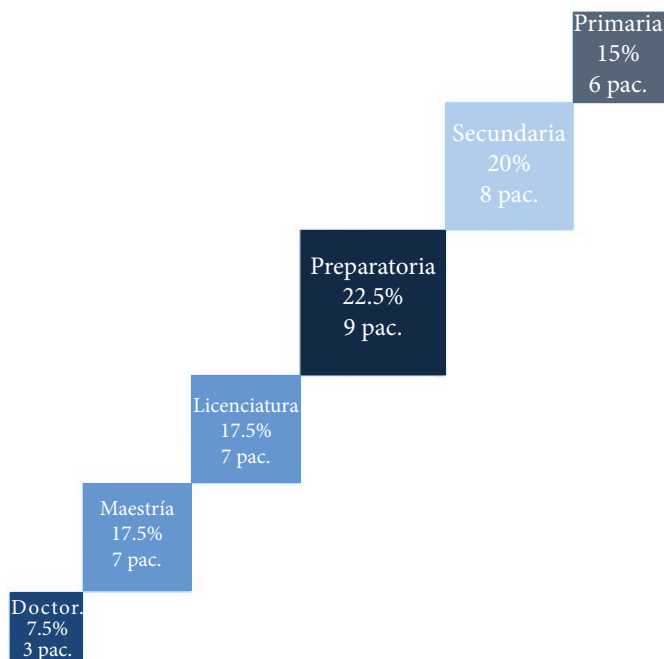
En cuanto a la escolaridad, se observa que la mayoría de los pacientes cuentan con estudios de licenciatura, excepto por el servicio de Laboratorio, donde se observa que la preparatoria es el grado escolar más alto.



Gráfica 8. Porcentaje por grado escolar; pacientes encuestados en el servicio de Hospitalización.



Gráfica 9. Porcentaje por grado escolar; pacientes encuestados en el servicio de Urgencias.

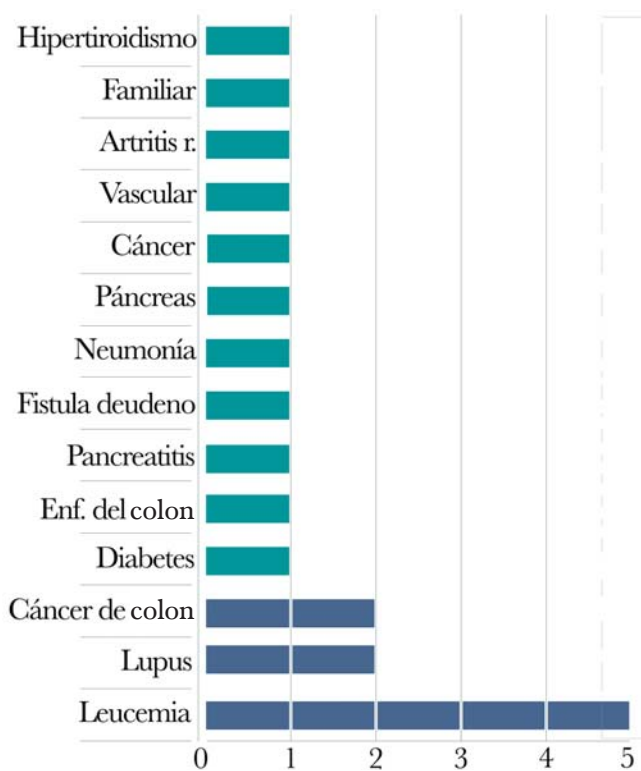


Gráfica 10. Porcentaje por grado escolar; pacientes encuestados en el servicio de Toma de muestras.

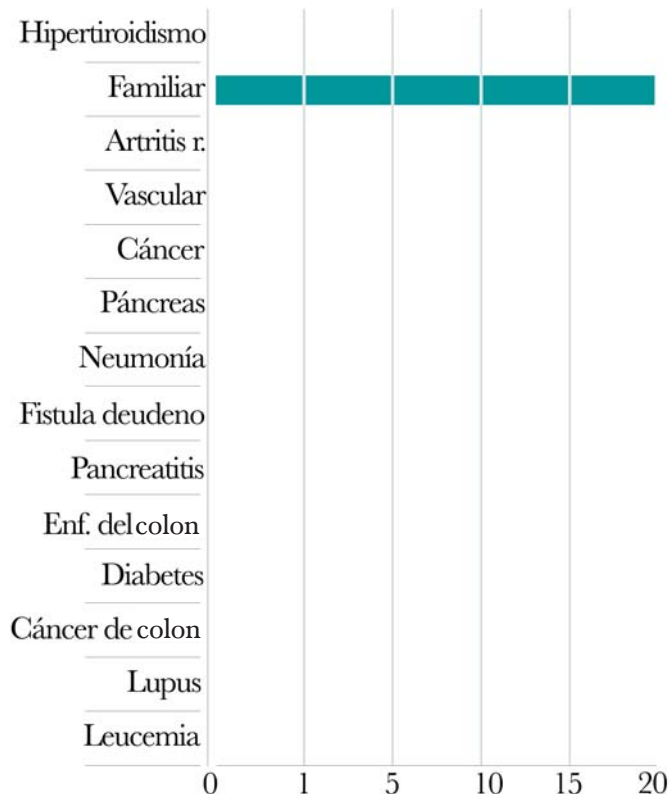
### Tipo de enfermedad

En cuanto a los tipos de enfermedad, por las cuales los pacientes encuestados asisten al hospital se detectó que, en su mayoría, se presentan casos de diabetes, leucemia y distintos tipos de cáncer. En las gráficas 11 a la Tabla 16, de la Fase 1 y Fase 2 de los servicios de Hospitalización, Urgencias y Toma de Muestras, se puede ver la distribución de la muestra.

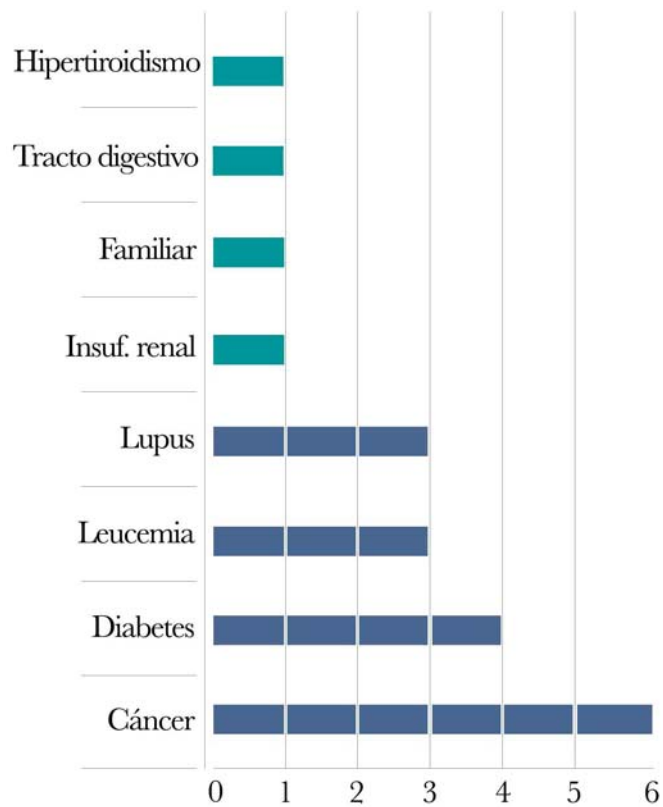
- Fase 1



Gráfica 11. Número de pacientes por tipo de enfermedad; encuestados en el servicio de Hospitalización en Fase 1.

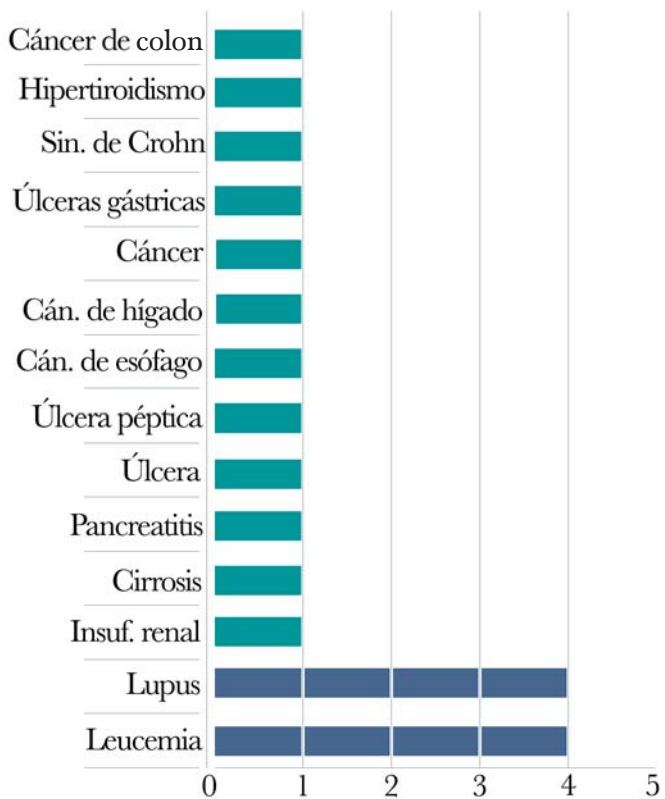


Gráfica 12. Número de pacientes por tipo de enfermedad; encuestados en el servicio de Urgencias en Fase 1.

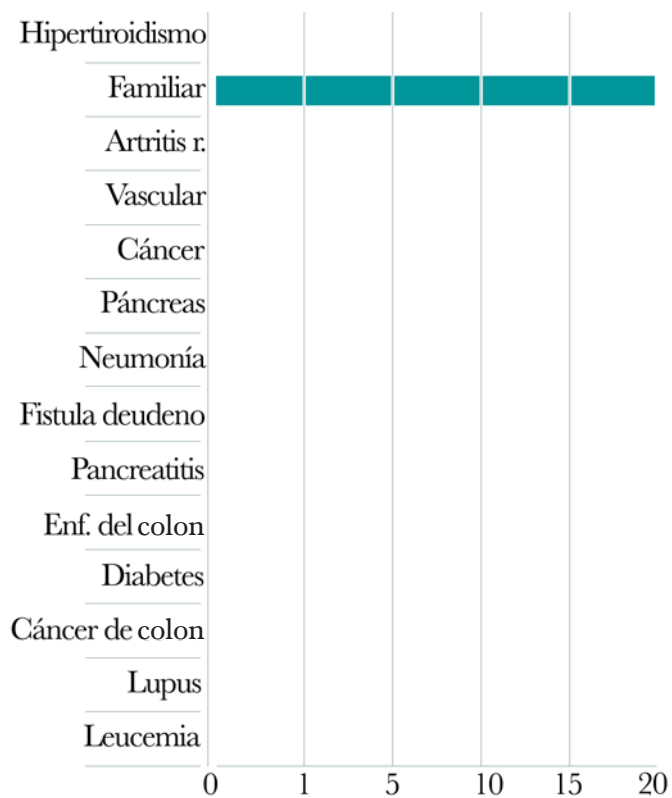


Gráfica 13. Número de pacientes por tipo de enfermedad; encuestados en el servicio de Toma de Muestras en Fase 1.

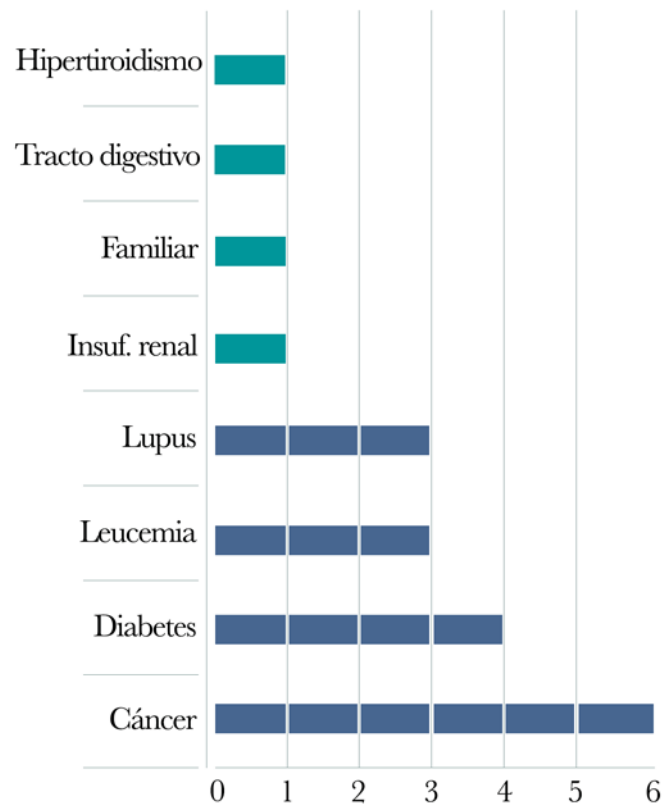
-Fase 2



Gráfica 14. Número de pacientes por tipo de enfermedad; encuestados en el servicio de Hospitalización en Fase 2.



Gráfica 15. Número de pacientes por tipo de enfermedad; encuestados en el servicio de Urgencias en Fase 2.



Gráfica 16. Número de pacientes por tipo de enfermedad; encuestados en el servicio de Toma de Muestras en Fase 2.

## Variables

Los siguientes conceptos fueron considerados para obtener la información necesaria para determinar las preferencias de los habitantes del hospital, los cuales serán aplicados en el diseño preliminar.

- Elementos arquitectónicos donde enfocan la vista pacientes y familiares, al estar sentados, acostados o de pie.
- Tipo de fractal: geométrico o natural
- Nivel de iterancia
- Edades
- Escolaridad
- Enfermedad

4

## Resultados

Tipo de patrón seleccionado  
Elemento arquitectónico preferido  
Nivel de iterancia

Con objeto de identificar los tipos de fractales y escala adecuados para la disminución de estrés, mejora de la calidad del ambiente construido y a su vez, del estado de ánimo, se realizaron comparaciones entre los distintos grados de iterancia, aplicados de manera gráfica en los servicios hospitalarios antes mencionados.

### Tipo de patrón seleccionado

En los resultados expresados en la Fase 1, se identifica que los encuestados *prefieren los fractales de tipo natural*, antes que los geométricos. Los usuarios opinan que se sienten más a gusto al observar elementos naturales; pueden transportarse imaginariamente a la naturaleza y dejar de pensar en la enfermedad. Les gusta el sol y el color verde; por lo tanto, los ayuda a distraerse y el tiempo parece ir más rápido, entre otras razones.

De acuerdo con los resultados del nivel de escolaridad, también se pudo observar que las respuestas de pacientes están influenciadas por su situación académica. Quienes tienen un nivel escolar más alto, emiten respuestas concretas, explican por qué les gusta más un fractal u otro y por qué seleccionan entre una iterancia u otra, mientras que los pacientes con nivel académico más bajo escogen algún elemento de forma más visceral, porque les recuerda la naturaleza, entre otros.



● 100 % natural ● 0 % geométrico

Gráfica 17. Porcentaje de selección de tipo de patrón fractal; pacientes encuestados en la Fase 1, del servicio de Hospitalización



● 95 % natural ● 5 % geométrico

Gráfica 18. Porcentaje de selección de tipo de patrón fractal; familiares encuestados en la Fase 1, del servicio de Urgencias.



● 90% natural ● 10 % geométrico

Gráfica 19. Porcentaje de selección de tipo de patrón fractal; pacientes encuestados en la Fase 1, del servicio de Toma de Muestras.

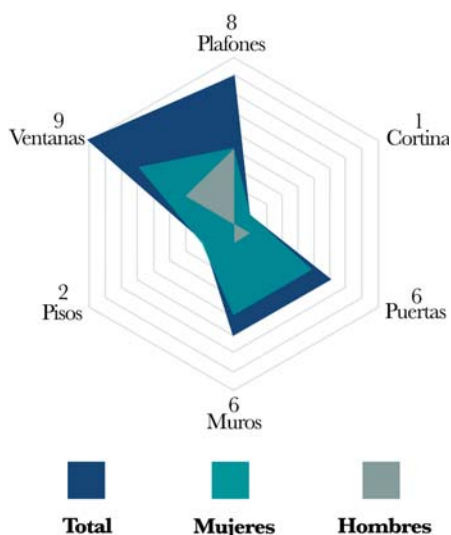


### Elemento arquitectónico preferido

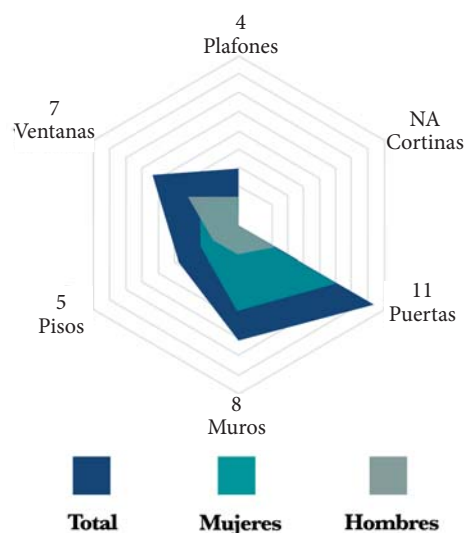
En *hospitalización*, las personas tienden ver más hacia los *plafones* y *ventanas*, ya que para ellos el vano es un escape para distraerse, y miran hacia arriba porque pasan la mayor parte del tiempo acostados.

En *urgencias*, los familiares esperan noticias de sus pacientes que se encuentran en estado crítico, y enfocan la mirada en las *puertas* y *muros frontales*.

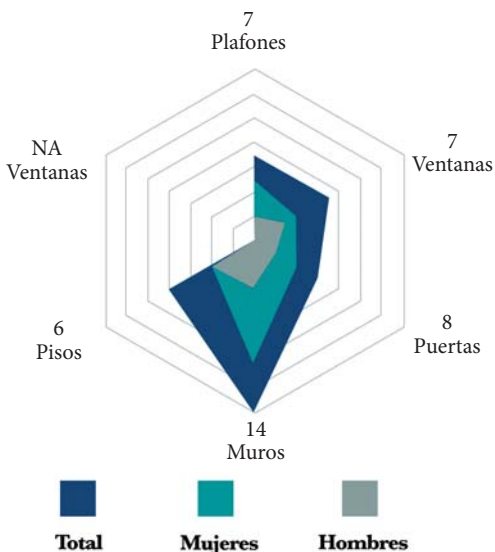
En *toma de muestras* es un caso similar a urgencias: las personas, al esperar el llamado para toma de muestras, enfocan la mirada en *puertas* y *los muros de la isla* donde serán atendidos.



Gráfica 20. Número de pacientes que seleccionaron el o los elementos arquitectónicos preferidos; encuestados en la Fase 1, del servicio de Hospitalización



Gráfica 21. Número de familiares que seleccionaron el o los elementos arquitectónicos preferidos; encuestados en la Fase 1, del servicio de Urgencias.



Gráfica 22. Número de familiares que seleccionaron el o los elementos arquitectónicos preferidos; encuestados en la Fase 1, del servicio de Toma de muestras.

## Nivel de iterancia

En este trabajo terminal los patrones fractales naturales, presentados a pacientes para su selección, no fueron calculados matemáticamente, ya que el propósito es intervenir los espacios hospitalarios con la aplicación de modelos empleados en investigaciones previas. La siguiente información, fue aplicada en las encuestas a pacientes y familiares, para determinar la iterancia preferida.

Se aplica el modelo ya expuesto, experimentado y diseñado por el despacho de arquitectura *Serie Architects en el Tote Restaurant en Bombay, India* (2009), que se muestra en las siguientes fotografías y se explica a continuación.<sup>218</sup> Los arquitectos encargados del proyecto del Tote Restaurant, utilizaron el Sistema de Lindenmayer (L-system), concebido por el biólogo y botánico húngaro Aristid Lindenmayer en 1968, para la generación de estos fractales. Este sistema es, básicamente, un lenguaje que se utiliza para modelar el proceso de crecimiento de las plantas, aunque también se puede modelar la morfología de gran variedad de organismos.<sup>219</sup> A partir de esta herramienta digital, crearon una serie de iterancias que hacen especial énfasis en el proceso de morfogénesis.

Cabe mencionar que, los fractales se obtienen mediante un proceso iterativo que consiste en la aplicación repetitiva de una o varias transformaciones geométricas o aplicando algunos algoritmos iterativos, ya que el lenguaje natural para generar fractales es la iteración o recursión.<sup>220</sup>

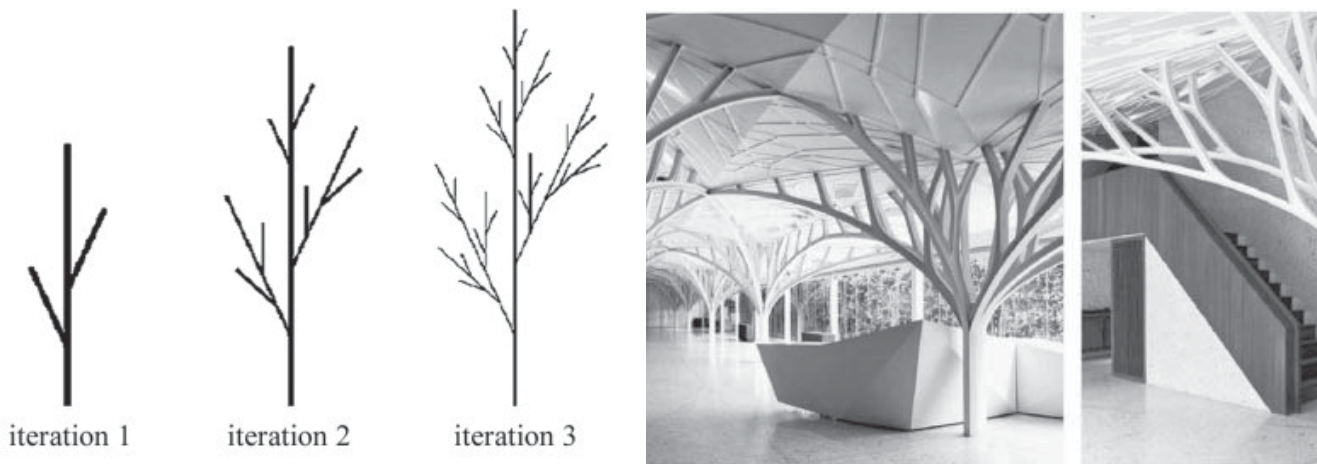


Foto 96. Sistema de Lindenmayer aplicado en el Tote Restaurant, ubicado en Bombay India, diseñado por Serie Architects. Recuperado de <https://bit.ly/2Yy1pCN>

<sup>218</sup> <https://bit.ly/3n49IHc>

<sup>219</sup> <https://bit.ly/2RLZABP>

<sup>220</sup> Rubiano, G.. (2009). *Iteración y fractales*, pág. 30



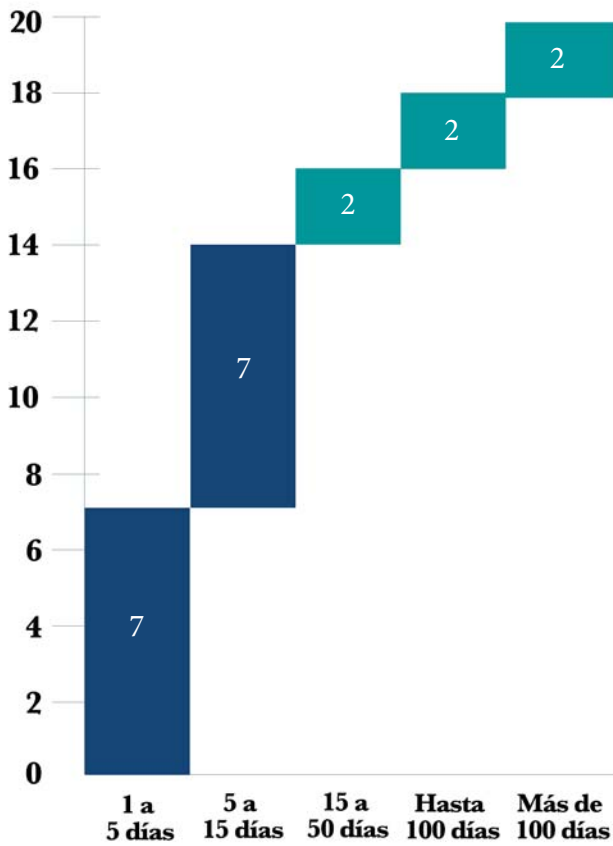
Foto 97. Integración del sistema Lindenmayer en la representación de árboles en el Tote Restaurant, ubicado en Bombay India, diseñado por Serie Architects. Recuperado de <http://bit.ly/3arpNvm>



Foto 98. Integración del sistema Lindenmayer en la representación de árboles en el Tote Restaurant, ubicado en Bombay India, diseñado por Serie Architects. Recuperado de <http://bit.ly/3arpNvm>

*Hospitalización*

En este servicio, el nivel seleccionado de iterancia fue el *dos* ya que, de acuerdo con las respuestas de pacientes, el gráfico está equilibrado y se sienten visualmente cómodos. También influye indirectamente el tiempo de estadía para la selección de iterancia: los encuestados explican que, a mayor cantidad de días acumulados de estancia, los anhelos de observar naturaleza o convivir con ella se hacen más presentes.



Gráfica 23. Cantidad de pacientes y rango de estadía en el hospital; encuestados en la Fase 1, del servicio de Hospitalización.

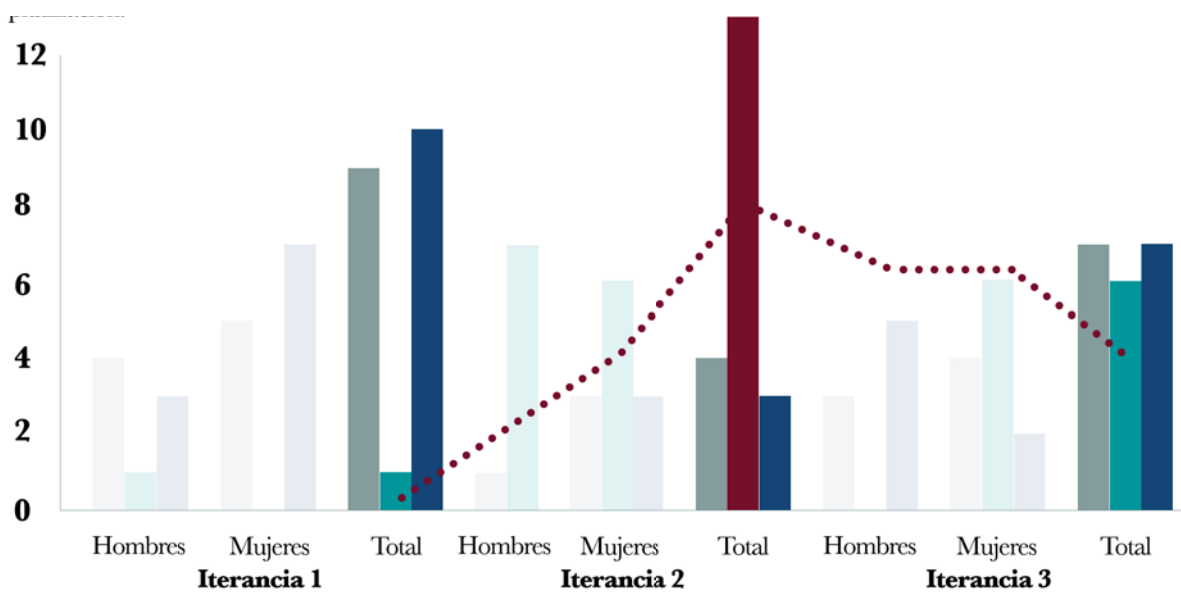


Gráfica 24. Cantidad de pacientes y rango de estadía en el hospital; encuestados en la Fase 2, del servicio de Hospitalización.

Tabla 10  
HOSPITALIZACIÓN

	Iterancia 1			Iterancia 2 ●●●●●●			Iterancia 3			No agrada
	H	F	T	H	F	T	H	F	T	
<b>No agrada</b>	4	5	<b>9</b>	1	3	<b>4</b>	3	4	<b>7</b>	
<b>Agrada</b>	1	0	<b>1</b>	7	6	<b>13</b>	0	6	<b>6</b>	
<b>Agrada mucho</b>	3	7	<b>10</b>	0	3	<b>3</b>	5	2	<b>7</b>	

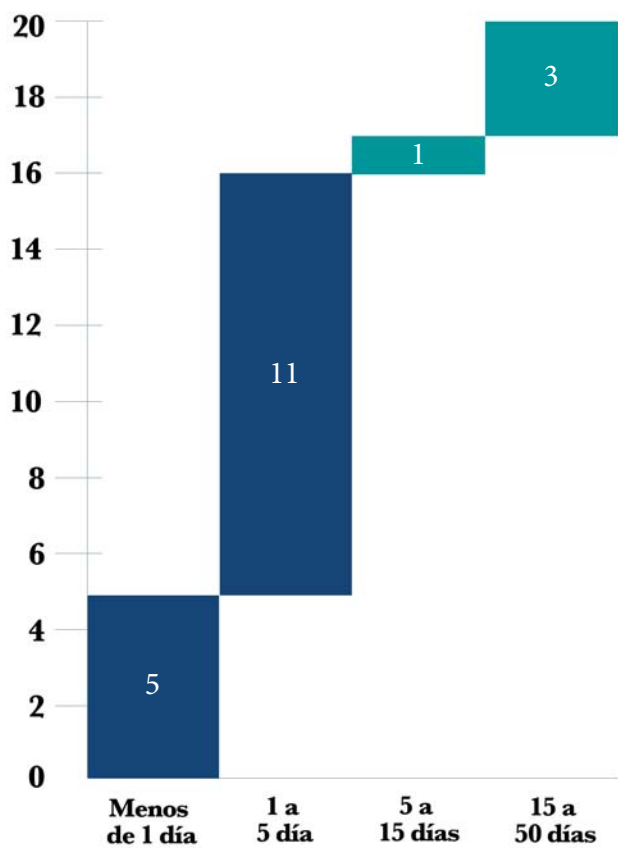
Desglose de pacientes que declararon su preferencia por determinada iterancia; encontrados en la Fase 2, del servicio de Hospitalización



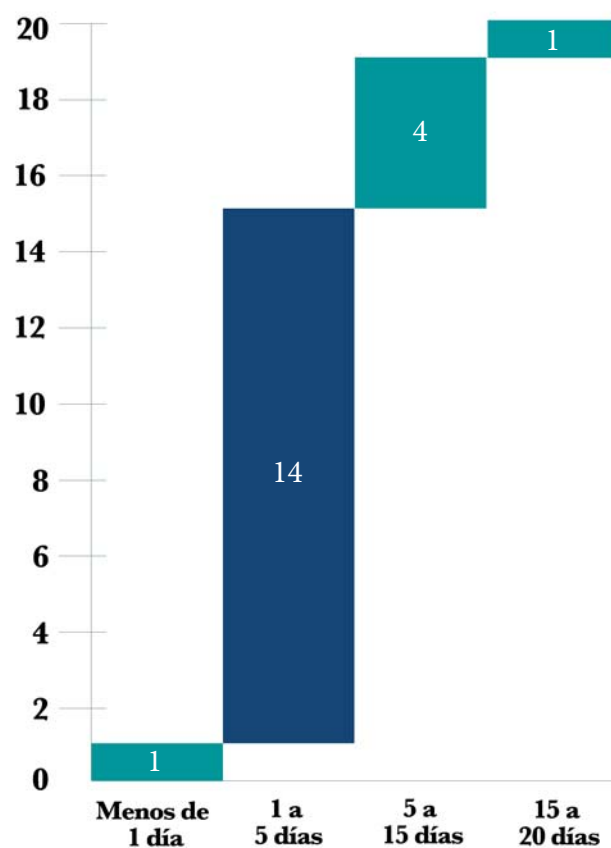
Gráfica 25. Número de pacientes que declararon su preferencia por la iterancia 2; encuestados en el servicio de Hospitalización.

