

ILUMINACIÓN NATURAL EN EL ESPACIO INTERIOR DE VIVIENDAS

Autora - Nadya Jaramillo L.
Directora - Dis. Genoveva Malo

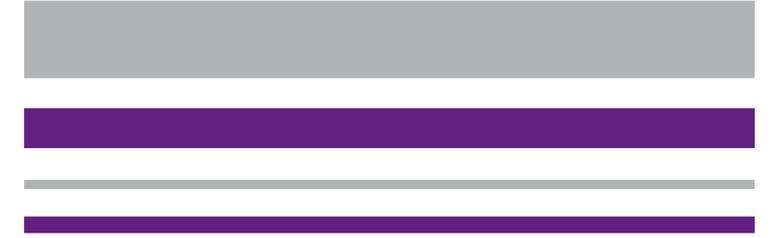
Trabajo de graduación
previo a la obtención
del título de
Diseñadora de Interiores

Facultad de Diseño
Diseño de Interiores
Julio 2012

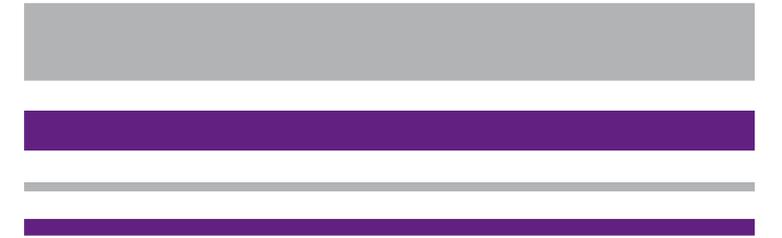




edicatoria



Dedico este trabajo a mi familia, y sobre todo a esas personas especiales que aunque ya no estén presentes serán siempre una inspiración para mí.



Agradezco a los profesores involucrados quienes ayudaron a que este proyecto culmine exitosamente, a mis amigos y compañeros por su motivación durante el proceso y finalmente a mi padre y mi madre por el apoyo y ayuda que me brindaron.

gradecimientos

índice

	pg.
Capítulo1 Referentes Conceptuales	19
1.1 Cuadro conceptual general	21
1.2 Relación de la iluminación natural y expresión dentro del espacio interior	22
1.2.1 Color	23
1.2.2 Forma	24
1.2.3 Morfología	25
1.2.4 Textura y materiales	26
1.3 Iluminación natural	27
1.3.1 Ventajas de la iluminación natural	27
1.3.2 Propiedades de la luz	27
1.3.3 Aspectos de la luz	28
1.3.4 Percepciones psicológicas de acuerdo a tipos de luz	28
1.3.5 Fuentes de luz natural	29
1.3.6 Tipos de cielo	29
1.3.7 Sistemas de iluminación natural	30
1.3.8 Cambio horario	31
1.3.9 Solsticios y Equinoccios en el Ecuador	32
1.3.10 Efectos que se pueden lograr mediante el manejo de la luz natural.	33

Capítulo 2 Referentes Contextuales

2.1 Análisis de obras a nivel mundial

2.2 Análisis local

Capítulo 3 Experimentación

3.1 Modelo conceptual

3.2 Medición de lúmenes

3.3 Experimentación de variables

3.4 Experimentación condicionada

Capítulo 4 Resultados

Conclusiones y recomendaciones

Bibliografía

Bibliografía Gráfica

Anexos

pg.

37

39

45

49

51

54

55

70

85

92

94

96

100

índice gráfico

pg.

Cuadro conceptual General

15

Relación de la iluminación natural y expresión dentro del espacio interior

16

Cuadro del cambio horario

25

Cuadro de solsticios y equinoccios en el Ecuador

26

R

esumen

Este proyecto presenta un análisis de variables significativas de la iluminación natural y la manera como aportan a la expresión del espacio interior; partiendo de ello, se presenta un modelo conceptual que permite manejar dichas variables y experimentar con ellas.

El proceso de experimentación se divide en tres etapas que tienen como fin buscar diversos efectos expresivos que enriquezcan el espacio interior, mediante simulaciones con maquetas a escala y diversas situaciones lumínicas. De este modo se construyen modelos conceptuales en la relación luz natural-espacio interior y expresión que pueden ser aplicados a situaciones reales.

Palabras clave: Experimentación, modelo conceptual, variables, espacio, iluminación natural, expresión.

ABSTRACT

This project is an analysis of the significant variables of natural lighting and the way they contribute to expression in inner spaces. Starting from this, a conceptual model that lets the operation of and experimentation with such variables is presented.

The experimenting process is divided into three stages that are aimed at finding the diverse effects of expression that are going to enrich inner spaces through simulations that use scale models and different lighting situations. This way, it is possible to construct some conceptual models for the natural light-inner space relationship as well as expression that may be applied in real situations.

Key words: Experimentation, Conceptual model, Variables, Space, Natural light, Expression




Translated by
Rafael Argudo

A

bstract

objetivo general

Experimentar con la luz natural para mejorar las condiciones expresivas del espacio interior de la vivienda.

objetivo específico

Proponer criterios de uso de la luz natural para concretar diversos modelos conceptuales al interior de la vivienda.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de tesis tiene como fin buscar diversos efectos expresivos que se puedan conseguir mediante el manejo de las variables que presenta la iluminación natural; con el fin de mejorar el aspecto expresivo en las distintas áreas que componen una vivienda.

Se definen cuatro etapas: se inicio con un proceso minucioso de investigación en diversas fuentes para conocer a fondo el tema, después se clasificaron las variables más significativas que componen la iluminación natural.

La segunda etapa consiste en un análisis de obras tanto a nivel mundial como local, para determinar los alcances, ventajas o limitaciones que presenta el manejo de la iluminación natural en el espacio interior.

La tercera etapa esta compuesta por cuatro fases de experimentación: se inicio creando un modelo conceptual que facilite el manejo de las variables, después se realizó un análisis lumínico para definir una escala real de luz para la experimentación, a la tercera fase se la denomina experimentación de variables esta tiene el fin obtener el máximo de efectos posibles, la fase final toma el nombre de experimentación condicionada, en esta se aplica el modelo conceptual antes planteado en espacios reales de distintas viviendas.

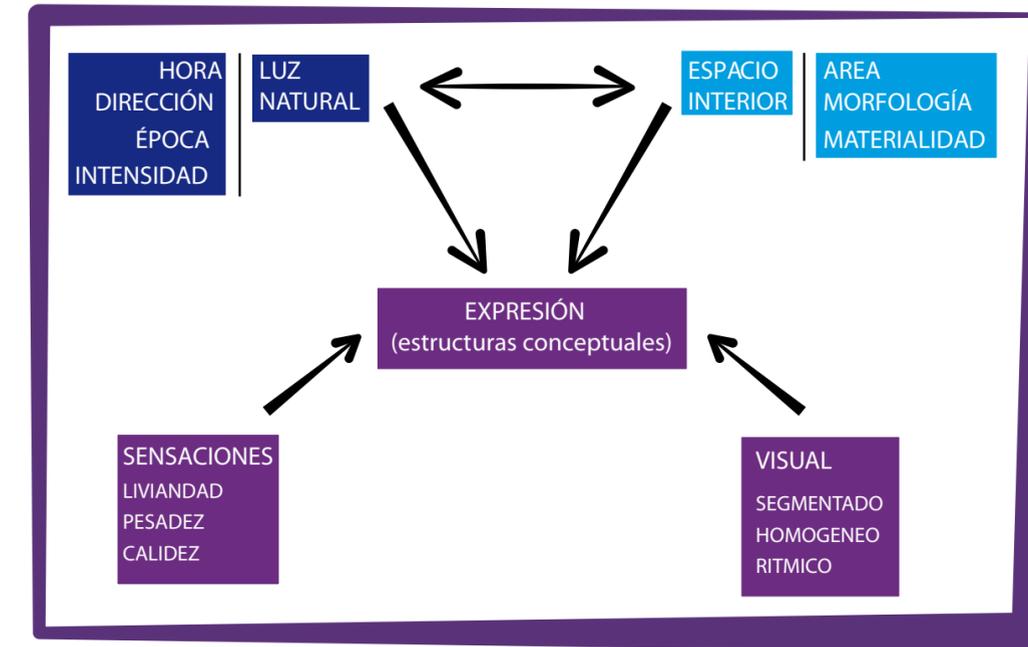
La cuarta etapa es el análisis de los resultados obtenidos para determinar ventajas o dificultades que presentan las experimentaciones, determinar los mejores resultados y finalmente demostrar la aplicabilidad del proyecto.





Referentes
Conceptuales

1.1 Cuadro conceptual General



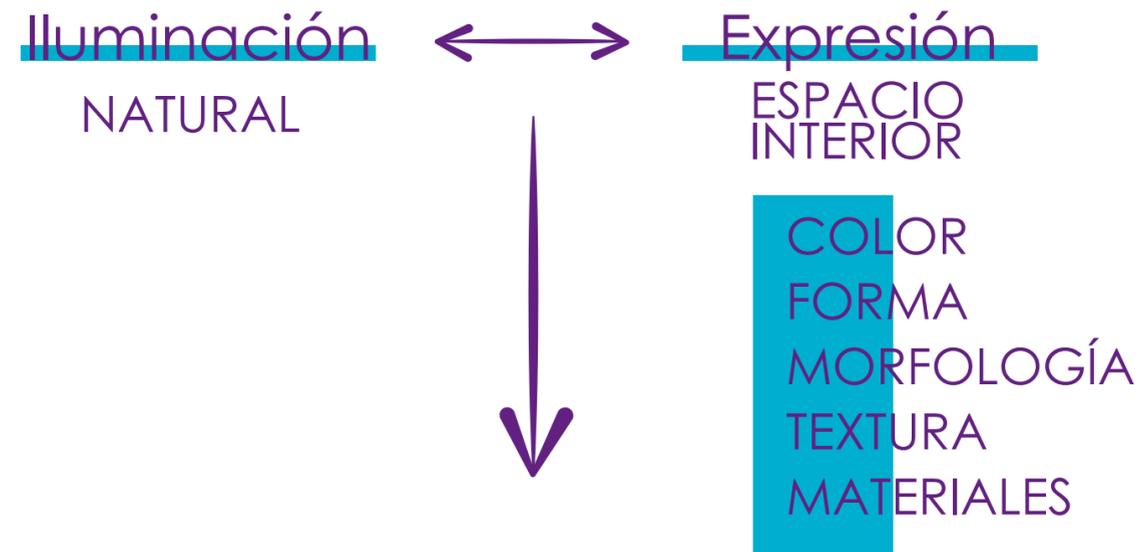
La problemática central de esta tesis es obtener nuevas expresiones visuales dentro de un espacio mediante el manejo de la luz natural y sus variables para ver en cual de las distintas áreas de una vivienda se pueden aplicar los resultados.

Este cuadro conceptual resume todo lo que comprende la tesis. Como a partir de la relación de la luz natural con el espacio interior se puede crear diversos tipos de expresión a los cuales llamaremos estructuras conceptuales.

Tomando las variables que presenta la luz natural, como son: hora del día, dirección de los rayos solares, época del año, intensidad de la luz, etc. De igual manera el espacio interior presenta variables como: área de la vivienda, morfología del espacio, orientación, y la materialidad del mismo.

Los resultados que se obtengan mediante las diferentes relaciones entre las variables, serán las estructuras conceptuales, estas a su vez podrán ser sensaciones o visuales.

1.2 Relación de la iluminación natural y expresión dentro del espacio interior



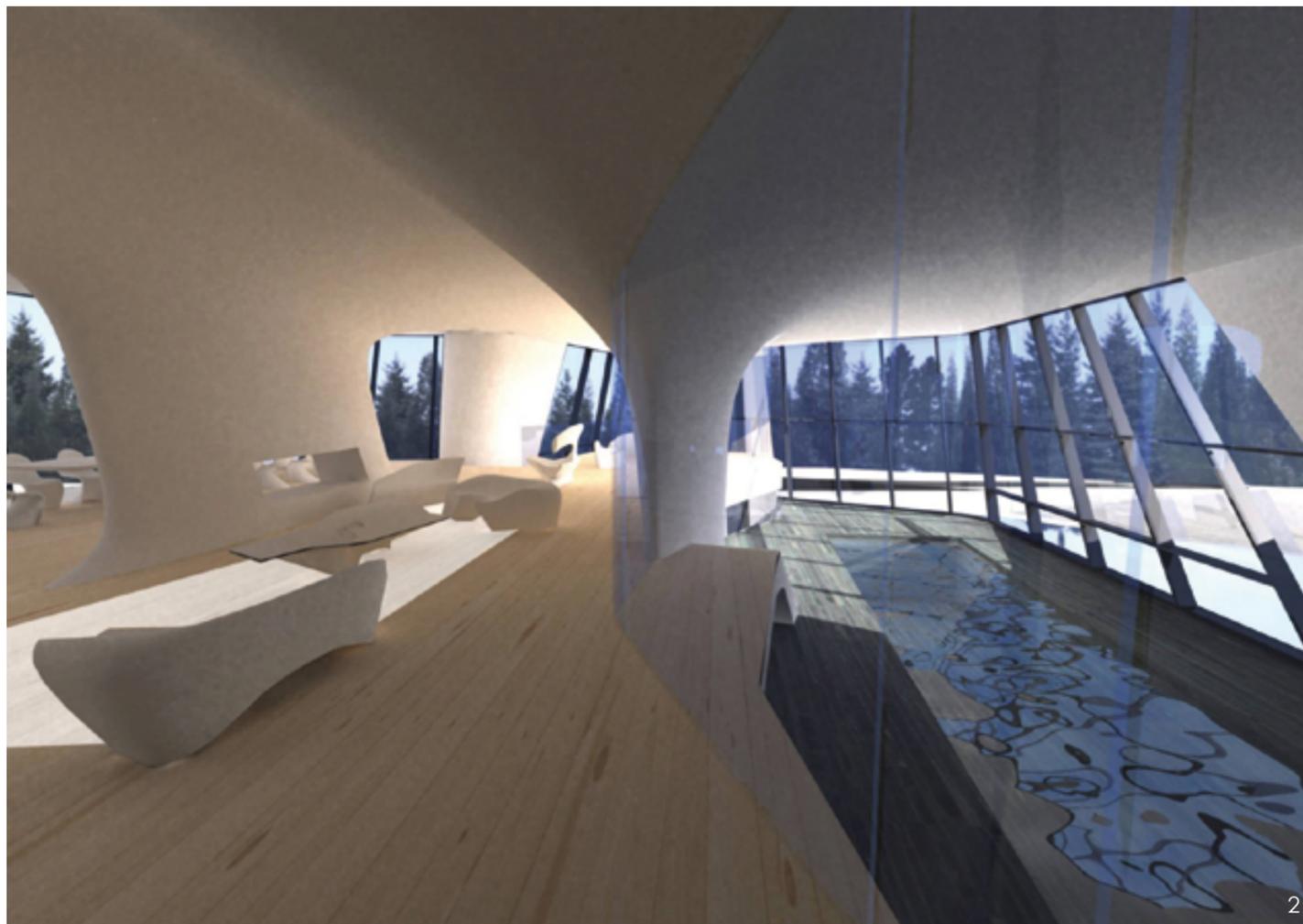
La iluminación natural tiene una relación directa con la expresión que se puede conseguir en un espacio interior mediante el manejo de diversos factores como: colores, texturas, materiales, morfología y formas, estas variables además son determinantes para el uso que se quiera dar a cada espacio.

1.2.1 Color

Los colores y la forma en que se apliquen, tienen un efecto sobre el espacio interior, le pueden dar amplitud, claridad, calidez, vida, frialdad, entre otras cualidades.

La luz que incide dentro de un espacio dependiendo de su intensidad, puede afectar y variar los tonos de un color.





2

1.2.2 Forma

La forma de un espacio, ya sea ortogonal u orgánica se verá afectada por la incidencia de la luz, sus contornos se acentuarán o difuminarán por los contrastes de luz y sombra que se creen.



3



4

1.2.3 Morfología

Se considera morfología a las formas de las perforaciones de un espacio, las mismas que permiten el ingreso de luz, y proporcionan diversas formas a la luz y de cierto modo texturizan un espacio.

1.2.4 Textura y Materiales

Forman un papel importante dentro de la expresión, según varíe la textura de un objeto u superficie varían también los niveles de absorción de los rayos de luz. Además dependiendo del material que se utilice se obtendrán diferentes efectos visuales como absorción, transparencias, reflectividad, etc.



5



6



7

1.3 Iluminación Natural

“La luz solar afecta directamente a todas las funciones del ser humano, en el exterior como el interior, nos permite ver que hay alrededor, saber donde estamos; pero además de exponer cosas, la luz les da formas, ayudándonos de esta manera a tratar con el mundo físico.

La iluminación natural es una alternativa válida para la iluminación de interiores, y su aporte es valioso en relación a niveles de calidad y cantidad, para obtener resultados favorables se debe considerar todas sus variables y aprovecharlas de la mejor manera. “ 1

1.3.1 Ventajas de la iluminación natural

- Proviene de una fuente de energía renovable
- Puede servir para ahorrar energía, (para actividades diurnas de complejidad media).
- Puede proporcionar niveles más elevados de iluminación en horas diurnas.
- Introduce menor calor por lumen que la iluminación artificial.
- Es dinámica, cambia durante el día y meses del año.
- Integra elementos que favorecen la satisfacción de necesidades biológicas y psicológicas, por ejemplo permite observar el entorno.
- Una adecuada provisión de luz puede mejorar el valor de un espacio.

