

# La aplicación de *stop-motion* en arquitectura: materia y luz

---

Using Stop-Motion in Architecture: Matter and Light

**Jorge Camacho, Cristina**

Universidad de Alcalá de Henares, Escuela de Arquitectura, Área de Proyectos Arquitectónicos, Madrid. España.  
cristina.jorge@uah.es

## Resumen

Se inicia un análisis de los procesos de trabajo de stop-motion porque ayudan a comprender las diferentes escalas en arquitectura donde las maquetas se convierten en futuros prototipos de infraestructuras de edificios o de paisaje. Stop motion es una técnica de animación fotograma a fotograma de objetos estáticos mediante la manipulación de figuras de plastilina en entornos fijos con cambios de luz, color y sonido. Igual que dicha técnica reúne lo mejor del rodaje tradicional -story board, escenografía, fotografía, personajes, iluminación- la animación de maquetas de interiores sintetiza micro-procesos de mayor repercusión -habitaciones con cambios de humedad, de temperatura, de ventilación y de iluminación- incorporando efectos especiales que son procesados digitalmente en post-producción. Se construyen varios prototipos de habitación con parámetros fijos como el tamaño y la posición de la cámara y otros variables como los materiales, los personajes y la iluminación. Representan un mundo en miniatura que intenta aportar un acercamiento sensorial y atmosférico analizando la magia y la fantasía que Junichirô Tanizaki describe en la penumbra de las construcciones tradicionales japonesas y estudiando las imperfecciones de los escenarios que Tim Burton manipula en su películas de animación con una textura que las tecnologías digitales no pueden igualar. El objetivo es utilizar una escala micro para realizar unos modelos interiores donde las condiciones atmosféricas están controladas y reducidas, y tomar datos que se podrían aplicar a un proceso de modelado a escala intermedia para testar prototipos de edificios como el túnel de viento; o, finalmente, a una escala macro con maquetas de un sector de la costa o de un río donde los fenómenos meteorológicos son los protagonistas para simular inundaciones y diseñar futuras medidas de prevención y seguridad.

**Palabras clave:** Arquitectura atmosférica, Iluminación, Temperatura de color, Stop-motion, Simulaciones meteorológicas

## Abstract

An analysis of the stop-motion technique is started because it helps to understand architectural scales where models become future prototypes of building and landscape infrastructures. Stop motion is an animation technique of clay puppets to make a physically manipulated object appears to move on its own in static environments through light, color and sound changes. As same as the stop-motion technique incorporates the best parts of a shooting, architectural models synthesize micro-processes of greater impact- rooms with fluctuations in relative humidity, in temperature, in ventilation and in lighting- by using special effects that are processed in post-production. Several room prototypes are built with fix parameters such as size and camera position and others variable such as materials, light and characters. These settings show a microcosm that gives a sensorial and atmospheric approach. In this way, projects could be places where magic reigns such as the twilight vision of traditional Japanese interiors described by Junichirô Tanizaki who was also linked to ambient conditions and changing moods in his texts and where it is possible to take advantage of the imperfection of handmade models used by Tim Burton which have texture that digital technologies cannot reproduce. The aim is to get a micro-scale for applying in the process that analyzes an intermediate scale where the architecture model needs to be tested by some atmospheric conditions such as a wind tunnel; and, finally, in the macro-scale where weather simulations on a landscape model such as a sector of the coast or the river are the main characters to test future flooding and prepare prevention and security measures.

**Key words:** Atmospheric architecture, Lighting, Color temperature, Stop-motion, Weather simulations

## 1. Introducción

“A house functions like a transformer, where forces come to rest, like a high-energy filter or converter”<sup>1</sup>

Al ser la técnica Stop-Motion una recreación para personajes de toda la infraestructura necesaria para filmar una película con actores, es muy interesante analizar cómo realizan los cambios de escala y consiguen la ilusión del movimiento con personajes estáticos. El análisis de estos sistemas de animación por ello se centrará en las características de los materiales y de las luces que inciden sobre los personajes, muñecos o árboles, que aparecen en las fotografías evocando ese mundo interior-exterior.