*Urgencias*

El nivel de iterancia seleccionado en este servicio fue el tres: los espacios en las salas de espera son más amplios, por lo tanto, la saturación y escala son adecuadas para este lugar, y el diseño no resulta desagradable.



Gráfica 26. Cantidad de familiares y rango de estadía en el hospital; encuestados en la Fase 1, del servicio de Urgencias.

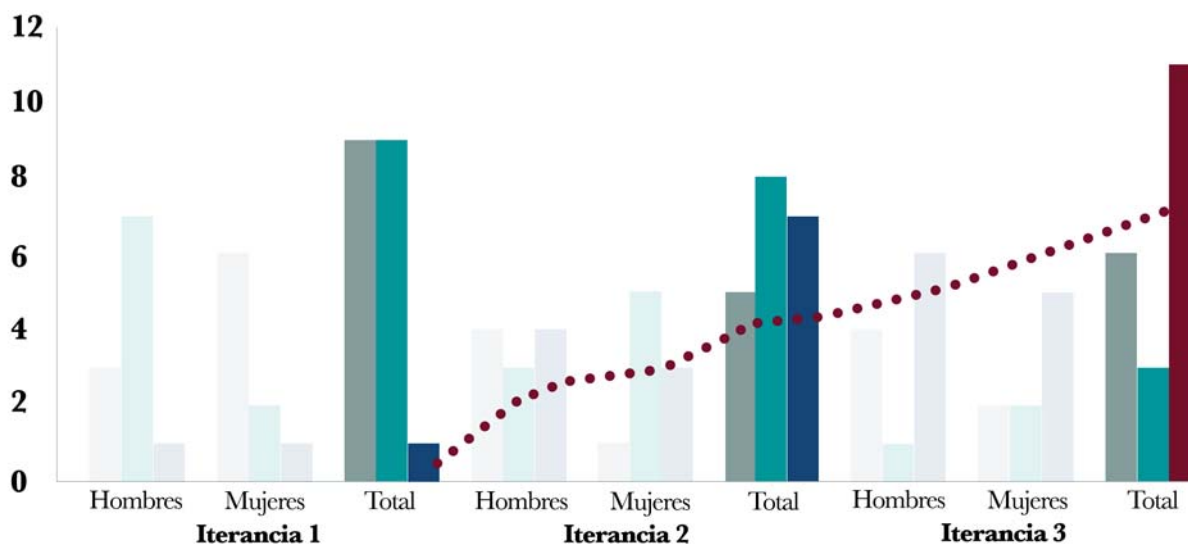


Gráfica 27. Cantidad de pacientes y rango de estadía en el hospital; encuestados en la Fase 2, del servicio de Urgencias.

Tabla 11  
URGENCIAS

	Iterancia 1			Iterancia 2			Iterancia 3 ●●●●●●●●		
	H	F	T	H	F	T	H	F	T
<b>No agrada</b>	3	6	<b>9</b>	4	1	<b>5</b>	5	2	<b>6</b>
<b>Agrada</b>	7	2	<b>9</b>	3	5	<b>8</b>	1	2	<b>3</b>
<b>Agrada mucho</b>	1	1	<b>2</b>	4	3	<b>7</b>	6	5	<b>11</b>

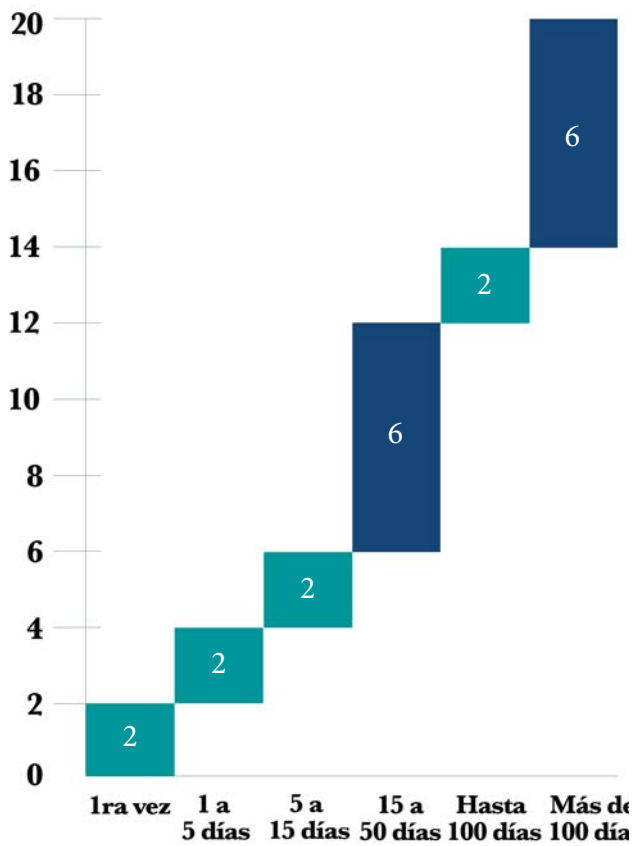
Desglose de pacientes que declararon su preferencia por determinada iterancia; encuestados en la Fase 2, del servicio de Urgencias



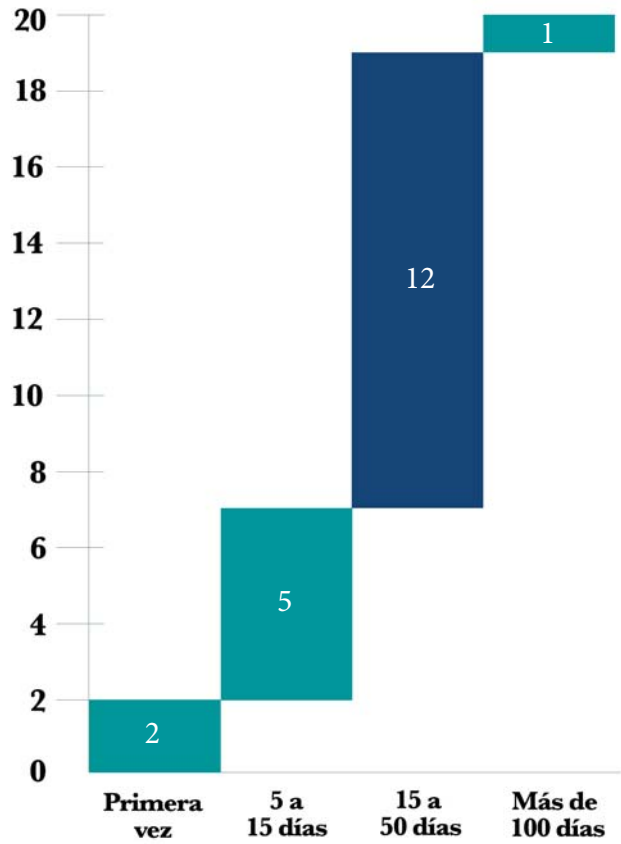
Gráfica 28. Número de pacientes que declararon su preferencia por la iterancia 3; encuestados en el servicio de Urgencias en la Fase 2

*Toma de muestras*

A pesar de contar con la isla de toma de muestras, que está recubierta por el exterior con tablonces de madera, los pacientes seleccionaron la iterancia número 3 que presenta mayor saturación, ya que, indican que les produce tranquilidad y les ayuda a recordar con mayor facilidad un entorno natural, esto se debe a que la mayoría de los encuestados van con frecuencia al instituto porque requieren estudios constantes por las enfermedades que padecen. En las siguientes gráficas se presenta el número de pacientes por los días asistidos al servicio.



Gráfica 29. Cantidad de pacientes y rango de estadía en el hospital; encuestados en la Fase 1, del servicio de Toma de muestras.



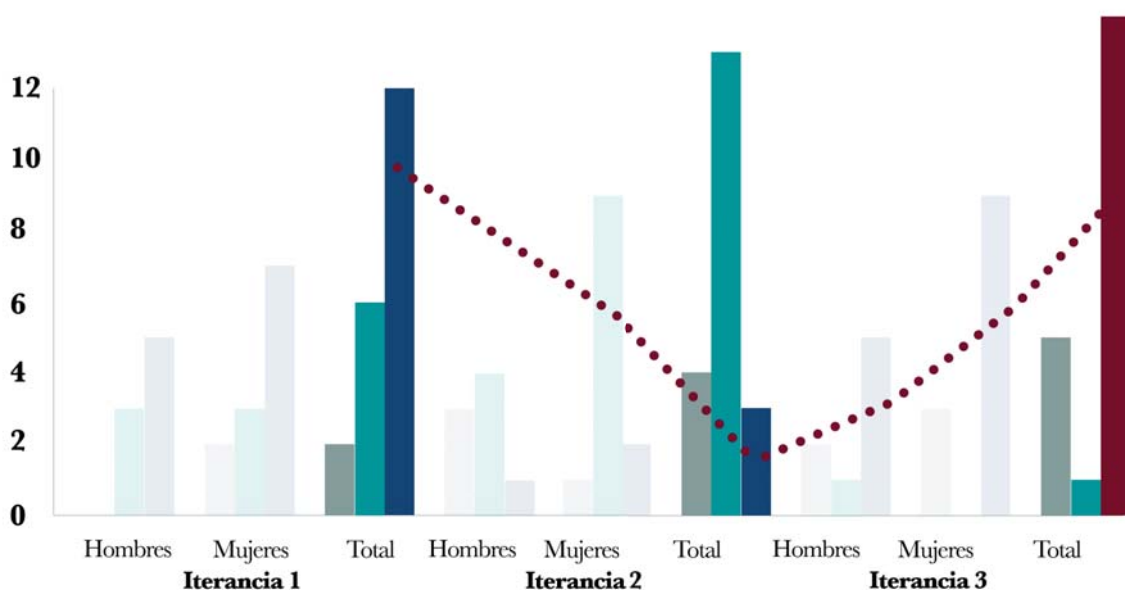
Gráfica 30. Cantidad de pacientes y rango de estadía en el hospital; encuestados en la Fase 2, del servicio de Toma de muestras.



Tabla 12  
**TOMA DE MUESTRAS**

	Iterancia 1			Iterancia 2			Iterancia 3 ●●●●●●		
	H	F	T	H	F	T	H	F	T
<b>No agrada</b>	0	2	<b>2</b>	3	1	<b>4</b>	2	3	<b>5</b>
<b>Agrada</b>	3	3	<b>6</b>	4	9	<b>13</b>	1	0	<b>1</b>
<b>Agrada mucho</b>	5	7	<b>12</b>	1	2	<b>3</b>	5	9	<b>14</b>

Desglose de pacientes que declararon su preferencia por determinada iterancia; encuestados en la Fase 2, del servicio de Toma de muestras.



Gráfica 31. Número de pacientes que declararon su preferencia por la iterancia 3; encuestados en el servicio de Toma de muestras en la Fase 2.

A partir de los resultados obtenidos de la opinión de pacientes y familiares, comienza un acercamiento más detallado al diseño biofílico. En esta propuesta, a nivel de diseño conceptual, se plantea únicamente la intervención a las salas de hospitalización, individuales y múltiples; con base en los datos obtenidos a través de la encuesta de preferencias declaradas se determinó que, en estos espacios se concentra el mayor tiempo de estadía, tanto en la primera fase como en la segunda fase de levantamiento de datos (ver gráficas 23 y 24). Las salas de encamados pertenecen al servicio de hospitalización; por lo tanto, la intervención con fractales también toma en consideración la circulación central, por donde transitan pacientes, familiares y personal médico, así como la central de enfermeras y el control de piso.

Los encuestados, como se vio previamente, prefirieron la iterancia dos en el servicio de Hospitalización e iterancia tres en los servicios de Urgencias y Toma de Muestras. Esto reafirma la información del marco teórico, donde indica que los contornos de los fractales juegan un papel importante en la definición de su percepción y se basa, entre otros, en los experimentos de “eye-tracking”, que muestran que el ojo se fija predominantemente en bordes altamente definidos.<sup>221</sup>

<sup>221</sup> Taylor, R.P. (2006). *Reduction of Physiological Stress Using Fractal Art and Architecture*, pág. 248



# 5

## **Presentación del Proyecto Conceptual como Diseño Basado en Evidencias**

Ángulos y campos visuales  
Dimensionamiento de fractales  
Rectángulo áureo y la Espiral Logarítmica  
Definición de la posición de los patrones fractales en  
los elementos arquitectónicos  
Colores utilizados  
Resultado final

## Ángulos y campos visuales

Una vez seleccionado el lugar a intervenir y el grado de iterancia que será utilizado en los patrones fractales naturales, se tomó en cuenta el campo visual que posee el ojo humano. El campo visual es la porción de espacio, medida en grados, que se percibe manteniendo fijos la cabeza y ojos. Cuando el ojo es sano, cuenta con resolución máxima y nitidez en la parte central de la imagen hacia donde miramos; en las partes periféricas del campo visual se observa con poca nitidez, pero se perciben aún movimientos, luces y siluetas.<sup>222</sup> El ojo humano tiene un campo visual limitado, que es de aproximadamente 130° en sentido vertical, 60° por encima y 70° por debajo de la horizontal y 150° en sentido horizontal, aunque con la superposición de ambos ojos se puede abarcar 180°.<sup>223</sup>

Para la aplicación en el proyecto, se tomó como base la rotación óptima del ojo: en el campo monocular se reconocen palabras y símbolos entre 10 y 20 ° a partir de la línea visual, y de 5 a 30° en el binocular. Sobrepasados estos límites, los objetos comienzan a desvanecerse.

Tabla 13 ROTACIÓN ÓPTIMA DEL OJO	
Horizontal	Vertical
15° grados por cada ojo, tomando como centro la pupila de cada uno	Movimiento del ojo superior: 25° Movimiento del ojo inferior: 30°

Ángulos visuales del ojo humano de acuerdo a los ejes vertical y horizontal

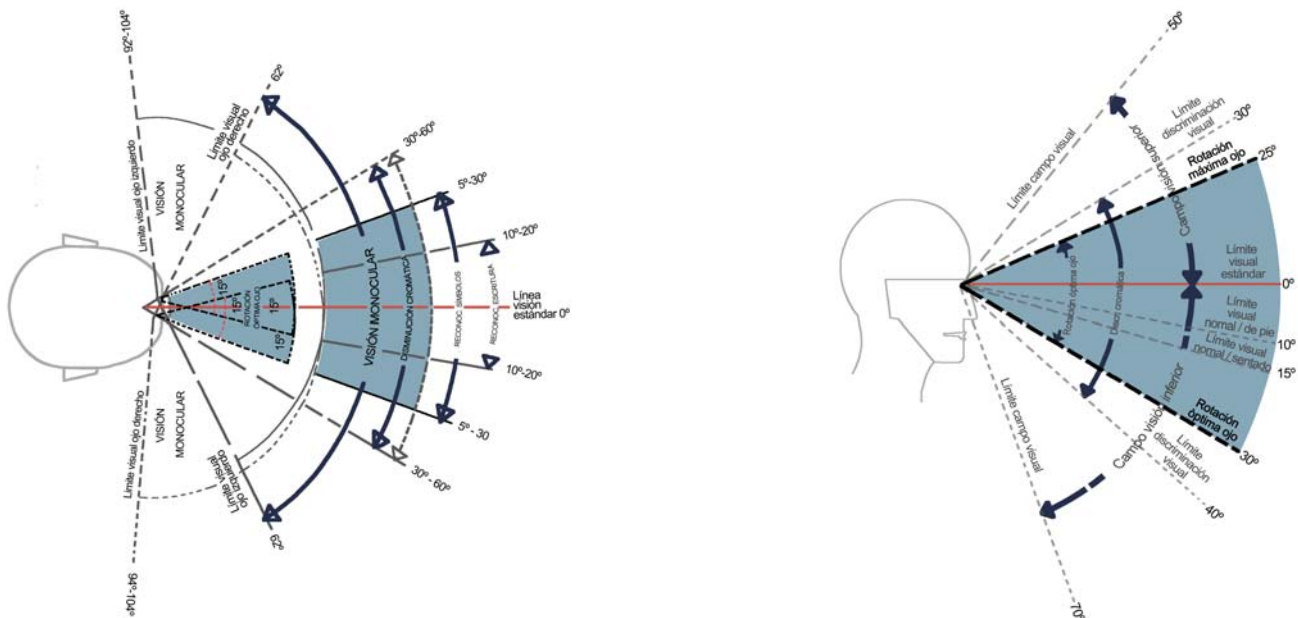


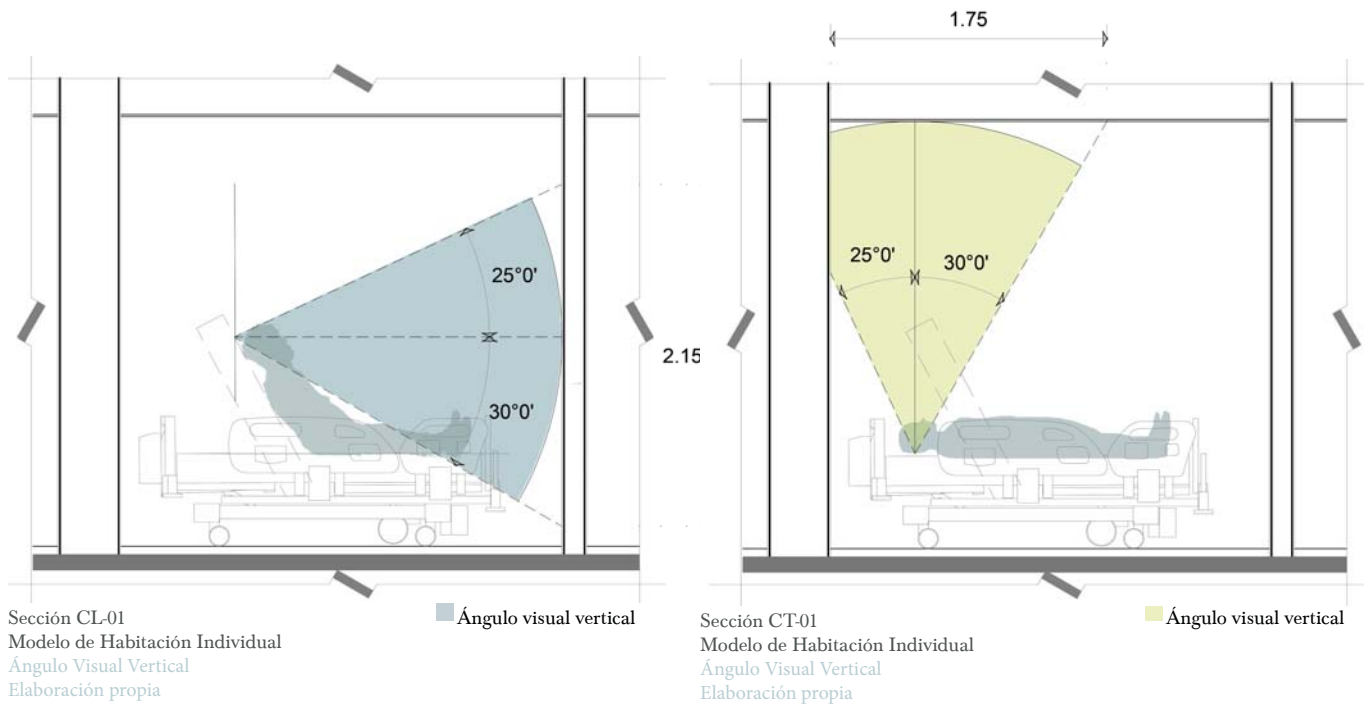
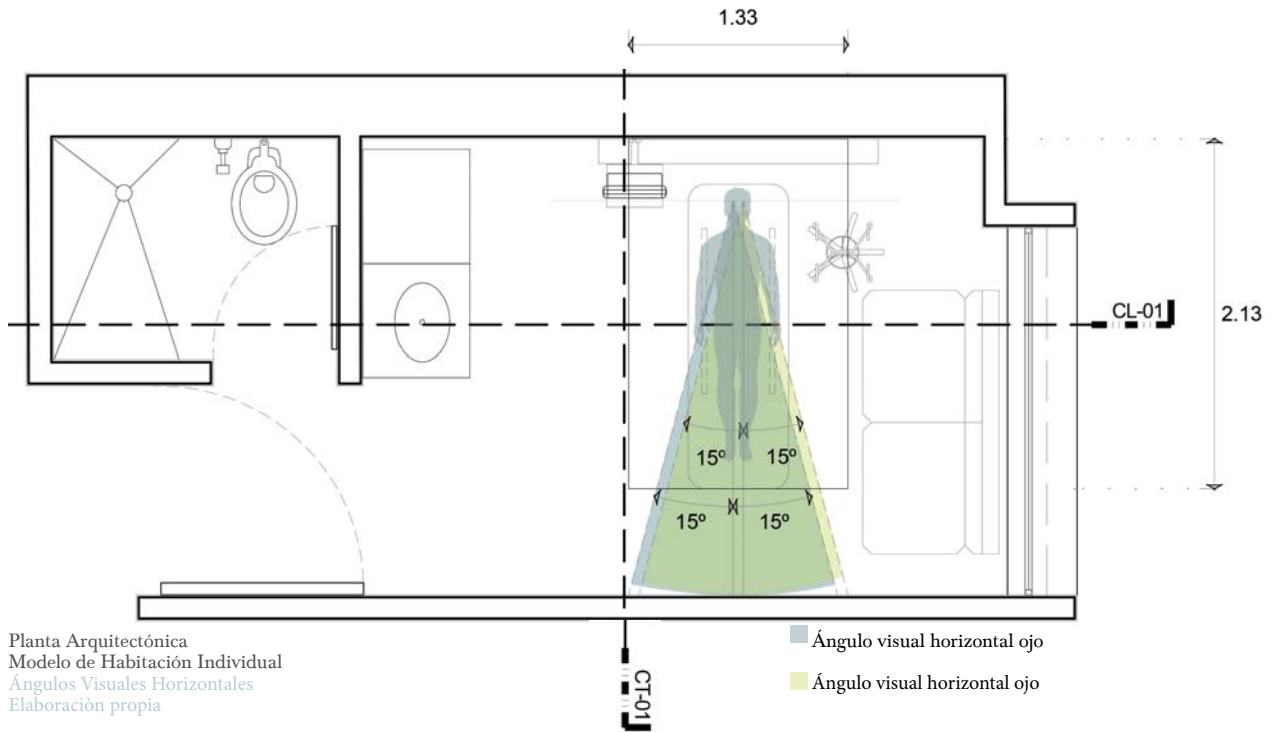
Figura 7. Ángulos visuales del ojo humano. Adaptación de las imágenes recuperadas de <https://bit.ly/3hf5k1R>.

<sup>222</sup> <https://bit.ly/2QLVfOs>

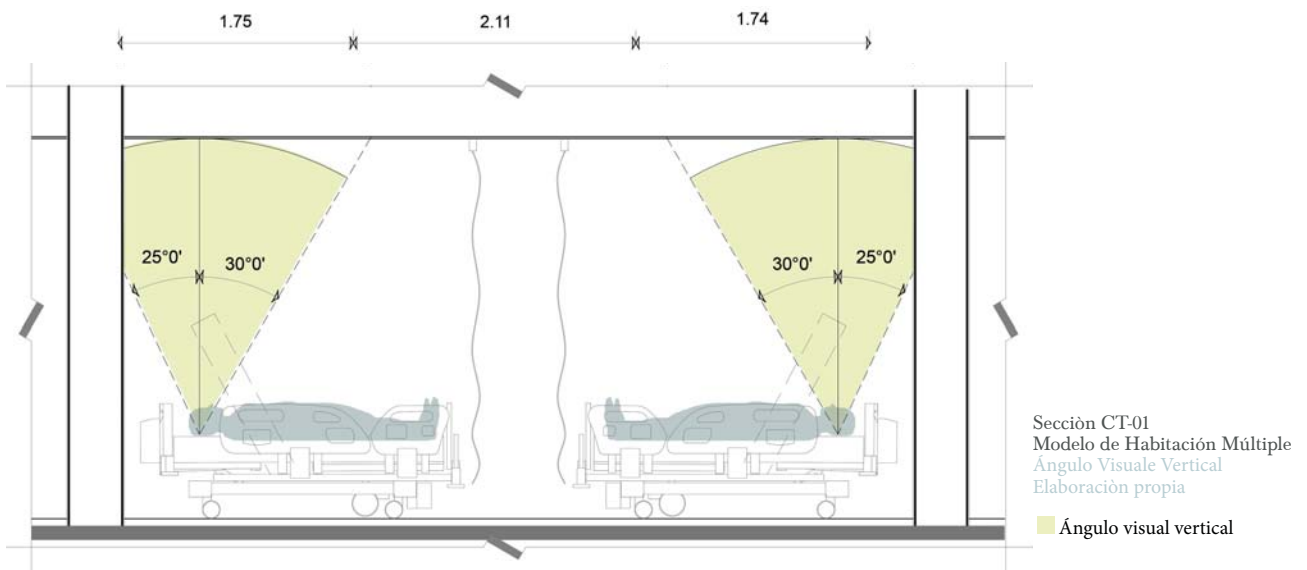
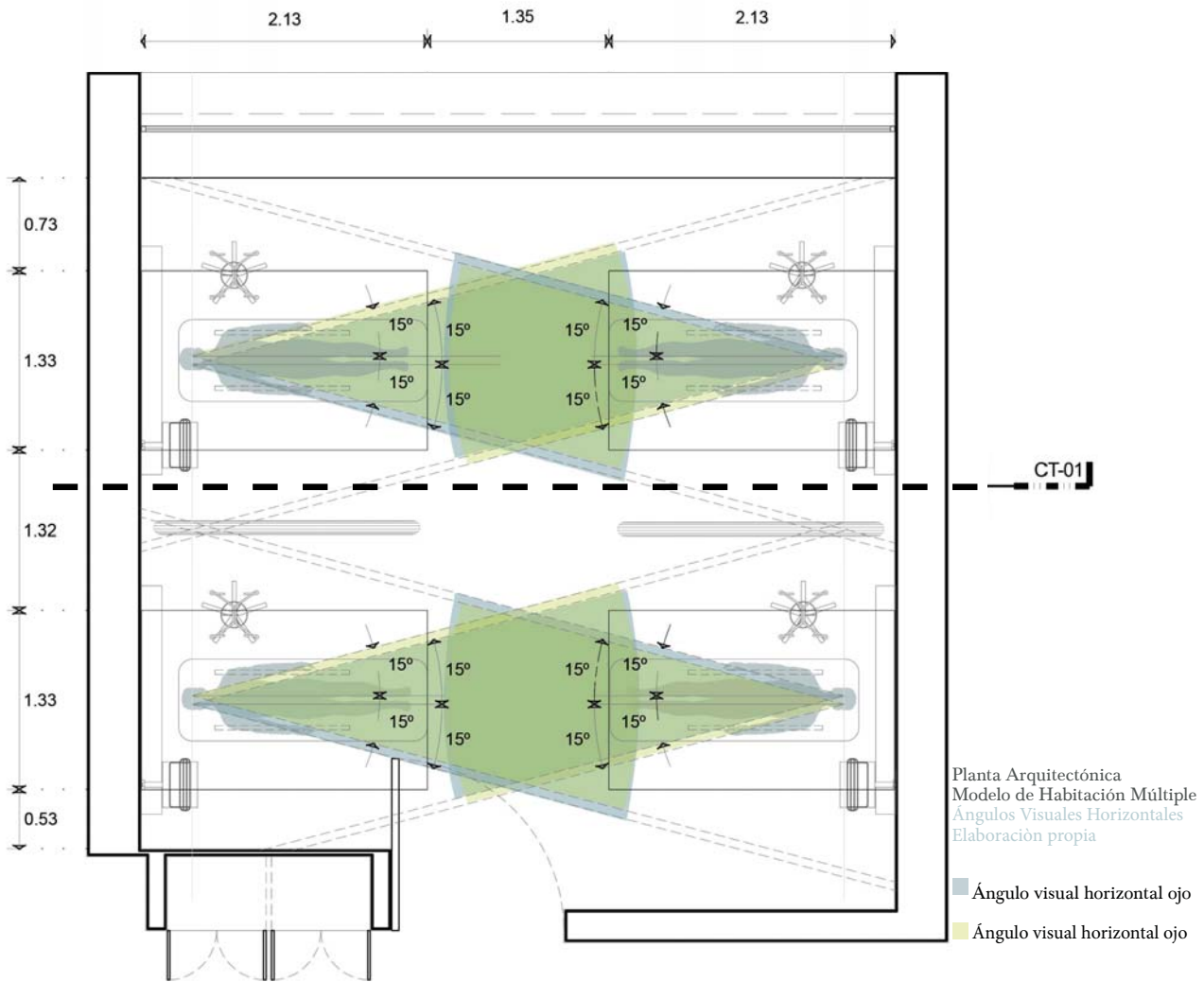
<sup>223</sup> <https://bit.ly/2QLT1bd>

Contando con la información anterior, con la ayuda de herramientas de diseño como Photoshop y AutoCAD, se aplicaron los ángulos visuales en los espacios y elementos arquitectónicos, con la intención de tomar en cuenta el confort visual de pacientes y evitar el cansancio ocular. Asociado a esto, los ángulos de visión también contribuirán a ubicar los patrones en el espacio.