1. PLUMMER, Henry, *La arquitectura de la luz natural*, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 6

1.3.2 Propiedades de la luz

Refracción: Se produce cuando la luz interrumpe su propagación en línea recta.

Difracción: Cuando una onda pasa por el borde de un objeto, efecto no fácil de detectar porque no es intenso.

Irisación: Se observa en superficies muy finas, la luz se refleja y crea luz de colores.

Polarización: Se polariza al pasar por un filtro que retiene las vibraciones.

Reflexión: Depende de las superficies en las que se reflejan los rayos solares.

1.3.3 Aspectos físicos de la luz

Intensidad: influyen en la funcionalidad y estética en la iluminación de un espacio. Puede llegar a causar deslumbramiento que es molesto para la vista, en ciertas horas del día.

Reflexión: se da cuando un rayo de luz incide sobre un objeto y este lo refleja. Puede variar dependiendo del objeto, puede ser dirigida si se trata de un espejo o difusa si es un material que absorbe los rayos como la tela o la madera.

Tonalidad: es el color que posee la luz. Esta cambia de casi blanca a rojiza y azul a lo largo del día, y por ende influye en los colores de los objetos y partes de un espacio. La luz de la mañana es ultravioleta y la de la tarde infrarroja.

Percepciones psicológicas: al afectar a los colores, texturas, objetos, la iluminación natural también influye en la percepción de un espacio por ende tiene efectos psicológicos sobre los individuos ya sean positivos o negativos afectan directamente al nivel de confort que puede brindar dicho espacio. Por ejemplo al ser cambiante durante el paso del día, resulta estimulante a los sentidos.

1.3.4 Percepciones psicológicas de acuerdo a tipos de luz:

Luz intensa: infunde alegría, emoción, motivación, brinda sensaciones positivas.

Luz tenue: puede causar sueño, es tranquila, uniforme.

Luz excesiva: obliga a dirigir la vista hacia otro lado, crea incomodidad física y emocional.

Luz fluctuante: llama la atención, es cambiante (similar a las llamas de una chimenea).

Luz de tonos cálidos: alegre y acogedora.

Luz fría: es tranquilizadora, clara.

Contrastes muy marcados de luz y sombra: crea un ambiente especial pero causa fatiga si son muy acentuados. ¹

1.3.5 Fuentes de luz natural

Sol y cielo: la luz llega al interior directa o indirectamente dispersada por la atmósfera y reflejada por las superficies del ambiente natural o artificial. La luz natural es envolvente, por transmisión, dispersión o reflexión.

Dentro de la iluminación natural entran en juego elementos que pueden hacer variar niveles o dirección de la misma de un momento a otro como son: tipos de cielo, superficies de tierra, plantas, otros edificios, etc.

Tres tipos principales de iluminación natural:

Luz solar directa: es la porción de luz natural que incide en un lugar específico, proveniente directamente del sol, se caracteriza por un continuo cambio de dirección y su temperatura de calor.

Luz solar indirecta: es la que llega a un espacio interior por reflexión, en muros pisos, cielo raso, etc. En climas soleados, y bien manejada aporta a los sistemas de iluminación natural mediante el uso de superficies refractivas que dirigen la luz natural directa.

Luz natural difusa: Es aquella que tiene aproximadamente la misma intensidad en diferentes direcciones (luz proveniente del cielo). ¹

1.3.6 Tipos de cielo

Es importante considerar las variaciones del mismo, ya que para cálculos de iluminación de edificios se considera el tipo de cielo. También se debe evitar el ingreso directo de luz natural ya que crea incomodidad y por ellos suele ser suprimida, esta debe manejarse mediante reflexión y difusión de los rayos solares.

Cielo cubierto: climas fríos, cielo cubierto en un 90% por nubes, sol no visible.

Cielo parcialmente despejado: varían los niveles de iluminación dependiendo la cantidad de nubes que intercepten el sol.

Cielo claro: cielo obstruido menos del 30% por nubes.

El tipo de cielo se ve relacionado tanto con la cantidad como con la calidad, en el cielo despejado se vuelve un reto tratar con la calidad, a diferencia del cielo cubierto que el problema se convierte en la cantidad.

¹ **PATTINI, Andrea; Luz natural e iluminación de interiores, cap 11, pdf.**
<http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap11.pdf>. pg. 5 cap 11.



1.3.7 Sistemas de iluminación natural

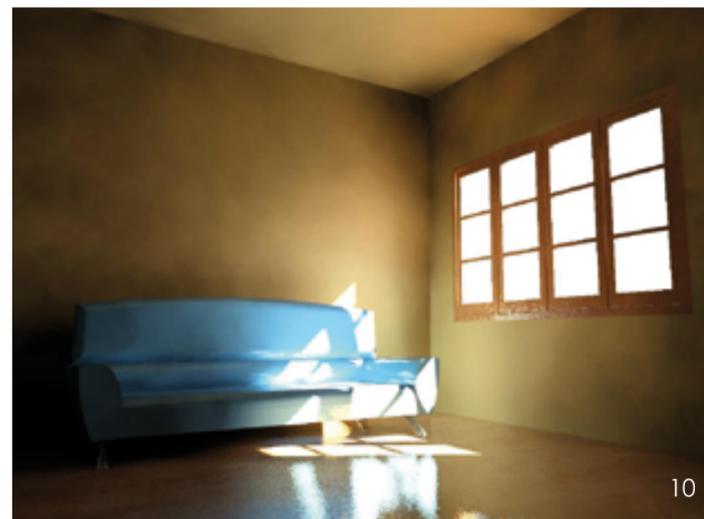
Son los componentes que se usan en un edificio o ambiente para regular la calidad, cantidad y distribución de la luz.

Iluminación lateral: es la luz que llega desde una abertura ubicada en el muro lateral. El ingreso de iluminación depende de la orientación de la ventana.

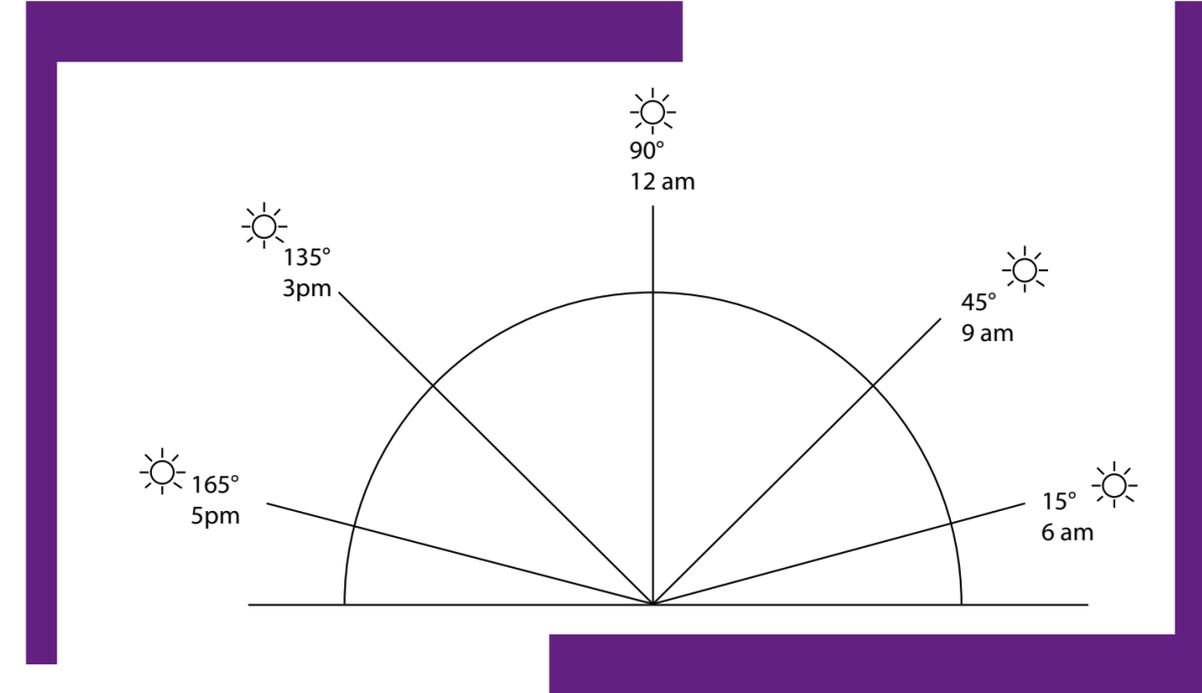
Iluminación por piso: se puede dar iluminación a través del piso de una segunda planta, si este está materializado en vidrio u otro material translucido, permitiendo así el paso de la luz procedente de la planta inferior.

Iluminación cenital: Es la que ingresa por la parte superior de una edificación. Se utiliza en lugares con cielos nublados, el plano se ilumina directamente por la parte más luminosa del cielo.

Iluminación Combinada: se manejan aperturas en muros y techos, buscando la mejor solución.

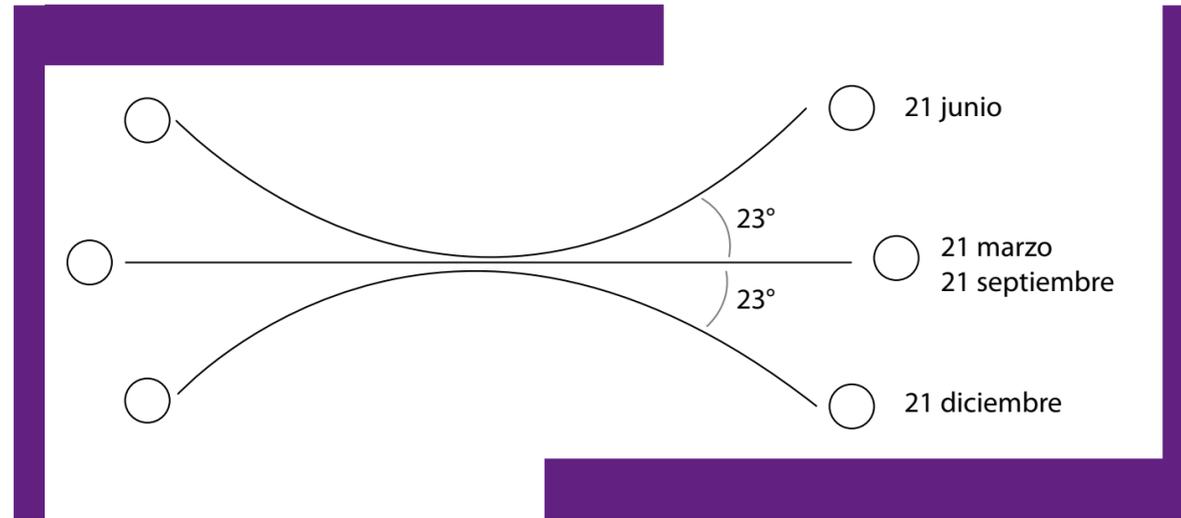


1.3.9 Cambio Horario



El sol realiza un recorrido de 180 grados, proporcionándonos doce horas de iluminación. En cada hora sus rayos inciden en un mismo punto con distintos ángulos (ver en el gráfico).

1.3.10 Solsticios y Equinoccios en el Ecuador



El eje de la Tierra tiene un eje rotado 23° por lo que en el recorrido que realiza durante el año se producen dos solsticios y dos equinoccios en las fechas que se indican en el cuadro; esto crea diferentes efectos solares, pues los rayos inciden desde diferentes ángulos dentro de un mismo espacio.

1.3.10 Efectos que se pueden lograr mediante el manejo de la luz natural.

Del libro *Arquitectura de la luz Natural* de Henry Plummer.

Evanescencia: Cambio que se produce en edificaciones al recibir luz solar, los objetos y superficies pasan de ser algo inerte a algo con vida. Depende del clima, hora del día, sombra etc.



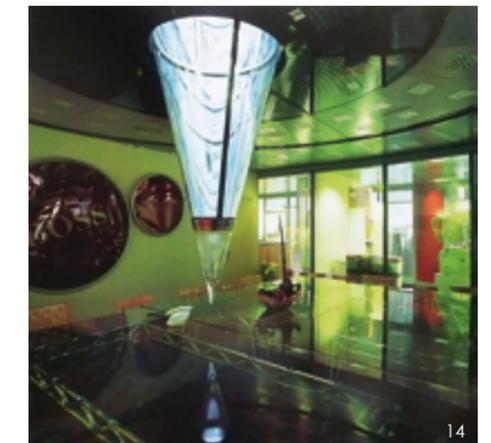
Juha Leiviskä: Iglesia de Myyrmäki (Vantaa, Finlandia)

Procesión: Movimiento de la luz mediante el paso de las horas, cambia el espacio constantemente.



Shoji Yoh: Casa de la Luz-celosía (Nagasaki, Japón)

Velos de Cristal: Transparencias que se pueden manejar para permitir el paso de luz mediante diversos materiales.



Jean Nouvel: Galerías Lafayette (Berlín Alemania).

Atomización: Efectos creados por virtualidades de malla, texturas porosas, perforaciones etc. Se fragmentan las trayectorias de los rayos solares.



Heinz Tesar: iglesia de Donau-City (Viena, Austria).

Silencio ambiental: Reflejo uniforme, calma las formas y las superficies se reducen solo a su material. Se intenta ver un todo.



Henning Larsen: iglesia de Enghøj (Randers, Dinamarca).

Canalización: Tomar la luz del exterior y llevarla al interior, distribuirla mediante métodos de canales o túneles, y dirigirla de la manera que se desee.



Carlos Ferrater: Auditorio y Palacio de Congresos (Castellón).

Luminiscencia: Resaltar elementos o edificaciones por el efecto que se consigue sobre los materiales o texturas con la incidencia de luz natural.



Peter Zumthor: capilla de San Bendito (Sumvitg, Suiza).

The image features a dark purple background. On the left side, there are four vertical bars of varying widths and colors: a wide white bar, a medium-width teal bar, a thin white bar, and another medium-width teal bar. To the right of these bars, the text 'Referentes Contextuales' is written in a bold, white, sans-serif font. On the far right, a large, stylized white number '2' is partially visible, extending from the edge of the frame.

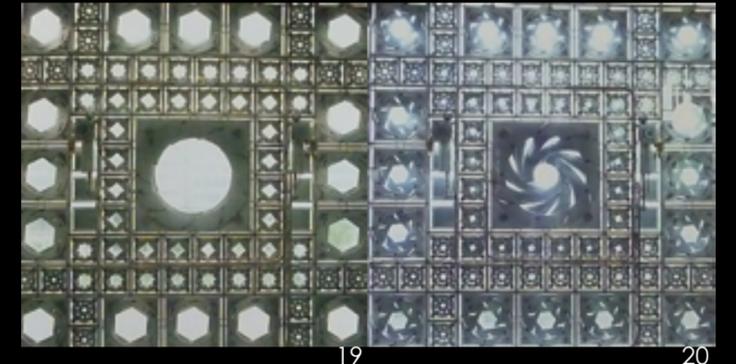
**Referentes
Contextuales**

2.1 Análisis de obras a nivel mundial

Se toma ejemplos de obras famosas por el manejo de la iluminación natural, y como la relación de la tecnología con los diversos materiales crean diferentes efectos a distintas horas del día.

Instituto del mundo árabe – Jean Nouvel

“Utiliza volúmenes prismáticos que suministran los objetos necesarios para que la luz atomizada pueda actuar. Toda la edificación tiene formas gigantescas bien definidas que equilibran el suelo y la silueta que cambia según la hora y la meteorología.”¹



1. PLUMMER, Henry, *La arquitectura de la luz natural*, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 126



23

British Museum

Es un espacio que se caracteriza por su cubierta de vidrio la misma que crea textura en el piso por la incidencia de los rayos solares sobre esta, se puede observar el movimiento de las sombras proyectadas durante el transcurso del día.



24



25

Iglesia de la luz – Tadao Ando

“belleza de ensueño, misterio y magia de sombras” 1

Esta obra se caracteriza por la oscuridad del interior; se ilumina mediante rendijas, ranuras orientadas y fisuras que permiten el paso de pequeñas cantidades de luz. Debido al manejo del material se consiguen los fosos de colores cuando incide el sol sobre ellos.

1. PLUMMER, Henry, *La arquitectura de la luz natural*, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 190



26

Termas de Vals – Peter Zumtor

“Obra compuesta por un oscuro túnel subterráneo seguido de estancias oscuras. Desde las hendiduras en el techo descienden destellos luminosos. El ingreso de luz de las ventanas distantes que surgen de las esquinas se proyectan mostrando el camino

hacia baños y duchas en habitaciones de piedra.”