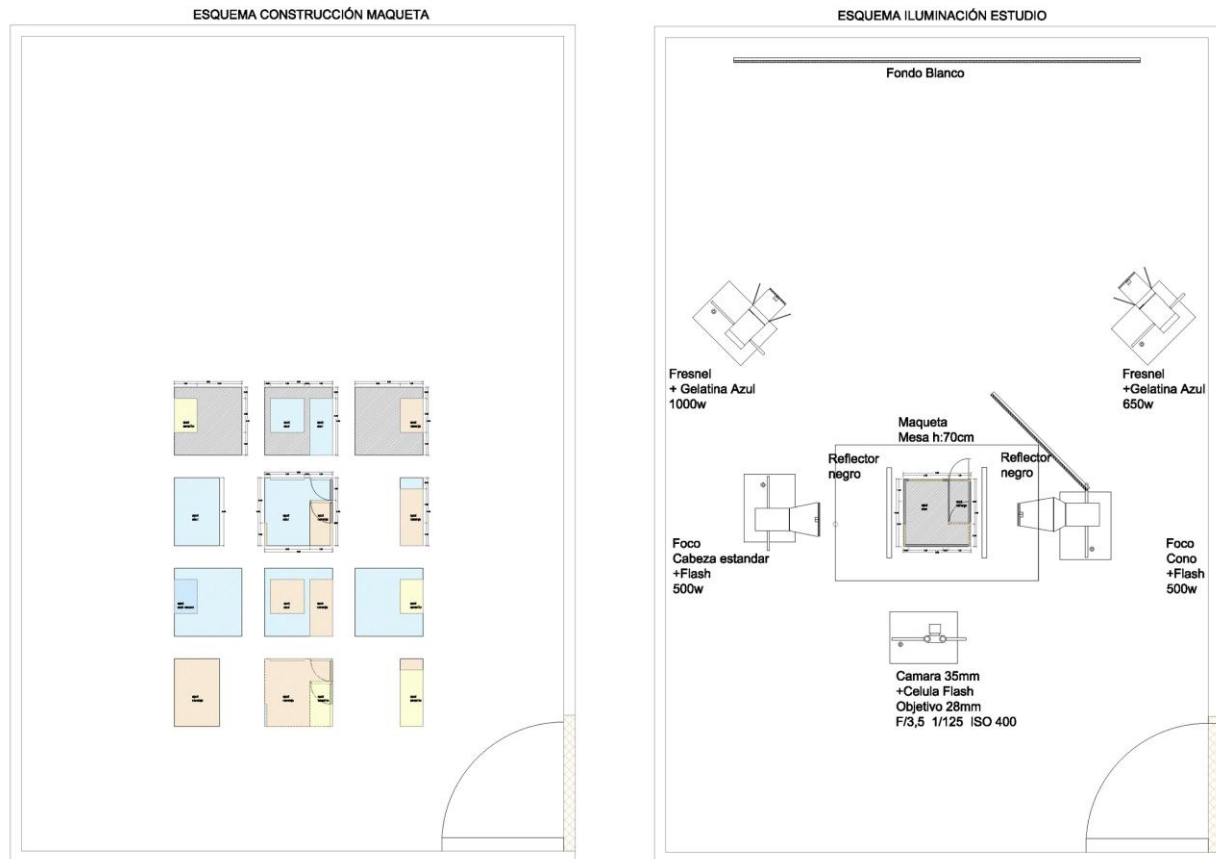


Figura 1. Planos de construcción e iluminación de una maqueta. Esquema Cristina Jorge

Como aplicación del proceso stop-motion, la investigación comienza con la construcción de diversas maquetas de dimensiones constantes (50x50x50 cm<sup>3</sup>) y de condiciones variables de luz y de materia creando intervenciones que actúan como filtros, cortinas o pantallas, elementos que establecen relaciones entre los ambientes y los personajes que los utilizan. Después se diseñan varias atmósferas lumínicas mediante efectos especiales para analizar parámetros medioambientales como la humedad relativa, la temperatura, la ventilación o la iluminación<sup>2</sup>. Las maquetas que no varían de tamaño se utilizan como un laboratorio para

<sup>1</sup> “A house functions like a transformer, where forces come to rest, like a high-energy filter or converter”, SERRES, Michel. 9<sup>th</sup> Vienna Architecture Congress. What is Architecture, Sturm der Ruhe, 2011.

<sup>2</sup> Como referencia anterior podemos citar los estudios que mediante la recogida de datos en el proyecto Meteorología Interior investigó Philippe Rahm "Meteorología Interior (CCA Octubre 2006). Habitación 2. Subjetiva. Habitación 1. Objetiva. La intención de la instalación es proyectar una arquitectura capaz de indicar posibles usos del espacio el cual está dictado solamente por la confluencia de tres parámetros climáticos: T x lux x HR= forma y función. Es un estudio para analizar el potencial de las fluctuaciones climáticas, para generar nuevas funciones y, por tanto, nuevos programas de arquitectura. Variación T= grado de ropa adecuado (desnudo 28°C, ropa ligera 23°C y ropa de calle 16°C)= Sujeto. Variación lux= actividades mediante las cuales el sujeto interviene en el espacio= Verbo. Variación HR= nivel de humedad= Complemento" CLÉMENT, Gilles, RAHM, Philippe: Environ(ne)ment, 114-159 (Skira/CCA, 2006)

experimentar fenómenos a una escala micro que después se podrán aplicar en otros modelos que representan escalas superiores de edificación y de tratamiento del paisaje.

Como antecedente de referencia, las técnicas de animación de objetos estáticos fabricados con resina, plastilina o arcilla dentro de escenarios fijos con sistemas de luces, color y sonido variables aportan en arquitectura un acercamiento más sensible hacia el proyecto y añade otro punto de vista respecto a la realidad que proponen las imágenes digitales. Intentan rescatar la magia y la fantasía que muchas veces desaparecen de las presentaciones virtuales. Del mismo modo que la técnica stop-motion concentra los elementos más importantes del rodaje tradicional -story board, fotografías, video, efectos especiales- la animación de las maquetas de arquitectura se realiza mediante escenarios y personajes modelados a mano que posteriormente son iluminados, filmados y procesados con software de alta tecnología.

Stop motion aporta al campo de la arquitectura el control sensorial y atmosférico de un proyecto que complementa la información técnica aportada en los planos constructivos. La humedad, la temperatura, la ventilación y la iluminación de cada uno de los sets da vida y profundidad a los personajes y a los ambientes. Se emplean humidificadores, máquinas de humo, ventiladores, focos, luces principales y secundarias, rebotes, halos o trípodes, según el parámetro elegido. Según comenta David Caballer, director de animación de Clay Kids, el proceso comienza colocando elementos en el espacio y en el tiempo para después ir haciendo fotos y conseguir el efecto de movimiento y de vida, donde la iluminación es prácticamente igual que en una producción de actores, pero con focos muy pequeños de una gran potencia. Otra técnica con muchas aplicaciones en animación consiste en rodar sobre un fondo verde o azul para luego poder integrarlo sobre otros fondos fotográficos o de video en el caso de no colocar un escenario previo, iluminando al personaje con la misma luz natural o artificial que afecta al fondo de la calle o de la escena interior.

## 2. Método de trabajo: Construcción e iluminación de varias maquetas

Se construyen varios modelos de habitaciones (50x50x50 cm<sup>3</sup>) y se mantienen unos parámetros constantes como son el tamaño y la distancia de la cámara y otros variables como los materiales interiores, la luz y los personajes de cada escena.

Primero se analiza la variación de los materiales. Respecto a las modificaciones de materia de las maquetas, el análisis se divide en dos bloques. El primer bloque corresponde a los materiales opacos a la luz. Si el material bloquea completamente la luz –piedra, metal, madera- parte se refleja y parte se absorbe (se convierte en calor). El segundo bloque comprende los materiales transparentes o traslúcidos. El vidrio, el plástico y el agua, por ejemplo, son transparentes y transmiten la luz directamente, mientras que el papel vegetal, las nubes y el cristal opal difuminan la luz que transmiten, y por ello se denominan traslúcidos.

Después, los cambios de iluminación de cada uno de los sets que da vida y profundidad a los personajes y a los ambientes: focos, luces principales y secundarias, rebotes, halos, trípodes y soportes. Es prácticamente igual que la iluminación en una producción de actores, pero con focos en miniatura, gracias al avance de la tecnología Led que permite el empleo de luces de tamaño muy reducido pero con una gran potencia y a las nuevas cámaras de fotografía digital reflex o mirrorless con una calidad de imagen superior a la empleada anteriormente en video <sup>3</sup>.