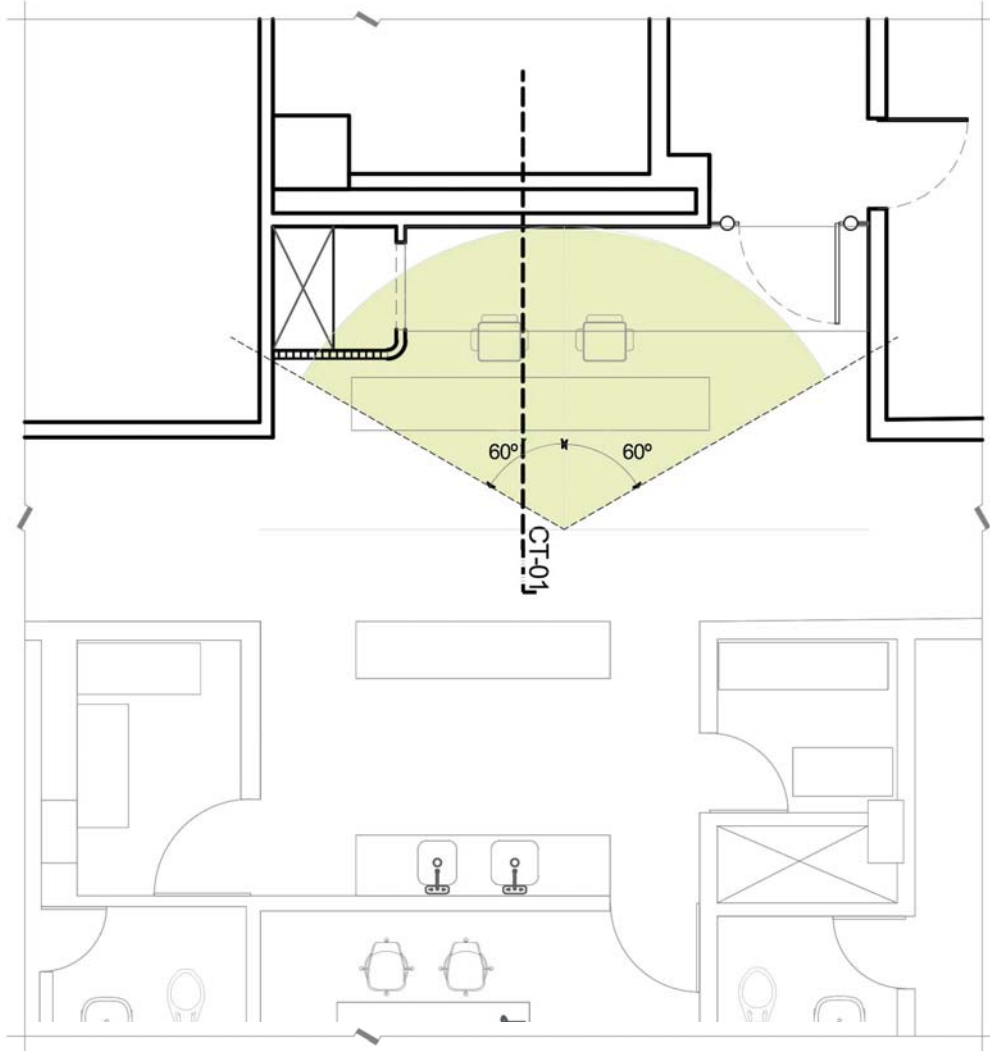
*Habitaciones individuales*



*Habitaciones múltiples*

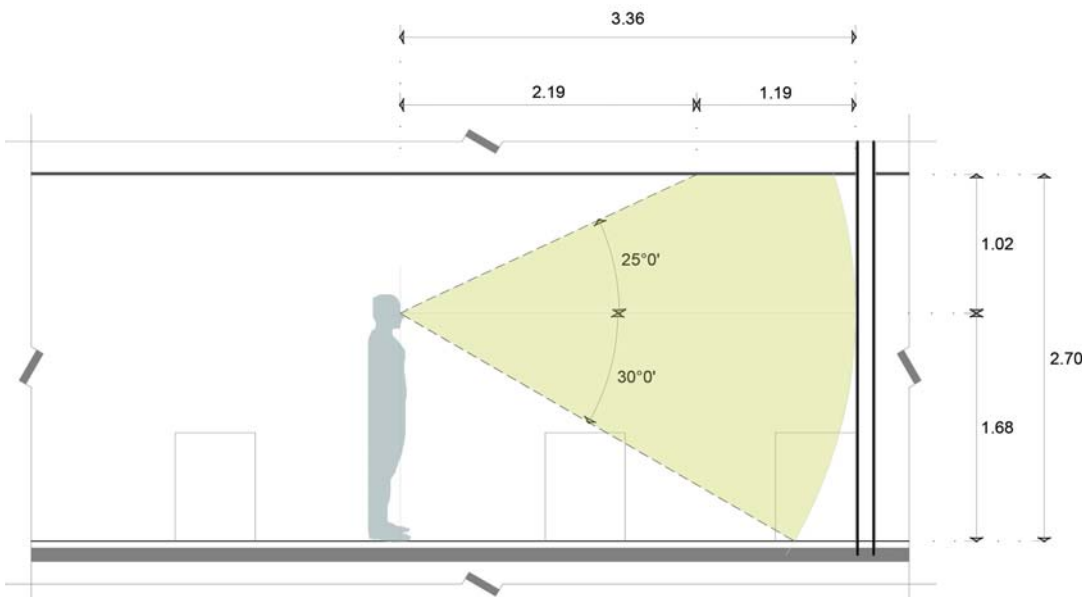


Control de Piso



Planta Arquitectónica  
Control de Piso  
Ángulos Visuales Horizontales  
Elaboración propia

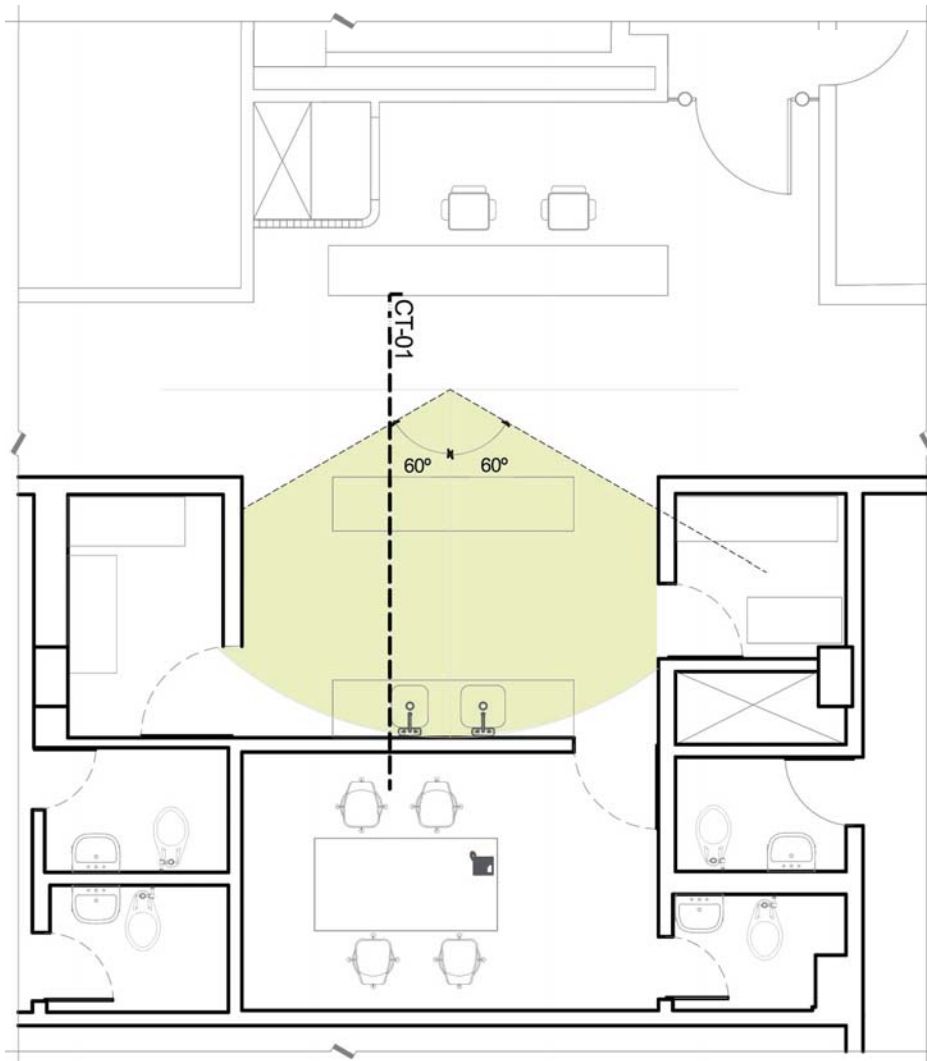
■ Ángulo visual horizontal



Corte CT-01  
Control de Piso  
Ángulo Visual Vertical  
Elaboración propia

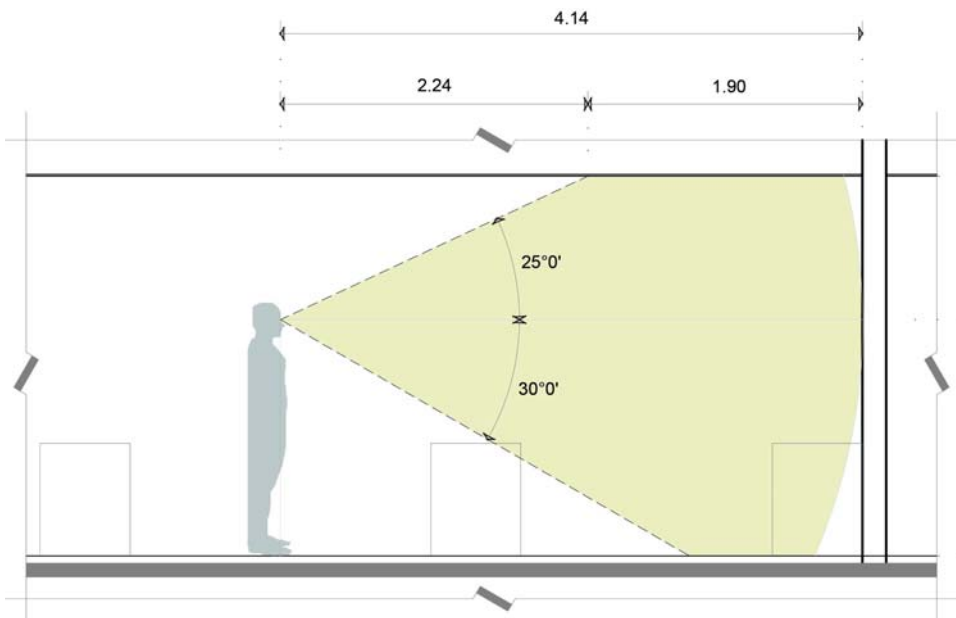
■ Ángulo visual vertical

Central de Enfermeras



Planta Arquitectónica  
Central de Enfermeras  
Ángulos Visuales Horizontales  
Elaboración propia

Ángulo visual horizontal



Corte CT-01  
Central de Enfermeras  
Ángulo Visual Vertical  
Elaboración propia

Ángulo visual vertical



## Dimensionamiento de fractales

Como siguiente punto, para determinar el dimensionamiento de los patrones fractales naturales que serán aplicados en el diseño, se tomó como referencia la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB/2002, Señales y Avisos para Protección Civil. - Colores, formas y símbolos a utilizar. El objetivo de esta Norma, de acuerdo con su documento, es “[...] especificar y homogenizar las características del sistema de señalización que, en materia de Protección Civil, permita a la población identificar los mensajes de: información, precaución, prohibición y obligación para que actúe de manera correcta en determinada situación”.<sup>224</sup>

Para efectos de esta investigación, se utilizó el numeral 6. Especificaciones, el cual está dividido a su vez en 9 subtítulos, de los cuales se tomó en consideración el 6.6 Dimensión. Este habla acerca de la relación que debe existir entre el área superficial (S) y la distancia máxima de observación (L), la cual está dada por la siguiente fórmula:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Donde:

S es la superficie de la señal en metros cuadrados

L es la distancia máxima de observación en metros

> Es el símbolo algebraico de mayor o igual que

Esta relación solo aplica para distancias mayores (L) de 5 m; la distancia desde el observador a muros, plafones, ventanas o puertas en las salas de encamados, así como los locales de apoyo a intervenir no es mayor a lo ya mencionado, por lo que se aplica lo indicado en la norma:

Distancia de visualización	Superficie mínima (cm <sup>2</sup> )	Dimensión mínima según forma geométrica de la señal (cm)				
		Cuadrado	Círculo	Triángulo	Rectángulo	
					Base	Altura
5	125	11.2	12.6	17	13.7	9.1
10	500	22.4	25.2	34	27.4	18.3
15	1125	33.5	37.8	51	41.1	27.4
20	2000	44.7	50.5	68	54.8	36.5
25	3125	55.9	63.1	85	68.5	45.6
30	4500	67.1	75.7	101.9	82.2	54.8
35	6125	78.3	88.3	118.9	95.9	63.9
40	8000	89.4	100.9	135.9	109.5	73
45	10125	100.6	113.5	152.9	123.2	82.2
50	12500	111.8	126.1	169.9	136.9	91.3

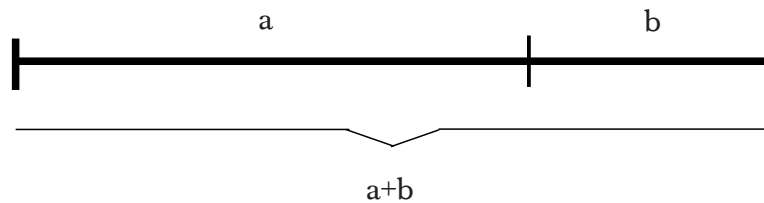
<sup>224</sup> <https://bit.ly/3epTMWi>

De acuerdo con la tabla anterior, el patrón fractal se dimensionará a partir del cuadrado con medidas 11.2x11.2 cm. Subsecuente a la información anterior, los tamaños de cada uno y la posición de los patrones fractales en los elementos arquitectónicos, será complementada con la aplicación de la sección áurea.

### Rectángulo áureo y la Espiral Logarítmica

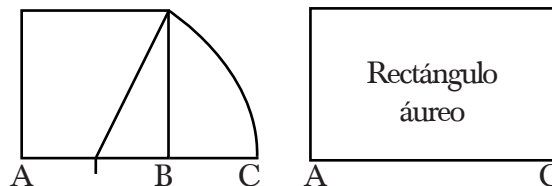
El *número áureo*, tiene un valor de  $(1 + \sqrt{5})/2$ . Su nombre tomó como base las iniciales de Pheidias, escultor griego, quien usó este número al construir el Partenón; durante el Renacimiento, también se le denominó la *divina proporción*.

Euclides encontró una relación matemática fundamental para derivar su valor. En la proposición 30 de su libro 5, expone la siguiente construcción: *si, denominamos como 1 a la longitud del segmento AB y como x al segmento AC, es fácil probar que la proporción entre el segmento largo, al segmento inmediatamente más corto, da lugar a la ecuación de segundo orden  $x^2 - x + 1$ , que tiene como solución al número áureo.*<sup>225</sup> Esta proporción divide a una recta en dos, uno más grande que el otro, dando lugar a un único valor.



$$\frac{a+b}{a} = \frac{a}{b}$$

El rectángulo áureo se define como el dibujo de un cuadrado al cual se le marca el punto medio en uno de sus lados, se une con uno de los vértices del lado opuesto y se lleva esa distancia sobre el lado inicial. De esta manera obtenemos el lado mayor del rectángulo.<sup>226</sup>

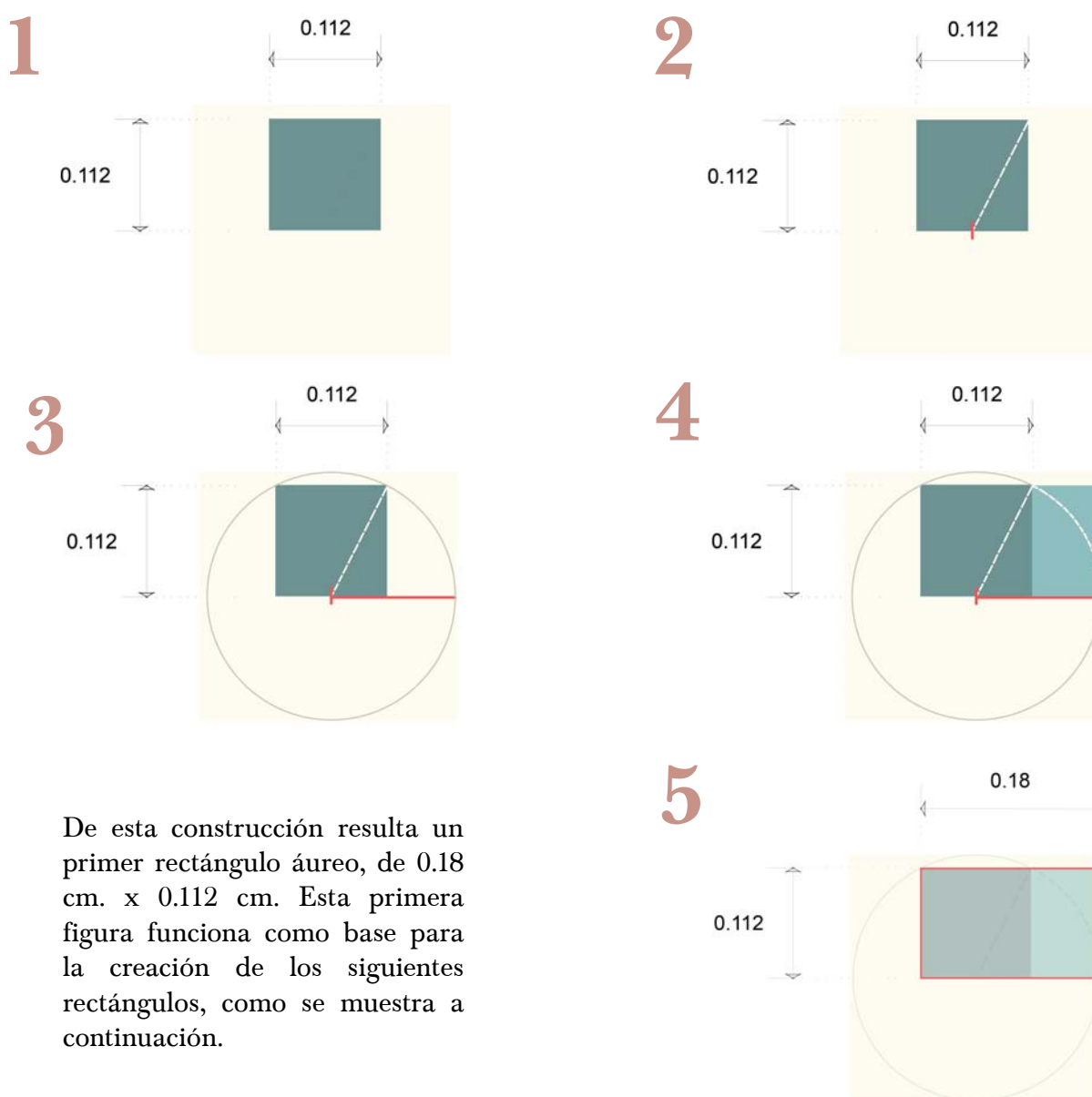


<sup>225</sup> Romero, A. (2005). *El número áureo: en búsqueda de la perfección natural*, pág. 3

<sup>226</sup> <https://bit.ly/3v7RYrI>

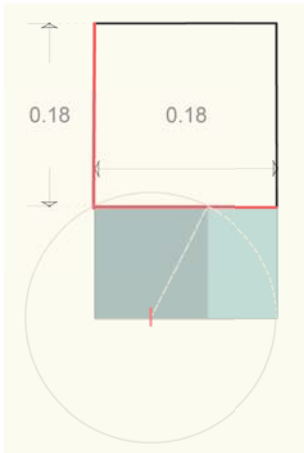
Llamada también *espiral equiangular* (*ángulo de corte del radio vector con la curva es constante*) o *espiral geométrica* (*el radio vector crece en progresión geométrica mientras el ángulo polar decrece en progresión aritmética*). Esta espiral está vinculada a los rectángulos áureos, se centra en el *crecimiento armónico de muchas formas vegetales* (flores y frutos) y *animales* (conchas de moluscos), aquellas en las que la forma se mantiene invariante.

A partir de la revisión de estos conceptos de belleza y proporción, en esta investigación se tomó en cuenta establecer la proporción áurea como método para dimensionar los fractales, y así crear armonía en su tamaño y ubicación. Se utilizó el cuadrado con las dimensiones 11.2 x 11.2 cm., para construir los rectángulos áureos donde estarán inscritos los fractales, como se muestra en las figuras siguientes.

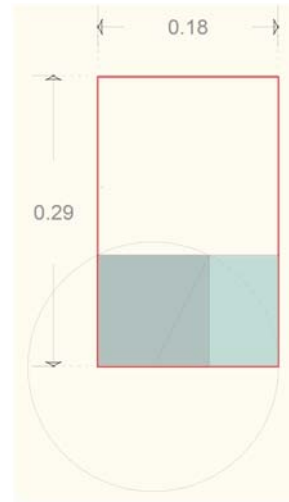


De esta construcción resulta un primer rectángulo áureo, de 0.18 cm. x 11.2 cm. Esta primera figura funciona como base para la creación de los siguientes rectángulos, como se muestra a continuación.

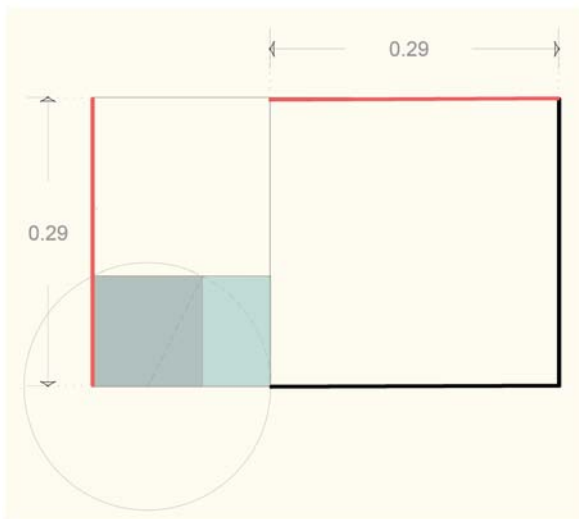
Figura 8. Construcción del rectángulo como base para dimensionar los fractales utilizados en el diseño preliminar. Elaboración propia.



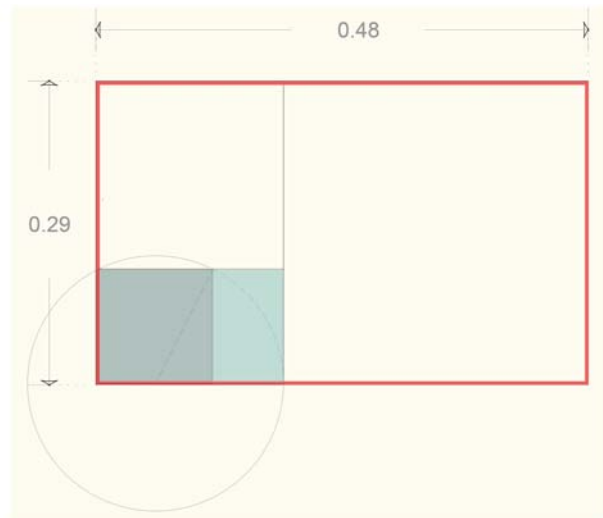
El segundo rectángulo, se construye a partir del Largo (L) del primero, la cual crea un cuadrado de 18 x 18 cm.



El cuadrado resultante mas la suma del primer rectángulo, dan como resultado un rectángulo áureo de 29 x 18 cm.



El tercer rectángulo, se construye a partir del Largo (L) del segundo, la cual crea un cuadrado de 29 x 29 cm.



El cuadrado resultante mas la suma del segundo rectángulo, dan como resultado un rectángulo áureo de 29 x 48 cm.

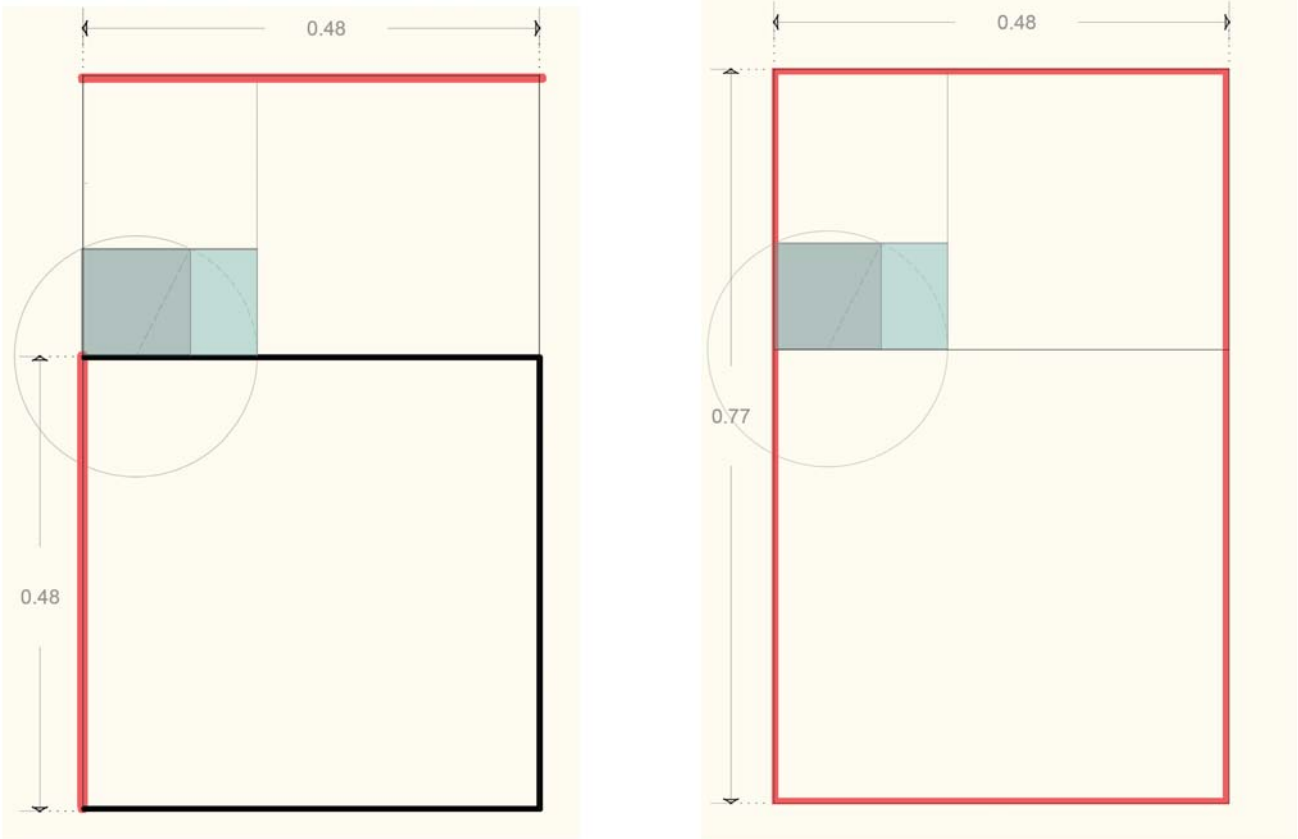


Figura 9. Construcción del rectángulo como base para dimensionar los fractales utilizados en el diseño preliminar. Elaboración propia.

El cuarto y último rectángulo, se construye a partir del Largo (L) del segundo, la cual crea un cuadrado de 48 x 48 cm.

El cuadrado resultante más la suma del tercer rectángulo, dan como resultado un rectángulo áureo de 77 x 48 cm.

Al final del ejercicio se genera la espiral logarítmica a partir de todos los rectángulos áureos generados con anterioridad. Se tomó la decisión de limitar el número de fractales a cuatro, ya que el rectángulo número cinco resulta muy invasivo para el tamaño de las habitaciones, lo cual podría generar un efecto contrario a lo que se busca con esta intervención.

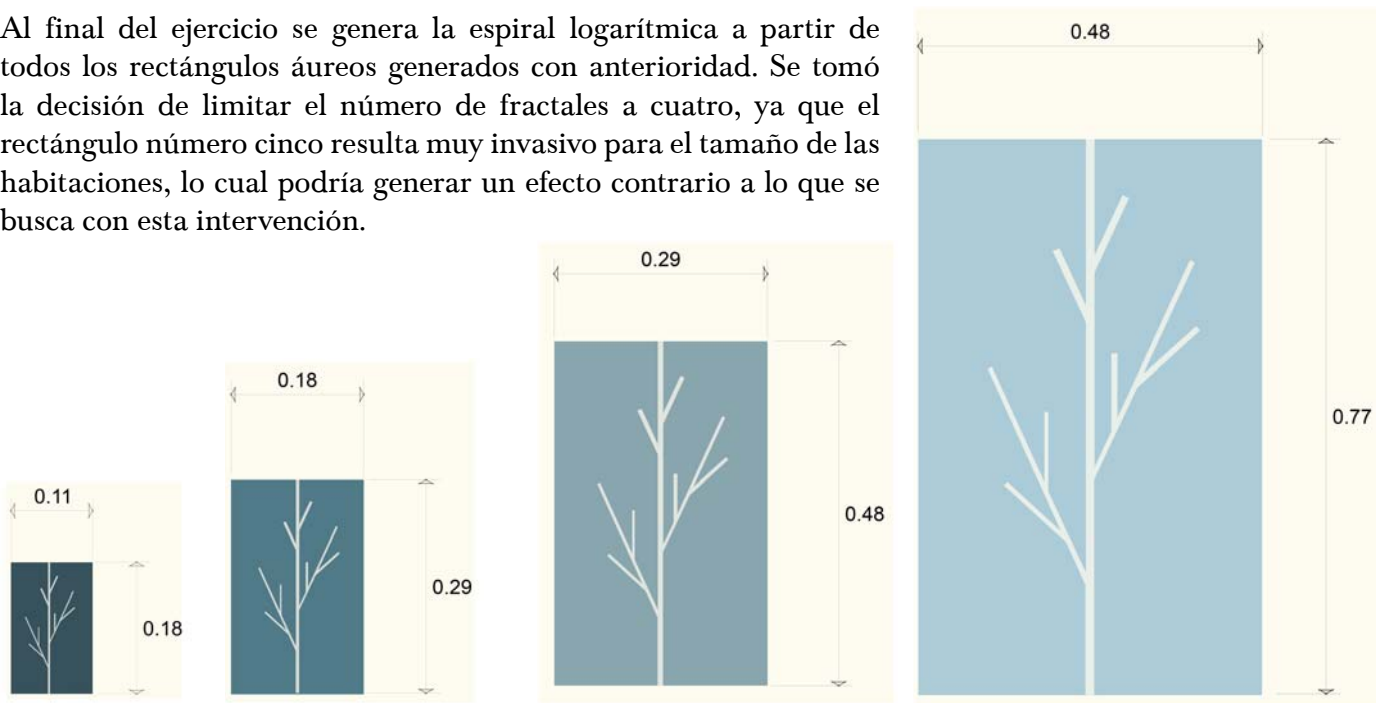


Figura 10. Proporción de la dimensión de los fractales con base en el rectángulo áureo. Elaboración propia.