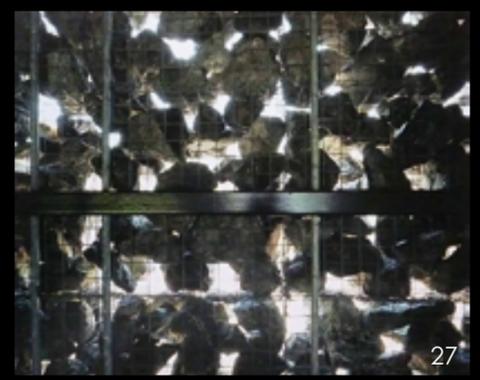
1. PLUMMER, Henry, *La arquitectura de la luz natural*, Editorial Plume, Barcelona 2009, pg 60

Bodegas Dominus – Herzog y De Heuron

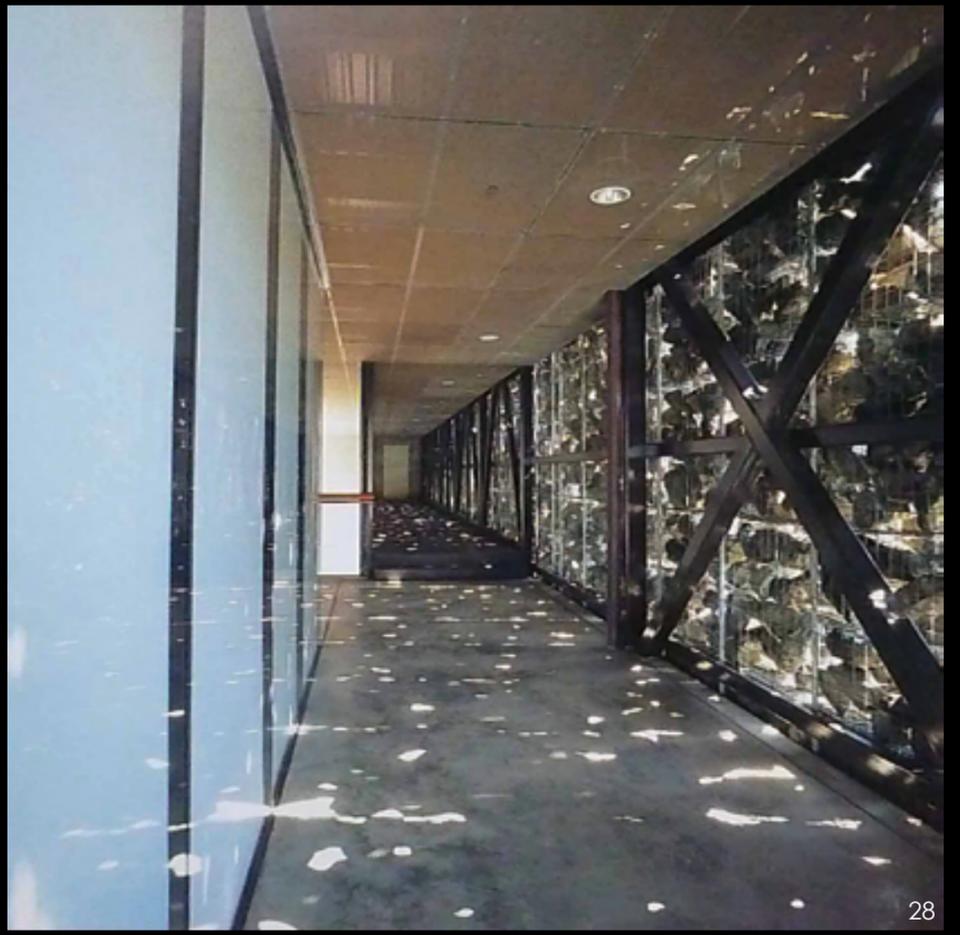
Se toma la piedra que es una sustancia normalmente sólida, se la usa en una pantalla vaporosa para revestir una bodega. Los muros fueron diseñados en respuesta al clima seco y caluroso de California, en un intento de reducir las variaciones térmicas, pero a su vez permiten obtener efectos alucinantes a partir de materiales comunes.

Los muros están compuestos por cestas conteniendo basalto verde. Al frente se maneja vidrio, el ingreso de luz por las comisuras da efectos muy llamativos.

La idea es relacionar lo suave con lo duro, lo primitivo con lo refinado.



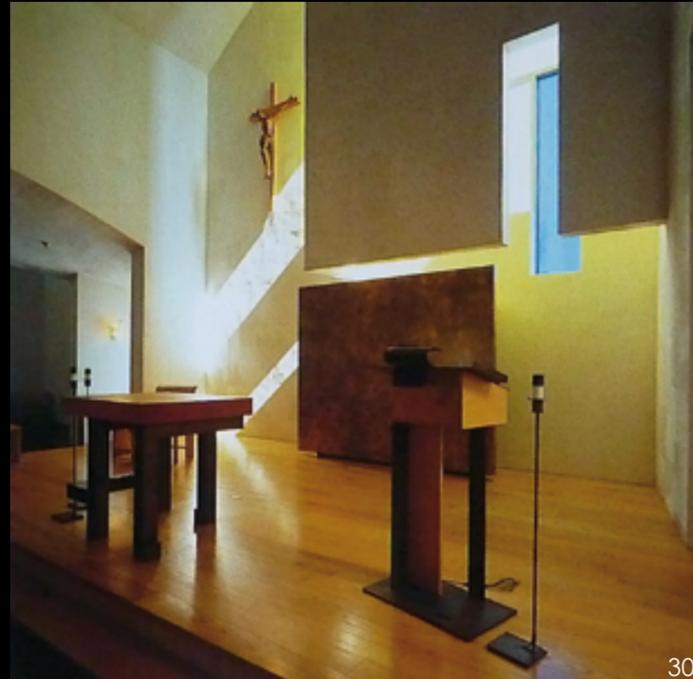
27



28

Capilla de San Ignacio – Steven Holl

Obra caracterizada por la filtración de luz amarilla, el aspecto luminoso aumenta o disminuye según avanza el recorrido solar, dando en el interior un sentido visible del tiempo. Se obtienen diferentes efectos a las diferentes horas del día.



2.1 Análisis Local

En el medio local se han detectado algunos recursos para el manejo de la luz natural y su relación con la expresión del espacio interior; sin embargo la mayoría coincide en presentar criterios de tamizar la luz por medio de pérgolas, rejillas, entirados, entre otros, con un propósito exclusivamente funcional más no expresivo.



En esta vivienda se aplica el tramado de madera con el fin de filtrar la luz para que no sea muy intensa y pueda llegar a quemar las plantas o decolorir las telas de los muebles, el efecto que se consigue es una texturización de luz y sombra sin embargo la intención es únicamente funcional.



En esta vivienda se repite el caso anterior solo que se maneja una esterilla que se puede recorrer en el caso de querer una mayor entrada de luz.



En este caso se realizó una perforación en el tejado con el fin de permitir un poco de paso de luz al espacio para iluminarlo. No se consigue ningún efecto expresivo más que la tonalidad y transparencia de las placas de vidrio.

The image features a teal background. On the left, there are four vertical bars: a wide white bar, a thin purple bar, a thin white bar, and a thin purple bar. On the right, a large white number '3' is partially visible, with its right side cut off. Below the bars, the word 'Experimentación' is written in white, bold, sans-serif font.

Experimentación

3.1 Modelo conceptual

A partir del proceso de investigación se jerarquizan los factores más significativos dentro del área de la iluminación natural y que puedan ser influyentes al momento de obtener efectos expresivos dentro de un espacio.

Se propone un modelo operativo aleatorio basado en un juego de nueve dados, correspondientes a nueve factores que se van a manejar.

Al ser tantos factores se plantea la opción de cambiar los dados en caso de ser necesario o que se presenten incongruencias entre ellos, hasta lograr conseguir el efecto deseado.

Además existe la posibilidad de fijar ciertos dados en el caso de contar con características definidas de un espacio o las demandas de una persona o cliente.



36

La experimentación se realiza en maquetas de 30x30 centímetros o a escala de ciertos espacios. Para facilitar la variación de maquetas y ahorrar material se diseñó un sistema de velcros que permita cambiar con facilidad las texturas y colores.

Se simulan las horas del día manteniendo los ángulos de los rayos del sol.

La luz del sol se simula con un reflector de 500W y para conseguir las intensidades de los distintos tipos de cielo o la tonalidad del atardecer se utilizan filtros de telas o papel.



37

Dado Amarillo: Efecto que se desea conseguir manejando los ocho factores restantes, estos pueden ser: atomización, canalización, velos de cristal, procesión, luminiscencia o silencio ambiental.



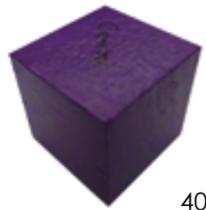
38

Dado Verde: Hora del día en la que se producirá el efecto. 6am, 9am, 12am, 3pm, 5p (en dos caras del dado).



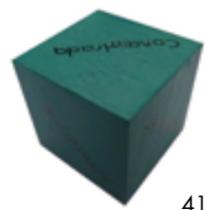
39

Dado azul oscuro: Época del año, posición A,B o C (como se explica en el cuadro a continuación). Se repiten dos veces cada opción en el dado.



40

Dado morado: ingreso de luz, las perforaciones por las que entraran los rayos de luz al espacio. Lateral, Cenital, Piso, Combinada, dos entradas, tres entradas (seleccionadas según conveniencia).



41

Dado turquesa: tipo de luz que se desea proyectar. Difusa o Concentrada.

Dado azul: tipo de cielo, este variará la intensidad de la luz que ingrese. Cielo despejado, Cielo parcialmente nublado, Cielo nublado. (Se repite cada opción en dos caras del dado).



42

Dado Naranja: Material en el que se reflejará la luz. Absorbente, transparente, reflectivo (Se repite cada opción en dos caras del dado).



43

Dado rojo: Color de las superficies en el que se reflejara la luz. Tonos fríos, tonos cálidos, tonos neutros. (Se repite cada opción en dos caras del dado).



44

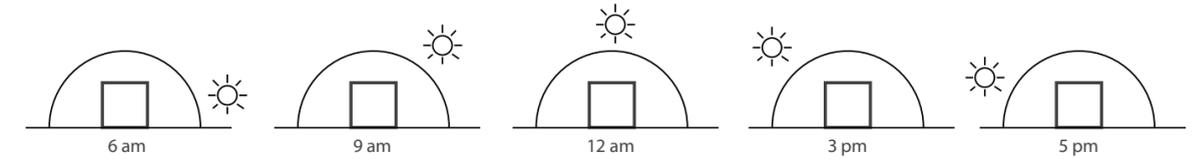
Dado fucsia: Orientación de las perforaciones, norte, sur, este, oeste, repitiéndose las dos últimas en dos caras del dado.



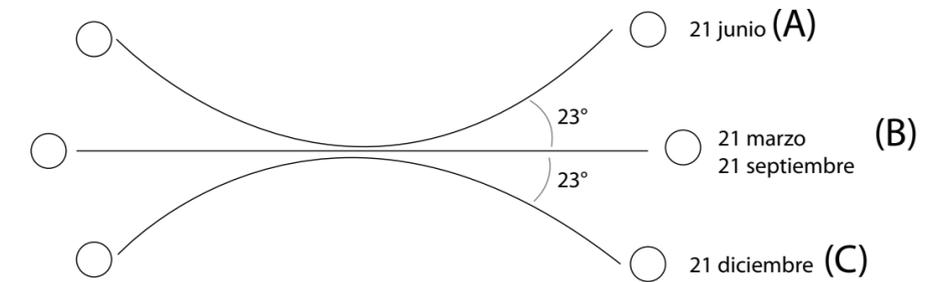
45

Simbología

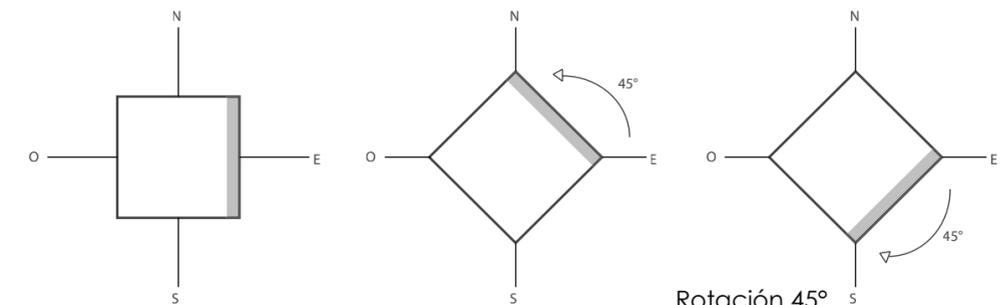
Hora simulada en la que fue tomada la fotografía. Hora: 6am, 9am, 12am, 3pm o 5pm.



Posición del Sol en solsticio o equinoccio simulados en la que fue tomada la fotografía. Posición A, B o C.



Orientación de la perforación que permite el ingreso de luz de cada maqueta de experimentación.



Rotación 45° de la posición original de la maqueta.

3.1 Medición de lúmenes

CIELO DESPEJADO 12am

950 Candelas — 100 %

18 Candelas — x

950 Candelas = 12,222 lúmenes

x = 1.8%

REFLECTOR A 1.5m

193.68 — 1.8 %

x — 100%

18 candelas = 193.68 lúmenes

x = 10,760

Relación de la realidad de 1.8%

Se realizó una medición de lúmenes a las 12 del día que es la mayor intensidad que se consigue del sol, y del reflector que solo tiene una intensidad a 1.5 metros de distancia.

Se realizó una regla de tres para determinar la escala a la que se trabaja, en la segunda regla de tres se demuestra la proximidad en lúmenes a la luz real en una escala de 1.8%.

3.3 Experimentación de variables

FIJO



45

Orientación



40

Ingreso de luz



37

Efecto



41

Tipo de luz

VARIABLE



39

Época del año



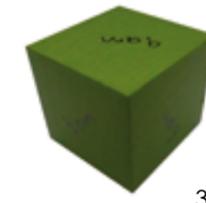
43

Material



44

Color



38

Hora

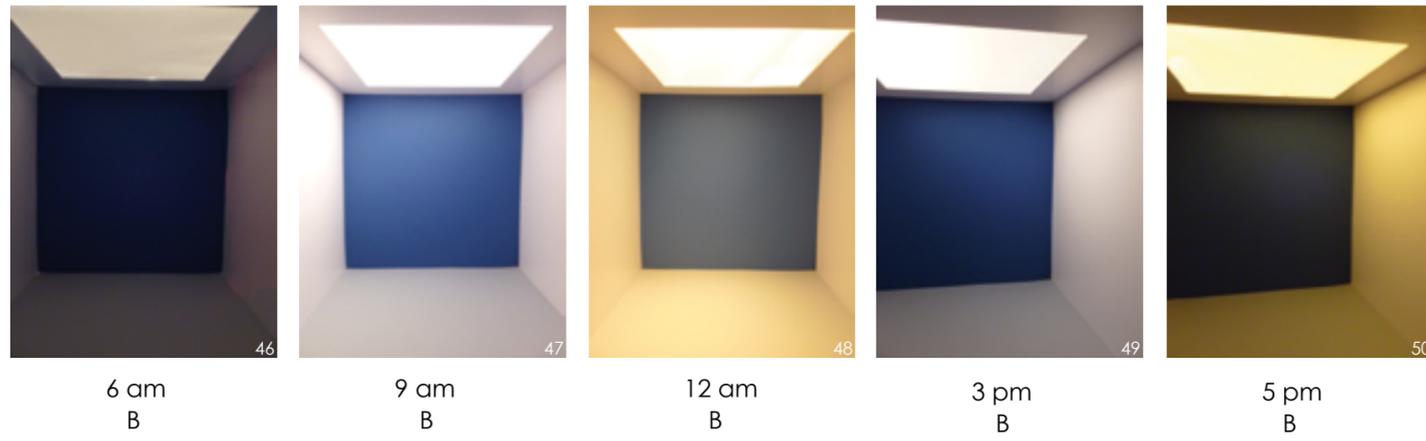
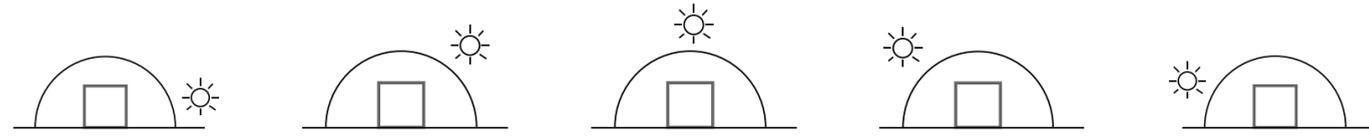
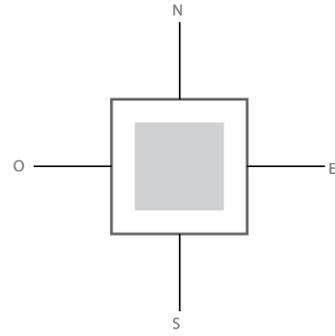


42

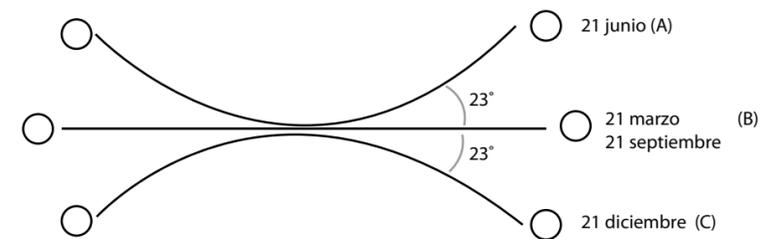
Tipo de cielo

Esta experimentación tiene como fin descubrir la mayor cantidad de efectos posibles al experimentar con un juego libre de variables que consiste en lanzar una vez el dado y cambiar el segundo grupo de dados hasta conseguir el efecto deseado o ver las diferencias que se puedan obtener.