En relación con las condiciones variables de luz en las maquetas, la técnica stop-motion es utilizada en cuatro sets de arquitectura.

- El primer set como infraestructura de agua habla de la luz como movimiento ondulatorio a través del tanto por ciento de humedad relativa (%), con humidificadores.
- El segundo plató como infraestructura de calor estudia el movimiento de la luz en línea recta, mediante los grados centígrados de temperatura (°C), con máquinas de humo.
- El tercer escenario como infraestructura de ventilación investiga la luz como movimiento rápido a través de los caudales del aire de renovación (m<sup>3</sup>/h), con el uso de ventiladores.
- Finalmente, el cuarto montaje como infraestructura de luz eléctrica se centra en la luz como movimiento de partículas de energía o fotones, estudiando los lux de iluminación (lumen/m<sup>2</sup>). con focos directos e indirectos.

<sup>3</sup> LOWELL, Ross: "Color Temperatures Matters" Matters of Light & Depth: 136-142 (Lower-Light Manufacturing, Inc. 1992)

Estos escenarios representan los ambientes que generan las infraestructuras anteriores a través de cuatro habitaciones: una habitación con humedad, otra con calor, otra con ventilación y otra con luz eléctrica. Cada una de estas habitaciones-laboratorio encierra respectivamente los efectos de un fenómeno atmosférico en micro-escala: las nubes, los rayos solares, el viento y los relámpagos.

### 3. Materiales de construcción

El análisis de los materiales se divide en dos bloques. El primero corresponde a los materiales opacos a la luz. El material impide el paso de la luz de forma que cuanto más oscuro es el material, menor es la proporción de luz reflejada. El segundo bloque comprende a los materiales transparentes o traslúcidos. En ambos casos, si el material es de algún color dejará pasar mayor proporción de luz de ese color. Un vidrio de color rojo oscuro transmite longitudes de onda correspondientes al rojo, pero puede ser casi opaco a la luz azul<sup>4</sup>. Dentro de los materiales opacos existen modelos reflectantes de color, mates y brillantes, mientras que los materiales semitransparentes dividen los modelos en traslúcidos de transmisión difusa, directa y selectiva, que, a su vez, absorben y provocan la difracción de la luz. Se utiliza como parámetro comparativo para el análisis de los materiales la temperatura de color de las fuentes de luz que se aplican sobre los mismos, que se obtiene al comparar su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro que se calienta a una temperatura determinada. Las citas que aparecen del libro Elogio a la penumbra del escritor Junichiro Tanizaki en los apartados de los materiales -reflectantes, mates, opacos, traslúcidos, transparentes- se utilizan para captar los mismos estados sensoriales que el autor japonés aplica a materiales nobles como el jade, el oro, papel osho o el esmalte en objetos y construcciones japonesas tradicionales.

#### 3.1. Materiales reflectantes y absorbentes de color

Si el material es de algún color, refleja longitudes de onda de ese color y absorbe la mayoría del resto de longitudes de onda presentes en la luz. Por ejemplo, la pintura azul refleja el azul y absorbe rojo y verde de la luz blanca. Pero si la luz carece de algunas longitudes de onda, la apariencia del sujeto se ve alterada. Un caso extremo sería: un objeto de color azul iluminado por luz roja se verá negro<sup>5</sup>.

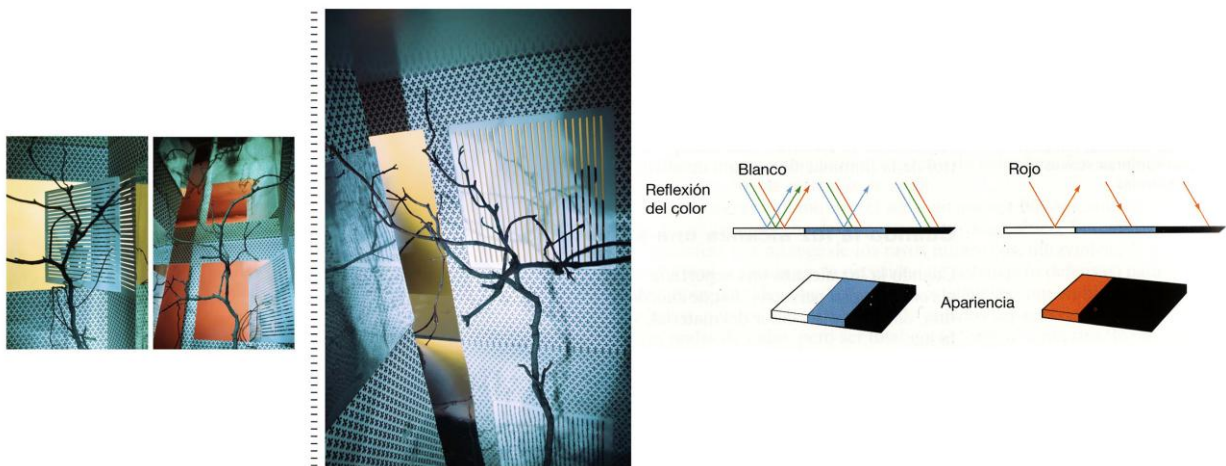


Figura 2. Modelo 50x50x50cm3 + Luz 5500k + Materiales reflectantes de color. Fotografía Cristina Jorge

Como material reflectante y absorbente la piedra refleja longitudes de onda del color verde en el caso del jade y absorbe el azul y el rojo: “Los chinos aprecian esa piedra llamada jade: ¿acaso no es preciso ser extremo-oriental, como nosotros, para encontrar atractivos esos bloques de piedra extrañamente turbios que

<sup>4</sup> BROWN, Blain: “Theory of Color”, Picture & Video Lighting, 43-58 (Butterworth-Heinemann, Oxford, 1992)

<sup>5</sup> MILLERSON, Gerald: “La temperatura de color”, Iluminación para cine y televisión, 361-369 (Instituto Oficial de Radio y Televisión, RTVE, Madrid, 2008)

atesoran en lo más recóndito de su masa unos fulgores fugaces y perezosos, como si se hubieran coagulado en ellos un aire varias veces centenario? <sup>6</sup>

### 3.2. Materiales reflectantes mates que dispersan la luz

El acabado de la superficie también influye en el modo en que la luz se refleja. Una superficie mate, como la cáscara de un huevo, una hoja de papel o la piel, dispersa la luz uniformemente. El ángulo de incidencia no influye demasiado. Cualquier fuente de luz- la luz del sol, una lámpara, un flash- dirigida hacia una superficie mate de color blanco, como una pared o una hoja grande de cartulina, también proyecta sombras suaves y poco profundas.