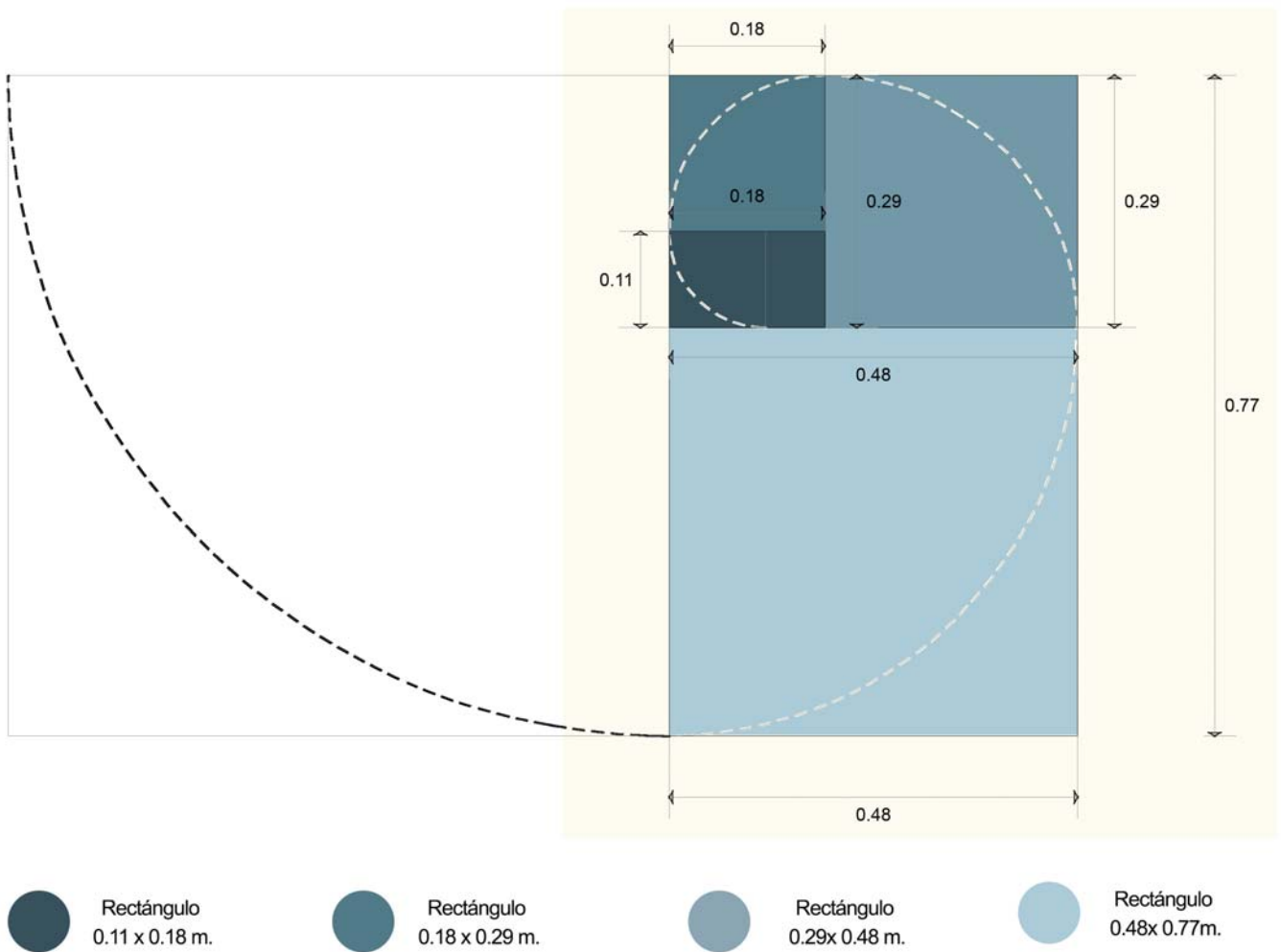
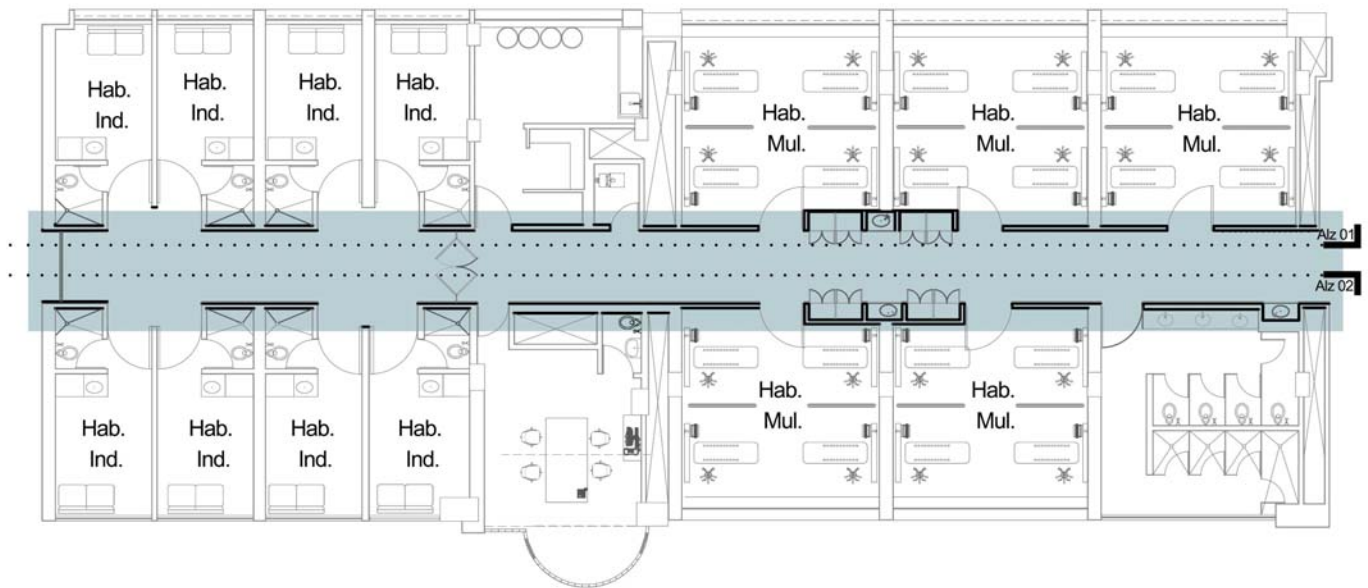


Figura 11. Construcción de la espiral áurea para el dimensionamiento de los patrones fractales que serán utilizados. Elaboración propia.

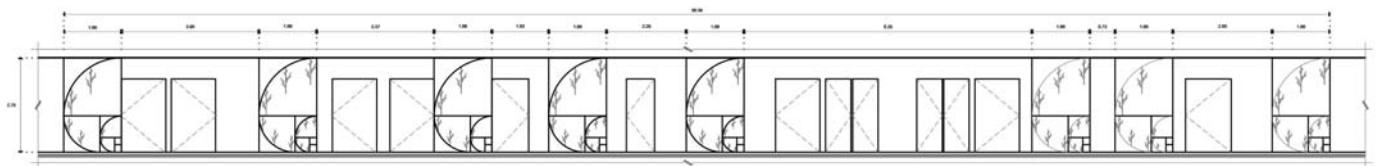
## Definición de la posición de los patrones fractales en los elementos arquitectónicos

Una vez realizado el dimensionamiento de los fractales, también se modularon los elementos arquitectónicos a intervenir, como los plafones y muros a partir de proporción áurea, para determinar la posición de los patrones. De esta manera, cada uno estará condicionado por la sección del rectángulo áureo que le corresponde. También tiene que indicarse, que las espirales áureas fueron usadas para diseñar esta posición. En las siguientes imágenes se aprecia lo antes expuesto.

### *Circulación principal*



Planta Arquitectónica  
Circulación principal  
Ubicación de patrones fractales  
Elaboración propia



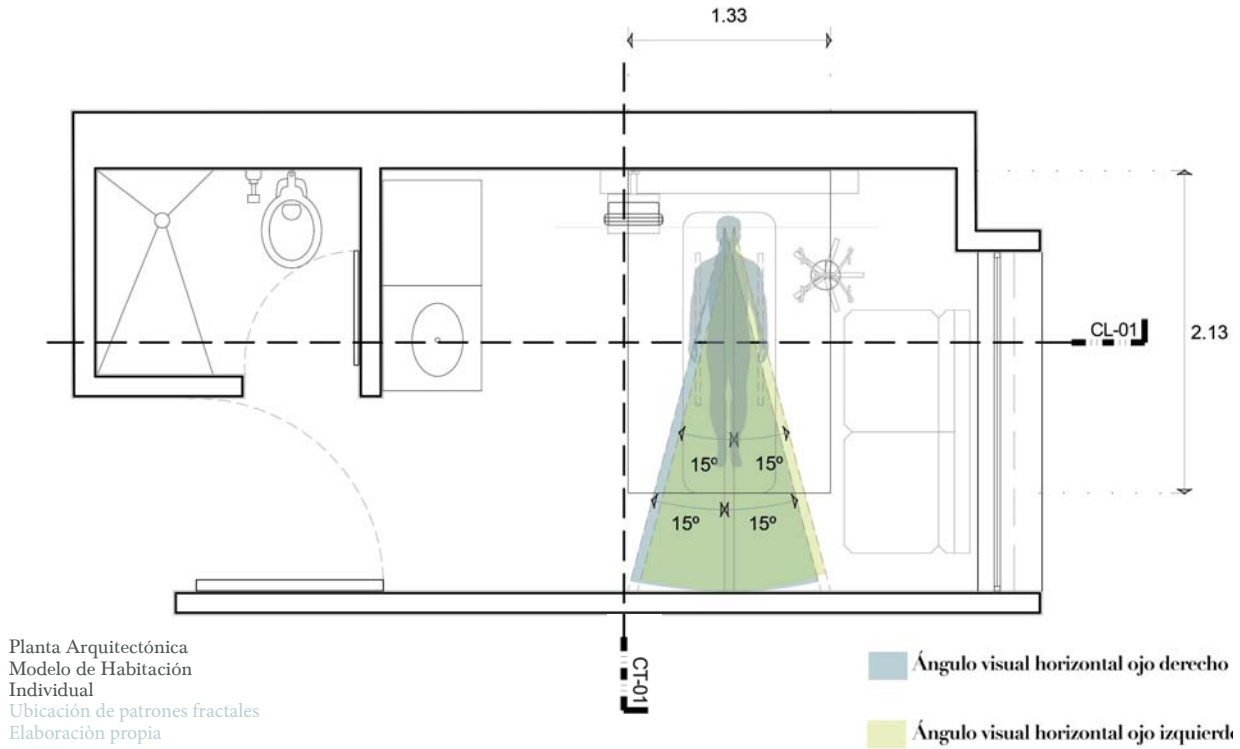
Alzado Alz-01  
Circulación principal  
Ubicación de patrones fractales  
Elaboración propia



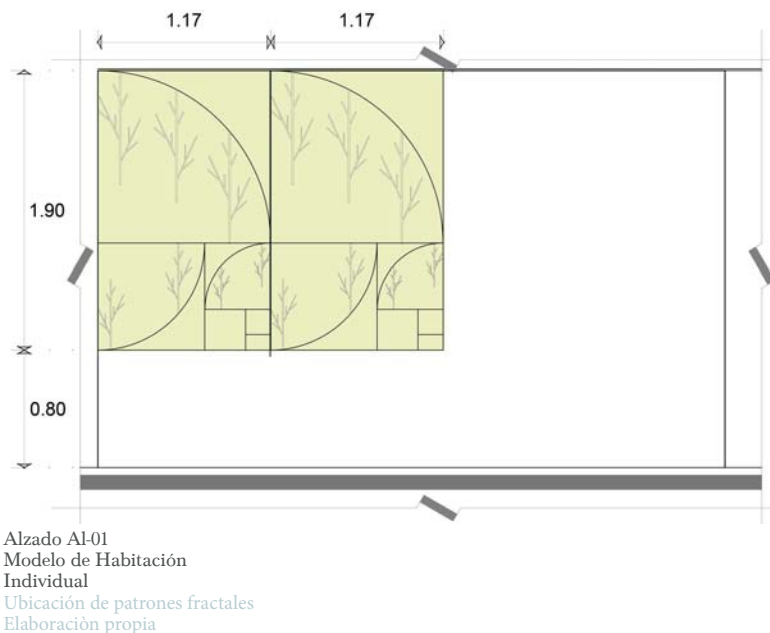
Alzado Alz-02  
Circulación principal  
Ubicación de patrones fractales  
Elaboración propia

*Habitaciones individuales*

El campo visual, determinado a partir de los ángulos visuales, fue modificado de 1.75 x 1.33 m a 2.13 x 1.33, ya que se modulo de acuerdo a la proporción áurea.

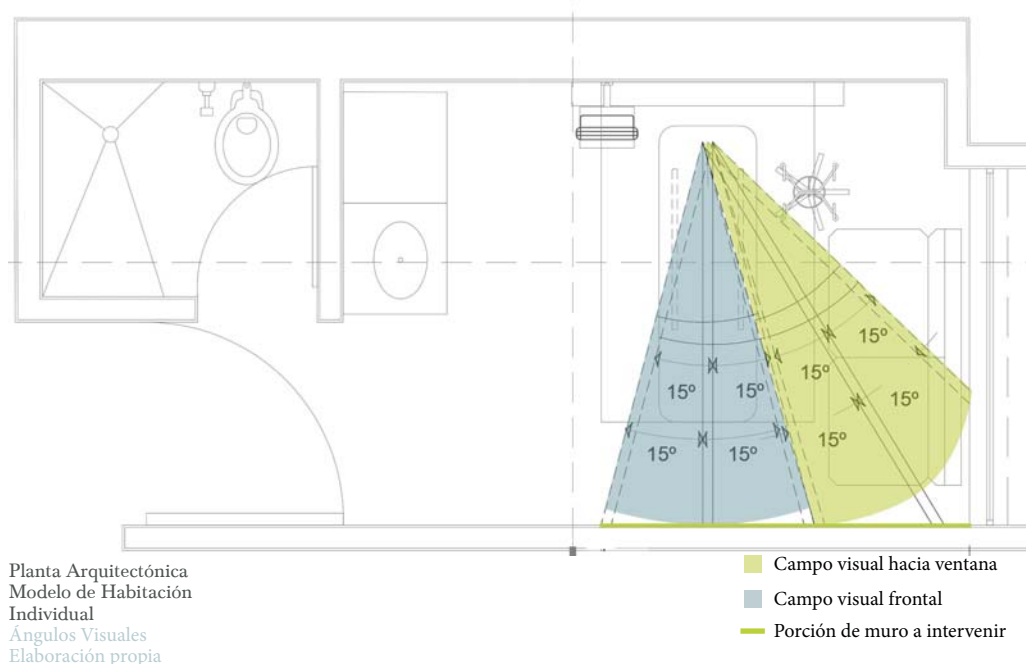


Para la ubicación de los patrones en el muro frontal se tomaron en cuenta dos consideraciones. En primer lugar, los pacientes manifiestan que el elemento arquitectónico que más observan es la ventana; por lo tanto, se colocaron patrones cerca de este punto. En segundo lugar, el ángulo visual arroja que, frontalmente, existe un ángulo de ambos ojos de 30°, por lo que se ubican patrones en este campo focal.

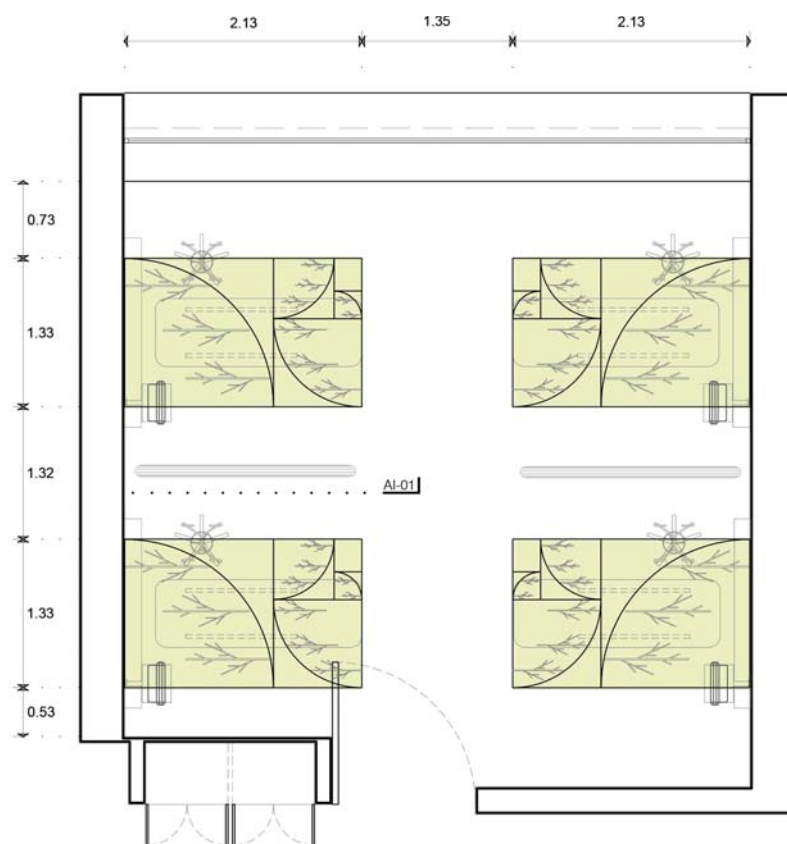




Sumando ambas “placas”, se obtiene una medida de 2.30 m., la cual cubre del punto final del muro cercano a la venta hasta donde termina el ángulo visual de la persona.



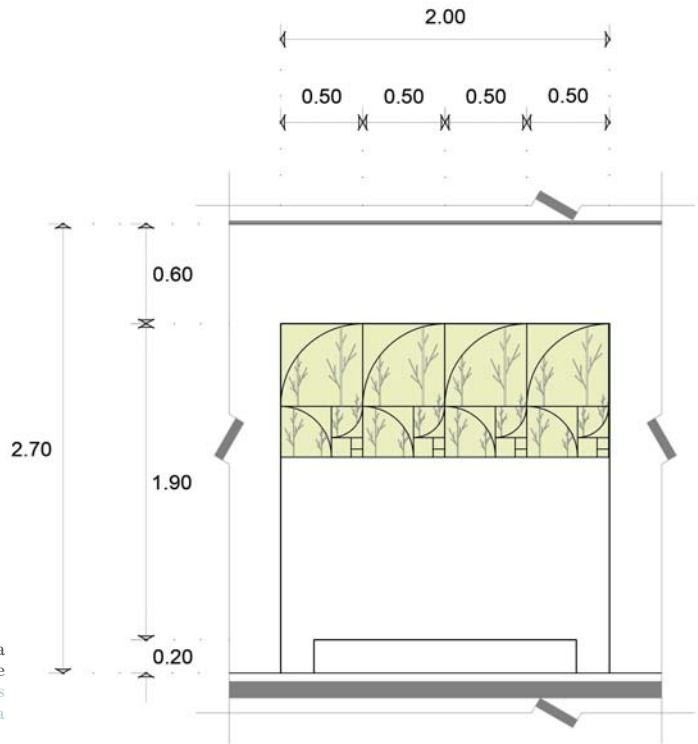
### *Habitaciones múltiples*



Con el mismo criterio que las salas de encamados individuales, la intervención de diseño preliminar de las salas múltiples consideró el campo visual, determinado a partir de los ángulos visuales. Tuvo que modificarse a dimensiones de 1.75 x 1.33 m a 2.13 x 1.33, ya que debía ser modulado de acuerdo a la proporción áurea.

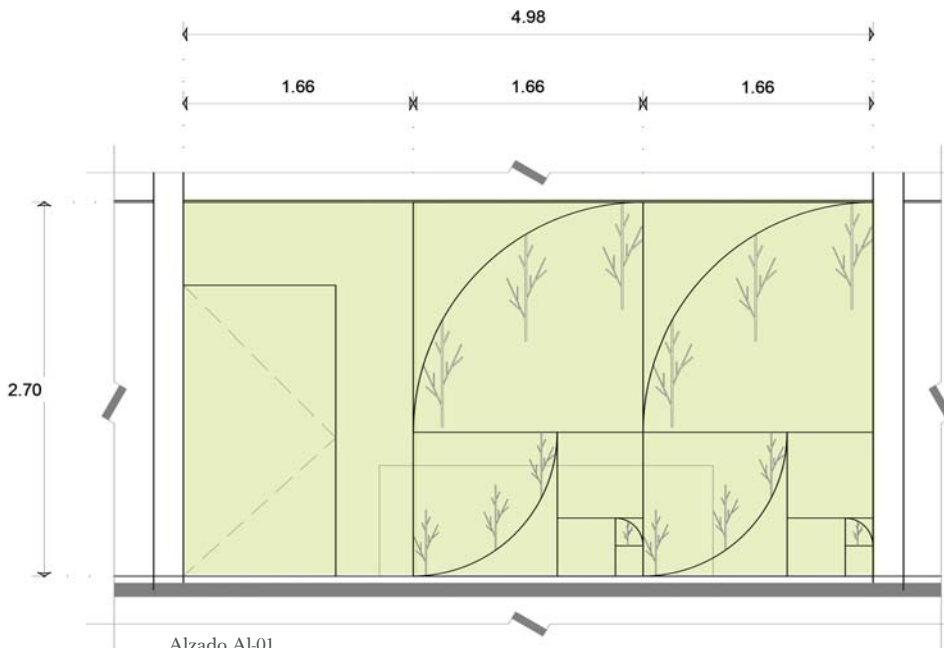
Evidentemente, en estas salas no existe un muro frontal a las camas ya que, como se puede apreciar en la planta arquitectónica, se encuentran las cortinas y el pasillo que divide el espacio de cada cama.

Por ende, se aplicaron patrones fractales a la mampara que se encuentra a un costado de cada cama. Esta ubicación está condicionada a la posición horizontal y de reposo del paciente.



Alzado de mampara divisoria  
Modelo de Habitación Múltiple  
Ubicación de patrones fractales  
Elaboración propia

*Central de enfermeras*

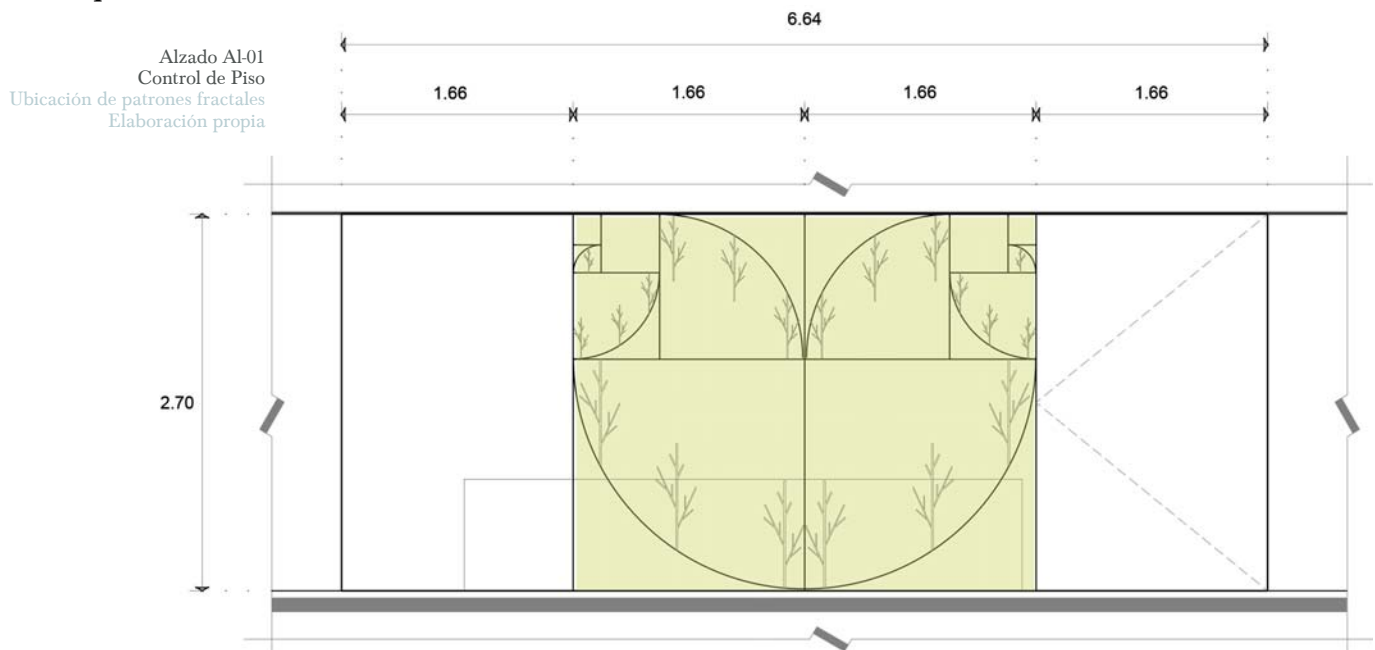


Alzado AI-01  
Central de Enfermeras  
Ubicación de patrones fractales  
Elaboración propia

Se aplicaron patrones fractales al muro frontal de modo que, cuando el usuario se encuentre de frente a este espacio (paciente, familiar y / o, personal médico), pueda apreciar los elementos.

### Control de piso

En el control de piso se aplicaron patrones fractales en el muro frontal, de modo que, cuando el usuario se encuentre de frente a este espacio (paciente, familiar y / o, personal médico), pueda apreciar los elementos. En este caso, el muro frontal cuenta con una puerta del lado derecho, de manera que se optó por centrar dos “placas” de patrones fractales, por lo que quedó un espacio de las mismas dimensiones a la puerta del lado izquierdo.



### Colores utilizados

En este proyecto se propone que, en su mayoría, los patrones fractales colocados en los muros y plafones sean de la misma tonalidad de estos, para resaltar los atributos de misterio e imaginación, por otra parte, como símbolo de la naturaleza, el color Greenery será utilizado en otros patrones aleatorios, los cuales serán indicados en la propuesta final, con la intención de no saturar la vista de las personas que transiten por los espacios.

En 2017, Pantone nombró como “color del año” a la tonalidad 15-0343, conocida como Greenery. El tono natural puede ser mate, limpio y fresco. Este amarillo-verdoso, “[...] evoca los primeros días de la primavera cuando los verdes de la naturaleza

reviven, se restauran y renuevan. Ilustra el florecimiento del follaje y la exuberancia de la naturaleza, los atributos fortificantes del verde indican a los habitantes que deben respirar profundamente, oxigenarse y revitalizarse”.<sup>227</sup>



Foto 99. PANTONE, Color del año 2017: Greenery, tonalidad de la naturaleza. Recuperado de: <http://thepocket.cl/2016/12/greenery-el-color-del-2017-segun-pantone/>

<sup>227</sup> <https://bit.ly/3dysVIz>

# BIO FILICA

ARQUITECTURA  
Láminas de presentación

Los datos obtenidos de las dos fases de levantamiento de información (fase exploratoria y fase analítico-descriptiva), arrojaron que las personas se sienten captadas por patrones fractales del tipo natural y de iterancia dos en el servicio de Hospitalización. Las gráficas muestran los resultados de una investigación que aplica la metodología de encuestas de preferencias declaradas, para la medición y análisis de la inclinación de las personas ante distintos escenarios y elementos, y los vierte en esta propuesta a nivel conceptual.

Los principales hallazgos son:

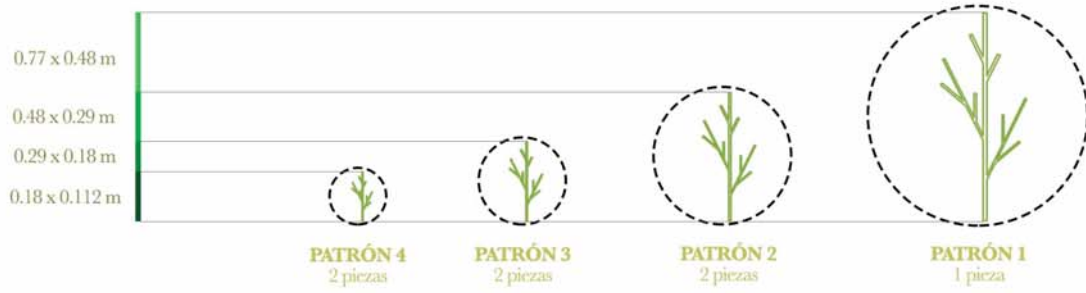
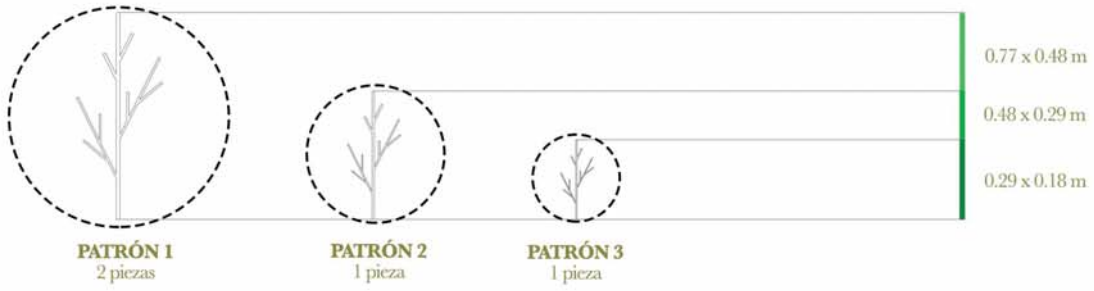
1. Tipo de patrón y grado de iterancia preferida por los pacientes del Servicio de Hospitalización;
2. Principales opiniones de los pacientes respecto a los interiores y la naturaleza;
3. Como integrar la esencia de la naturaleza a espacios construidos;
4. La modificación del espacio en beneficio de todos los habitantes, en este caso, con base en la opinión de los pacientes;
5. Agrado mostrado por parte de los pacientes hacia el patrón de complejidad y orden de la categoría Analogía Naturales de los 14 Patrones Biofílicos de William Browning y colaboradores.