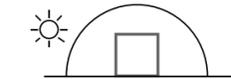
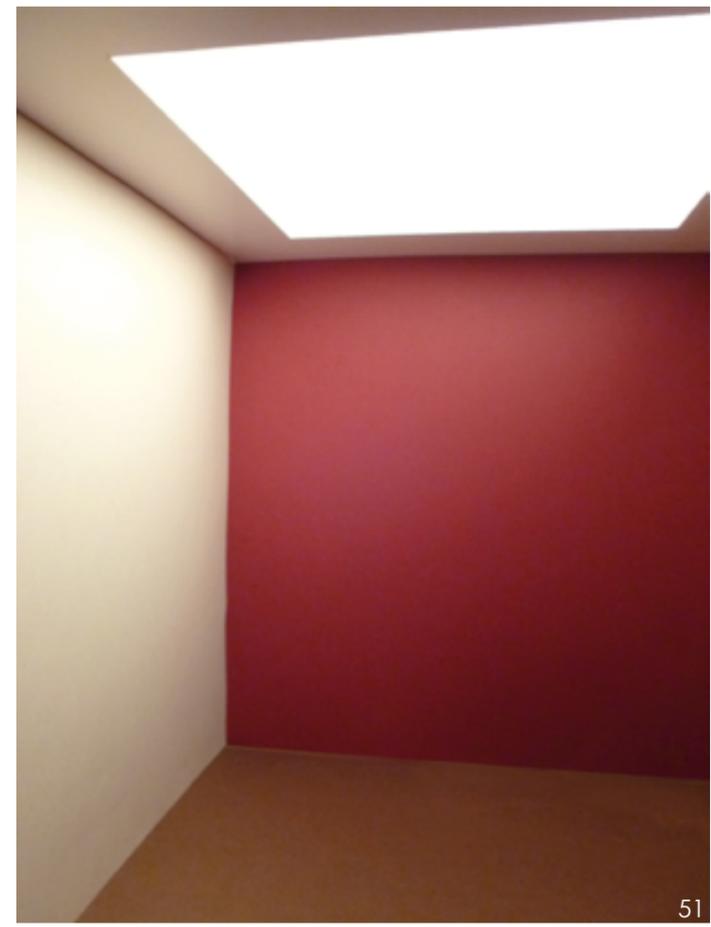
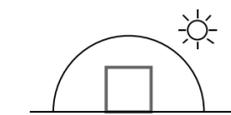
Silencio ambiental
 Cenital
 Uniforme
 Norte
 Tonos Fríos
 Material absorbente



Se puede observar el recorrido del sol en las distintas horas, y como se produce un mayor reflejo en una pared a una hora, y en la pared contraria a otra hora. En el transcurso del día se mantiene el mismo efecto solo con una variación de intensidad de la luz.

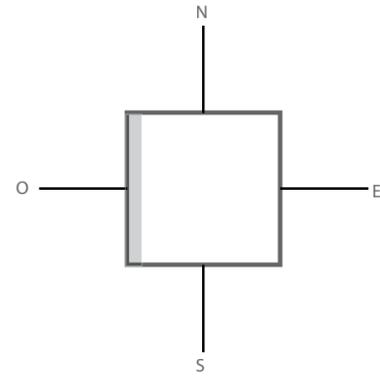


Tonos cálidos

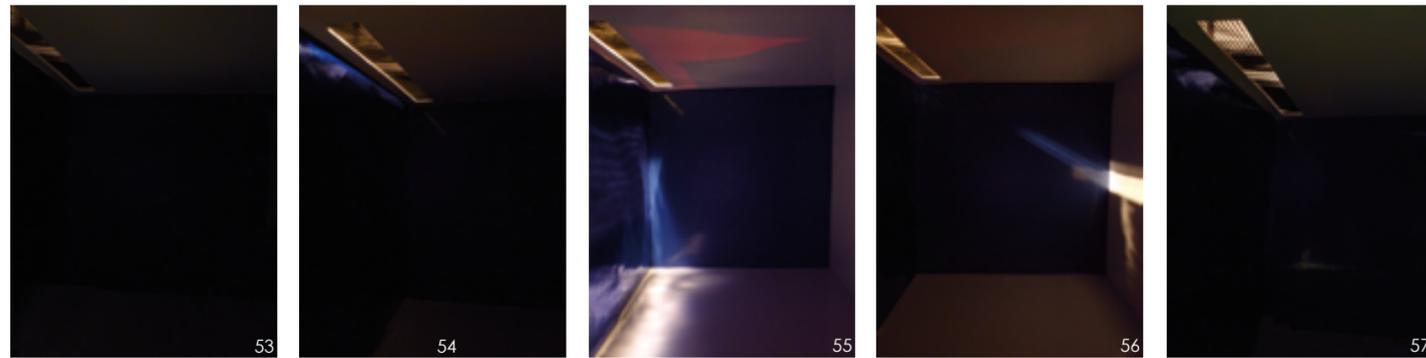
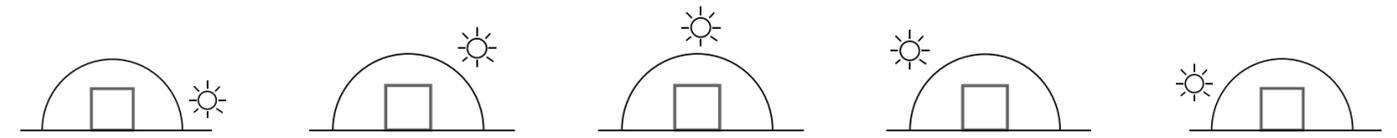
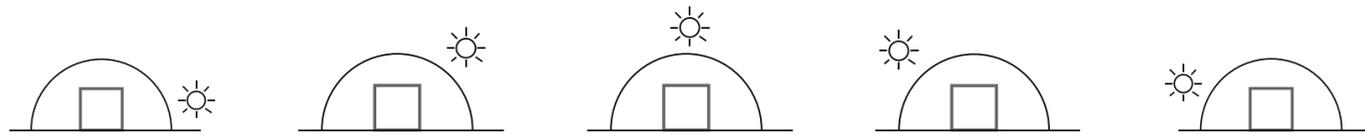
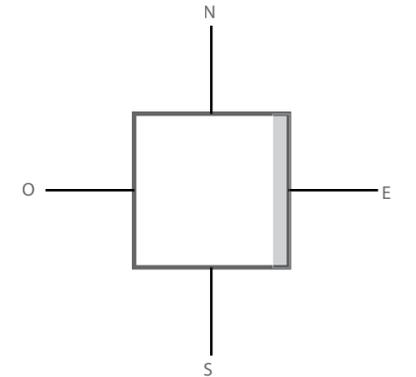


Se realizó la prueba con tonos cálidos para ver la diferencia expresiva, es un ambiente que brinda más confort y puede ser aplicado en un dormitorio, mientras que con tonos fríos se produce un efecto más sobrio que se puede utilizar para un espacio de trabajo.

Atomización
 Cenital
 Oeste
 Concentrada
 Tonos Fríos
 Material Reflectivo



Canalización
 Uniforme
 Lateral
 Este
 Reflectivo
 Tonos Cálidos

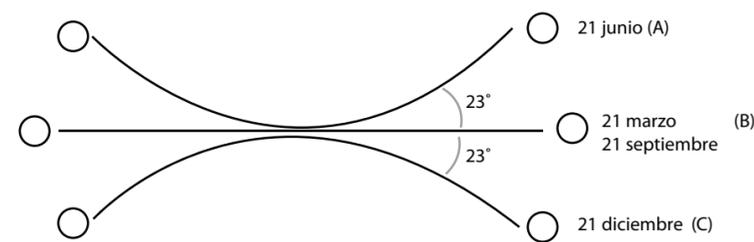


6 am B
 9 am B
 12 am B
 3 pm B
 5 pm B



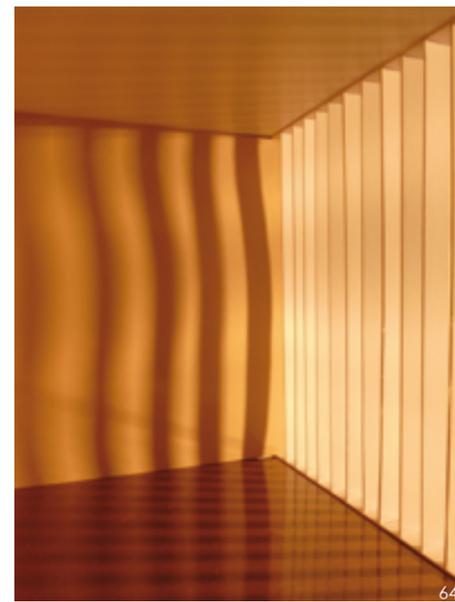
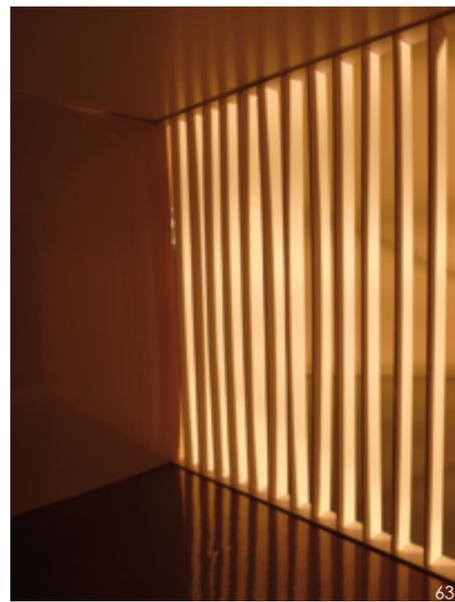
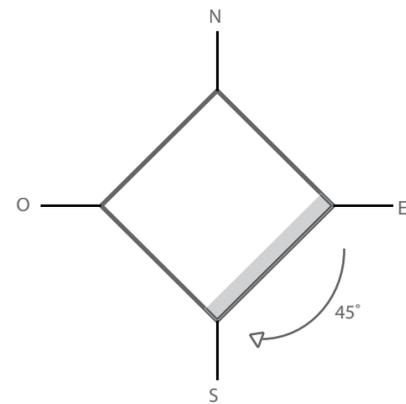
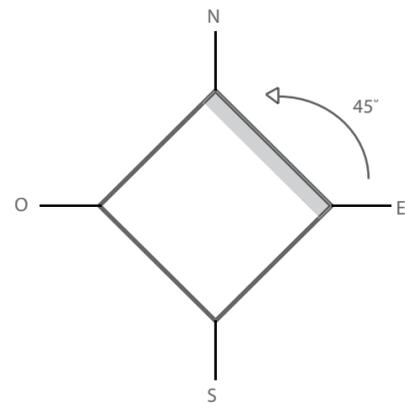
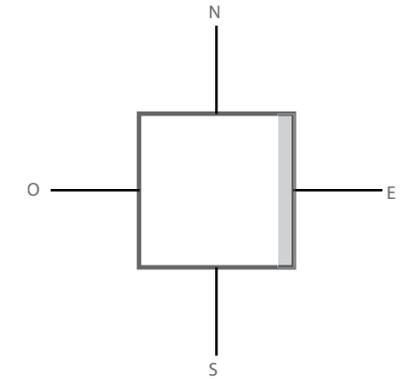
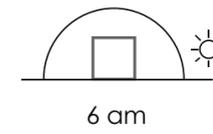
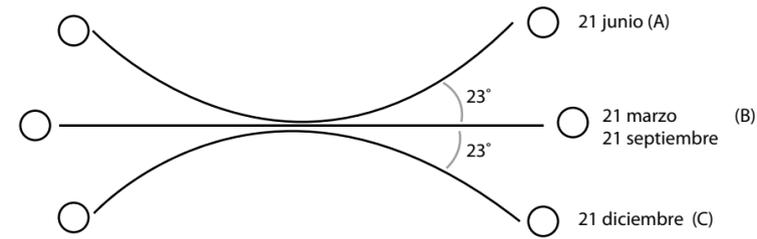
6 am B
 9 am B
 12 am B
 3 pm B
 5 pm B

Con este grupo de variables no se consigue un efecto favorable para ser aplicado en una vivienda ya que no permite el paso de una cantidad suficiente de luz. Aun así se tomaron las fotografías para observar la proyección de luz y descubrir que los efectos más visibles se presentan a las 12am y 3pm.

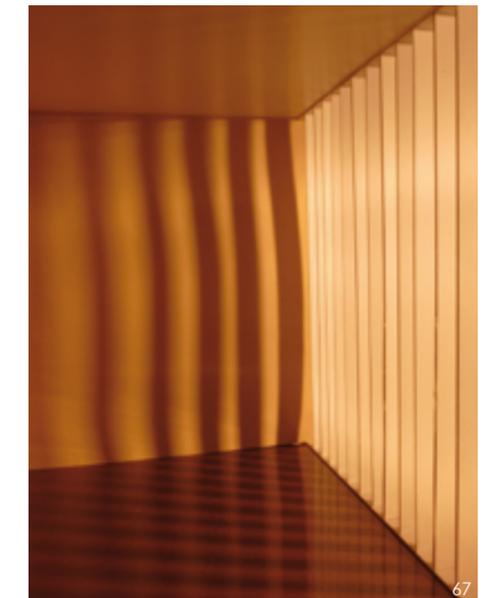
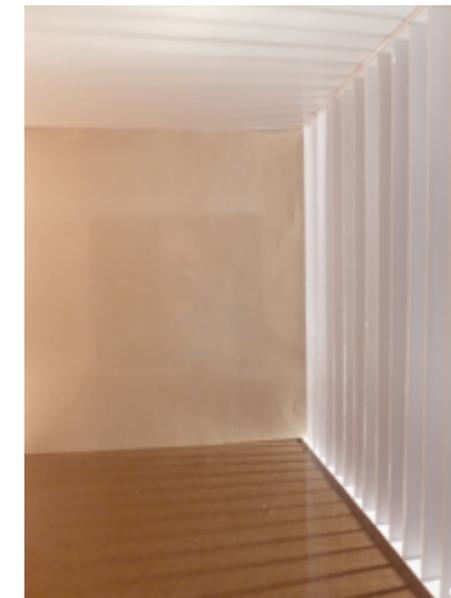
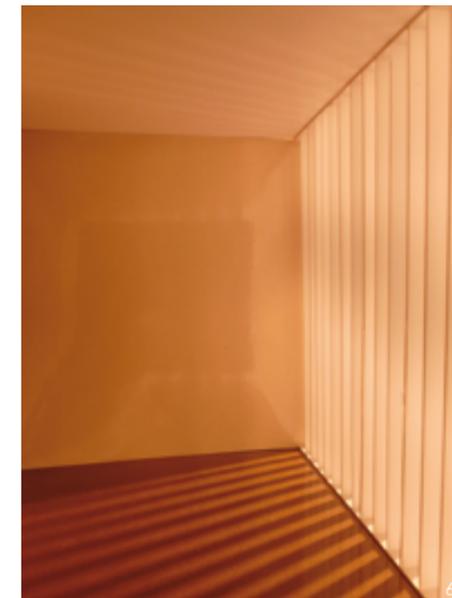


Esta es una de las maquetas que mas aportó en la experimentación, este conjunto de variables permiten múltiples efectos en todas las horas y posiciones del sol.

En las fotos que se observan se muestra una proyección del movimiento de los rayos que inciden en el espacio y como cambian la expresión del mismo en cuanto a luz- sombra y tonalidad obtenida.

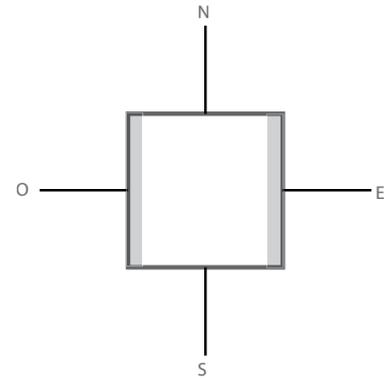


Se experimentó en una misma posición solar rotando la maqueta 45° en los dos sentidos para ver la diferencia de los rayos solares que inciden en el espacio, en la primera imagen chocan perpendicularmente contra las lamas por lo que solo se proyecta la luz en el piso, mientras que en la segunda imagen los rayos pasan a través de las lamas y crean un espacio distinto.