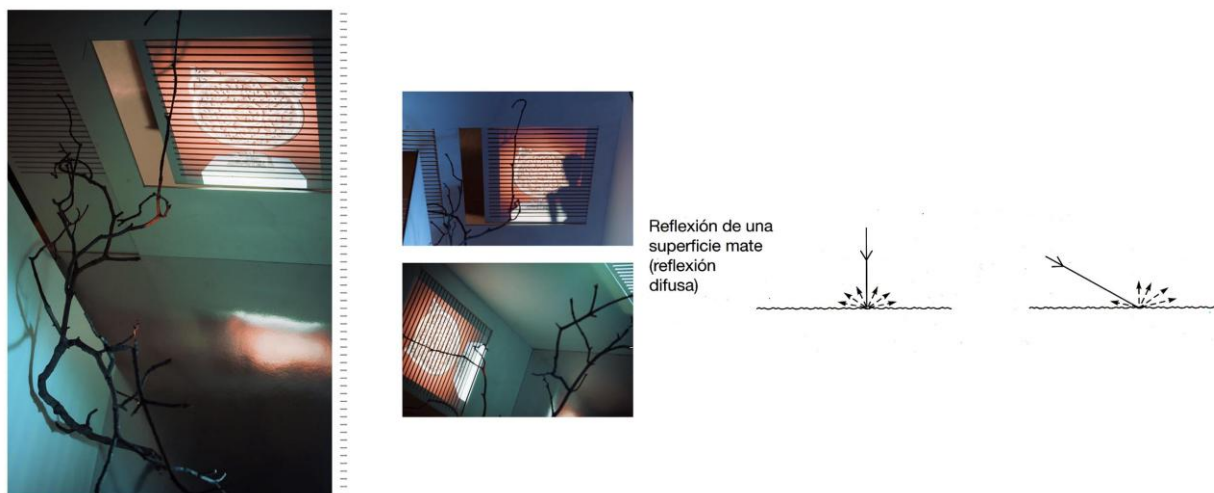


Figura 3. Modelo 50x50x50cm3 + Luz 6500k + Materiales reflectantes mates. Fotografía Cristina Jorge

Como materiales reflectantes mates la madera y el papel washi también dispersa la luz uniformemente. “Construimos una galería cubierta para alejar aún más la luz solar. Y, por último, en el interior de la habitación, los shôji no dejan entrar más que un reflejo tamizado de la luz que proyecta el jardín. Y para que esta luz gastada, atenuada, precaria, impregne totalmente las paredes de la vivienda, pintamos a propósito con colores neutros esas paredes enlucidas” <sup>7</sup>

### 3.3. Materiales reflectantes brillantes

El acabado de la superficie también influye en el modo en que la luz se refleja. Una superficie brillante actúa como un espejo y refleja casi toda la luz que recibe en una sola dirección. Esta propiedad recibe el nombre de reflexión especular. Cuando la luz incide sobre una superficie brillante en ángulo recto se refleja también en ángulo recto. O sea, en la misma dirección pero en sentido opuesto. En este caso se obtiene un punto de luz, por ejemplo cuando se dispara un flash en ángulo recto sobre un espejo o el cristal de una ventana.

<sup>6</sup> TANIZAKI, Junichirô: El elogio de la sombra. Siruela, Madrid, 2009

<sup>7</sup> Ibid. 6

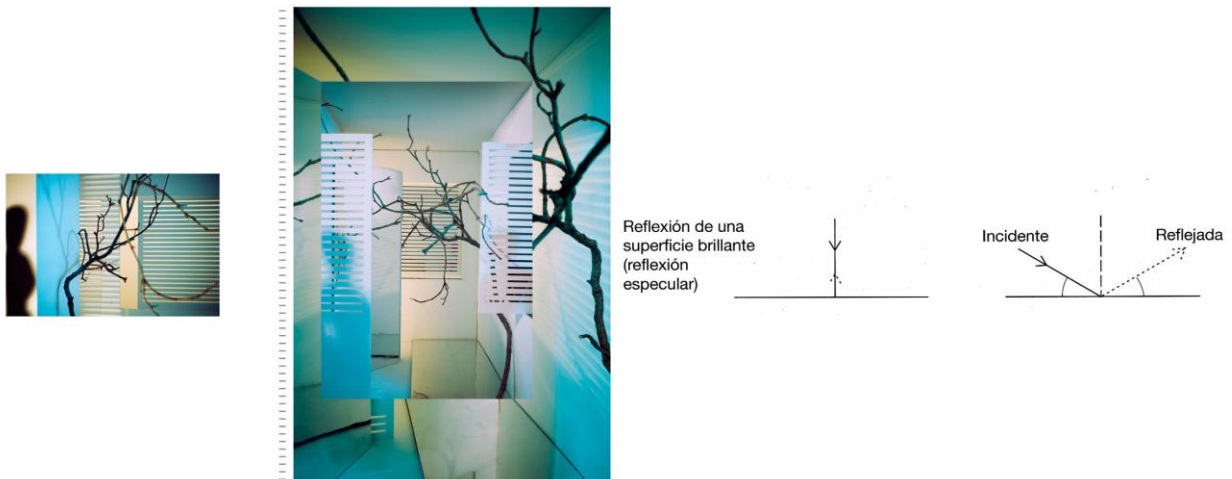


Figura 4. Modelo 50x50x50cm3 + Luz 5000k + Materiales reflectantes brillantes. Fotografía Cristina Jorge

Como material reflectante brillante el metal tiene un ángulo de incidencia igual al ángulo de reflexión: “Diríjense ahora a la estancia más apartada, al fondo de alguna de esas dilatadas construcciones; los tabiques móviles y los biombos dorados, colocados en una oscuridad que ninguna luz exterior consigue traspasar nunca, captan la más extrema claridad del lejano jardín, del que les separa no sé cuántas salas: ¿no han percibido nunca sus reflejos, tan irreales como un sueño?”<sup>8</sup>