La revisión bibliográfica robusta y extendida, que sostiene la cercanía positiva del ser humano con la naturaleza en correlación con la opinión de pacientes y familiares acerca de la inclusión de estos patrones fractales naturales, propició la elaboración de una propuesta a nivel de diseño conceptual, como parte de un proceso de Diseño Basado en Evidencias solo en el interior de las salas del servicio de Hospitalización del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, INCMNSZ como primer acercamiento al diseño arquitectónico biofílico.

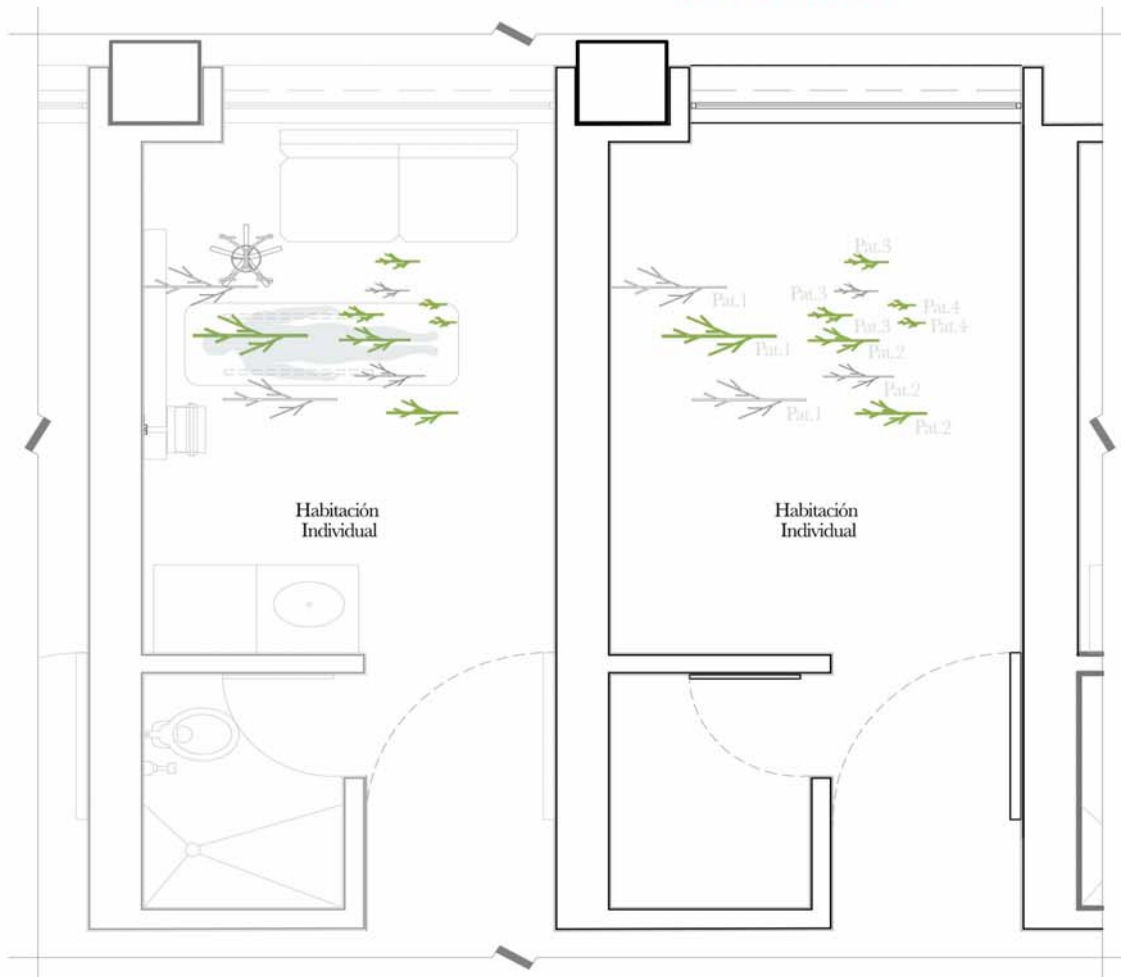
Lo plasmado en las siguientes láminas de presentación, se considera como un proceso de trabajo, ya que la aplicación del diseño arquitectónico biofílico puede ser diversa como se mostrará más adelante en el manual de aplicación propuesto; sin embargo, en este proyecto terminal se tomó la decisión de conceptualizar los principales fundamentos del diseño arquitectónico, como: el espacio, el equilibrio, la escala, la proporción, el color, la figura y el fondo, los ángulos visuales, etc., aplicados a la representación la naturaleza a través de los patrones fractales, con la intención de materializarla y hacer evidente que estos conceptos pueden ser utilizados de distintas maneras para favorecer la creación de una arquitectura armónica para todo aquel que la habite. También se muestra que, es posible incluir la naturaleza en espacios ya construidos que no tienen un acercamiento directo e indirecto con la naturaleza a través de ventanas o espacios naturales dedicados a la restauración de la salud, por medio de elementos que evoquen su complejidad y orden. Sin embargo, los conceptos anteriores pueden ser utilizados en conjunto con otros atributos o condiciones, como el nivel lumínico natural o artificial, colores semejantes a la naturaleza, ventilación natural, variedad de texturas o un caso distinto como la aplicación de otros patrones fractales que también emulen la complejidad y orden de la naturaleza y a su vez la conexión innata con ésta.

La utilización de fractales va más allá de la aplicación de un simple molde de cualquier material como “decoración”, porque sus configuraciones geométricas y propiedades matemáticas implícitas producen un efecto curativo y son el núcleo del diseño biofílico. En las imágenes mostradas, se simula el entorno construido de los espacios del servicio de Hospitalización, para llevar a efecto la complejidad y la sintonía con las proporciones humanas, con la finalidad de que las personas que se encuentren dentro se comprometan con él, inconsciente e instintivamente, para coadyuvar a crear espacios de bienestar mediante el uso de la biofilia y los fractales. El objetivo de expresar este diseño conceptual radica en crear una base que conjugue los aspectos de diseño arquitectónico y los aspectos biofílicos, a partir de la cual se pueda trazar un camino hacia la reconsideración del diseño arquitectónico hospitalario y general.

**COLOR SIMILAR AL MURO O PLAFÓN**

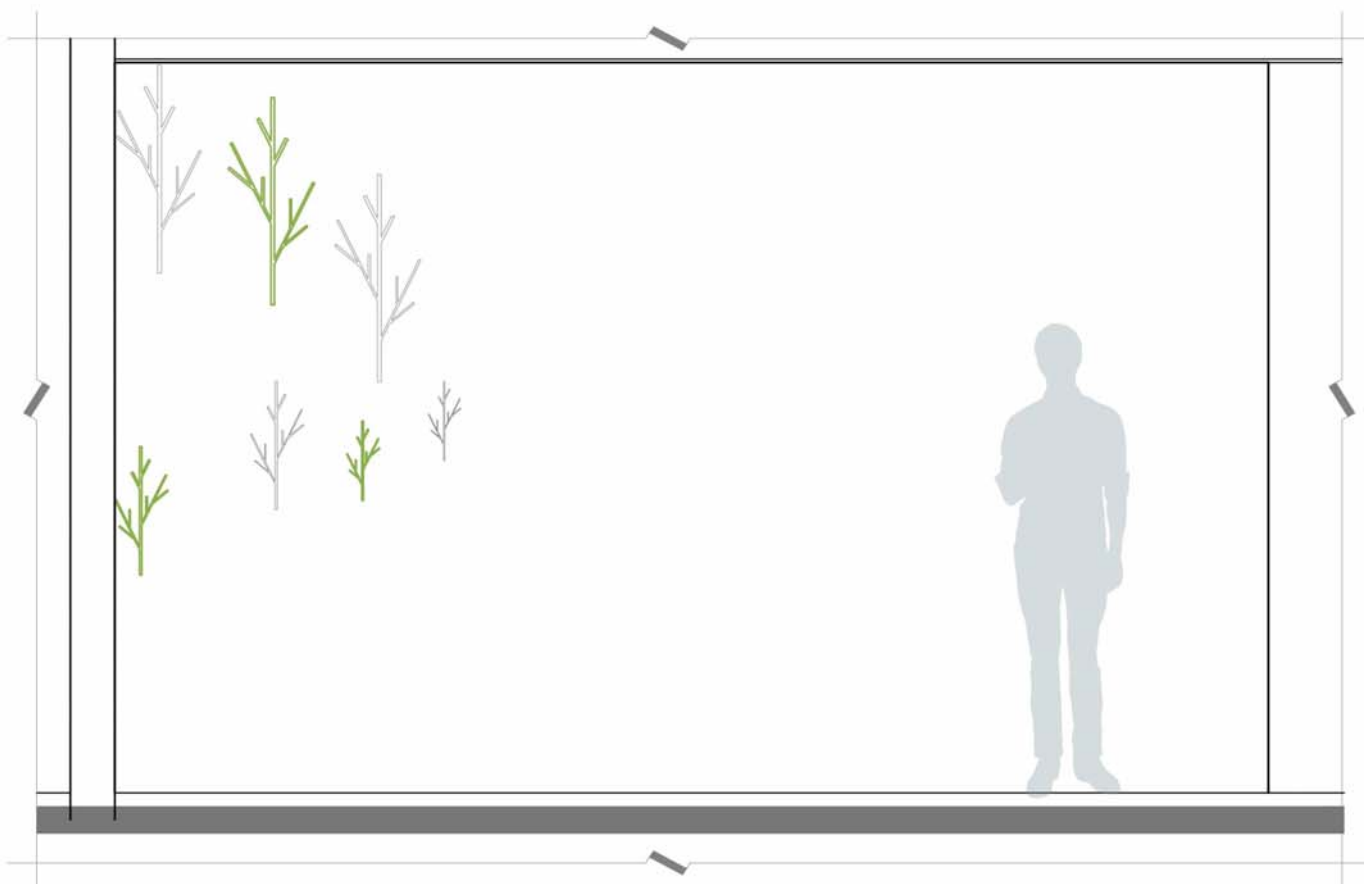
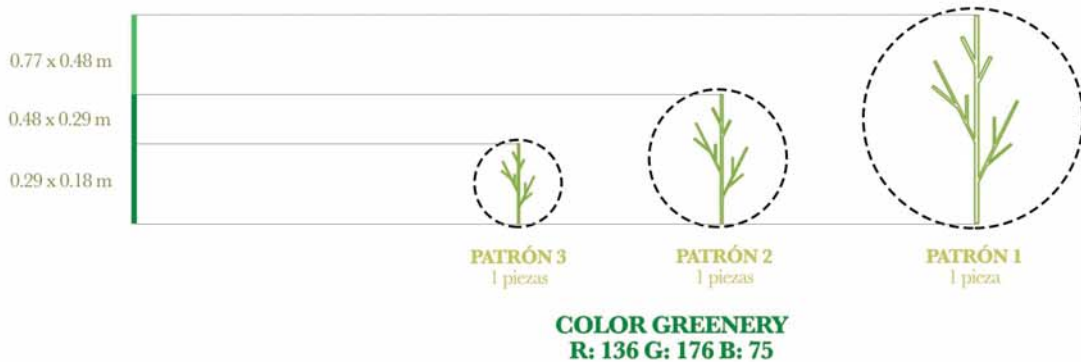
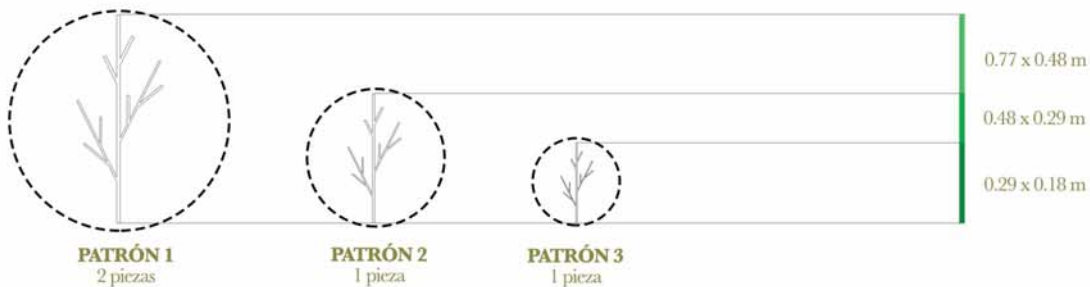


**COLOR GREENERY**  
R: 136 G: 176 B: 75



**PLANTA ARQUITECTÓNICA**  
Modelo Habitación Individual / Plafones  
Ubicación de patrones fractales

**COLOR SIMILAR AL MURO O PLAFÓN**



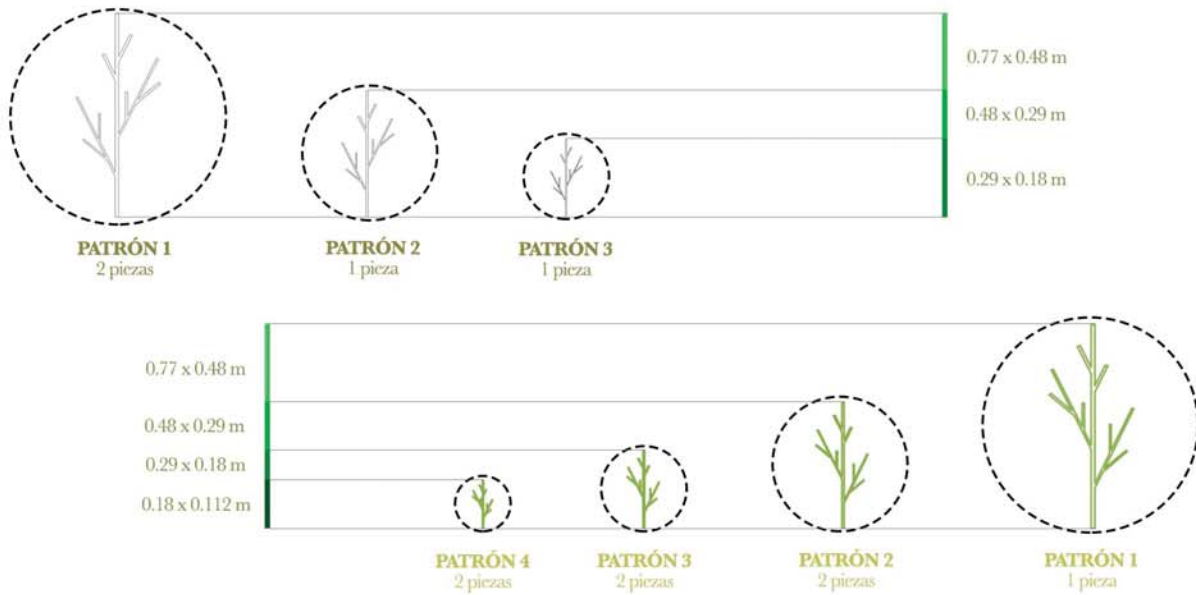
**Alzado Al-01**  
Modelo Habitación Individual  
Ubicación de patrones fractales



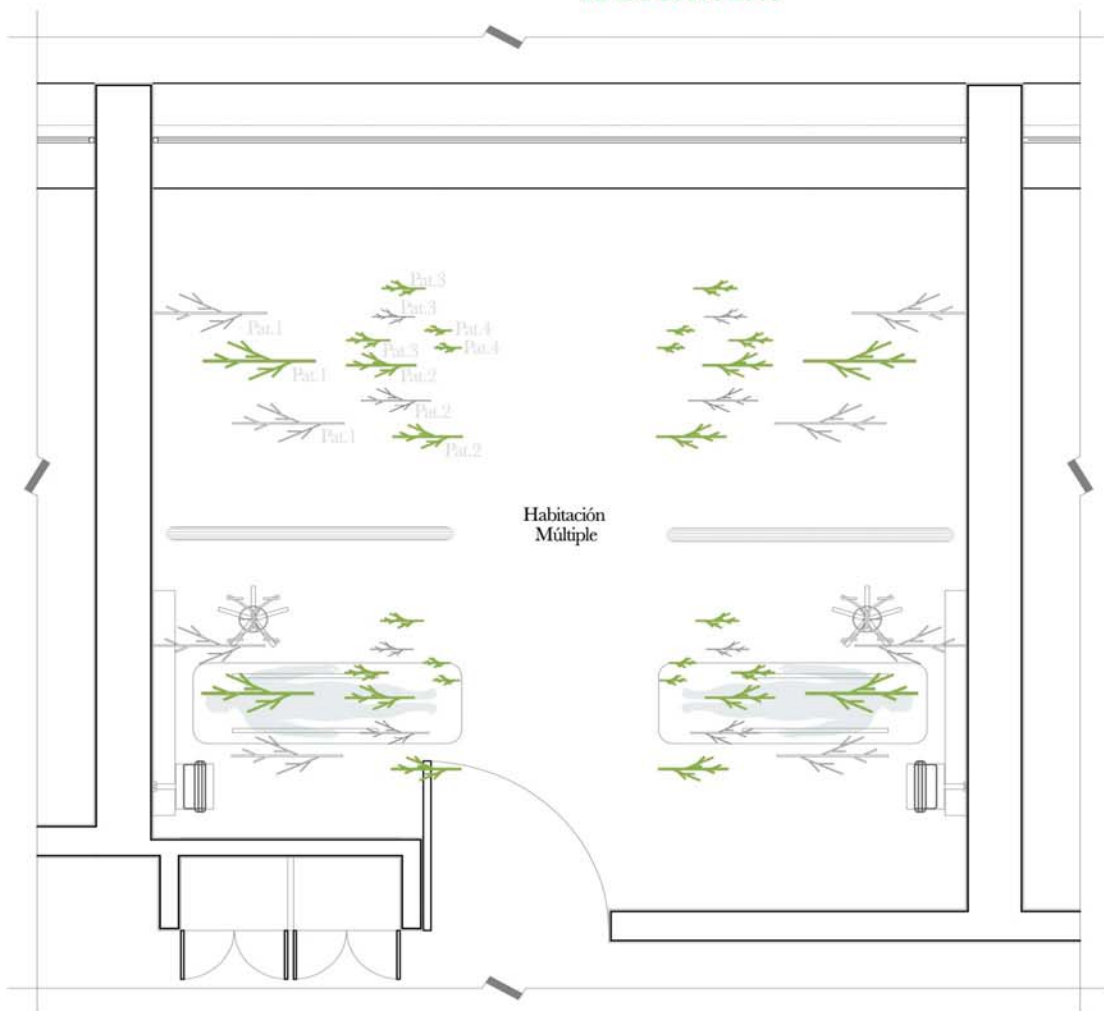
Render 1. Aplicación de patrones fractales en el modelo de habitación individual. Elaboración propia.



**COLOR SIMILAR AL MURO O PLAFÓN**

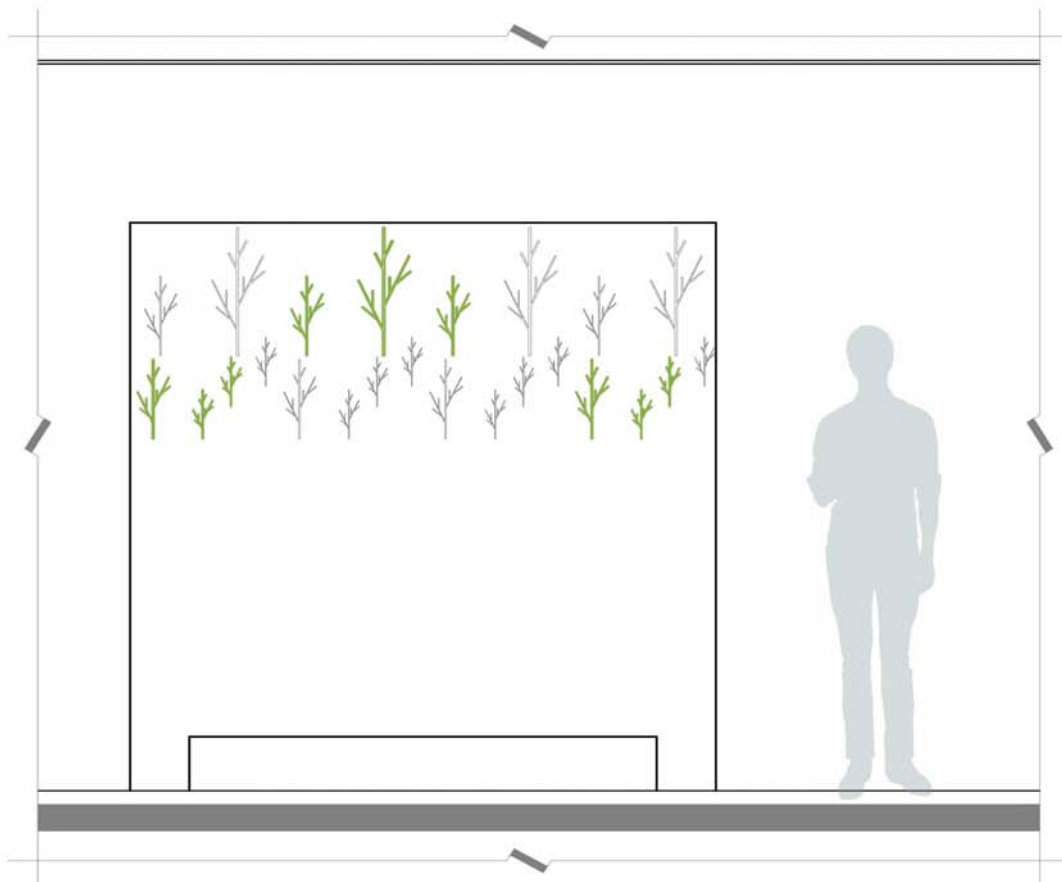
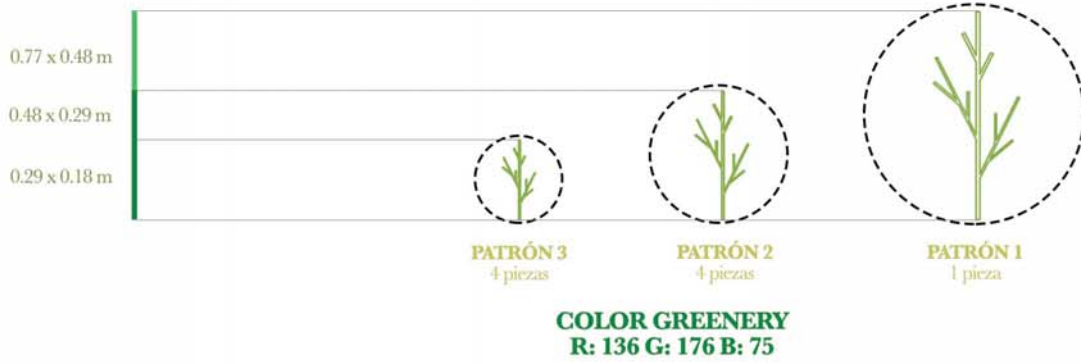
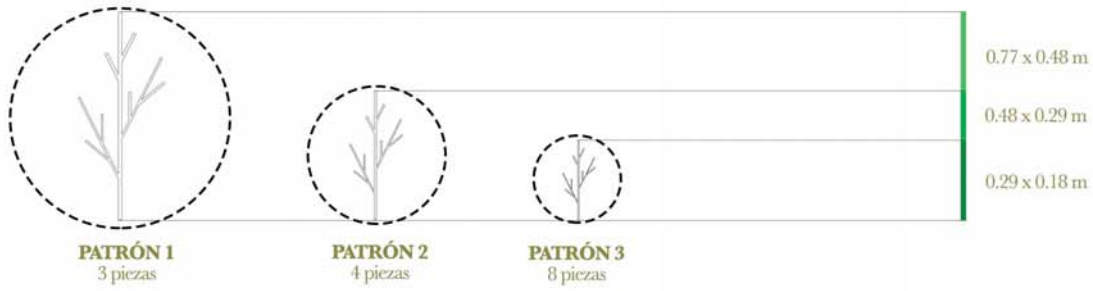


**COLOR GREENERY**  
**R: 136 G: 176 B: 75**

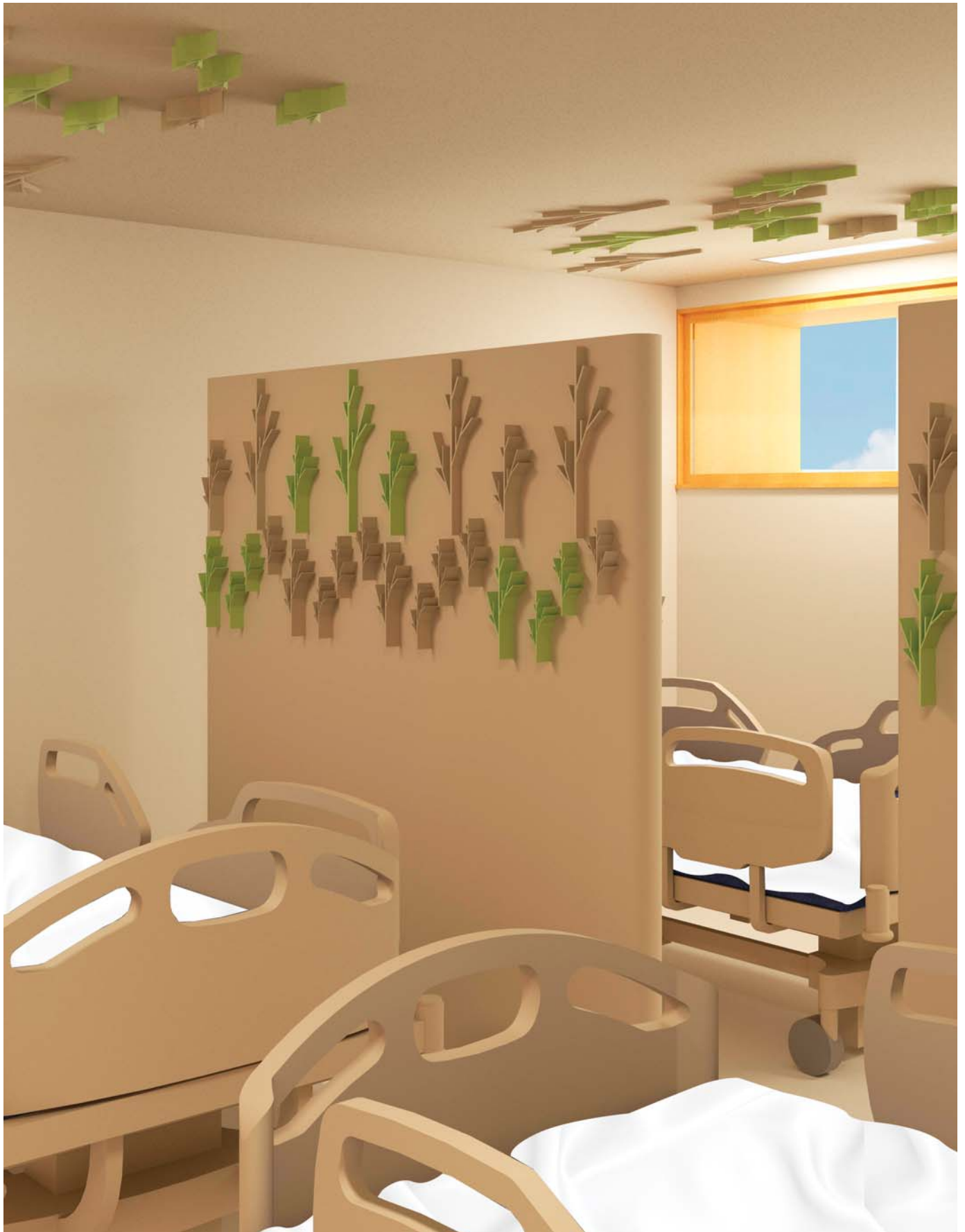


**PLANTA ARQUITECTÓNICA**  
**Modelo Habitación Múltiple/ Plafones**  
**Ubicación de patrones fractales**

**COLOR SIMILAR AL MURO O PLAFÓN**

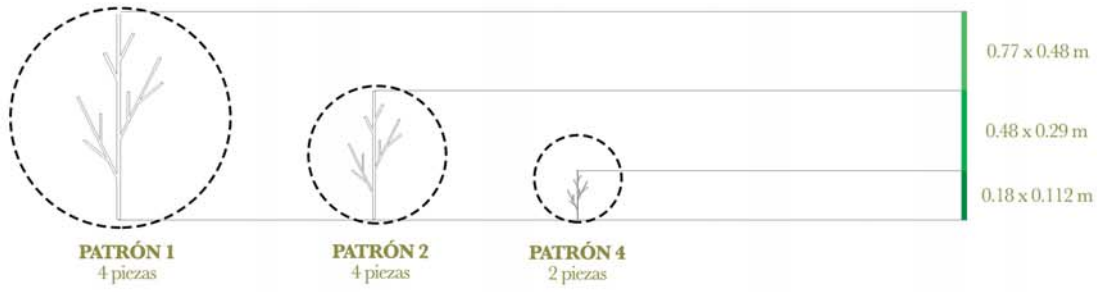


**Alzado AI-01**  
Modelo Habitación Múltiple  
Ubicación de patrones fractales

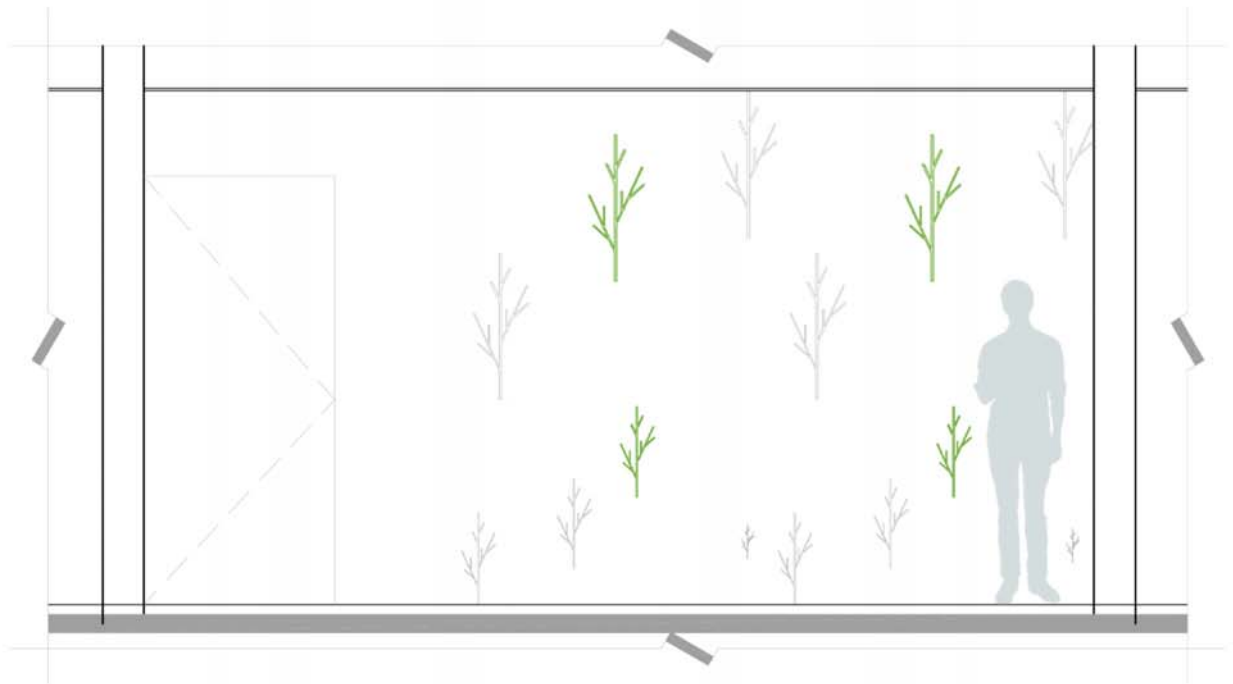


Render 2. Aplicación de patrones fractales en el modelo de habitación individual. Elaboración propia.