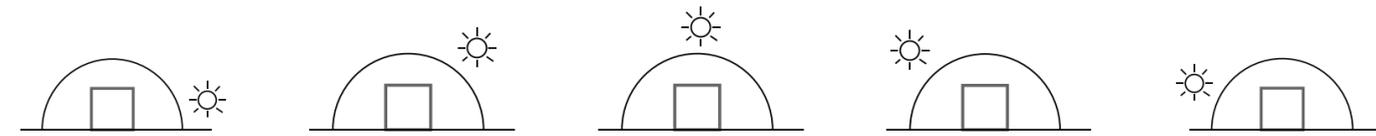
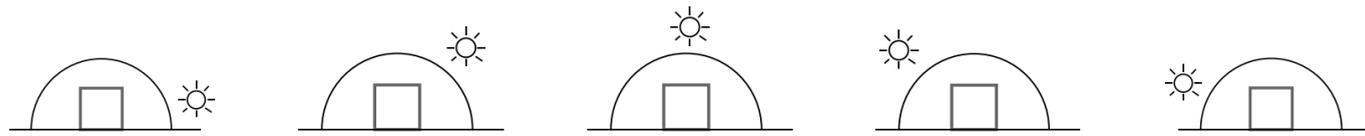
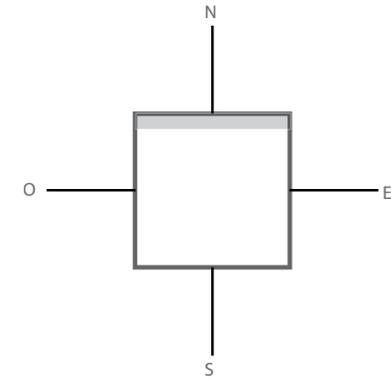


En estas tres fotos se puede observar la diferencia de los rayos que se proyectan en las tres distintas posiciones solares. En la primera y segunda se proyectan solo sobre el piso y el cielo raso, mientras que en la tercera los rayos inciden también en la pared del fondo.

Luminiscencia
 Concentrada
 2 entradas (cenitales)
 Este - Oeste
 Absorbente
 Tonos Neutros



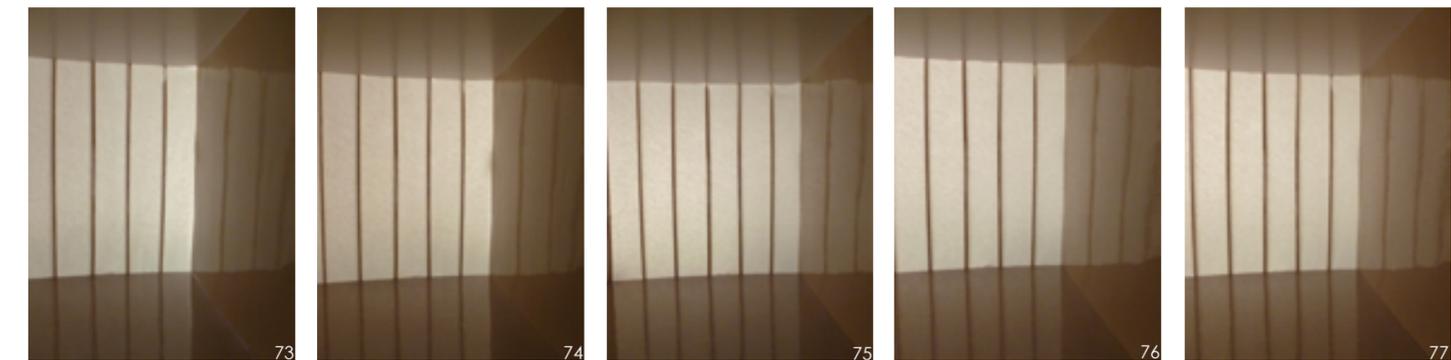
Velos de Cristal
 Reflectivo
 Tonos Cálidos
 Uniforme
 Norte
 Frontal



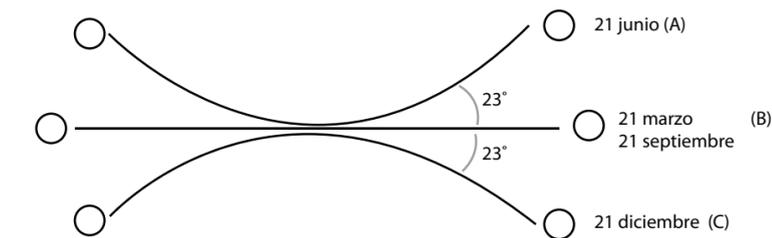
6 am B
 9 am B
 12 am B
 3 pm B
 5 pm B

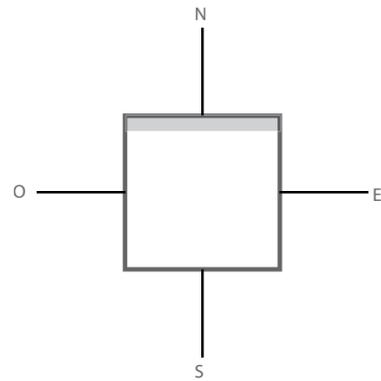
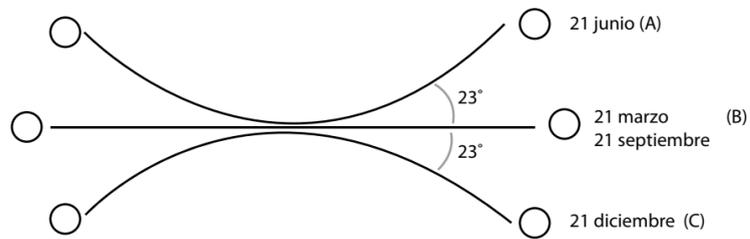
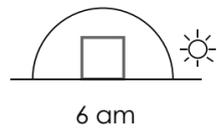
En esta maqueta se puede apreciar claramente como varía la incidencia de la luz conforme transcurren las horas del día, a las 6am apenas se iluminan las perforaciones, a las 9am se proyecta la luz sobre la una pared lateral, a las 12 am los rayos inciden perpendicularmente creando un baño de luz sobre las dos paredes, a las 3pm y 5pm se proyectan los rayos en la pared contraria pero con distintos ángulos.

En este caso no se consigue una variación de efectos, a todas las horas se produce el mismo reflejo de luz, esto se debe a que en ningún momento los rayos inciden directamente a la perforación, al estar el sol en la posición B los rayos solo pegan en las dos paredes laterales.

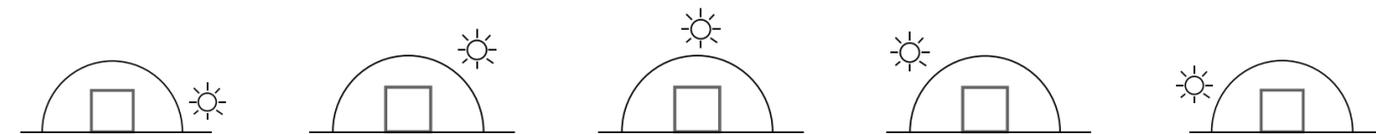
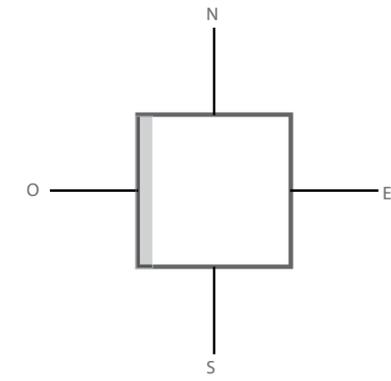


6 am B
 9 am B
 12 am B
 3 pm B
 5 pm B

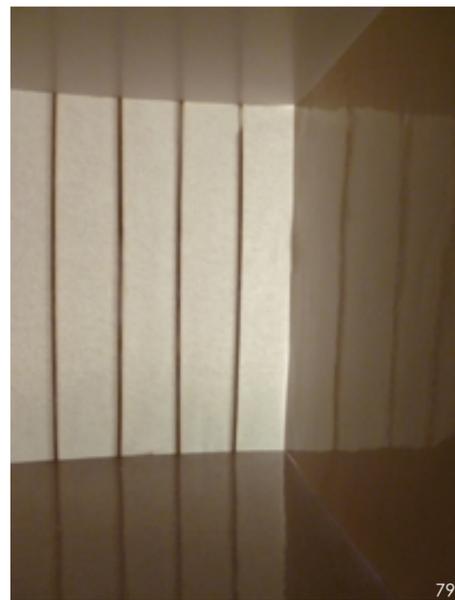




Canalización
Tonos Cálidos
Uniforme
Lateral
Oeste
Absorbente



A

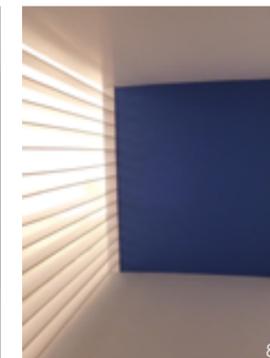


B

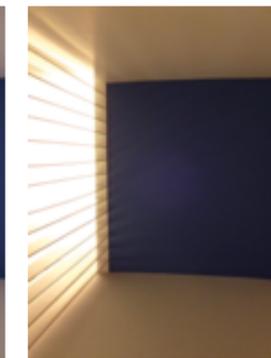
Se puede observar que al cambiar a la posición A a la perforación se consigue un efecto más luminoso pero aun así las sombras se proyectan en la misma dirección, esto se debe a que el material translucido no permite un paso de una gran cantidad de luz. Este efecto sin embargo podría ser de gran utilidad para un espacio que se desee que sea calmado pues no se producirá una diferencia de luz y sombra muy pronunciada.



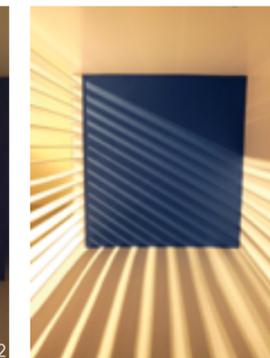
6 am
B



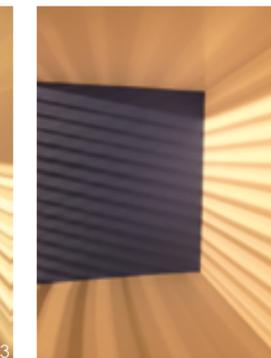
9 am
B



12 am
B

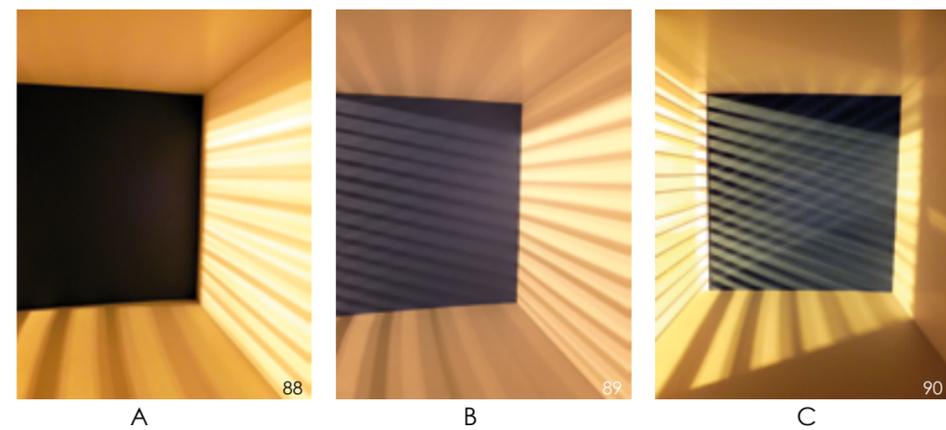
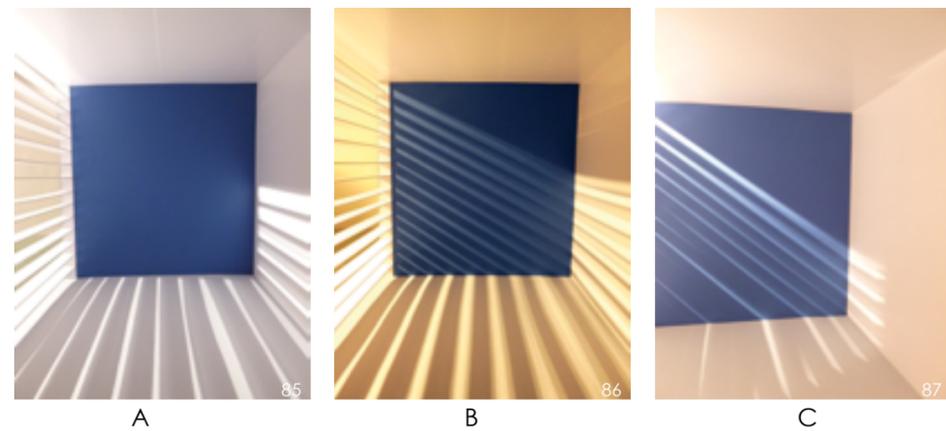
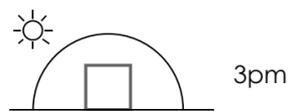
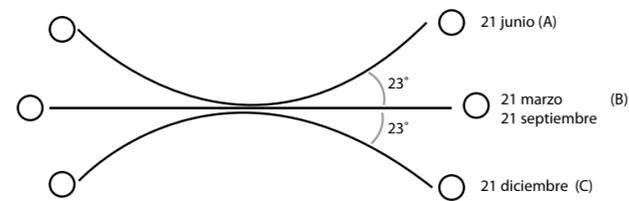


3 pm
B



5 pm
B

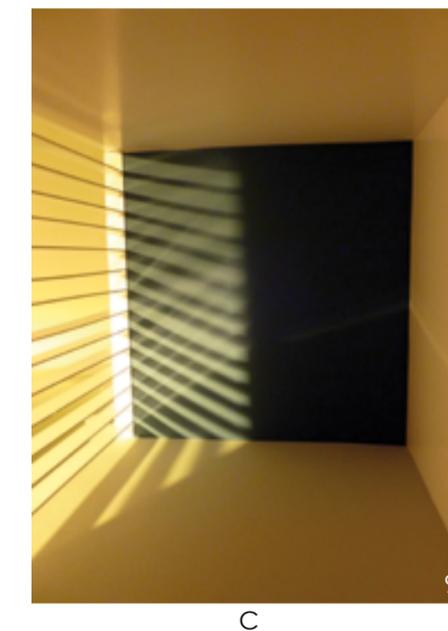
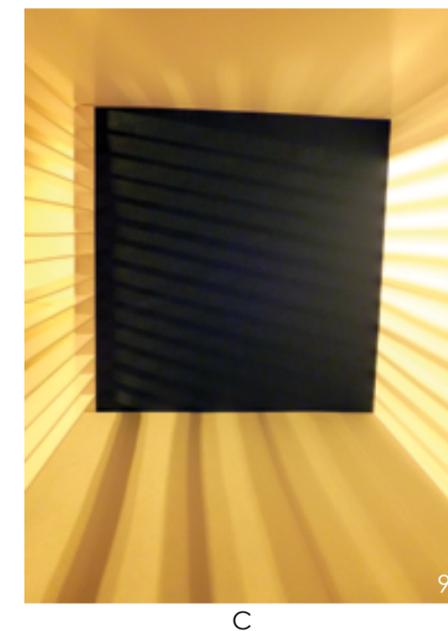
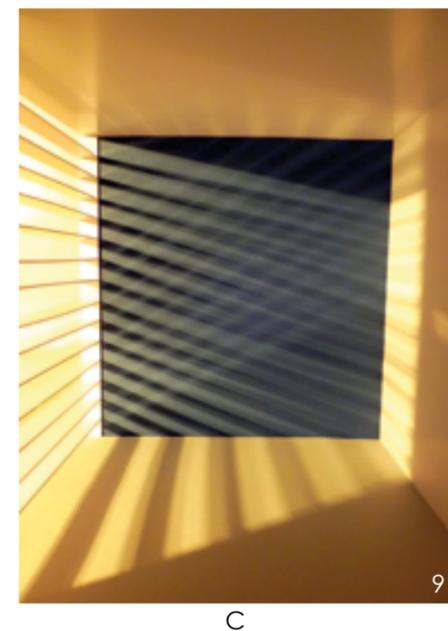
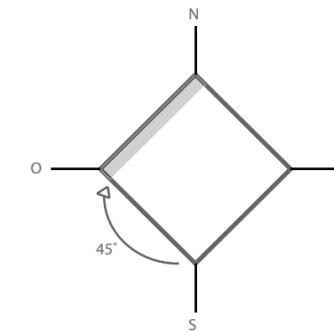
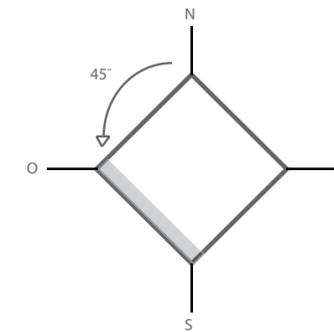
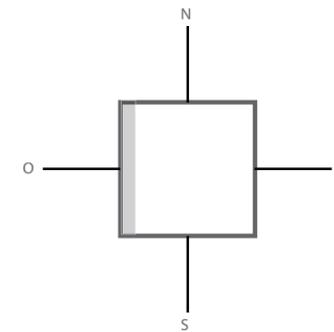
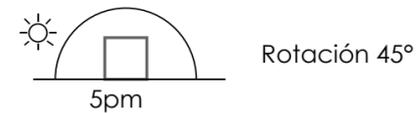
Aquí se puede observar una notoria procesión de la luz, desde las 6 y 9 y 12 am que únicamente se ilumina uniformemente el espacio en distintas intensidades mientras que a las 3 de la tarde se produce una fuerte diferencia entre luces y sombras proyectadas sobre piso y paredes en un mismo ángulo, a las 5 pm se consigue el mejor efecto pues los rayos inciden en el espacio en dos direcciones al reflejarse sobre las lamas y creando así un tramado de sombras en la pared posterior.