### 3.4. Materiales traslúcidos de transmisión difusa (plástico, cristal opal)

Como los materiales traslúcidos dispersan la luz, adquieren un aspecto blancuzco cuando se mira a través, y parecen iluminados con mayor uniformidad que los materiales transparentes, aunque la fuente de luz no se encuentre justo detrás. La calidad de la luz es similar a la que refleja una superficie difusa de color blanco. Cuando la luz pasa oblicuamente del aire a otro material traslúcido se produce un efecto de refracción.<sup>9</sup>

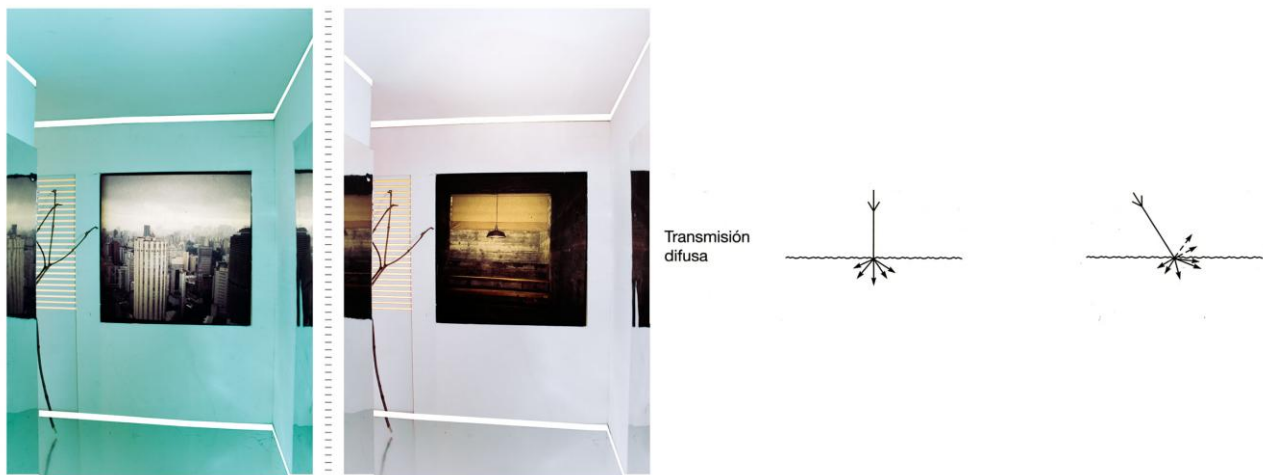


Figura 5. Modelo 50x50x50cm3 + Luz 4500k + Materiales traslúcidos de transmisión difusa. Fotografía Cristina Jorge

<sup>8</sup> Ibid. 6

<sup>9</sup> FERNÁNDEZ QUESADA, Blanca, GONZÁLEZ CUASANTE, José María, CUEVAS RIAÑO, María del Mar. Introducción al color. (Akal, 2006)

Como material traslúcido el papel deja que la luz viaje ligeramente más despacio a través de un medio más denso: “Los rayos luminosos parecen rebotar en la superficie del papel occidental. Mientras que en el hosho o papel de China, similar a la aterciopelada superficie de la primera nieve, los absorbe blandamente. Además, nuestros papeles, agradables al tacto, se pliegan y arrugan sin ruido. Su contacto es suave y ligeramente húmedo como el de la hoja de un árbol.”<sup>10</sup>

### 3.5. Materiales traslúcidos de transmisión directa (vidrio transparente)

Dejan pasar la luz de forma directa. Parte de la luz que incide oblicuamente se refleja; el resto se refracta. Cuando la luz pasa del aire al cristal con un ángulo oblicuo, las ondas frontales disminuyen su velocidad de forma desigual. Esto se debe a que alcanza primero el material más denso y desvía la dirección de la luz, igual que sucede si un coche oblicuamente de una carretera asfaltada a una pista cubierta de arena y en consecuencia, se forma un nuevo trazado rectilíneo con un ángulo ligeramente más agudo (más perpendicular a la superficie o vidrio). Mirando a través de una ventana de vidrio, mejor si es grueso, veremos partes de la escena desplazadas en relación a una visión directa. La refracción sólo desvía la trayectoria de los rayos oblicuos. La luz que pasa de un medio transparente a otro en ángulo recto disminuye ligeramente su velocidad, pero no modifica su dirección.

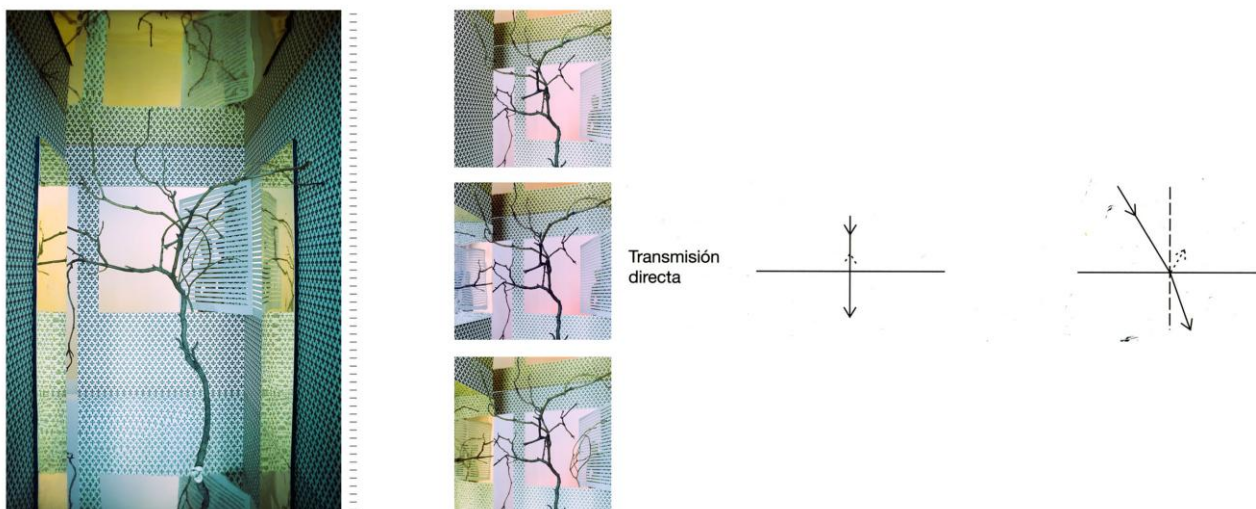


Figura 6. Modelo 50x50x50cm3 + Luz 6000k + Materiales traslúcidos de transmisión directa. Fotografía Cristina Jorge