**COLOR SIMILAR AL MURO O PLAFÓN**



**COLOR GREENERY**  
R: 136 G: 176 B: 75

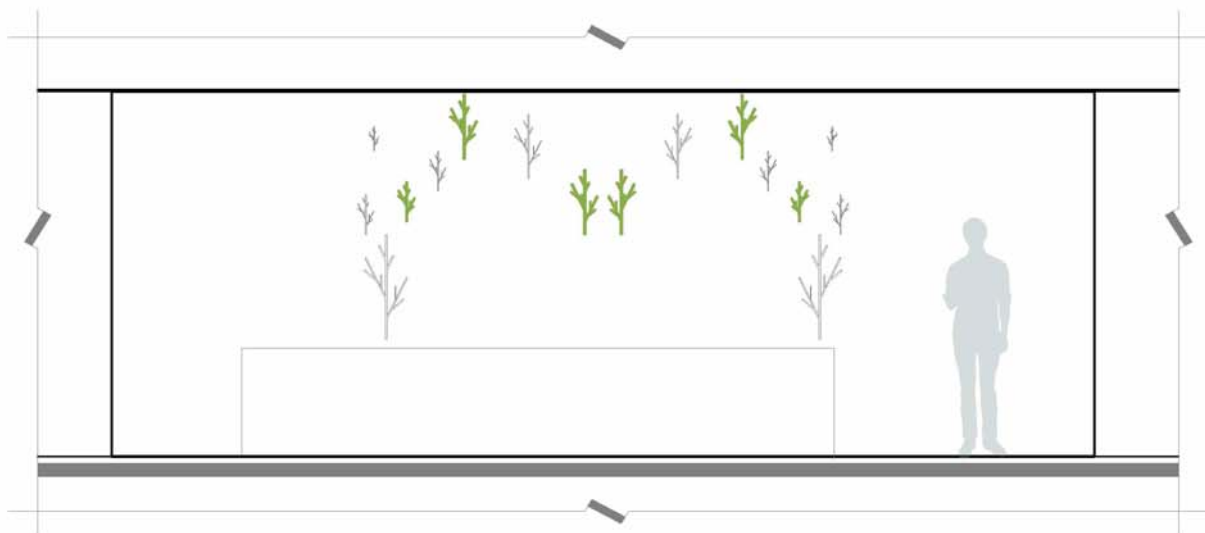
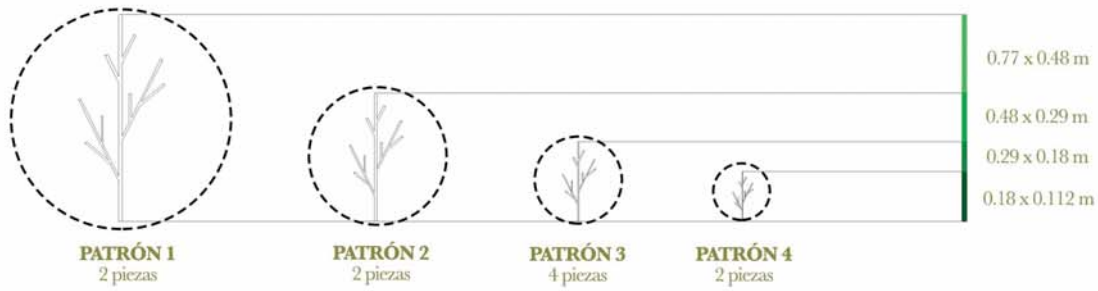


**Alzado Al-01**  
**Modelo Central de Enfermeras**  
**Ubicación de patrones fractales**



Render 3. Aplicación de patrones fractales en la central de enfermeras. Elaboración propia.

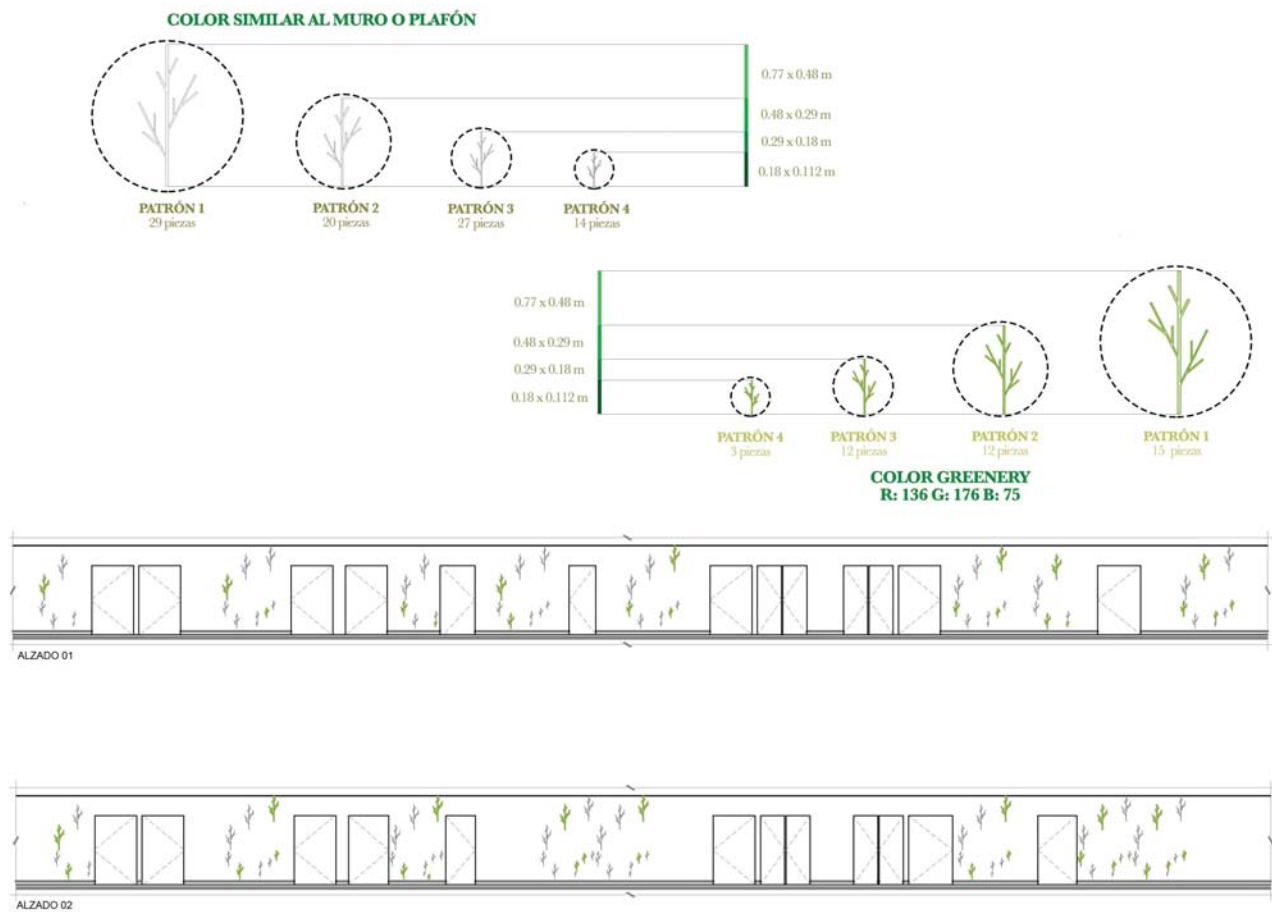
**COLOR SIMILAR AL MURO O PLAFÓN**



**Alzado Al-01**  
**Modelo Control de Piso**  
**Ubicación de patrones fractales**



Render 4. Aplicación de patrones fractales en el control de piso. Elaboración propia.



**Alzado AI-01 / AI-02**  
Circulación principal  
Ubicación de patrones fractales







# **Conclusiones y Recomendaciones**

Manual de aplicación

## Conclusiones y recomendaciones

La investigación aún está restringida a la revisión bibliográfica y a la aplicación de hallazgos de investigaciones anteriores en la propuesta de diseño conceptual; sin embargo, se puede observar que la aproximación con las personas involucradas como pacientes y familiares del INCMSZ, ratifica lo expuesto por los distintos investigadores: a los seres humanos les atrae lo relacionado con la naturaleza de forma innata e inherente, ya sea por añoranza, por evocación de algún lugar en específico o por simple gusto; si cada vez que se conceptualiza un proyecto arquitectónico se tomará en cuenta la materialización de estos aspectos psicoemocionales en espacios armónicos, colores relacionados con una caminata por el parque o plasmar de manera simbólica la puesta del sol o las estrellas en el cielo, disminuiría considerablemente el contraste tan marcado entre lo natural y lo construido, lo cual beneficiaría al medio ambiente natural así como a la salud psicofisiológica de las personas.

Por otra parte, al cotejar las bases teóricas de este proyecto terminal con las respuestas y opinión de pacientes y familiares, se encuentran importantes puntos de coincidencia entre lo que indican las investigaciones revisadas y la opinión de los encuestados:

1. Los pacientes se sienten despersonalizados en ambientes con poca preocupación por el diseño arquitectónico
2. Los pacientes desarrollan estrés y tristeza al sentirse aislados
3. Los pacientes requieren la unión con la naturaleza
4. Los pacientes consideran que los espacios hospitalarios son fríos

Si como arquitectos especializados en salud, tomáramos en cuenta, por lo menos los cuatro puntos expresados por los pacientes, el entorno hospitalario en México debería comenzar por concebirse de otra manera. Desde luego, el propósito del hospital no es causar daño psicológico; sin embargo, en ocasiones el entendimiento meramente técnico y mecánico de este, ha ocasionado efectos colaterales en la salud mental de las personas que han tenido que habitarlo. Las respuestas humanas a la falta de naturaleza en un diseño arquitectónico no solo se manifiestan en que las personas se sientan mal psicológicamente o en que tengan un comportamiento regresivo; también el cerebro requiere constantemente información que nutra todos sus procesos neurológicos, cuando las construcciones no proveen este aspecto y se aprecian espacios desgastados o minimalistas, imita signos de patologías humanas como síntomas de accidentes cerebrovasculares y degeneración muscular. La dosis de cuanto conexión con la naturaleza se necesita y qué ocasionan los diferentes tipos de diseño biofílico en las personas aún no está demostrado en su totalidad, sin embargo, ya no se puede negar el valor de la arquitectura biofílica.

Por último, los hallazgos de esta investigación permiten vislumbrar interesantes posibilidades de aplicación de la metodología, para llegar a un diseño que se base en el paciente, tomando en cuenta la vasta investigación que existe acerca de los Espacios de Bienestar, la Biofilia, la Psicología ambiental y la sanación, pero sobre todo las opiniones y sentimientos de pacientes, personal médico, administrativo y familiares quienes, después de todo, son los usuarios últimos de los edificios de salud.

No es necesario invertir dinero desmesurado en acabados costosos ni en mobiliario de líneas exclusivas; el diseño arquitectónico hospitalario puede propiciar cambios positivos en las emociones y pensamientos de las personas que lo habitan, a través de:

1. Estimulación, para que las personas no se aburran, por medio de recursos de diseño como: orientación adecuada del edificio para la entrada de luz natural a través de diferentes aberturas, empleo de colores, texturas, iluminación artificial de diferentes tonos, juegos de sombras, etc.
2. Coherencia, en circulaciones y espacios claros, donde las personas no se pierdan ni se sientan desorientadas en su andar.
3. Espacios que muestren claridad en sus funciones, con más apertura y menos barreras visuales, exceptuando los espacios que requieran privacidad.
4. Cierta control del espacio donde se encuentran pacientes y familiares, como la regulación de la luz y/o ventilación artificial y natural, su privacidad, entre otros.
5. Elementos de diseño que contribuyan a restaurar la atención y eviten la fatiga mental, como: pinturas, esculturas, motivos y colores simbólicos de la naturaleza, ornamentos, patrones fractales, entre otros.

También tiene que entenderse que los espacios interiores de un hospital no son iguales, que cada uno debe estudiarse para proporcionar los elementos que requiera y, así coadyuvar a la sanación de pacientes, tampoco pueden existir edificios hospitalarios prototipo; cada zona geográfica y cada cultura merecen que nos tomemos el tiempo para analizar los aspectos que las conforman, así la experiencia de las personas que lo habitarán será única. El porvenir de la arquitectura hospitalaria debe tener como una de sus prioridades las necesidades psicológicas del ser humano, por medio de la creación de entornos restauradores.

Se exploraron distintas vertientes de la arquitectura, desde los aspectos psicofisiológicos, componentes del medio ambiente construido hasta aspectos más complejos como la influencia de la habitabilidad y conceptualización de los espacios en la psique humana. En algunas ocasiones, por cuestiones de tiempo y presupuesto de las instituciones públicas, se dan por sentado estas cuestiones, ya que claramente lo más importante de una unidad hospitalaria es la calidad de la atención tanto del personal médico como de los equipos con los que se trata a los pacientes. Si bien existe literatura reconocida que habla acerca de que el ambiente no es un factor de influencia para el comportamiento humano, mi postura se centra en la literatura que habla acerca de la psicología ambiental y su intervención para mejorar los entornos construidos, ya que, profundizar en los textos que hablan acerca de estos temas, evidenció que la arquitectura hospitalaria podría enriquecerse y sumar aspectos más humanos para el beneficio de sus habitantes.

La unidad hospitalaria no es sólo un lugar de conocimiento terapéutico, investigación e innovación tecnológica, sino también un lugar donde se activan las relaciones profesionales y humanas. El proceso de humanización de los espacios sanitarios, como se ha señalado anteriormente, implica la adhesión a un enfoque holístico que considera a las personas, los espacios y las actividades no sólo como componentes individuales de un sistema, sino más bien como elementos en relación con los demás.

La especialización aportó los conocimientos suficientes para entender la composición técnica, funcional y operacional de un edificio hospitalario, se estudiaron los primeros temas de sanación, habitabilidad *sine qua non*, humanización, aspectos de comodidad y confort, etc., esto contribuyó en gran medida a la ampliación de información y literatura de mejores prácticas de diseño, siempre con el beneficio común, ya sea para el gremio arquitectónico, para mis colegas especialistas, para las instituciones públicas y todos los involucrados. Se reafirma el objetivo como especialista en unidades hospitalarias, para tomar en cuenta a las personas que las habitarán día y noche, porque significa ayudarlas a recuperarse, mejorar su perspectiva de seguridad y de habitabilidad, facilitar su adaptación satisfactoria y mejorar sus condiciones laborales, por lo que este trabajo terminal aporta a la experiencia arquitectónica, la calidez y precisión de observar los detalles más diminutos que rodean al ser humano de esta forma se podrá aportar espacios que contemplen elementos que regularmente no se esperan en ambientes contruidos para influir en las reacciones de estimulación, imaginación y sorpresa, ya que se está más expuesto a los ambientes interiores que a los exteriores, por lo que parte de los objetivos principales de este proyecto, es promover una mayor reflexión e investigación sobre las características del entorno construido que pueden influir en la salud humana y a partir de esto, motivar el desarrollo de normatividad que regule estas premisas para su aplicación.

## Manual de aplicación

En el libro “Biophilic Design. The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life”, Stephen Kellert desarrolló una serie de dimensiones, elementos y atributos del diseño biofílico para abordar la necesidad del ser humano de entablar una reconciliación armónica entre la naturaleza y el ambiente construido (Ver Anexo 2). Con base en esta información se ha desarrollado un manual como premisa de aplicación, para que distintos interesados puedan aplicar los elementos de acuerdo con los servicios de una unidad hospitalaria. Este manual se encuentra conformado por las siguientes secciones:

*Dimensión:* son las categorías en las que están englobados los seis elementos y a su vez los 70 atributos biofílicos. La primera dimensión básica llamada orgánica o naturista, se define como formas que reflejan directa o simbólicamente la afinidad innata humana por la naturaleza. La segunda dimensión básica, está basada en el lugar, ya sean edificios y paisajes que conecten con la cultura, ecología, historia y orientación de un área geográfica específica.

*Elemento:* las dos dimensiones básicas del diseño biofílico pueden relacionarse con seis elementos.

- Características medio ambientales: implica uso de características reconocidas del mundo natural en el entorno construido (12 atributos).
- Formas naturales: incluye representaciones y simulaciones del mundo natural que se pueden aplicar en la construcción (11 atributos).
- Patrones y procesos naturales: incorporación de las propiedades que se encuentran en la naturaleza, más que la representación o simulación de formas naturales (15 atributos).
- Luz y espacio: se centran en las cualidades de la luz y en las relaciones espaciales (12 atributos).
- Relaciones basadas en el lugar: este elemento, se refiere a la conexión exitosa de la cultura con la ecología en un contexto geográfico, así como la conexión de las personas con los lugares.
- Evolución de las relaciones entre el hombre y la naturaleza: habla acerca de la transformación de la relación entre el ser humano y el medio ambiente natural, por lo que, este último elemento no será considerado en la guía, pues se han considerado solamente elementos que puedan apreciarse con los cinco sentidos.

*Atributo:* a continuación, se describirán brevemente los 37 atributos que fueron tomados en cuenta para ser aplicados en cada uno de los servicios hospitalarios.

<i>Atributo</i>	<i>Descripción</i>
<b>1. Color</b>	Se sugiere utilizar colores discretos pero que llamen la atención de la gente, colores de floración, arcoíris, aguas brillantes, cielos azules, tonos tierra y otras características del mundo natural.
<b>2. Agua</b>	Es una necesidad humana básica y por lo general, suscita una fuerte respuesta en las personas. Se debe tomar consideraciones como percepción de calidad, cantidad, movimiento, color y claridad.
<b>3. Aire</b>	La gente prefiere la ventilación natural, antes que el aire acondicionado. Se debe considerar la calidad, el movimiento, el flujo, la estimulación de otros sentidos como el tacto y el olfato, y el atractivo visual a pesar de la aparente invisibilidad de la atmósfera.

<i>Atributo</i>	<i>Descripción</i>
<b>4. Luz del sol</b>	El simple uso de luz natural en lugar de luz artificial puede mejorar la moral, el confort, la salud y la productividad.
<b>5. Materiales naturales</b>	Se prefieren los materiales naturales a los artificiales. Parte de la aversión se debe probablemente a la incapacidad de los materiales artificiales para revelar los procesos orgánicos del envejecimiento, la intemperie y otras características dinámicas de los materiales naturales, incluso formas inorgánicas como la piedra.
<b>6. Vistas y panorámicas</b>	La gente expresa una fuerte preferencia por las vistas exteriores, especialmente cuando las vistas contienen características naturales y vegetación.
<b>7. Hábitats y ecosistemas</b>	Los edificios y paisajes que poseen una relación estrecha y compatible con los hábitats y ecosistemas locales también tienden a ser altamente efectivos y preferidos. Los ecosistemas importantes son a menudo los humedales, los bosques, los pastizales y las cuencas hidrográficas.
<b>8. Motivos botánicos y animales</b>	Estas representaciones a menudo imitan o simulan formas de plantas tales como follaje, helechos, conos, arbustos y arbustos, tanto literal como metafóricamente; por su parte las formas animales se revelan con frecuencia en formas altamente estilizadas, ficticias y, a veces, contorsionadas.
<b>9. Simulación de características naturales</b>	La ornamentación y la decoración emplean especialmente formas imaginadas que sólo recuerdan vagamente a las que se encuentran en el mundo natural.
<b>10. Evitar líneas y ángulos rectos</b>	El entorno de construcción moderno se ha caracterizado a menudo por sus formas rígidas, sin embargo, la gente suele preferir diseños que se asemejan a la tendencia de las formas orgánicas.
<b>11. Soportes arbóreos y columnares</b>	Algunas estructuras contienen formas de árboles y frecuentemente incluyen capiteles de hojas. Cuando se revelan en múltiples, a veces pueden sugerir un entorno boscoso.
<b>12. Arcos, bóvedas, cúpulas</b>	Los arcos, bóvedas y cúpulas en el ambiente construido se asemejan o copian formas que se encuentran en la naturaleza, incluyendo colmenas, estructuras parecidas a nidos, formas de conchas y acantilados. Estos formularios pueden utilizarse tanto con fines decorativos como funcionales.
<b>13. Variabilidad sensorial</b>	El estado físico y la supervivencia del ser humano siempre han requerido un entorno natural altamente sensual y variable, que responda particularmente a la luz, el sonido, el tacto, el olfato y otras condiciones ambientales sensoriales, como una leve corriente de aire, un rayo de sol tocando una parte del cuerpo, el sonido del cantar de un pájaro, la presencia inesperada de una mariposa, ver a los árboles mecerse con el viento y todas esas impresiones de la naturaleza que son espontáneas.

<i>Atributo</i>	<i>Descripción</i>
<b>14. Contrastes complementarios</b>	Es necesario aplicar la combinación de características contrastantes de manera complementaria. Como la representación compatible de aparentes opuestos, como claro y oscuro, alto y bajo, abierto y cerrado.
<b>15. Riqueza de información</b>	La mayoría de la gente, por lo tanto, responde positivamente a los paisajes que poseen riqueza de información, variedad, textura y detalle que imitan los patrones naturales cuando revelan coherentemente.
<b>16. Punto central focal.</b>	Este punto de referencia transforma con frecuencia lo que de otra manera es un escenario caótico, en uno organizado que facilita el paso y la búsqueda orientación.
<b>17. Espacios delimitados</b>	Esta tendencia territorial, a lo largo del tiempo, probablemente favoreció la explotación y la seguridad de los recursos. La gente también valora los espacios delineados dentro del entorno construido, que mejoran el reconocimiento de límites y demarcaciones de lugares claros y consistentes.
<b>18. Fractales.</b>	Las formas relacionadas y similares a menudo se denominan “fractales”, y estos patrones se encuentran en algunos de los edificios y paisajes más exitosos. Estas estructuras a menudo incluyen patrones repetidos pero variables de un diseño básico, como la ornamentación en filas paralelas o estrechamente vinculadas que difieren ligeramente entre sí.
<b>19. Ratios y escalas organizadas jerárquicamente.</b>	Las formas naturales y construidas exitosas, a menudo ocurren en formas jerárquicamente conectadas, a veces aritméticamente o geoméricamente relacionadas. Las expresiones aritméticas y geométricas de esta tendencia, tanto en entornos naturales como construidos, incluyen la proporción de oro y la proporción de Fibonacci.
<b>20. Crecimiento y eflorescencia.</b>	Estos atributos temporales y transitorios confieren a menudo un carácter dinámico y casi vivo al entorno construido, a pesar de su carácter inmutable.
<b>21. Espacios de transición</b>	Los espacios de transición dentro y entre los ambientes construidos y naturales a menudo fomentan la comodidad al proporcionar acceso de un área a otra. Los pasillos importantes en el entorno construido incluyen umbrales, portales, puertas, puentes y vallados.
<b>22. Luz natural</b>	La luz natural es física y psicológicamente gratificante para las personas, contribuyendo frecuentemente a su salud, productividad y bienestar en el ambiente construido.
<b>23. Luz filtrada y difusa</b>	Puede estimular la observación y la sensación de conexión al proporcionar una conexión variable y mediada entre espacios
<b>24. Luz y sombra</b>	El contraste complementario de los espacios claros y oscuros puede producir una satisfacción significativa tanto en edificios como en paisajes. La manipulación creativa de la luz y la sombra puede fomentar la curiosidad, el misterio y la estimulación.

<i>Atributo</i>	<i>Descripción</i>
<b>25. Luz reflejada.</b>	Los diseños de iluminación son frecuentemente realizados por las superficies que reflejan la luz, tales como paredes de colores claros, techos y cuerpos reflectantes como el agua.
<b>26. Luz cálida</b>	La percepción de áreas cálidamente iluminadas, a menudo islas de luz solar modulada rodeadas de espacios más oscuros, puede mejorar la sensación de un interior anidado, seguro y acogedor.
<b>27. Luz como forma</b>	La manipulación de la luz natural puede crear formas estimulantes, dinámicas y esculturales. Más allá del placer estético, estas formas facilitan la movilidad, la curiosidad, la imaginación, la exploración y el descubrimiento.
<b>28. Espacio como forma</b>	El espacio puede ser manipulado creativamente para transmitir formas y formas. Este efecto puede añadir belleza al entorno construido, lo que estimula el interés, la curiosidad, la exploración y el descubrimiento.
<b>29. Armonía espacial</b>	La manipulación del espacio en los entornos construidos, tiende a ser más efectivo cuando se mezcla la luz, la masa y la escala.
<b>30. Espacios interiores-exteriores</b>	Los espacios interiores atractivos en el entorno construido a menudo parecen estar conectados con el entorno exterior. Estas áreas también marcan la transición de la naturaleza con la cultura.
<b>31. Espaciosidad</b>	Los diseños efectivos a menudo incluyen escenarios espaciosos en estrecha alianza con espacios más pequeños.
<b>32. Conexión geográfica con el lugar</b>	Esto puede lograrse enfatizando las características geológicas prominentes asociadas con el emplazamiento, la orientación y las vistas de los edificios y los paisajes.
<b>33. Conexión histórica con el lugar</b>	Los edificios y los paisajes que provocan esta continuidad con el pasado fomentan la creencia de que el presente y el futuro están vinculados de manera significativa a la historia de un lugar.
<b>34. Conexión ecológica con el lugar</b>	Los seres humanos, como cualquier organismo ecológicamente transformador, pueden añadir y restar valor a sus sistemas naturales. El diseño del entorno construido puede, por lo tanto, aspirar a alcanzar una productividad ecológica neta.
<b>35. Conexión cultural con el lugar</b>	La conexión cultural con el lugar integra la historia, la geografía y la ecología de un área, convirtiéndose en un componente integral de la identidad individual y colectiva.
<b>36. Materiales endémicos</b>	Los recursos autóctonos pueden proporcionar un recuerdo vívido y resonante de la cultura y el medio ambiente locales.
<b>37. Materiales endémicos</b>	Esta orientación hacia el paisaje frecuentemente evoca un sentido de ser parte de y dentro de los entornos locales, en lugar de estar separado de ellos.



*Servicios:* en la tabla de aplicación, se enlistan de manera horizontal los servicios que se consideraron como primer acercamiento. Los criterios en los cuales están basadas las aplicaciones de los atributos, son: la funcionalidad del servicio, las actividades que el personal médico o paciente realizan, los equipos y procedimientos que se incluyen en el servicio, si son servicios de alta complejidad o que requieran atención concreta se sugiere evitar utilizar patrones, ya que podría causar efectos negativos como, estrés y desconcentración; servicios donde el paciente permanece un tiempo prolongado o considerable y que los patrones no afecten su tratamiento o diagnóstico, así como servicios donde no se interfiera con la labor médica a gran escala. Se sugiere que todas las dimensiones y los atributos de éstas, sean aplicados con moderación y prudencia, con la suavidad con la que la naturaleza se presenta para llamar nuestra atención y provocarnos bienestar. Lo anterior, pretende considerar el desarrollo de actividades, pensamientos y emociones de los habitantes, mejorando su estadía, su labor y su transitar por el edificio hospitalario.

A continuación, se describen los criterios que se tomaron en cuenta de cada uno para aplicarles los atributos biofílicos.

**1. Urgencias.** Aquí se atiende todo problema médico que pone en peligro la vida o la integridad de una persona, por lo que requiere atención inmediata y no puede diferirse.

Se podrán aplicar atributos en los locales donde la familia espera, donde se reciba, valore, estabilice, y se observe al paciente, también donde el personal médico espera y descansa, podría ayudarlos a recuperar la atención, mantenerlos enfocados, ayudarlos a pensar mejor y a sobreponerse de la fatiga ; no se recomienda aplicarlos en los locales donde se lleven a cabo cirugías, dónde se esterilice el instrumental por motivos de asepsia y normatividad vigente aplicable, ni donde se utilicen equipos de choque, ya que son procedimientos de alta complejidad y los atributos podrían interferir ocasionando un resultado negativo.

**2. Imagenología.** Tiene como objetivo hacer diagnósticos de enfermedades y elaborar estrategias previas a un tratamiento.

Se podrán aplicar atributos en los locales donde pacientes y familiares esperan, en los locales donde pacientes observan al plafón o muros mientras se les realiza el diagnóstico como Ortopantomografía, Tomografía, Ultrasonido, Jefaturas y Pasillos; no se recomienda aplicarlos en los locales como preparación de medios, aulas o dónde se hace la interpretación de imágenes (Cuarto azul), ya que requieren de iluminación y concentración especial para revisar las imágenes o los medios, por lo que los atributos podrían ocasionar una distracción y a su vez un mal diagnóstico por parte de los médicos.

**3. Anatomía patológica.** En este servicio se realizan estudios de los sistemas corporales, tejidos y células, aplicados sobre biopsias, piezas quirúrgicas, citológicas y necropsias, con el fin de establecer un diagnóstico que conduzca a un adecuado tratamiento. También en este servicio, se almacenan cadáveres provenientes de diferentes áreas del hospital, y los familiares acuden para hacer el reconocimiento de este.

Los atributos podrán aplicarse en locales como Sala de Juntas, Descanso de Médicos, Jefatura de Servicio y especialmente en la Sala y espera de Atención a deudos y Trabajo Social, donde la notificación de la pérdida de un familiar y reconocimiento del cuerpo, por obvias razones, puede conducir a los familiares a tener sentimientos y emociones encontrados, por lo que los atributos podrían funcionar para aclarar sus pensamientos, consolarse, concentrarse y aliviar un poco el momento. No se recomienda aplicarlos en las áreas donde se hacen los estudios anatopatológicos por motivos de asepsia y normatividad vigente aplicable.