Se realizó una toma secuencial a una misma hora (3pm) en las distintas posiciones del sol A,B y C, de esta manera se puede observar como varía el efecto lumínico en un mismo espacio, con la misma orientación y la misma perforación.

Es muy claro como en la posición A la pared posterior no recibe ningún rayo de luz, en la posición B se consiguen líneas paralelas y en la posición C Las mismas líneas pero de menor longitud pues la pared las corta.

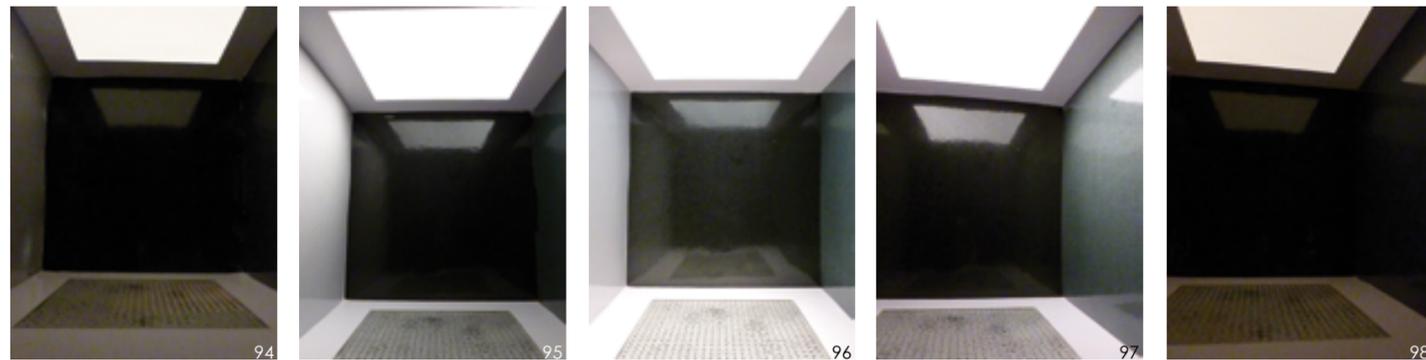
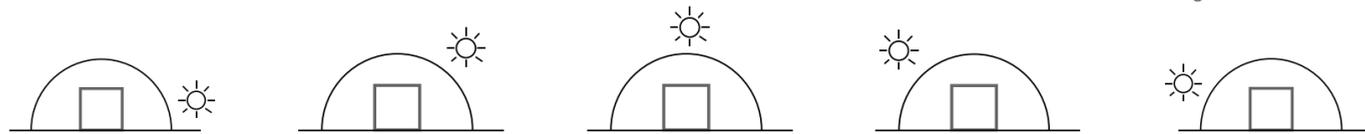
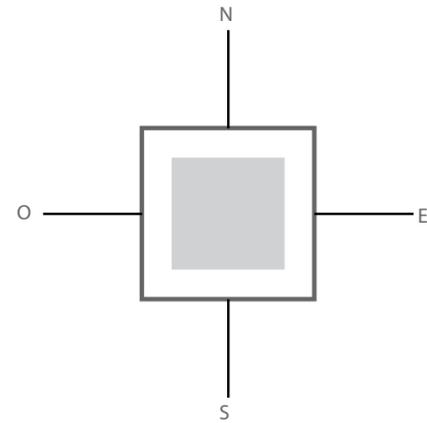
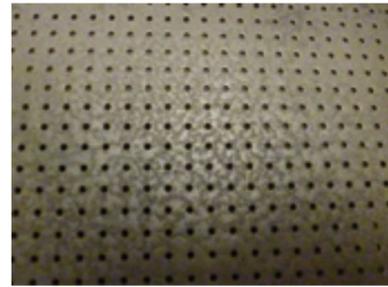
Se realizó lo mismo simulando las 5pm, y se consiguió una mayor diferencia, en la posición A no se texturiza la pared posterior, en la posición B se consiguen las líneas paralelas y en la posición C el tramado, pero con una sombra que corta los rayos debido a la interferencia de la pared frontal.



En este caso se puede observar como manteniendo la misma posición solar y hora del día, y rotando a la maqueta 45 ° en cada sentido varía la incidencia de luz dentro del espacio y por ende varía el efecto dentro del mismo.

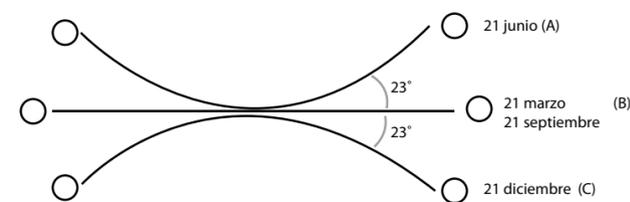
En la primera fotografía se produce un corte de los rayos por interrupción de la pared frontal, sucede lo mismo en la tercera imagen pero en este caso el corte pega en la mitad de la pared posterior.

Atomización
Tonos neutros
Uniforme
Cenital – piso
Reflectivo

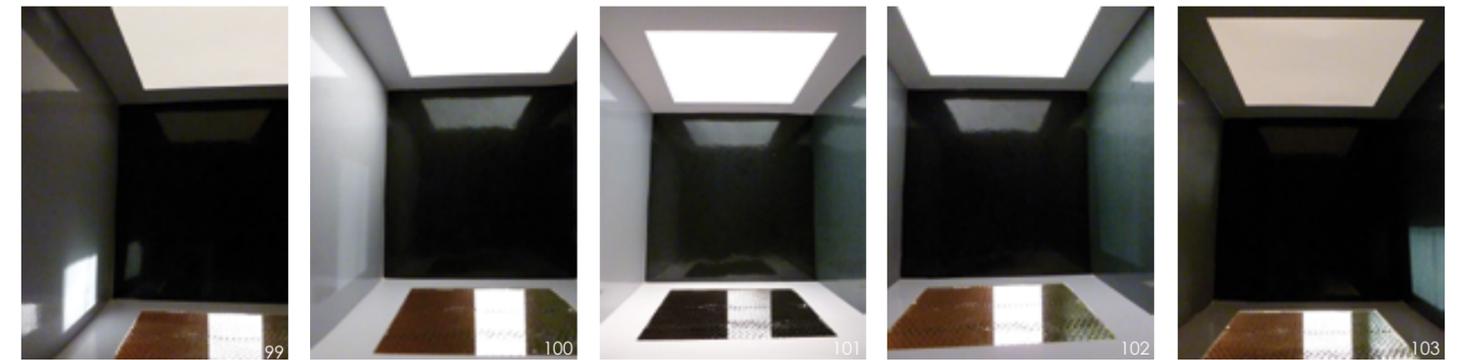
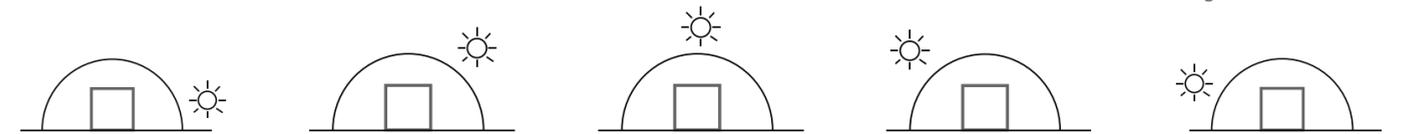
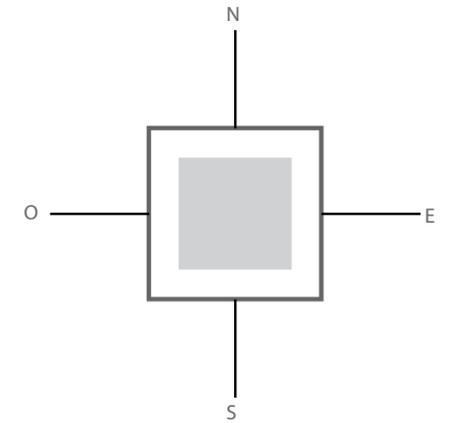
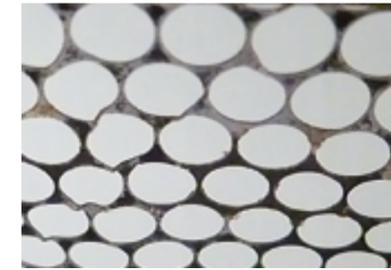


6 am B
9 am B
12 am B
3 pm B
5 pm B

En este caso no se consiguió el efecto deseado pues el material no permitía el paso de luz suficiente desde el piso, aun así la perforación cenital era suficiente para iluminar el espacio.



Atomización
Tonos neutros
Uniforme
Cenital – piso
Reflectivo

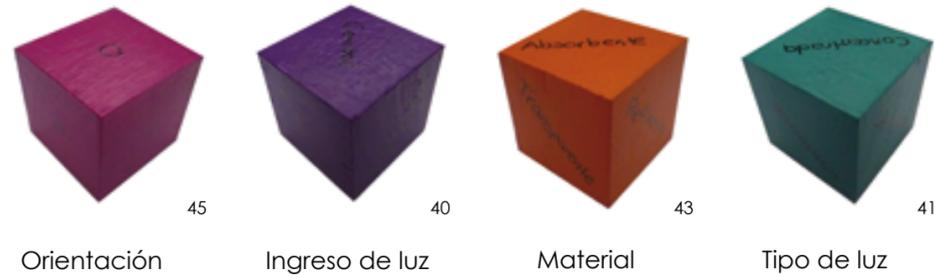


6 am B
9 am B
12 am B
3 pm B
5 pm B

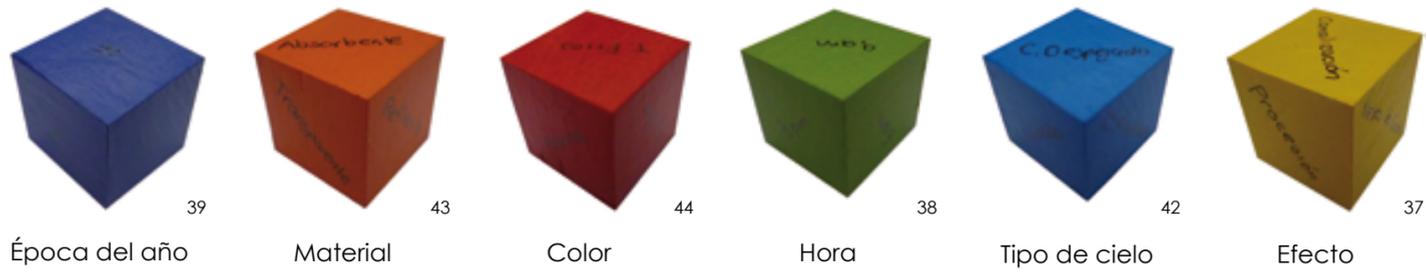
Se repitió la experimentación cambiando el material del piso, se consigue una ligera atomización en las paredes laterales y también se permite una visibilidad al piso inferior que en este caso son los parantes de la maqueta. Es un efecto atractivo pero que puede resultar demasiado fuerte y llegar a cansar pronto; en el caso de ser aplicado a una vivienda, podría aplicarse en un área de paso como un corredor o un pasillo, o una área que no se utilice diariamente.

3.4 Experimentación condicionada

FIJO

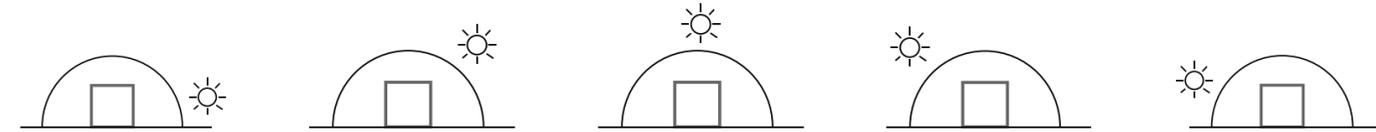
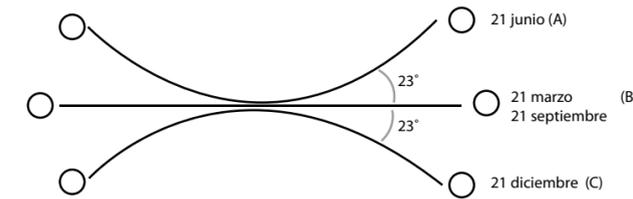
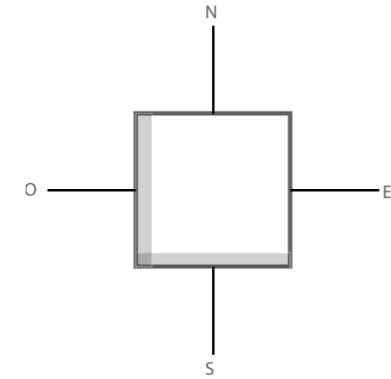


VARIABLE



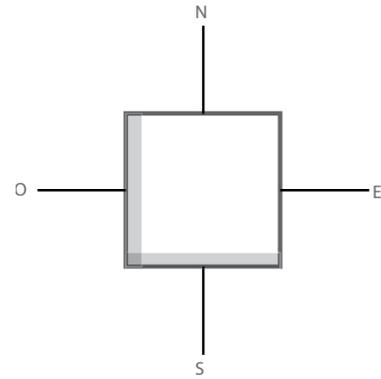
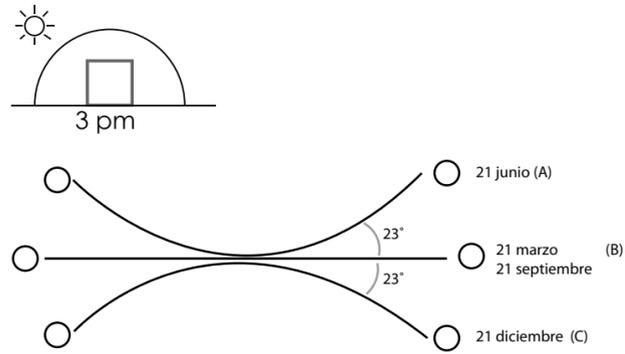
Este tipo de experimentación tiene como fin demostrar la aplicabilidad del proyecto, tomando espacios reales de viviendas de la ciudad y manteniendo su posición, entradas de luz, obstáculos de los rayos como aleros, edificaciones cercanas, etc. El material puede ser un factor variable pues abra casos en los que se pueda recubrir el espacio. El color se considera una variable pues es una modificación viable. Se juega con hora, posición del sol y tipos de cielo en busca de un efecto para descubrir las posibilidades que tiene ese espacio.

Dormitorio
 Dos entradas
 Lateral – frontal
 Orientación fija
 Tonos Cálidos
 Material absorbente
 Procesión – Silencio Ambiental

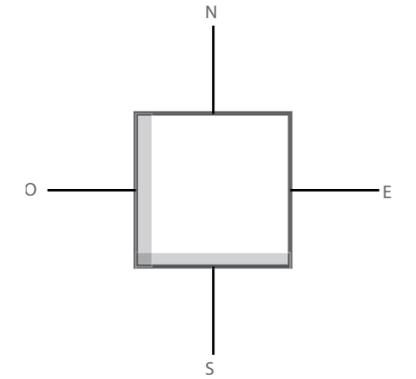


Se realizó una maqueta a escala de un dormitorio, manteniendo sus entradas de luz, posición e interrupciones de los rayos (en este caso los aleros de la casa). Se puede observar la procesión de la luz, como a las 6, 9 y 12 se consigue el mismo efecto, pero a las 3 y 5pm inciden rayos de luz al espacio los cuales

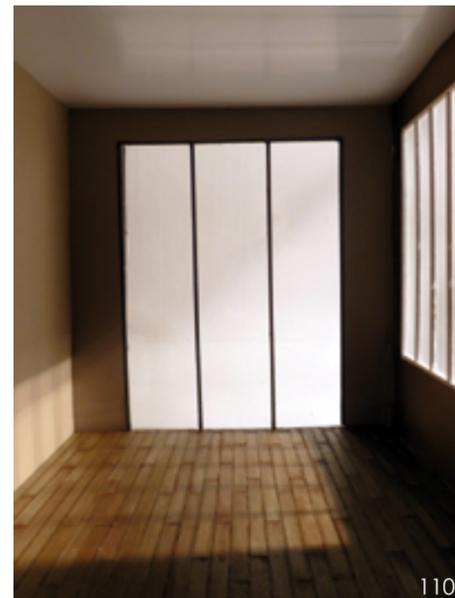
le dan calidez y varían su aspecto visual. Se simuló una textura de madera para el piso y se aplicó tonos cálidos para obtener un efecto tenue y que pueda brindar confort ya que se trata de una área de descanso.