Como material de transmisión el cristal permite que la mayoría de los rayos de luz que inciden en ángulo muy oblicuo se reflejen en la superficie: “El cristal que se encuentra desde siempre en la provincia de Kai, cuya transparencia se ve turbada por ligeras nubes, produce por ello mismo la impresión de tener mayor densidad; sin embargo, el que nos produce un placer aún mayor es el cristal con vetas, el que encierra en su masa parcelas de masa opaca”<sup>11</sup>

### 3.6. Materiales traslúcidos de transmisión selectiva (cristal o vidrio color)

Dejan pasar sólo una franja de longitudes de onda de luz blanca. Cuando la luz es de diferente color que el material no hay transmisión.

Como material traslúcido de transmisión el tejido también ofrece esa faceta selectiva: “Mi experiencia personal me dice que este efecto es más visible si se llevan trajes en los que predomina el color verde; en tal caso, la rojez, que en un niño de tez clara el contraste entre su palidez y ese rojo es demasiado tajante y el efecto de

<sup>10</sup> Ibid. 6

<sup>11</sup> Ibid. 6

los colores oscuros del traje demasiado fuerte, mientras que en el niño de tez oscura, de mejillas morenas, el rojo sobresale menos, de manera que el traje y el rostro se iluminan mutuamente”<sup>12</sup>

#### 4. Esquemas de iluminación

La situación de las luces en los sets stop-motion se aplica a los modelos de referencia centrándose en una intuitiva absorción de la luz, una aplicación de la luz como proceso físico que se apoya a través de la literatura en las reflexiones de Junichiro Tanizaki sobre cómo controlar el exceso de luz y reivindicar los estados intermedios que ofrece la penumbra. Los esquemas de referencia comienzan con una habitación con humedad que representa el campo de la luz vinculado al agua y al vapor y juega con el ritmo lento del uso de las termas. El segundo plató es una habitación con calor donde el campo de la luz se relaciona con el aire y las variaciones de temperatura y aumenta ligeramente el ritmo de los usuarios en un restaurante. El tercer escenario es una habitación con ventilación donde la luz se observa a través de los materiales y de la intensidad lumínica y nuevamente incrementa la velocidad de producción dentro de las oficinas. Finalmente, el cuarto montaje de referencia, una habitación con luz eléctrica, que vincula la luz con la energía y el transporte de datos o de personas en las estaciones de metro, e incrementa la velocidad de utilización hasta llegar al límite opuesto respecto al proyecto inicial<sup>13</sup>. El proceso comienza tomando una fotografía cada vez que se modifica la localización de los elementos en el espacio hasta que finalmente se consigue la ilusión de movimiento y, por tanto, de vida.

##### 4.1. Habitaciones con humedad (la luz como movimiento ondulatorio) Humedad relativa (%)

Dentro de unas termas, los parámetros atmosféricos que se pueden utilizar son la luz y el agua, midiendo las variaciones de humedad relativa a lo largo del día y se emplean humidificadores para conseguir los efectos especiales. Sucede algo similar en la arquitectura japonesa donde los baños separan físicamente la zona de la bañera del área del inodoro en dos habitaciones: “Un pabellón de té es un lugar encantador, lo admito, pero lo que sí está verdaderamente concebido para la paz de espíritu son los baños de estilo japonés. Siempre apartados del edificio principal, están emplazados al abrigo de un bosquecillo de donde nos llega un olor a verdor y a musgo (...) consiguieron difuminarlo mediante una red de delicadas asociaciones de imágenes.”<sup>14</sup>.

---

<sup>12</sup> Ibid. 6

<sup>13</sup> KWINTER, Stanford. “Architecture and the Technology of Life Play Time” Far from Equilibrium. Essays on Technology and Design Culture 118-138 (Actar, 2007)

<sup>14</sup> Ibid. 6



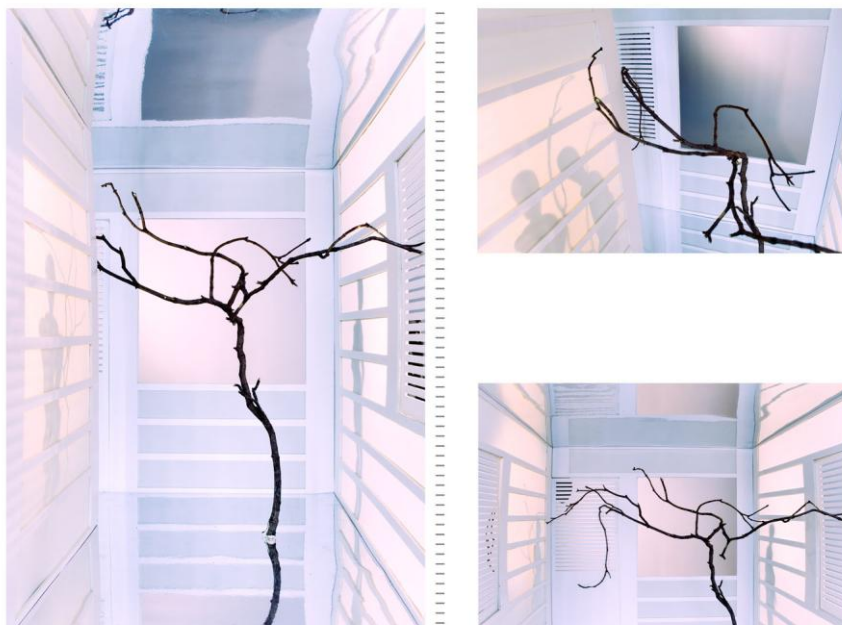


Figura 7. Modelo 50x50x50cm3 + Luz 6500k + Materiales reflectantes mate. Fotografía Cristina Jorge