**4. Banco de Sangre.** En este servicio se lleva a cabo la recolección, conservación y distribución de la sangre y sus compuestos.

Los pacientes pueden llegar a mostrar nerviosismo, miedo o estrés por los procedimientos que se realizan en este servicio, por lo que se recomienda aplicar los atributos en locales como Consultorios, Toma de

Muestras, Aféresis, Control y todo aquel lugar que sea de recuperación. No se recomienda aplicarlos en locales donde se desarrollen estudios anatopatológicos.

**5. Laboratorio Clínico.** Su principal función es tomar y recibir distintas muestras del cuerpo humano, como de sangre, bacteriológicas, de orina y coprocultivos, hecho esto se realizan los análisis correspondientes para los intereses de pacientes y médicos.

En los locales como Control y Recepción de Muestras y todos los locales de Tomas de Muestras, se recomiendan aplicar los atributos enlistados en la lista, ya que son espacios donde pacientes permanecen tiempo considerable viendo hacia puertas, muros y plafones por los procedimientos prolongados que pueden realizarse. No se recomienda aplicarlos en locales donde se desarrollen estudios anatopatológicos.

**6. Medicina Física y Rehabilitación.** Se divide en dos áreas, Rehabilitación Física (problemas motrices) y Rehabilitación Social (dificultad para la integración a la vida diaria), las dos tienen como objetivo la recuperación física, psicológica y social de pacientes.

Al ser un servicio flexible que no realiza diagnósticos patológicos complejos, se podrá experimentar la aplicación de distintos atributos sin que interfieran, al contrario, podrían mejorar la capacidad física, emocional y vocacional de pacientes; estos podrán en todos los consultorios requeridos en el servicio, en los locales de terapia y rehabilitación, gimnasio y área de marcha.

**7. Gobierno y Enseñanza.** Este servicio se encarga de administrar, controlar y coordinar los programas, recursos humanos, materiales y económicos, así como hacer cumplir la normatividad y cualquier disposición general.

Al ser un espacio de gestión y de control, se recomienda aplicar la combinación de los distintos atributos en todas las oficinas, salas de juntas, jefaturas, controles, archivos, etc., ya que los profesionales administrativos pasan bastantes horas en juntas y frente a un ordenador, por lo que dotarles de estos elementos característicos de la naturaleza, podría ayudarlos a mejorar su estado de ánimo, rendimiento y restaurar su atención.

**8. Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).** Esta área se divide en: Neonatales, Pediátricos y Adultos. Aquí se llevan a cabo acciones médicas y de enfermería de alta especialidad, para sobreponer al paciente que está en un estado crítico y su vida se encuentra en riesgo.

Se recomienda aplicar los atributos en las jefaturas, centrales de enfermeras y trabajo de médicos, donde se acumula un nivel muy alto de tensión y estrés; en los cubículos de UCI, donde los familiares se encuentran esperando la recuperación de sus pacientes, y sus emociones se pueden considerar negativas para su propia salud; pasillos donde transita personal médico y familiares.

**9. Consulta Externa.** Este servicio se encarga de proporcionar atención médica en primer, segundo y tercer nivel. También proporciona al paciente la facilidad de ingresar a la unidad hospitalaria y/o ser intervenido quirúrgicamente.

Los atributos podrían coadyuvar a mejorar la eficiencia, productividad y estado de ánimo de los médicos que atienden a bastantes pacientes y familiares, los cuáles también llegan en un estado de incertidumbre e intranquilidad por asistir a una unidad hospitalaria. Por lo que se recomienda aplicarlos en todos los consultorios, control y atención al paciente, jefaturas, oficinas, descanso de médicos y enfermeras, etc.

**10. Tococirugía.** Servicio auxiliar que brinda atención oportuna y adecuada en la labor de parto y puerperio, tanto para la madre como para el recién nacido.

Proveer a las pacientes de elementos naturales, puede conseguir que las emociones de estrés, ansiedad o tristeza disminuyan y en su lugar se potencialicen las emociones positivas como la alegría, certidumbre, apego, mejora y tranquilidad.

**11. Cirugía.** Servicio donde se realizan procedimientos médico-quirúrgicos apegados a los protocolos de diferenciación de áreas aséptica-séptica.

Se recomienda aplicar los atributos, solamente en el área negra, en el transfer, en la sala de recuperación y áreas de trabajo del personal médico. No se recomienda aplicarlos en el área blanca, ya que es un espacio demasiado complejo y requiere especificaciones sépticas de construcción muy rigurosas. Los atributos podrían ocasionar un efecto negativo en pacientes o médicos.

**12. Endoscopias.** En esta área se mira dentro del cuerpo mediante una sonda flexible que tiene una cámara y una luz en su extremo, llamado endoscopio.

Al ser un área donde se realizan procedimientos invasivos, los pacientes entran en un estado de miedo y con pensamientos negativos, por lo que un distractor natural puede ayudarlos a conseguir tranquilidad. Se recomienda aplicarlos solamente en las áreas de preparación, recuperación, trabajo de enfermeras, oficinas y pasillos.

**13. Medicina Ambulatoria.** Este servicio puede dividirse principalmente en los siguientes sub-servicios: Diálisis Peritoneal, Hemodiálisis, Quimioterapia y Inhaloterapia. Dentro de ellos, los pacientes reciben un tratamiento prolongado, por lo que deben acudir bastantes días a la unidad hospitalaria. En algunas, no cuentan con elementos que puedan ayudar a los pacientes a sobrellevar las horas sentados en un reposet conectados a algún equipo médico, por lo que los atributos biofílicos podrían alcanzar su objetivo de que las personas que acuden a estos servicios puedan recuperar su estado de ánimo y distraer sus pensamientos negativos convirtiéndolos en positivos.

**14. Hospitalización.** Las actividades médicas y de enfermería son utilizadas para la atención directa, el tratamiento y la rehabilitación de los pacientes. Aquí las personas pueden pasar cierto número de días recostadas en una cama bajo la observación del médico, esto puede ocasionar que se pierda la privacidad y seguridad de su integridad, pueden estar lejos de casa y de su familia por un tiempo indeterminado, presentar sentimientos de angustia, añoranza, tristeza, desesperación y estrés.

Los atributos biofílicos, al ser representaciones directas e indirectas de la naturaleza, tiene la cualidad de mejorar el estado de ánimo, restaurar la atención, recobrar el sentido apego hacia un lugar y evitar pensamientos negativos, por lo que se recomienda aplicarlos en todas las salas de encamados, centrales de enfermeras, salas de día, descanso de médicos y pasillos.

**15. Salas de espera.** En este espacio familiares y pacientes, aguardan de manera temporal un informe, un resultado, una ficha, una noticia, un diagnóstico o cualquier procedimiento médico que requieran. Por lo que es importante proporcionar elementos que hagan de su estancia en la unidad hospitalaria más agradable, con colores vivos, sensaciones naturales inesperadas y sorprendidas, avistamientos naturales repentinos, imágenes que les traigan recuerdos gratos, etc. Por lo que se recomienda aplicar en todas las salas de espera de un recinto hospitalario, por lo menos 3 atributos para mejorar la experiencia de las personas que permanecen en ese espacio.

**16. Conjunto hospitalario y exteriores.** La agrupación de todos los edificios que resguardan en su interior a todos los servicios y por lo tanto a todas las personas que dependen esas construcciones, también merece atención en cuanto a su concepción arquitectónica, la cual tiene que estar basada principalmente en el entorno cultural y ecológico que lo rodea, de esta forma no se pretenderá que el edificio resalte de su contexto, sino por el contrario que pertenezca al lugar. También los jardines exteriores requieren atención particular, porque no solo se trata de poner pasto y árboles, es recomendable recrear ecosistemas que proporcionen vistas del paso de las estaciones del año, hogar para pequeñas especies, conexión con el agua y rehabilitación del espacio tomado por las construcciones.

El objetivo de las consideraciones antes expuestas es que las personas que transiten por las unidades hospitalarias consigan una experiencia más apacible y así lograr dejar de lado la constante confrontación con sus pensamientos y sentimientos.

Tabla 15  
**SÍNTESIS DE APLICACIÓN DE ATRIBUTOS BIOFÍLICOS**

Dimensión	Elemento	SERVICIOS				
		Urgencias	Imagenología	Anatomía Patológica	Banco de sangre	
Orgánica o naturalista	Características ambientales	Atributo de diseño biofílico sugerido				
		Colores	Colores	Colores	Colores	
		Materiales naturales	Materiales naturales	Materiales naturales	Materiales naturales	
		Vistas panorámicas		Vistas y panorámicas	Vistas y panorámicas	
	Formas y características naturales			Agua		
				Aire		
		Motivos botánicos y animales	Motivos botánicos y animales	Motivos botánicos y animales	Motivos botánicos y animales	
		Simulación de características naturales	Simulación de características naturales	Simulación de características naturales	Simulación de características naturales	
		Patrones y procesos naturales	Variabilidad sensorial		Variabilidad sensorial	Variabilidad sensorial
			Contrastes complementarios		Contrastes complementarios	Contrastes complementarios
	Riqueza de información		Riqueza de información	Riqueza de información		
	Punto focal central		Punto focal central	Punto focal central		
Basada en el lugar o vernacular	Luz y espacio	Espacios delimitados	Espacios delimitados	Espacios delimitados	Espacios delimitados	
		Fractales	Fractales	Fractales	Fractales	
		Ratios y escalas organizadas	Ratios y escalas organizadas	Ratios y escalas organizadas	Ratios y escalas organizadas	
				Crecimiento y eflorescencia		
				Espacios de transición		
		Luz natural		Luz natural	Luz natural	
		Luz filtrada y difusa			Luz filtrada y difusa	
		Luz y sombra				
Luz reflejada		Luz reflejada	Luz reflejada			
Luz cálida		Luz cálida				
Luz como forma			Luz como forma			
		Espaciosidad	Espaciosidad			
Armonía espacial	Armonía espacial	Armonía espacial	Armonía espacial			
Recomendaciones	Recomendaciones	Se recomienda aplicarlos en:	Se recomienda aplicarlos en:	Se recomienda aplicarlos en:	Se recomienda aplicarlos en:	
		-Observación Adultos y pediátricos -Primer Contacto -Recuperación -Jefaturas -Triage -Cuaraciones y yesos -Consultorios -Sala de rayos X -Pasillos	-Todas las salas de estudios -Ortopantomografía -Tomografía -Ultrasonido -Jefaturas -Pasillos	-Atención al deudo (principalmente) -Jefaturas -Pasillos	- Toma de muestras -Consultorios -Aféresis -Jefatura -Pasillos	

Tabla 15

**SÍNTESIS DE APLICACIÓN DE ATRIBUTOS BIOFÍLICOS (CONTINUACIÓN)**

Dimensión	Elemento	SERVICIOS			
		Laboratorio clínico	Medicina física	Salas de espera	Exteriores
Orgánica o naturalista	Características ambientales	Atributo de diseño biofílico sugerido			
		Colores	Colores	Colores	Colores
		Materiales naturales	Materiales naturales	Materiales naturales	Materiales naturales
		Vistas panorámicas	Vistas y panorámicas	Vistas y panorámicas	Vistas y panorámicas
			Agua	Agua	Agua
		Aire	Aire	Aire	
				Hábitats y ecosistemas	
	Formas y características naturales	Motivos botánicos y animales	Motivos botánicos y animales	Motivos botánicos y animales	Motivos botánicos y animales
		Simulación de características naturales	Simulación de características naturales	Simulación de características naturales	Simulación de características naturales
			Evitar líneas rectas y ángulos rectos	Evitar líneas rectas y ángulos rectos	Evitar líneas rectas y ángulos rectos
			Soportes arbóreos y columnares		
			Arcos, bóvedas y cúpulas		
Patrones y procesos naturales	Variabilidad sensorial	Variabilidad sensorial	Variabilidad sensorial	Variabilidad sensorial	
	Contrastes complementarios	Contrastes complementarios	Contrastes complementarios		
			Riqueza de información		
		Punto focal central	Punto focal central		
	Espacios delimitados	Espacios delimitados	Espacios delimitados		
Basada en el lugar o vernacular	Luz y espacio	Luz natural	Luz natural	Luz natural	Luz natural
		Luz filtrada y difusa	Luz filtrada y difusa	Luz filtrada y difusa	Luz filtrada y difusa
			Luz y sombra	Luz y sombra	Luz y sombra
		Luz reflejada	Luz reflejada	Luz reflejada	Luz reflejada
			Luz cálida	Luz cálida	Luz cálida
	Luz como forma	Luz como forma	Luz como forma	Luz como forma	
	Espaciosidad	Espaciosidad	Espaciosidad	Espaciosidad	
	Armonía espacial	Armonía espacial	Armonía espacial	Armonía espacial	
		Espacio como forma	Espacio como forma	Espacio como forma	
		Esp. inter.-exterior.			
Recomendaciones		Se recomienda aplicarlos en: -Observación Adultos y pediátricos -Primer Contacto -Recuperación -Jefaturas -Triage -Cuaraciones y yesos -Consultorios -Sala de rayos X -Pasillos	Se recomienda aplicarlos en: -Todas las salas de estudios -Ortopantomografía -Tomografía -Ultrasonido -Jefaturas -Pasillos	Se recomienda aplicarlos en: -Atención al deudo (principalmente) -Jefaturas -Pasillos	Se recomienda aplicarlos en: - Toma de muestras -Consultorios -Aféresis -Jefatura -Pasillos

Tabla 15

SÍNTESIS DE APLICACIÓN DE ATRIBUTOS BIOFÍLICOS (CONTINUACIÓN)

Dimensión	Elemento	SERVICIOS			
		Gobierno y Enseñanza	UCIN / UCIP / UCIA	Consulta Externa	Tococirugía
Orgánica o naturalista	Características ambientales	Colores	Colores	Colores	Colores
		Materiales naturales	Materiales naturales	Materiales naturales	Materiales naturales
		Vistas panorámicas		Vistas y panorámicas	Vistas y panorámicas
		Agua		Agua	
		Aire		Aire	
	Formas y características naturales	Motivos botánicos y animales	Motivos botánicos y animales	Motivos botánicos y animales	Motivos botánicos y animales
		Simulación de características naturales	Simulación de características naturales	Simulación de características naturales	Simulación de características naturales
		Evitar líneas rectas y ángulos rectos	Evitar líneas rectas y ángulos rectos	Evitar líneas rectas y ángulos rectos	Evitar líneas rectas y ángulos rectos
Patrones y procesos naturales	Variabilidad sensorial		Variabilidad sensorial		
	Contrastes complementarios	Contrastes complementarios	Contrastes complementarios	Contrastes complementarios	
	Riqueza de información	Riqueza de información	Riqueza de información	Riqueza de información	
	Punto focal central	Punto focal central	Punto focal central	Punto focal central	
	Espacios delimitados	Espacios delimitados	Espacios delimitados	Espacios delimitados	
	Fractales	Fractales	Fractales	Fractales	
	Ratios y escalas organizadas	Ratios y escalas organizadas	Ratios y escalas organizadas	Ratios y escalas organizadas	
	Crecimiento y eflorescencia		Crecimiento y eflorescencia		
Espacios de transición		Espacios de transición			
Basada en el lugar o vernacular	Luz y espacio	Luz natural	Luz natural	Luz natural	Luz natural
		Luz filtrada y difusa	Luz filtrada y difusa	Luz filtrada y difusa	Luz filtrada y difusa
		Luz y sombra		Luz y sombra	Luz y sombra
		Luz reflejada	Luz reflejada	Luz reflejada	Luz reflejada
		Luz cálida	Luz cálida	Luz cálida	Luz cálida
		Luz como forma		Luz como forma	Luz como forma
		Espaciosidad	Espaciosidad	Espaciosidad	Espaciosidad
		Armonía espacial	Armonía espacial	Armonía espacial	Armonía espacial
		Espacio como forma		Espacio como forma	Espacio como forma
				Esp. inter-exterior.	Esp. inter-exterior.
Recomendaciones		Se recomienda aplicarse en: -Cafetería -Servicios paramédicos Gobierno	Se recomienda aplicarse en: - Central de Enfermeras -Cubiculos UCI - Jefaturas - Trabajos de médicos - Pasillos	Se recomienda aplicarse en todos los consultorios y pasillos.	Se recomienda aplicarse en: - Consultorios -Labor de parto - Preparación y exploración - Puerperio de bajo riesgo - Recuperación posparto -Trabajos de médicos

Atributo de diseño biofílico sugerido

Tabla 15

SÍNTESIS DE APLICACIÓN DE ATRIBUTOS BIOFÍLICOS (CONTINUACIÓN)

Dimensión	Elemento	SERVICIOS				
		Cirugía	Endoscopias	Medicina Ambulatoria	Hospitalización	
Orgánica o naturalista	Características ambientales		Colores	Colores	Colores	
			Materiales naturales	Materiales naturales	Materiales naturales	
				Vistas y panorámicas	Vistas y panorámicas	
				Agua	Agua	
				Aire	Aire	
	Formas y características naturales	Atributo de diseño biofílico sugerido	Motivos botánicos y animales	Motivos botánicos y animales	Motivos botánicos y animales	Motivos botánicos y animales
			Simulación de características naturales	Simulación de características naturales	Simulación de características naturales	Simulación de características naturales
			Evitar líneas rectas y ángulos rectos	Evitar líneas rectas y ángulos rectos	Evitar líneas rectas y ángulos rectos	Evitar líneas rectas y ángulos rectos
Patrones y procesos naturales		Variabilidad sensorial		Variabilidad sensorial	Variabilidad sensorial	
		Contrastes complementarios		Contrastes complementarios	Contrastes complementarios	
		Riqueza de información	Riqueza de información	Riqueza de información	Riqueza de información	
		Punto focal central	Punto focal central	Punto focal central	Punto focal central	
		Espacios delimitados	Espacios delimitados	Espacios delimitados	Espacios delimitados	
Basada en el lugar o vernacular	Luz y espacio			Luz natural	Luz natural	
			Luz filtrada y difusa	Luz filtrada y difusa	Luz filtrada y difusa	
				Luz y sombra	Luz y sombra	
				Luz reflejada	Luz reflejada	
			Luz cálida	Luz cálida	Luz cálida	
			Luz como forma	Luz como forma		
		Espaciosidad	Espaciosidad	Espaciosidad		
	Armonía espacial	Armonía espacial	Armonía espacial	Armonía espacial		
	Espacio como forma		Espacio como forma	Espacio como forma		
				Esp. inter-exterior.		
Recomendaciones		Solo se recomienda aplicarlo en: -Vestidores de personal médico -Recuperación -Centrales de enfermeras -Circulaciones no blancas	Se recomienda aplicarlo solo en: -Preparación -Recuperación	Se recomienda aplicarlo en: - Hemodialisis - Inhaloterapia - Quimioterapia - Dialisis peritoneal - Clínica del dolor - Cuidados paliativos -Centrales de enfermeras - Consultorios - Trabajo de médicos	Se recomienda aplicarlo en: - Todos los cuartos de encamados - Centrales de enfermeras - Salas de día - Curaciones - Jefaturas - Trabajo social	



Boceto 1. Aplicación de atributos en el exterior de un recinto hospitalario. Se incluye un ecosistema donde hay vegetación, cuerpos de agua, fauna y vistas. Elaboración propia



Boceto 2. Aplicación de atributos en un cuarto de encamados. Se incluye vistas hacia el exterior con vegetación, luz natural, colores en los muros que representan un atardecer y simulación de materiales naturales como la madera. Elaboración propia.





Boceto 3. Aplicación de atributos en el servicio de quimioterapia. Se incluye vistas hacia el exterior con vegetación, luz natural, luz y sombra, colores que evocan la naturaleza como la madera y el verde, así como un cuerpo de agua en la vista frontal de los pacientes. Elaboración propia.



Boceto 4. Aplicación de atributos en el servicio de consulta externa. Se incluyen motivos orgánicos en el esmerilado del cristal del consultorio, así como colores vivos en cada uno. Elaboración propia

La intención de los bocetos anteriores es plasmar de manera gráfica la información del manual de aplicación de atributos de diseño biofílico en los servicios hospitalarios. A continuación, se explica la razón por la cual se utilizaron los atributos en cada uno de los espacios.

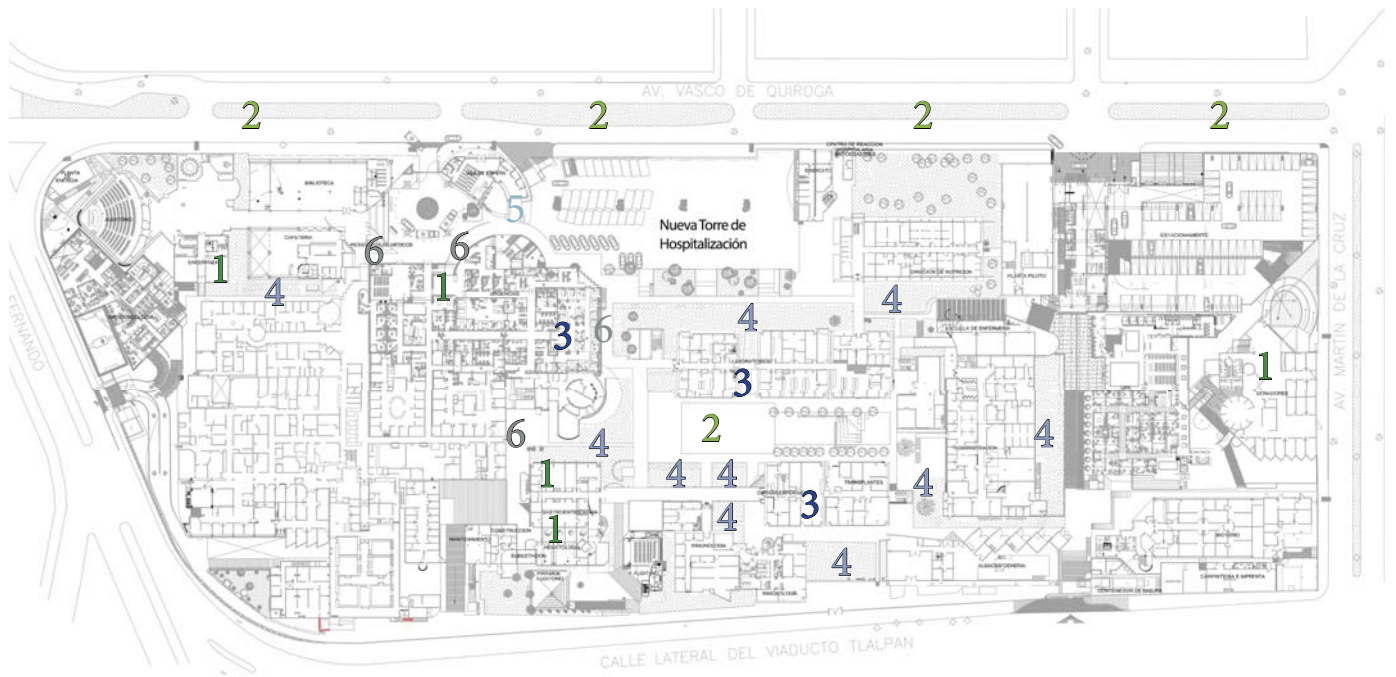
En el boceto número 1, se aplicó abundante vegetación y el uso del agua en un estanque, de manera que cuando los habitantes hagan el recorrido hacia el acceso principal, tengan una visual armónica y en conjunto los acompañen para hacer placentera su llegada, evitando que puedan aparecer sentimientos de huida, temor o estrés por su ingreso y posible permanencia; se recomienda utilizar vegetación, piedras y elementos orgánicos endémicos de la región.

En el boceto número 2, los atributos utilizados en la sala de hospitalización son: el espacio delimitado que podría determinar la tranquilidad del paciente a través de la privacidad; la visual panorámica hacia la naturaleza, en algunas ocasiones no será posible integrarla al conjunto por las condiciones geográficas, sin embargo, se recomienda buscar alternativas como, fachadas verdes, jardineras colgantes, balcones, enredaderas, dobles fachadas que contengan vegetación, etc.; colores que estén presente en los ambientes naturales, como la puesta del sol o el amanecer, ya sea en forma de imágenes impresas o con técnicas de pintura; y/o simulación de características naturales, a través de materiales que evoquen la naturaleza como la madera.

En el boceto número 3, se representan las visuales que los pacientes pueden tener en servicios como: hemodiálisis, quimioterapia o alguno de medicina ambulatoria, mientras reciben el tratamiento que requieren. Estas visuales incluyen espacios exteriores con vegetación, donde se aprecia el paso del día; avistamientos de fauna como, aves, abejas, mariposas, ardillas, etc.; los componentes de un ecosistema; se incluye la presencia de agua contenida en un canal exterior, la cual mostrará su movimiento, reflectancia y claridad; la consideración de luz natural y el juego de sombras que provocado por los parteluces en los ventanales; colores que evocan la naturaleza como la madera y el color verde de la vegetación.

Finalmente, el objetivo del boceto 4 de la sala de espera del servicio de consulta externa, es mostrar que, a pesar de no tener acceso directo a un ambiente natural, se pueden utilizar elementos que evoquen la vegetación como los árboles y plantas serigrafados en los cristales; también se incluyen muros con acabados de colores llamativos y brillantes, de tal forma que el ambiente interior este en sintonía con las necesidades de percepción de los habitantes.

A continuación, se muestra en la planta de conjunto del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán los atributos biofílicos que se pueden considerar en una unidad hospitalaria existente que cuenta con área verde reducida o que no cuente con espacios para esparcimiento o relajación.



1



2



3



4



5



6

1. Con esta imagen se sugiere, incluir elementos similares a la naturaleza en muros, elementos constructivos y plafones, que sean tridimensionales, en fotografías o imágenes, intervenidos con alguna técnica de arte o modificar los colores institucionales (donde sea permisible en cuanto a normatividad) por colores llamativos y que aporten serenidad y bienestar.
2. En los espacios abiertos que ya existen en el conjunto, así como en el camellón inmediato, se recomienda agregar más zonas de descanso y tranquilidad, así como mobiliario que permita a los familiares y pacientes sentirse cómodos en el exterior, como en la imagen ejemplo. Si bien ya existen bancas en el exterior, no resultan ser óptimas para los familiares que esperan, ya que autos y personas transitan constantemente por ahí.
3. Los servicios de tratamiento y diagnóstico a menudo suelen considerarse espacios de incertidumbre, lo que puede provocar angustia y ansiedad, por lo que también pueden agregarse fotografías o imágenes de elementos orgánicos en los componentes delimitantes del espacio, a fin de que se produzca una sensación de cercanía y apego con el lugar en los pacientes y familiares.
4. En las zonas de descanso y tranquilidad que pueden ser añadidas, adicionalmente se recomienda incluir “jardines de sanación” o “jardines sanadores”, en los cuales se puede considerar flora endémica del lugar que a su vez atraerá fauna, lo que generará biodiversidad, para que los habitantes de la unidad hospitalaria tengan una interacción con ellos de forma activa o pasiva.
5. En la sala de espera principal del INCMNSZ, se sugiere realizar una intervención arquitectónica mayor, ya que el espacio para aguardar es reducido, no cuenta con vistas panorámicas, no cuenta con conexión hacia la naturaleza ni elementos semejantes a esta, por lo que se sugiere se haga una remodelación semejante a la imagen número 5, donde se incluye un pergolado y celosía de madera, que pueda permitir ampliar la visión, generar una mayor entrada de luz natural e incluir elementos verdes.
6. Dentro del conjunto existen muros que podrían ser aprovechados para implementar los jardines verticales, con el objetivo de coadyuvar a reducir sentimientos negativos e los habitantes de la unidad hospitalaria, así como ya lo logran las distintas piezas de arte que se encuentran distribuidas por el hospital.

Para alcanzar los objetivos anteriores como son los bocetos y las sugerencias de aplicación de atributos en el INCMNSZ, se propone que dentro de los modelos de planeación para la construcción, remodelación o ampliación de un complejo o servicio hospitalario se agreguen a las normas ya establecidas por cada institución de salud los siguientes aspectos:

- a) estudios de proporción geométrica del edificio; b) estatutos acerca de las condiciones biofílicas con las que debe contar cada servicio de acuerdo a sus actividades, operaciones y procedimientos médicos; c) elaboración de manuales de mantenimiento exclusivos para las áreas naturales donde estarán incluidos ecosistemas propios del lugar de construcción, espacios con agua, espacios específicos de meditación y de reposición emocional; d) presentación de porcentajes de iluminación y ventilación natural por “n” habitantes en el complejo; e) presentación de porcentajes de naturaleza por “n” habitantes; f) presentación de una paleta de colores que represente el lugar donde se encuentra el complejo y que sean aplicados al proyecto; g) presentación de un porcentaje de materiales naturales que represente el lugar donde se encuentra el complejo y que sean aplicados al proyecto o en su defecto analogías naturales cuando el espacio no lo permita; g) estudio de ángulos visuales desde todos los espacios donde se encuentren pacientes, familiares

y personal médico; h) a partir de los ángulos visuales, analizar donde observarán los habitantes del complejo y establecer en esas áreas, atributos biofílicos; i) analizar el contexto ecológico, histórico y cultural del lugar de construcción y aplicar en la unidad hospitalaria todos los aspectos que integren el conjunto al contexto inmediato; j) desde los accesos y plazas de acceso de las unidades hospitalarias, se deberá acompañar al paciente, familiar y personal médico con elementos naturales, simulaciones naturales, motivos botánicos o ecosistemas locales para reducir cualquier sentimiento negativo que pudiera presentarse por su ingreso al hospital.

En conclusión, lo que se menciona anteriormente podría ser introducido de forma paulatina y gradual, con la intención de que los estudios y normas se vayan ajustando a los distintos escenarios del país, los avances tecnológicos y médicos, así como la opinión de quien día a día vive y habita el espacio hospitalario, esto tendría como fin, mejorar arquitectónicamente su aspecto psicofisiológico, su estancia y bienestar; independientemente de qué género arquitectónico se esté hablando, se tiene el derecho de vivir espacios que tengan sinergia con nuestro inconsciente y consciente, con nuestros procesos y estímulos fisiológicos y cognitivos. Si como arquitectos, tomamos en cuenta algunos de estos elementos, los cambios tendrán un proceso significativo a medida que se vayan implementando.

A1. 14 Patrones biofílicos / William Browning,  
Catherine Ryan y Joseph Clancy.

A2. Dimensiones, Elementos y Atributos del  
Diseño Biofílico / Stephen R. Kellert.