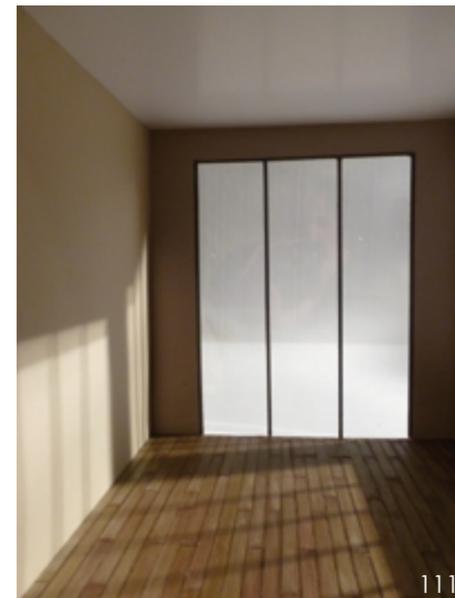
Dormitorio
 Dos entradas
 Lateral – frontal
 Orientación fija
 Tonos Cálidos
 Material absorbente
 Procesión – Silencio Ambiental



A

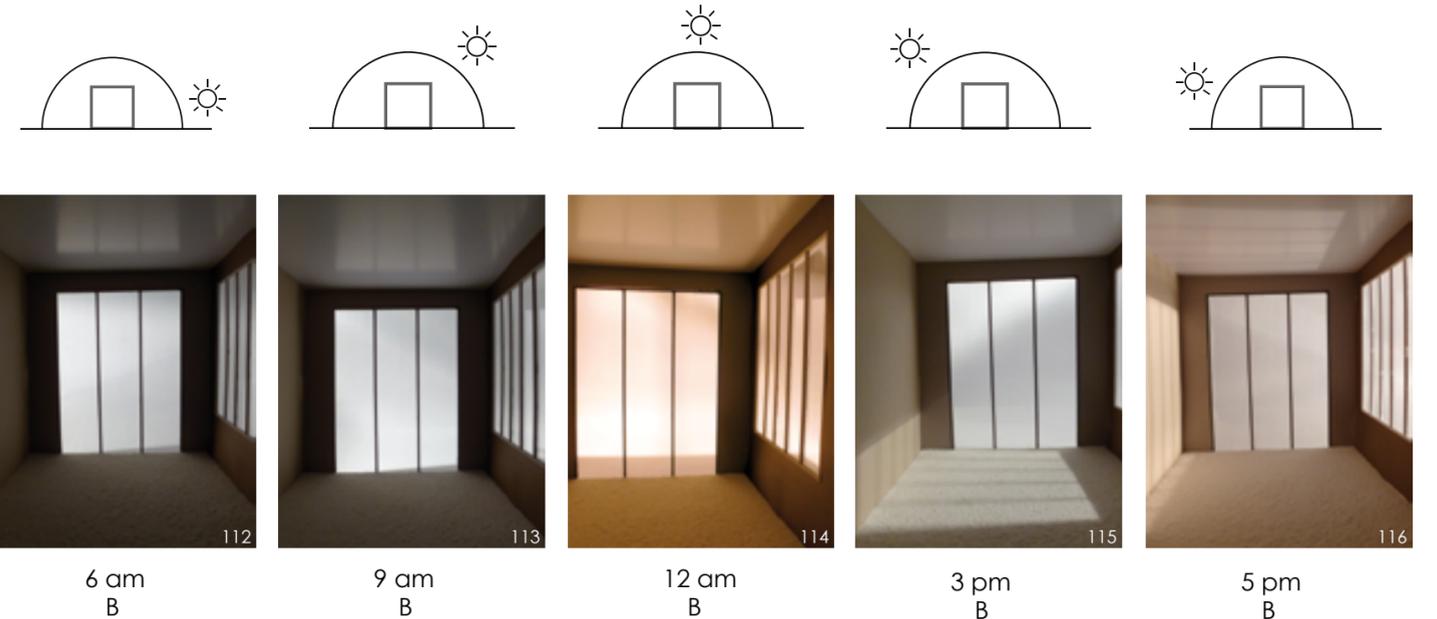


B



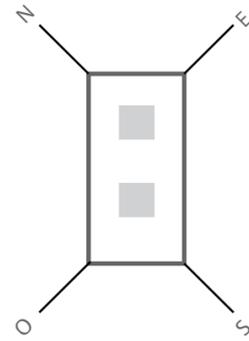
C

Se simuló las tres épocas del año a las 3pm que es una hora en la que se consigue un efecto lumínico. Se puede observar como la proyección de la luz varía, en la posición A la luz se distorsiona hacia un lado, en la posición B los rayos inciden perpendicularmente contra la pared lateral y se reflejan de igual manera en el cielo raso, y en la posición C se produce proyección de luz desde las dos entradas.

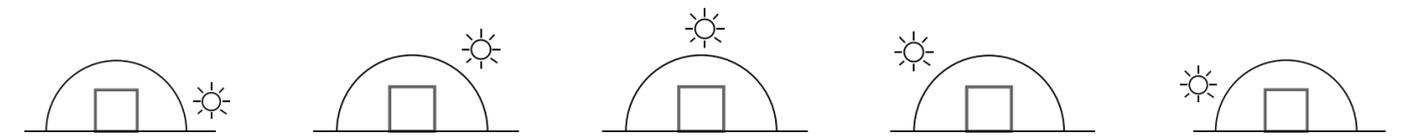
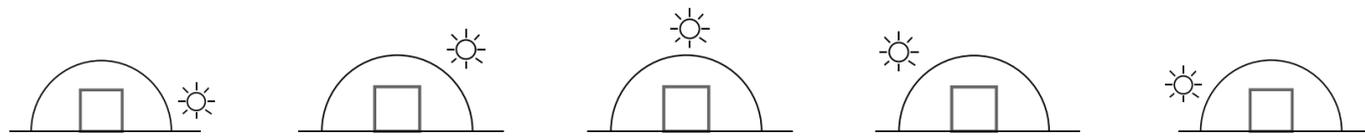
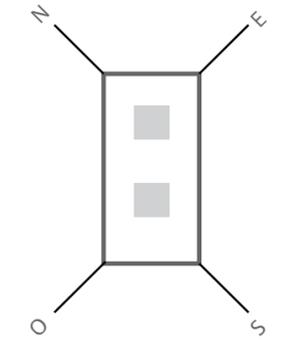


Se puede observar como tan solo al cambiar la textura del piso (simulando alfombra blanca), se consigue un efecto visual distinto, se consigue un espacio mucho más pasivo y claro. La incidencia de los rayos de luz se mantiene.

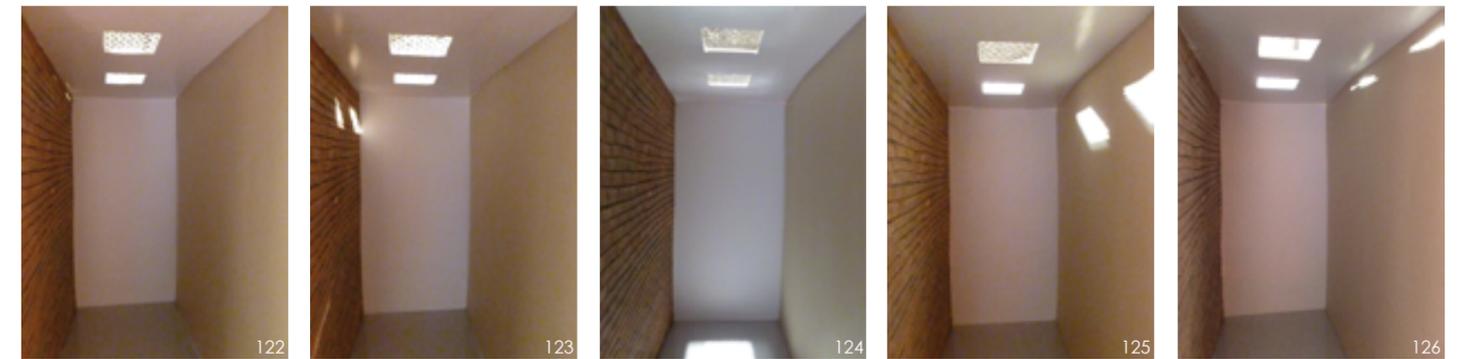
Lavandería
 Cenital
 Orientación fija
 Tonos Cálidos
 Material Absorbente (Ladrillo)
 Procesión - Luminiscencia



Lavandería
 Cenital
 Orientación fija
 Tonos Cálidos
 Material Absorbente (Ladrillo)
 Procesión - Atomización



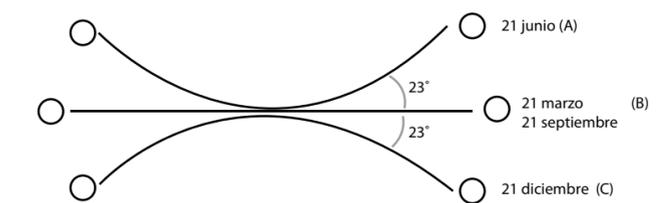
6 am B
 9 am B
 12 am B
 3 pm B
 5 pm B



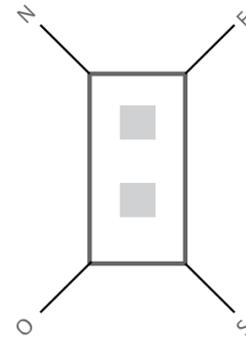
6 am B
 9 am B
 12 am B
 3 pm B
 5 pm B

En este caso se obtiene un efecto lumínico en todas las horas, se puede observar una clara procesión de la luz. Pero los resultados mas adecuados son a las 12am en el cual se consigue una suficiente iluminación para las funciones que se realizan en ese espacio por lo que no sería necesario complementar con iluminación artificial. A las 3 pm también se ilumina bastante el espacio pero si se requeriría del complemento de la iluminación artificial.

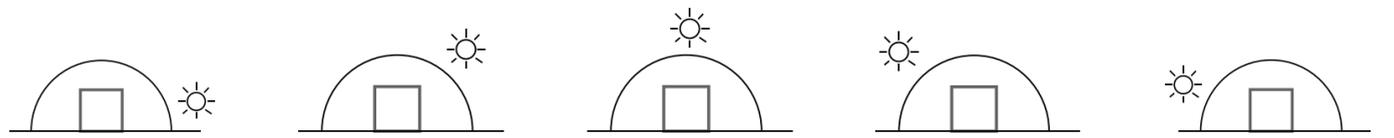
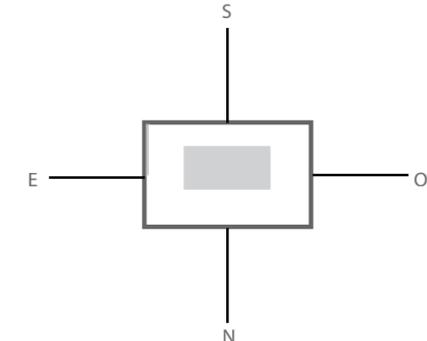
Se realizó el mismo proceso solo cambiando la textura en las entradas de luz por una malla con el fin de conseguir un efecto de atomización, sin embargo el efecto no es muy notorio sobre la pared de ladrillo pues se pierde en la textura.



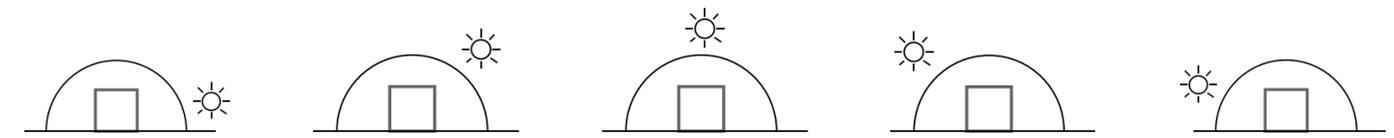
Lavandería
 Cenital
 Orientación fija
 Tonos Cálidos
 Material Absorbente (Liso)
 Procesoión - Atomización



Baño
 Cenital - Lateral (este)
 Orientación fija
 Material Reflectivo
 Tonos Fríos
 Procesoión - Silencio ambiental

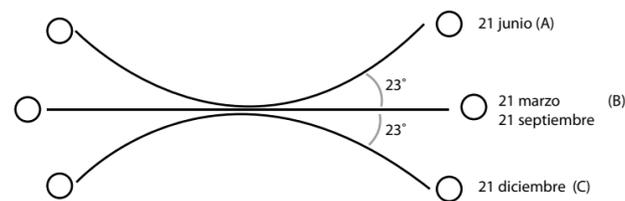


6 am B 9 am B 12 am B 3 pm B 5 pm B



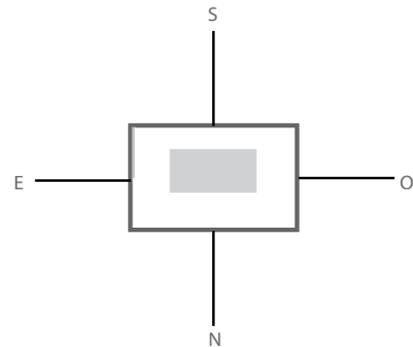
6 am B 9 am B 12 am B 3 pm B 5 pm B

Se mantuvo la textura de malla en las perforaciones y se cambio la textura de la pared de ladrillo por una lisa, con este cambio ya se obtiene el efecto atomizante. Al ser la pared de un tono mas claro se ilumina un poco mas todo el ambiente pues refleja mas los rayos de luz, al contrario de la textura de ladrillo que los absorbe.

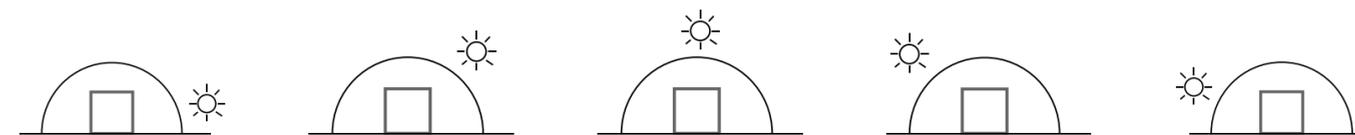
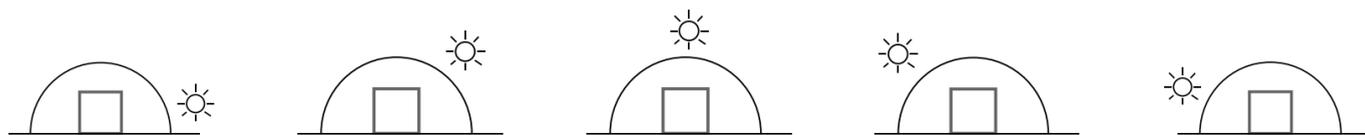
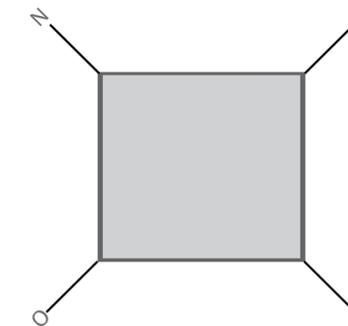


En este caso con el fin de obtener un efecto de silencio ambiental se cubrieron las perforaciones con un material translucido que permita el paso de luz pero que a la vez no permita la visibilidad de un lado a otro por cuestión de privacidad con la vivienda anexa. Se consiguió el efecto deseado, en el caso de las 6, 9 y 12 am es el mismo solo con variación de intensidad, a las 3 de la tarde es ideal pues ingresa la luz por las dos perforaciones y es cuando mas claro es el ambiente. En todas las imágenes se consigue un reflejo sobre las paredes debido al material reflectivo aplicado.