La humedad relativa evoca condiciones atmosféricas exteriores que permiten alcanzar el confort controlando uno de sus parámetros. El modelo de referencia a escala macro son las nubes. Dentro de habitaciones con altos niveles de vapor como son los baños, las saunas o las termas se forman nubes interiores por la unión de múltiples partículas que se soportan en el aire y ocupan todo el espacio. Siguiendo el comportamiento térmico de las nubes como modelo de referencia, el sentido práctico o utilitario de la humedad relativa dentro del ambiente interior es moderar los extremos de frío y calor como un termostato que se difunde por todo el espacio, unas veces para evitar o aminorar los efectos de la radiación nocturna y otros para protegernos como pantallas de los rayos solares. Representan ciclos de estabilidad e inestabilidad y forman estructuras diferentes al igual que las nubes adquieren diferentes formas y nombres: cirrus, cirrocúmulus, cirrostratus, altocumulus, etc.; las cuales adquieren su forma a través de sus bordes difuminados que toman la definición de contornos por la distancia a la cual se observan<sup>15</sup>.

Estas nubes aprovechan las corrientes de aire que funcionan por si mismas como elementos estructurales. Dichas corrientes mantienen a las nubes en su posición y varían en función de ellas. El aire, como el agua, busca su nivel y como todo cuerpo es atraído por el núcleo terráqueo. La reflexión del color a través del vapor aprovecha los cambios cromáticos que se producen en el cielo, como el sol al atardecer que tinte las nubes de color rojo y luego éstas trasladan este color al cielo debido a la dispersión de la luz con diferentes ángulos a través de partículas en suspensión. Los diferentes tamaños y formas de dichas partículas presentes en la atmósfera provocan fenómenos como halos, rayos crepusculares o panhelios.

<sup>15</sup> ISHIGAMI, Junya. "Clouds". Another scale of architecture, Seigensha editorial, Kyoto, 2010

#### 4.2. Habitaciones con calor (la luz como movimiento en línea recta) Temperatura (°C)

Como prototipo de habitaciones con fuertes incrementos de temperatura aparecen los restaurantes donde los electrodomésticos son prioritarios y los parámetros empleados son las variaciones de temperatura a lo largo del día entre las diferentes habitaciones, empleando como recurso las máquinas de humo para conseguir los efectos especiales. Dichos restaurantes pueden organizar la intimidad de sus habitaciones mediante una gradación de la luz y la sombra, a parte de delimitar recintos con temperaturas homogéneas: "Hay en Kyoto un restaurante llamado Waranji-ya. Los reservados de Waranji-ya son unos pequeños y recoletos salones de té con una superficie de cuatro esteras y media y los pilares del toko no ma y el techo tienen reflejos negruzcos, lo que hace que incluso con una lámpara eléctrica con forma de linterna, reine la impresión de nocturnidad.(...) En realidad se puede decir que la oscuridad es la condición indispensable para apreciar la belleza de una laca."<sup>16</sup>



Figura 8. Modelo 50x50x50cm<sup>3</sup> + Luz 6500k + Materiales reflectantes mate. Fotografía Cristina Jorge

Las condiciones meteorológicas están representadas en el interior a través del parámetro de la temperatura y en el exterior su referente inmediato en una macro escala son los rayos solares como el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol que en el interior están presentes a través del incremento o descenso de grados Celsius. Existe una escala absoluta para la temperatura que el sistema internacional de pesos y medidas reconoce con una unidad de medida de la temperatura de 1K (un grado Kelvin) que numéricamente coincide con 1°C (un grado centígrado); no obstante, el valor de 0K en esta escala absoluta corresponde a -273,15°C.

La explosiva diseminación de la arquitectura es una forma de radiación<sup>17</sup> cuya abundancia de iluminación alcanza desde la radiación solar hasta la radiación nuclear pasando por todas las escalas. Influye el espectro visible de la radiación del sol, la distancia de la tierra respecto al origen de la radiación y los efectos de los filtros que las capas atmosféricas ofrecen a la radiación. Estos rayos internos forman un haz cuyas propiedades físicas son modificadas al entrar en un medio absorbente y lo realmente interesante es que esas líneas parten de un sólo punto, en el cual se produce la combustión que las origina. Las zonas donde el rayo es obstaculizado son las sombras provocadas por ese haz y están condicionadas por el ángulo de incidencia, cuanto mayor es el ángulo entre la dirección de la luz y un objeto más distorsiones se producen. Las

<sup>16</sup> Ibid. 6

<sup>17</sup> WIGLEY, Mark. Whatever Happened to Total Design? GSD Architecture Department colloquium on The Design Arts and Architecture, 1997. Harvard Design Magazine, Summer 1998, number 5.

partículas en suspensión del aire que rodea las superficies verticales de las habitaciones pueden llegar a provocar efectos cercanos a los halos debidos a la dispersión de los rayos solares refractados en los pequeños cristales de hielo con forma hexagonal que flotan en la atmósfera y admiten todos los rayos del espectro, observándose siempre rojo en el interior y violeta en el exterior.

### 4.3. Habitaciones con ventilación (la luz como velocidad) Ventilación (m3/s)

En el interior de las salas de trabajo de una oficina contamos con la renovación del aire como parámetro de estudio, e igualmente se tienen en cuenta los cambios de velocidad del aire a lo largo del día, y los efectos especiales en la maqueta se consiguen mediante el uso de ventiladores. Aparecen los sistemas híbridos dentro de los sistemas de ventilación que combinan la ventilación cruzada y la iluminación natural con las instalaciones de aire acondicionado; se incorporan los métodos pasivos de ahorro energético: “Si en las habitaciones reina un calor absurdo, incluso cuando hace fresco fuera, la culpa es exclusivamente de la excesiva potencia o del excesivo número de bombillas, porque cada vez que he hecho el experimento de apagar alguna, volvía a hacer fresco inmediatamente;... Por principio, convendría incrementar algo la intensidad del alumbrado en invierno y disminuirlo en verano. Se conseguiría una sensación de frescura y habría menos insectos. Pero lo peor es que se encienden demasiadas lámparas y luego, aduciendo que hace calor, se ponen en marcha los ventiladores ¡Sólo pensarlo me enfurece!”<sup>18</sup>