A3. Patrones de Diseño Biofílico y reacciones  
biológicas / William Browning, Catherine Ryan y  
Joseph Clancy.

A4. Modelo de encuesta Fase 1 / Elaboración  
propia.

A5. Modelo de encuesta Fase 2 / Elaboración  
propia.

# ANEXOS

# 14 PATRONES DE DISEÑO BIOFÍLICO<sup>229</sup>

William Browning, Hon. AIA / Catherine Ryan / Joseph Clancy

## LA NATURALEZA EN EL ESPACIO

### 1. Conexión visual con la naturaleza.

Un vistazo visual con la naturaleza.

### 2. Conexión no visual con la naturaleza.

Estímulos auditivos, táctiles, olfativos o gustativos que generan una referencia positiva a la naturaleza.

### 3. Estímulos sensoriales no rítmicos.

Conexiones aleatorias y efímeras con la naturaleza que no pueden ser pronosticadas con precisión.

### 4. Variaciones térmicas de corrientes de aire.

Cambios sutiles en la temperatura del aire, humedad relativa, una corriente de aire que se percibe en la piel.

### 5. Presencia de agua.

Una condición que mejora cómo experimentamos un lugar al ver, oír o tocar agua.

### 6. Luz dinámica o difusa.

Aprovecha la variación de la intensidad de la luz y la sombra que cambia con el tiempo y recrea condiciones que suceden en la naturaleza.

### 7. Conexión con sistemas naturales.

Conciencia de los procesos naturales, especialmente los cambios estacionales y los temporales.

## ANALOGÍAS NATURALES

### 8. Formas y patrones biomórficos.

Referencias simbólicas a contornos, patrones, texturas o sistemas numéricos presentes en la naturaleza.

### 9. Conexión de los materiales con la naturaleza.

Materiales y elementos de la naturaleza que, con un procesamiento mínimo, reflejan la ecología y ecología del lugar.

### 9. Conexión de los materiales con la naturaleza.

Materiales y elementos de la naturaleza que, con un procesamiento mínimo, reflejan la ecología y ecología del lugar.

## NATURALEZA DEL ESPACIO

### 11. Panorama.

Una vista abierta a la distancia para vigilancia y planificación.

### 12. Refugio.

Un lugar para retirarse de las condiciones del entorno o del flujo diario de actividades donde la persona encuentra protección para su espalda y su cabeza.

### 13. Misterio.

La promesa de más información. Se logra mediante vistas parcialmente oscurecidas para atraer a la persona a sumirse en el entorno.

### 14. Riesgo / Peligro.

Una amenaza identificable acompañada de un resguardo confiable.

<sup>228</sup> Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2017). *14 Patrones de Diseño Biofílico*. pág. 23.

# ELEMENTOS Y ATRIBUTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO <sup>230</sup>

Stephen R. Kellert

Página 7

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	FORMAS NATURALES	PATRONES Y PROCESOS NATURALES
1. Color	1. Motivos botánicos	1. Variabilidad sensorial
2. Agua	2. Soportes arbóreos y columnares	2. Riqueza de información
3. Aire	3. Motivos de animales	3. La edad, el cambio y la pátina del tiempo
4. Luz del sol	4. Espirales	4. Crecimiento y eflorescencia
5. Plantas	5. Formas de huevo, ovaladas y tubulares	5. Punto focal
6. Animales	6. Arcos, bóvedas, cúpulas	6. Estampados
7. Materiales naturales	7. Formas resistentes a las líneas rectas y a los ángulos rectos	7. Espacios delimitados
8. Vistas y panorámicas	8. Simulación de características naturales	8. Espacios de transición
9. Fachadas verdes	9. Biomorfia	9. Espacios enlazados
10. Geología y paisaje	10. Geomorfología	10. Integración de todas las partes
11. Habitats y ecosistemas	11. Biomimetismo	11. Contrastes complementarios
12. Fuego		12. Equilibrio dinámico y tensión
		13. Fractales
		14. Ratios y escalas jerárquicamente organizados

<sup>229</sup> *Dimensions, Elements and Attributes of Biophilic Design*, Kellert, S. En Kellert, S., Heerwager, J., Mador, M., (2008). *Biophilic Design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.



# ELEMENTOS Y ATRIBUTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO<sup>230</sup>

Stephen R. Kellert

Página 2

LUZ Y ESPACIO	RELACIONES BASADAS EN EL LUGAR	RELACIONES EVOLUCIONADAS ENTRE EL HOMBRE Y LA NATURALEZA
1. Luz natural	1. Conexión geográfica con el lugar	1. Prospecto y refugio
2. Luz filtrada y difusa	2. Conexión histórica con el lugar	2. Orden y complejidad
3. Luz y sombra	3. Conexión ecológica con el lugar	3. Curiosidad y seducción
4. Luz reflejada	4. Materiales indígenas	4. Seguridad y protección
5. Piscinas de luz	5. Orientación horizontal	5. Dominio y control
6. Luz cálida	6. Características del paisaje que definen la forma del edificio	6. Afecto y apego
7. Luz como forma	7. Ecología del paisaje	7. Atracción y belleza
8. Espaciosidad	8. Integración de la cultura y la ecología	8. Espacios de transición
9. Variabilidad espacial	9. Espíritu del lugar	9. Espacios enlazados
10. Espacio como forma	10. Evitar la falta del lugar	10. Exploración y descubrimiento
11. Armonía espacial		11. Información y cognición
12. Espacios interiores y exteriores		12. Miedo y temo
		13. Reverencia y espiritualidad

<sup>229</sup> *Dimensions, Elements and Attributes of Biophilic Design*, Kellert, S. En Kellert, S., Heerwager, J., Mador, M., (2008). *Biophilic Design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.

PATRONES DE DISEÑO BIOFÍLICO Y REACCIONES BIOLÓGICAS<sup>231</sup>

William Browning, Hon. AIA / Catherine Ryan / Joseph Clancy

14 PATRONES	REDUCTORES DE ESTRÉS	DESEMPEÑO COGNITIVO	EMOCIONES, ESTADO DE ÁNIMO Y PREFERENCIAS	
N A T U R A L E Z A E N E L E S P A C I O	<b>1. Conexión visual con la naturaleza.</b>	Baja presión sanguínea y el ritmo cardíaco.	Mejora el compromiso y la atención mental.	Impacta positivamente la actitud y la felicidad en general.
	<b>2. Conexión no visual con la naturaleza.</b>	Baja presión sanguínea sistólica y la hormona del estrés.	Impacta positivamente el desempeño cognitivo.	Se perciben mejoras en la salud mental y la tranquilidad.
	<b>3. Estímulos sensoriales no rítmicos</b>	Impacta positivamente el ritmo cardíaco y el sistema nervioso simpático.	Se mide el comportamiento mediante la observación y la atención.	
	<b>4. Variaciones térmicas y de corrientes de aire</b>	Impacta positivamente el confort, bienestar y productividad.	Impacto positivo en la concentración.	Mejora la percepción de placer temporal y espacial (aliestasia).
	<b>5. Presencia de agua</b>	Reduce el estrés, aumenta los sentimientos de tranquilidad.	Mejora la concentración y restaura la memoria.	Se observan preferencias y respuestas emocionales positivas.
	<b>6. Luz dinámica y difusa</b>	Impacta positivamente el funcionamiento del sistema circadiano.		
	<b>7. Conexión con sistemas naturales</b>			Mejora las respuestas positivas de la salud.
A N A T U R A L O R G A N I S M O	<b>8. Formas y patrones biomórficos</b>			Se observan preferencias visuales.
	<b>9. Conexión de los materiales con la naturaleza</b>		Disminuye la presión sanguínea diastólica. Mejora el desempeño.	Mejora el confort.
	<b>10. Complejidad y orden</b>	Impacta positivamente las respuestas perceptuales y fisiológicas.		Se observan preferencias visuales.
N A T U R A L E Z A D E L	<b>11. Panorama</b>	Reduce el estrés.	Reduce el aburrimiento, irritabilidad y fatiga.	Mejora el confort y la percepción de seguridad.
	<b>12. Refugio</b>		Mejora la concentración, atención y percepción de seguridad.	
	<b>13. Misterio</b>			Induce a una fuerte respuesta al placer.
	<b>14. Riesgo / Peligro</b>			Genera fuertes respuestas de dopamina y placer.

<sup>230</sup> Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O., (2017). 14 Patrones de Diseño Biofílico, pág. 12.

# MODELO DE ENCUESTA FASE 1

Dalia Rodríguez Ruiz

**Universidad Nacional Autónoma de México UNAM**  
**Programa Único de Especializaciones en Arquitectura PUEA**  
**Especialización en Planeación y Diseño de Unidades para la Salud**  
**Proyecto de investigación:** Inclusión de Fractales como diseño arquitectónico biofílico para la sanación de los pacientes en (...espacio por definir).

## El objetivo de la investigación es:

### Fase Exploratoria.

- Definir los espacios del INCMNSZ que se usarán como casos de estudio: hospitalización, salas de espera, laboratorios, urgencias u otro.
- Definir los elementos arquitectónicos de los espacios que se usarán como casos de estudio, dónde los usuarios enfoquen su vista: plafones, muros, pisos, ventanas, entre otros.

### Fase Analítico-descriptiva

- Definir el grado de iterancia que prefieren los usuarios para el rediseño de los espacios de la unidad hospitalaria, por medio de preferencias declaradas.

La información recabada estará protegida y resguardada según lo indica la LEY FEDERAL DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES EN POSESIÓN DE LOS PARTICULARES y será para uso exclusivo de esta investigación.

Responsable de Proyecto: Arq. Dalia Rodríguez Ruiz

Matrícula: 308275876

## Datos personales

1. Sexo:

Masculino \_\_\_\_\_

Femenino \_\_\_\_\_

2. Edad:

\_\_\_\_\_

3. Nivel máximo de estudios:

\_\_\_\_\_

4. Tipo de padecimiento o enfermedad

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

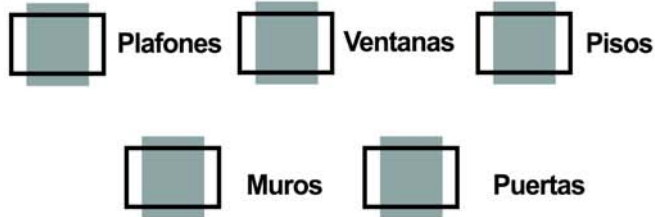
5. Frecuencia con la que asiste al hospital

\_\_\_\_\_

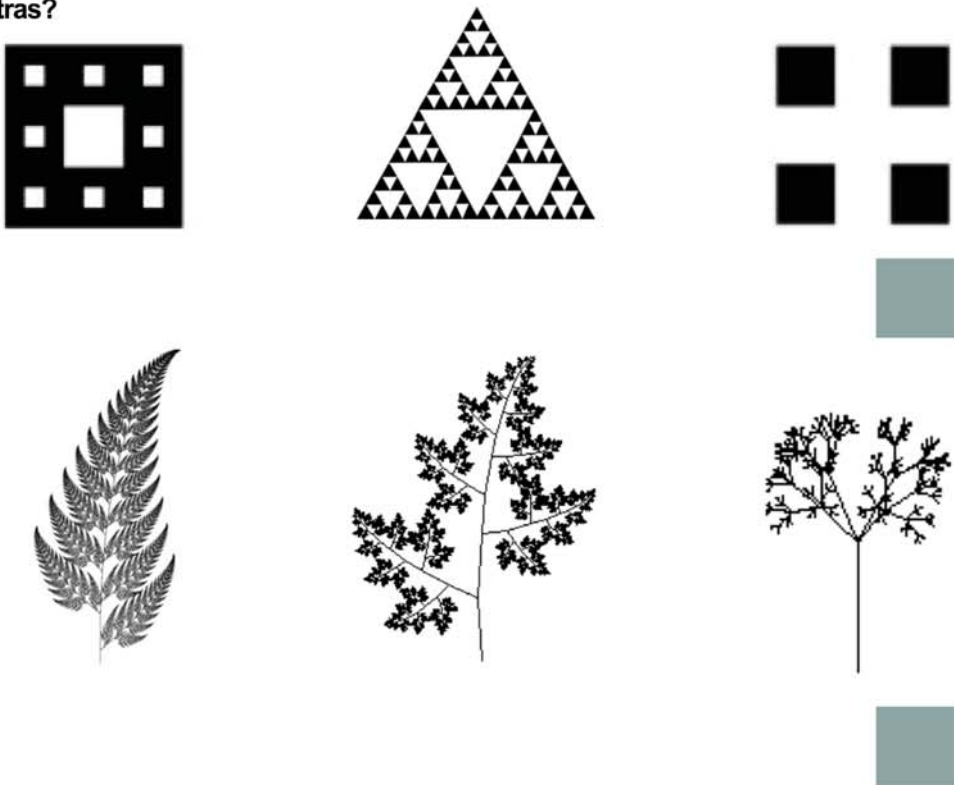
\_\_\_\_\_

FASE EXPLORATORIA

1. Ordena de mayor a menor los elementos arquitectónicos en los cuáles enfocas tu mirada con mayor frecuencia, cuando te encuentras en este espacio.



2. Del siguiente grupo de imágenes (figuras naturales y geométricas), ¿cuál preferirías, para observar en ventanas, plafones, pisos, muros o puertas, desde el lugar dónde te encuentras?



3. Consideras que la inclusión de estas figuras en los espacios interiores del hospital , podrían mejorar tu estado de ánimo?

---

---

---

---

---

# MODELO DE ENCUESTA FASE 2

Dalia Rodríguez Ruiz

**Universidad Nacional Autónoma de México UNAM**  
Programa Único de Especializaciones en Arquitectura PUEA  
Especialización en Planeación y Diseño de Unidades para la Salud  
Proyecto de investigación: Inclusión de Fractales como diseño arquitectónico biofílico para la sanación de los pacientes en (...espacio por definir).

**El objetivo de la investigación es:**

**Fase Exploratoria.**

- Definir los espacios del INCMNSZ que se usarán como casos de estudio: hospitalización, salas de espera, laboratorios, urgencias u otro.
- Definir los elementos arquitectónicos de los espacios que se usarán como casos de estudio, dónde los usuarios enfoquen su vista: plafones, muros, pisos, ventanas, entre otros.

**Fase Analítico-descriptiva**

- Definir el grado de iterancia que prefieren los usuarios para el rediseño de los espacios de la unidad hospitalaria , por medio de preferencias declaradas.

La información recabada estará protegida y resguardada según lo indica la LEY FEDERAL DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES EN POSESIÓN DE LOS PARTICULARES y será para uso exclusivo de esta investigación.

Responsable de Proyecto: Arq. Dalia Rodríguez Ruiz

Matrícula: 308275876

**Datos personales**

1. Sexo:  
Masculino \_\_\_\_\_

Femenino \_\_\_\_\_

2. Edad:  
\_\_\_\_\_

3. Nivel máximo de estudios:  
\_\_\_\_\_

4. Tipo de padecimiento o enfermedad  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Frecuencia con la que asiste al hospital  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

1. Califica en la escala del 1 al 3 las siguientes fotografías, dónde 1 no te agrada, 2 te agrada y 3 te agrada más.

Original

Iterancia 1

Iterancia 2

Iterancia 3

FASE ANALÍTICO-DESCRIPTIVA

REFE

REN

CIAS

1. Alexander, C., (1977). *A pattern language: towns, buildings, construction*. Nueva York: Oxford University Press.
2. Altman, I., Wohlwill, J., (1977). *Human Behavior and Environment: Advances in Theory and Research*. Nueva York: Springer.
3. Andino, C.A., (2015). Bioética y humanización de los servicios de salud. *Revista Colombiana de Bioética*, 10 (1), 38-64.
4. Appleton, J., (1975). *The experience of Landscape*. London: J. Wiley & Sons.
5. Arthur, P., Passini, R. (1992). *Wayfinding: People, Signs, and Architecture*. Nueva York: McGraw-Hill Co.
6. Arvay, C., (2016). *El efecto biofilia*. Barcelona: Urano.
7. Belma, A., Sonay, A., (2016). Fractals and Fractal Design in Architecture. *RECENT Jurnal*, 17(3), 282-291.
8. Benyus, J., (1997). *Biomimicry: Innovation Inspire by Nature*. Nueva York: Harper Collins.
9. Bermejo, J. C., Villacieros Durban, M. (2018). Humanización y acción. *Revista Iberoamericana De Bioética*. núm. 8, 1-16.
10. Browning, W.D., Ryan, C.O, Clancy, J.O. (2017). *14 Patrones de Diseño Biofílico*. Nueva York: Terrapin Bright Green, LLC.
11. Browning, B., Garvin, C., Fox, B., Cook, R., (2012). *The Economics of Biophilia*. Nueva York: Terrapin Bright Green, LLC.
12. Cama, R., (2009). *Evidence-based healthcare design*. Hoboken: John Wiley & Sons.
13. Cedrés de Bello, S. (2000). Humanización y Calidad de los Ambientes Hospitalarios. *Revista de la Facultad de Medicina*, 23(2), 93-97.
14. Cheung, K., C., Wells, N. M., (2004). The Natural Environment & Human Well-Being: Insights from Fractal Composition Analysis?. *HarFA e-journal*, 76-82.
15. Cohen, S., Kessler, R.C. & Underwood, L. (1997). *Measuring Stress: A guide for health and social scientists*. Nueva York: Oxford University Press.
16. Cruz, G., (2018). Desestigmatizando la función del estrés. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 21(2), 604-620.
17. Eaton, S.B., Konner, M., Shostak, M. (1988). Stone agers in the fast lane: Chronic degenerative diseases in evolutionary perspective. *The American Journal of Medicine*, 84(4), 739-749.

18. Evans, G., Cohen, S. (2004). Environmental stress. *Encyclopedia of Applied Psychology*, vol. 1, 815-823.
19. Fromm, E. (1984). *El corazón del hombre*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
20. González, M.L., (2007). Los hospitales del porfiriato. *Bitácora Arquitectura*, Número 17, 64-69.
21. Grinde, B., Grindal, G., (2009). Biophilia: Does Visual Contact with Nature Impact on Health and Well-Being. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 6(9), 2332-2343.
22. Hamilton, K.D., (2003). The four levels of evidence-based practice. *Healthcare Design*, 11(3), 19-26.
23. Heerwagen, J., Hase, B., (2001). Building Biophilia: Connecting People to Nature in Building Design. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.454.4959&rep=rep1&type=pdf>.
24. Health Council of the Netherlands and Dutch Advisory Council for Research on Spatial Planning, Hague. (2004). Nature and Health: The Influence of Nature on Social, Psychological and Physical Well-Being. Países Bajos: Independent scientific advisory body for government and parliament. Recuperado de <https://www.healthcouncil.nl/documents/advisory-reports/2004/06/09/nature-and-health-the-influence-of-nature-on-social-psychological-and-physical-well-being>.
25. Holahan, C., (2000). *Psicología Ambiental, un enfoque general*. México: Limusa.
26. Hombrados M.I. (1997). *Estrés y Salud*. Valencia: Promolibros.
27. Hoyos, J., Macias, A., Yatzin, Y., Jiménez, J.J., (2015). Habitabilidad: Desafío en Diseño Arquitectónico. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, núm. 17, 63-76.
28. Huelat, B., (2008). The wisdom of Biophilia-Natural in Healing Environment. *Journal of Green Building*, 3(3), 23-35.
29. Hughes, J.R. (2001). The Mozart Effect. *ELSEVIER, Epilepsy & Behavior*, 2(5), 396-417.
30. Huisman, E.R.C.M., Morales, E., van Hoof, J., Kort, H.S.M., (2012). Healing environment: A review of the impact of physical environmental factors on users. *ELSEVIER, Building and Environment*, Volumen 58, 70-80.
31. Huppert, F., Baylis, N., Keverne, B., (2005). *The Science of Well-Being*. Oxford: Oxford University Press.
32. Izard, C. (1977). *Human emotions*. Nueva York: Plenum Press.
33. Joye, Y., (2006). Some reflections on the relevance of fractals for therapy. *ELSEVIER, The arts in Psychotherapy*, 33(2), 143-147.



34. Joye, Y., (2007). Fractal Architecture Could Be Good for You. *Nexus Network Journal*, 9(2), 311-320.
35. Kaplan, S., (1987). Aesthetics, Affect, and Cognition: Environmental preference from an Evolutionary Perspective. *Environment and Behavior*, 19(1), 3-32.
36. Kaplan, R., Kaplan, S., (1989). *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
37. Kellert, S. R. Y Wilson, E. O. (1993). *The Biophilia Hypothesis*. Washington, D. C.: Island Press.
38. Kellert, S., Heerwagen, J., Mador, M., (2008). *Biophilic Design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
39. Kellert, S.R., Calabrese, E.F., (2015). The Practice of Biophilic Design. Recuperado de [www.biophilic-design.com](http://www.biophilic-design.com)
40. Kellert, S.R., (2015). What is and Is not Biophilic Design. Recuperado de <https://www.metropolismag.com/architecture/what-is-and-is-not-biophilic-design/>.
41. Kolkaba, K., Kolkaba, R., (1991). An analysis of the concept comfort. *Journal of Advanced Nursing*, 16 (11), 1301-1310.
42. Krčmářová, J., (2009). The Biophilia Hypothesis of Edward O. Wilson. *Klaudyán: internetový časopis pro historickou geografii a environmentální dějiny*, 6(1), 4-17.
43. Mandelbrot, B., (1975). *Los objetos fractales*. Barcelona: Tusquets Editores S.A.
44. Mandelbrot, B., (1977,1982,1983). *La Geometría Fractal de la Naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores S.A.
45. Mazuch, R., (2017). *Salutogenetic and Biophilic Design as Therapeutic Approaches to Sustainable Architecture*. London: J. Wiley & Sons.
46. McDonald, R.I., Beatley, T., Elmqvist, T., (2018). The green soul of the concrete jungle: the urban century, the urban psychological penalty, and the role of nature. *Sustainable Earth*, 1(3), 1-13.
47. McLaughlin, H., (1976), The monumental headache: overtly monumental and systematic hospitals are usually functional disasters. *Architectural Record Magazine*, 160(1), 118.
48. Mclean J., Strongman K. & Neha T., (2007). Psychological Distress, Causal Attributions and Coping. *Journal of Psychology*, 36(2), 85-92.

49. Meyers-Levy, J., Zhu, R.J, (2007). The Influence of Ceiling Height: The Effect of Priming on the Type of Processing That People Use. *Journal of Consumer Research*, 34(2), 174-186.
50. Moreno, S. (2008). La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida. *Revista de Investigación Científica en Arquitectura*, 3(2), 47-54.
51. Mulé, C., (2015). Jardines terapéuticos. *Revista CONSENSUS*, 20(2), 139-155
52. Muñoz, C., (2018). *Estrés y ansiedad en pacientes y familiares que acuden al servicio de urgencias hospitalarias*. Estudio observacional. Trabajo Fin de Grado. Universidad Pontificia de Madrid.
53. Nersessian, N., Kasali, A., (2012). Evidence-based design in practice: a thematic analysis. *Revista de Arquitectura*, 18(26), 4-10.
54. Olhausen, B. A., Field, D. J., (1996), Emergence of simple-cell receptive field properties by learning a sparse code for natural images. *Letters to nature*, vol. 381, 607-609.
55. Olivares, M.E. (2004). *Hospitalización y Cirugía: Aspectos Psicológicos*. En J. Arias, M.A. Aller, E. Fernández-Miranda, J.I. Arias, L. Lorente, Propedéutica Quirúrgica. Preoperatorio, Operatorio, Postoperatorio. Madrid: Tébar Flores.
56. Ortega-Andeane, P., Galindo, O., Meneses, A., Factores ambientales y estrés en salas de espera: comparación en cuidadores primarios informales de pacientes con cancer. *Revista Latinoamericana de Medicina Conductual*, 9(1), 41-50.
57. Ortega, P., Mercado S., Reidl L. y Estrada C., (2016). *Estrés ambiental en las instituciones de salud: Valoración Psicoambiental*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Psicología.
58. Park, S.H., Mattson, R.H., (2008), Effects of flowering and foliage plants in hospital rooms on patients recovering from abdominal surgery. *HortTechnology*, 18(4), 563-568.
59. Pesola K., (1996). Quality and User Requirements in Designing a Hospital. Beijing: 96 China International Symposium on Hospital Design and Exhibition of Medical Equipment. Recuperado de <https://research.aalto.fi/en/publications/quality-and-user-requirements-in-designing-a-hospital>
60. Pizano, V., Hernández M.R., Cerezo S., (2009). Reactividad fisiológica, Distrés, afrontamiento y Desempeño en un examen de secundaria. *Revista Interamericana de Psicología*, 43(3), 507-517.
61. Reizenstein, J., Grant, M., Simmons, D., (1986), *Design that cares*. Chicago: American Hospital Publishing.

62. Rodríguez J., Zurriaga R. (1997). *Estrés, enfermedad y hospitalización*. Granada: Escuela Andaluza de Salud Pública.
63. Rodríguez, J., Lopez, S., Pastor, M.A., (1989). Estrés por hospitalización y estrategias de afrontamiento. *Revista de Psicología de la Salud*, 1(1), 81-104.
64. Roffe, A., (1985). Las reglas del juego. Una aproximación al problema de la evaluación de proyectos de arquitectura. *Revista TyC*, 1(1), 73-77.
65. Rojas, V., (2013). Techos verdes en recintos hospitalarios. Asociación Chilena de Arquitectura y Especialidades Hospitalarias. Recuperado de <https://docplayer.es/53639291-Techos-verdes-en-recintos-hospitalarios.html>.
66. Rubiano, G., (2009). *Iteración y fractales (con Mathematica)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
67. Ryan, C.O., Browning, W.D., Clancy, J.O., Andrews, S.L., Kallianpurkar, N.B., (2014). Biophilic Design Patterns: Emerging Nature-Based Parameters for Health and Well-Being in the Built Environment. *International Journal of Architectural Research*, 8(2), 62-76.
68. Sakallaris, B., MacAllister, L., Voss, M., Smith, K., Jonas, W., (2015). Optimal healing environments. *Global Adv Health Med.*, 4(3), 40-45.
69. Salingaros, N. A., Xie, Y. (2012). Fractal Art and Architecture, Reduce Physiological Stress. *Journal of Biourbanism*, núm 2, 11-28.
70. Salingaros, N. A., (2015). *Biophilia & Healing Environments, healthy principles for designing the built world*. Nueva York: Terrapin Bright Green.
71. Sánchez, M., De la Garza A. (2015). Biofilia y emociones: su impacto en un curso de educación ambiental. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 4(8), 123-140.
72. Sandín, B., (2002). Papel de las emociones negativas en el trastorno cardiovascular: un análisis crítico. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 7(1), 1-18.
73. Saucedo, J.M., Valenzuela J.R., Valenzuela J. R., Maldonado, M. (2006). Estrés ante la venopunción en niños y adolescentes. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 63(3), 169-177,
74. Selye, H. (1956). *The stress of life*. New York: McGraw-Hill.
75. Shumaker, S., Pequegnat, W., (1989). *Hospital Design, Health providers, and The Delivery of effective Health Care*. En E.H. Zube et al. (eds.), *Advance in Environment, Behavior and Design*. Nueva York: Plenum Press.
76. Sillano, M., Greene, M., Ortuzar, J.D., (2006). Cuantificando la Percepción de Inseguridad Ciudadana en Barrios de Escasos Recurso. *Revista EURE*, 32(97), 17-35.

77. Stewart-Pollack, J., Menconi, R., (2005). *Designing for privacy and related needs*. Nueva York: Fairchild Books.
78. Suárez, M. (1987). Diseño espacial del aula y conductas escolares. *Enseñanza & Teaching: Revista interuniversitaria de didáctica*, núm. 4-5, 307-320.
79. Taylor, R.P., Juliani, A.W., Bies, A.J., Boydston, C., Spehar, B., Sereno, M.E., (2017), The Implications of Fractal Fluency for Biophilic Architecture. *Journal of Biourbanism*, 6(1-2), 23-40.
80. Teikari, M., (1995). Hospital facilities as work environments: evaluation studies in the operating, radiology, and emergency departments in seven Finnish general hospitals. Espoo: Teknillisen korkeakoulun arkkitehtiosaston tutkimuksia. Recuperado de <https://research.aalto.fi/en/publications/hospital-facilities-as-work-environments-evaluation-studies-in-th>.
81. Totaforti, S., (2018), Applying the benefits of biophilic theory to hospital design. *City, Territory and Architecture*, 5(1), 1-9.
82. Ulrich, R. (1984), View through a window may influence recovery from surgery. *Science, New Series*, 224(4647), 420-421.
83. Ulrich, R. (1991). Effects of interior design on wellness: Theory and recent scientific research. *Journal HealthCare Interior Design*, vol. 3, 97-109.
84. Ulrich, R.S., Simons, R.F., Losito, B.D., Fiorito, E., Miles, M.A., Zelson, M., (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201-230.
85. Ulrich, R., Gilpin, L., (2003). *Healing arts: Nutrition for the soul*. En S. Frampton, L. Gilpin, P. Carmel, *Putting Patients First: Designing and Practicing Patient-centered Care*. San Francisco: Jossey-Bass.
86. Ulrich, R.S., Zimring, C., Zhu, X., DuBose, J., Seo, H.-B., Choi, Y.-S., Quan, X., Joseph, A., (2008). A Review of the Research Literature on Evidence-Based Healthcare Design. *Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61-125.
87. White, R., Watt, N., (1964). *The abnormal personality*. Michigan: The Ronald Press.
88. Wilson. E., (1984). *Biophilia*. Cambridge: Harvard University Press.
89. Wilson, E., Kellert, S., (1994). *Naturalist*. Washington, D. C.: Island Press.
90. Wise, J. A., Taylor, R.P., (2002), Fractal Design Strategies for Enhancement of Knowledge Work Environments. *Sage*, 46(9), 854-858.
91. Zajonc, R.B., (1980), Feeling and thinking: Preference need no inferences. *American Psychologist Association*, 35(2), 151-175.

Bio  
filia





Las propuestas que se presentan en este trabajo terminal de la Especialización en Planeación y Diseño de Unidades para la Salud del Programa Único de Especializaciones en Arquitectura de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, están basadas en el estudio de la Complejidad y Orden de la categoría de Analogías Naturales [P10] de la arquitectura biofílica, específicamente en lo que concierne la contribución de los fractales que existen en la naturaleza, y cómo estos patrones podrían ayudar a reducir el estrés en pacientes, familiares y personal médico de acuerdo con su nivel de iterancia o escala, y tener así la posibilidad en el futuro de replicabilidad a una mayor escala en las diversas instituciones y/o unidades de salud en México.