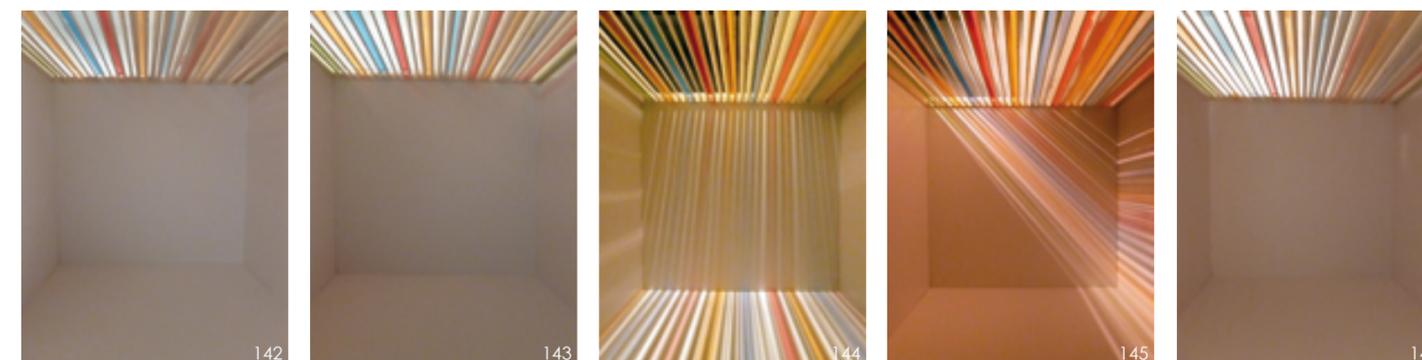
Baño
 Cenital – Lateral (este)
 Orientación fija
 Material Reflectivo
 Tonos Fríos
 Procesoión – Atomización



Patio
 Cenital
 Orientación fija
 Tonos neutros
 Material absorbente
 Procesoión – Canalización

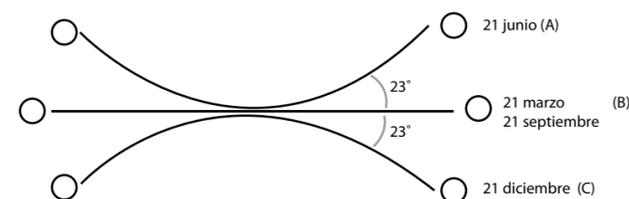


6 am B
 9 am B
 12 am B
 3 pm B
 5 pm B

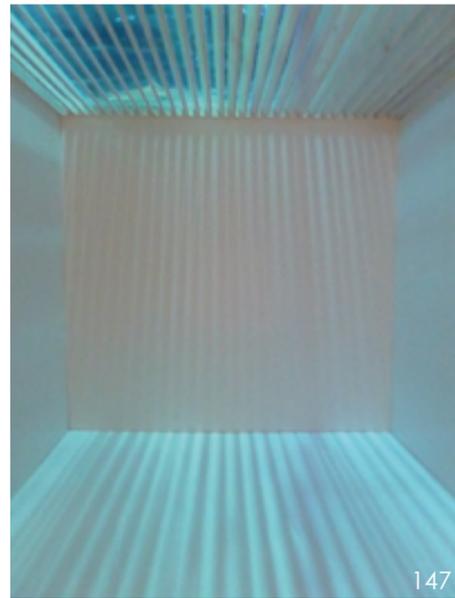
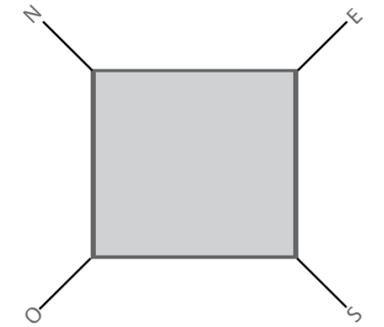
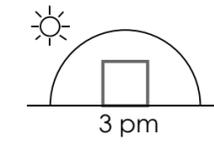
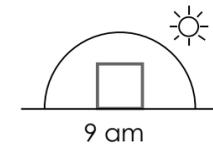
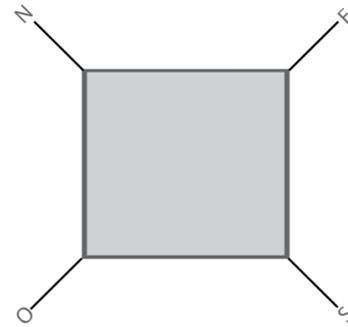
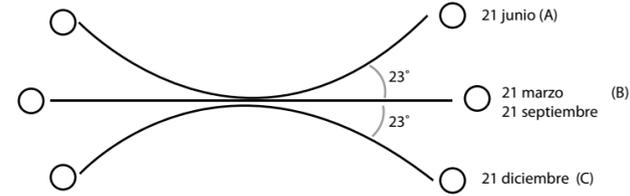
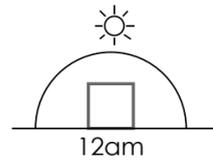


6 am B
 9 am B
 12 am B
 3 pm B
 5 pm B

En este caso se mantuvo el material en la perforación lateral y se cambió únicamente el de la perforación cenital con el fin de conseguir una variación expresiva. La mayor diferencia se obtiene a las 12 am en la cual se nota una clara atomización sobre el piso, esto le da un mayor dinamismo al espacio.



En este espacio se tomó la resolución de lamas inclinadas de madera que es lo que se aplica en la mayoría de viviendas de Cuenca, puesto que en este patio se colocarían plantas y estas requieren de una filtración de luz. Para variar el efecto expresivo se colocó un material translúcido de diferentes colores, se obtuvo un resultado muy llamativo sobre todo a las 12am y 3pm, este es un efecto que puede llegar a cansar con el tiempo por lo que el material aplicado debería ser de fácil remplazo.



B



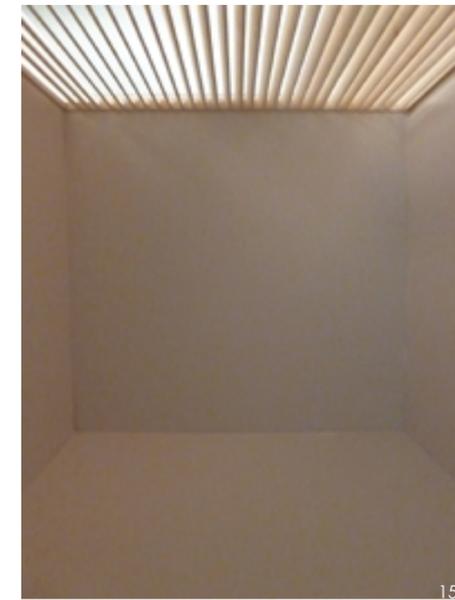
B



B

Se realizó una variación jugando únicamente con el color, para demostrar otra de las versatilidades que presenta el manejo de la luz natural, como se puede también dar color al espacio con esta. Se tomo las 12 am para comparación pues es a una hora que se consigue un efecto llamativo en el que las líneas tienen continuidad desde el cielo raso a la pared y el piso.

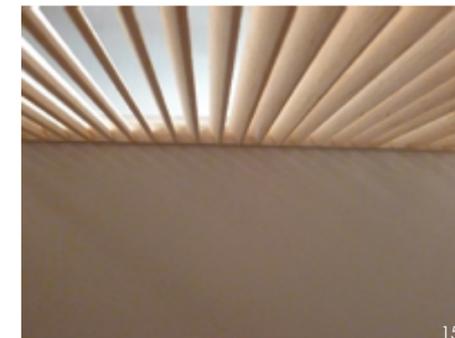
En la primera imagen se colocó el material translucido de un solo tono, se observa como puede dar color a todo el espacio, la segunda fotografía es la ya antes vista, y para la tercera se colocó un material totalmente transparente. Es notorio como el manejo de la luz permite un sin fin de variaciones expresivas dentro de un espacio.



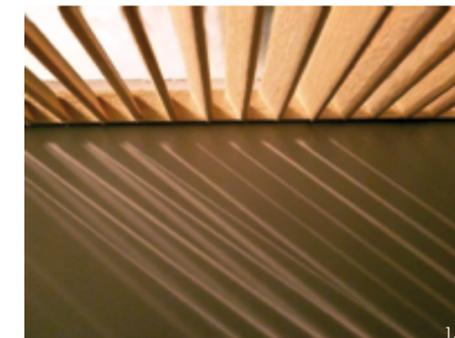
150



151



152



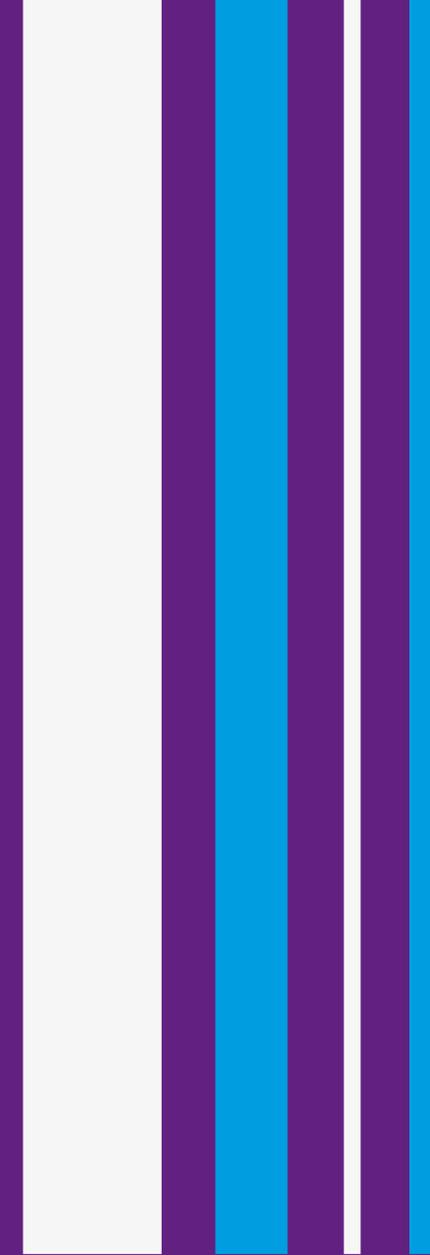
153

B

B

Aquí se puede ver claramente como la expresión visual de un espacio cambia con el transcurso de las horas, a las 9am apenas se produce un reflejo sobre la pared del fondo debido a que los rayos solares chocan contra las lamas de madera, mientras que a las 3pm los rayos pueden pasar a través de las mismas y crear una texturización de luz y sombra tanto en la pared posterior como lateral.





Resultados





La iluminación natural como se ha demostrado a lo largo de este proyecto, es un factor indispensable en el área de la arquitectura y el diseño interior ya que se requiere de un adecuado manejo de la misma para obtener una máxima funcionalidad y también una buena percepción visual en todo proyecto realizado o por realizar.

Al presentar un sin número de factores se convierte en una herramienta delicada pues si bien proporciona muchas ventajas tanto ambientales, funcionales y expresivas; también puede ser perjudicial si no se la maneja adecuadamente.



El modelo conceptual planteado proporcionó resultados positivos, pues facilitó la comprensión y el manejo de las numerosas variables que presenta la iluminación natural y que caso contrario hubieran sido muy difíciles de relacionar.

Es un modelo sencillo a especie de juego que hace dinámica la selección de variables a experimentar y que permite un sin fin de posibilidades, es fácil de construir y aplicar.

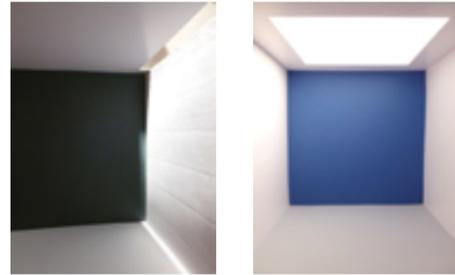
La idea de este proyecto es dejar planteado el diseño del modelo conceptual y probar su aplicabilidad con el fin de que pueda ser utilizado en situaciones futuras en proyectos de diseño interior.



La medición de lúmenes fue un proceso experimental indispensable para el proyecto ya que permitió que todas las experimentaciones tengan un poco más de realismo al utilizar una escala de luz definida. De esta manera los resultados obtenidos se acercan a la realidad en cuanto al nivel de lúmenes que deben ingresar en el espacio de acuerdo a la función que se desee realizar en el mismo.

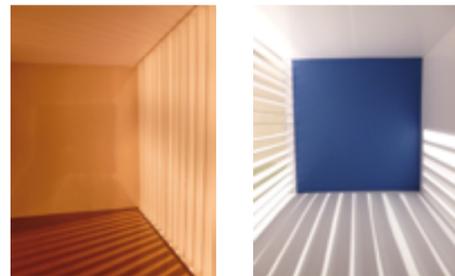
Facilita además la reproducción del modelo conceptual pues se sabe que se debe trabajar con un reflector de 500W a 1.5 metros de distancia de la maqueta de prueba.





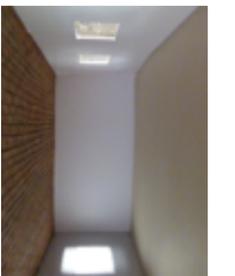
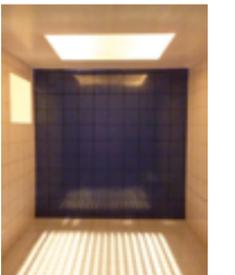
La experimentación de variables presenta un gran versatilidad de resultados, si bien no todos son factibles para ser aplicados a espacios de una vivienda, demuestran el funcionamiento del modelo conceptual y como facilita el manejo de las distintas variables de la iluminación natural.

Esta es una experimentación de descubrimiento, que muestra el máximo de posibilidades que se pueden obtener para después facilitar la selección de variables al momento de aplicar el modelo a espacios reales.



La experimentación condicionada permite demostrar la viabilidad de este proyecto, al tomar las situaciones reales de ingresos de luz, obstáculos de la luz, orientación y texturas, los resultados obtenidos se acercan mucho a los reales en caso de aplicar las variables del modelo conceptual en un espacio existente.

Esta experimentación permite mostrar a un cliente todas las posibilidades que se tienen para aplicar en el espacio, se puede considerar como una herramienta de trabajo o estudio para el manejo de la iluminación natural en el espacio interior.



Conclusiones y Recomendaciones

Este proyecto cumplió con los objetivos planteados ya que se realizó una experimentación minuciosa con todas las variables previamente investigadas del tema, y se plantearon conceptos de aplicación desde un punto de vista de diseño y expresión, basados en conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera.

Se demostró la aplicabilidad del proyecto al aplicar el modelo a maquetas a escala de espacios reales.

Se deja planteado un modelo conceptual que facilita el entendimiento de la iluminación natural y las variables que la componen, este proyecto puede ser de gran ayuda para futuros estudiantes y se puede retomar para ampliar su estudio y experimentación.



Bibliografía

Libros

- ANDO, Tadao, la luz (sagrado, profano, espacio, geometría, simbolismo). pdf
- A.T.C Ediciones; Iluminación Natural, págs: 1-25.
- CRESPO, Diego, ORDONEZ, Javier; Concepciones de la luz natural. Tesis pdf
- GANTER, David, STRINGER, Peter; Interacción Ambiental, págs: 129-187.
- CERVER, Francisco Ascencio; Biblioteca Atrium de la decoración, PÁGS: 82 – 117.
- NEUFERT, ERNST, Arte de proyectar en arquitectura, Editorial Gustavo Gili, Barcelona 2007, 15Ed, págs 164-188
- PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009.

Internet

- PATTINI, Andrea; Luz natural e iluminación de interiores, cap 11, pdf. <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap11.pdf>, 26/02 2011, 6:30pm.

Bibliografía Gráfica

	pg.
1. http://openbuildings.com/buildings/educational-centre-en-el-chaparral-profile-5784 24/06/2012 6:00pm	23
2. http://www.angeldelacruzarquitecturainterior.blogspot.com/ 21/06/2012 6:23pm	24
3. http://blogs.elpais.com/del-tirador-a-la-ciudad/2011/01/luz-donde-como-y-cuando.html 21/06/2012 6:23pm	24
4. http://www.himacs.eu/noticias/news_8/disenada-por-zaha-hadid-construida-con-hi-macs-guangzhou-opera-house-de-zaha-hadid-en-china 21/05/2012 6:13 pm	25
5. http://walpaper.es/wallpaper/Textura-Textil-Tela/ 6/07/2012 11pm	
6. http://seibarstock.deviantart.com/art/Wood-Texture-Stock-031-156871905 21/06/2012 6:23pm	26
7. http://buildipedia.com/at-home/kitchens/countertops-101?print=1&tmpl=component 2:08 am	26
8. http://blog.prashantgorule.com/2012/01/the-sky-pictures/the-sky-picture/ 2:08 am	26
9. http://www.plataformaarquitectura.cl/2012/03/07/centro-acuatico-de-los-juegos-olimpicos-de-londres-2012-zaha-hadid-architects/01-380/ 11/06/2012 2:08 am	30
10. http://venadorevit.blogspot.com/2010/08/avanzado-iluminacion-natural-interior.html 11/06/2012 2:08 am	30
11. http://2interior-design.com/luxury-glass-floor-tile-for-modern-interior-design/ 11/06/2012 2:08 am	30
12. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 31	33
13. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 29	33
14. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 90	33
15. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 138	34
16. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 158	34
17. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 195	34
18. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 243	34
19. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 129	39

	pg.		pg.
20. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 129	39	42. Nadya Jaramillo	52
21. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 126	39	43. Nadya Jaramillo	52
22. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 127	39	44. Nadya Jaramillo	52
23. http://itchyfeetmagazine.wordpress.com/2012/02/12/this-years-london-exhibitions/ 13/06/2012 11:38pm	40	45. Nadya Jaramillo	52
24. http://servicioscady3d.wordpress.com/tag/portfolio-3d/ 13/06/2012 11:38pm	41	46 - 153 Nadya Jaramillo	
25. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 190	41	154. http://www.publicdomainpictures.net/view-image.php?image=4233&large=1&picture=ba-jo-el-agua-los-rayos-de-luz&jazyk=ES 08/07/2012 10:39pm	82
26. http://decosasbonitas.blogspot.com/2010_03_01_archive.html 13/06/2012 11:38pm	42	155. http://miriamrdphotos.blogspot.com/2010/12/rayos-de-luz.html 08/07/2012 10:58pm	
27. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 136	43		
28. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 134	43		
29. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 47	44		
30. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 47	44		
31. PLUMMER, Henry, La arquitectura de la luz natural, Editorial Plume, Barcelona 2009. pg 47	44		
32. Nadya Jaramillo	45		
33. Nadya Jaramillo	45		
34. Nadya Jaramillo	46		
35. Nadya Jaramillo	46		
36. Nadya Jaramillo	51		
37. Nadya Jaramillo	52		
38. Nadya Jaramillo	52		
39. Nadya Jaramillo	52		
40. Nadya Jaramillo	52		
41. Nadya Jaramillo	52		

ANEXOS