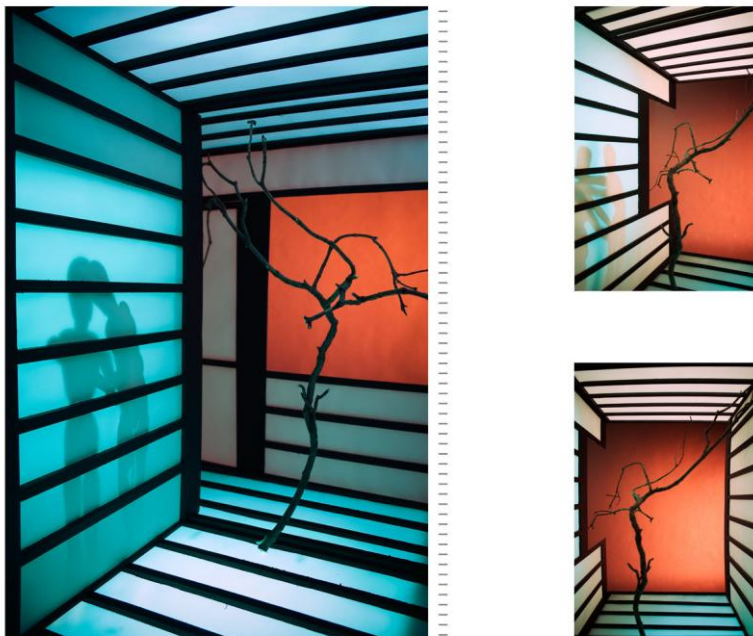


Figura 9. Modelo 50x50x50cm3 + Luz 5000 K + Materia translúcida y reflectante mate. Fotografía Cristina Jorge

La ventilación es la variable que se puede modificar dentro del interior de las habitaciones y la casa funciona como una máquina de aire acondicionado, mientras el movimiento del aire exterior responde en una escala macro al fenómeno meteorológico del viento que dependiendo de la velocidad adquiere diferentes nombres: brisa, viento, tornado, ciclón o tifón que se produce durante las tormentas. La climatización también se vincula con la temperatura efectiva que es un índice de sensación térmica de un lugar similar al testado que se define como la temperatura seca del aire con un 50% de humedad relativa, velocidad del aire a 0,20 m/s y parámetros a la misma temperatura del aire con idénticos niveles de actividad e indumentaria.

Las condiciones formales de las habitaciones definen la dirección y el sentido del viento interior, a semejanza de lo que sucede según los diferentes lugares geográficos: en un desfiladero estrecho el aire se acumula y llega a producir golpes violentos de viento; en las hondonadas que forman las montañas, la velocidad del viento es relativamente pequeña; en los terrenos llanos y bajos los vientos son iguales entre ellos, regulares

<sup>18</sup> Ibid. 6

y frescos; finalmente, en el mar los vientos adquieren mayor intensidad y regularidad al encontrar en su marcha menor resistencia.

Dentro de las habitaciones, los flujos pueden ser regulares o globales con flujo laminar donde las velocidades de las partículas son sensiblemente iguales y orientadas en el mismo sentido de forma paralela; también pueden ser singulares o locales con un flujo turbulento donde las partículas tienen velocidades, tamaños y sentidos diferentes y están orientadas de forma quebrada; o, finalmente, irregulares o variables, con un flujo turbillonario formado por líneas de corriente que tienden a cerrarse. Todo viento, ya sea interior o exterior, está condicionado por tres movimientos: rotación, traslación y nutación.

#### 4.4. Habitaciones con luz eléctrica (la luz - movimiento partículas de energía) Lux (Lumen/m<sup>2</sup>)

Entrando en una estación de metro, los controles de los cuadros de mando de los vagones nos indican que la luz eléctrica es el parámetro prioritario, y nos recuerda cómo las baterías de los coches eléctricos se acabarán convirtiendo en las baterías de las viviendas así como la transmisión de datos se realizará a través de la luz visible (LiFi). El uso de focos de diferente intensidad lumínica y temperatura de color proporciona los efectos especiales en la maqueta. Es muy importante recortar las luces mediante filtros y banderas para que no se produzcan interferencias entre las fuentes de luz, sobreexposiciones y excesivos reflejos: “No es que tengamos ninguna prevención a priori contra todo lo que reluce, pero siempre hemos preferido los reflejos profundos, algo velados, al brillo superficial y gélido;. “Efectos del tiempo”, eso suena bien, pero en realidad es el brillo producido por la suciedad de las manos. Los chinos tiene una palabra para ello, “el lustre de la mano”, los japoneses dicen “el desgaste” el contacto de las manos durante un largo uso, su frote, aplicado siempre en los mismos lugares.”<sup>19</sup>

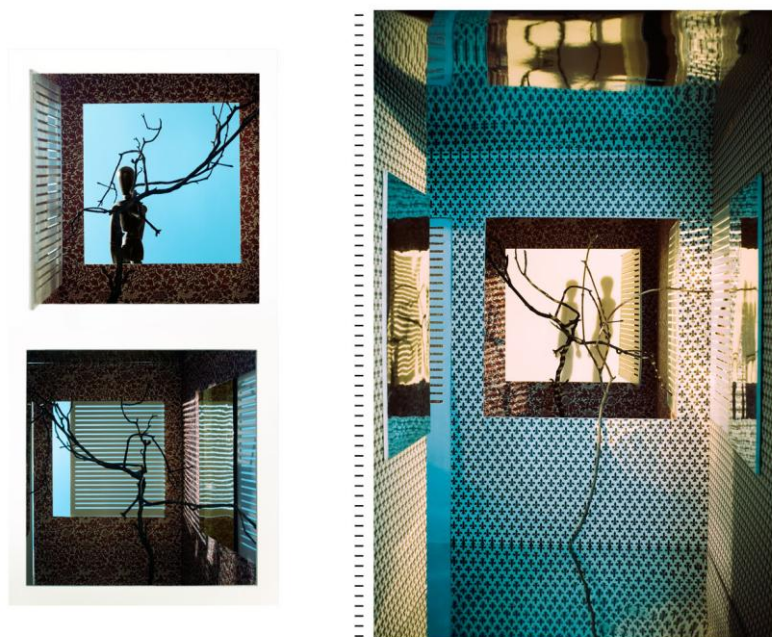


Figura 10. Modelo 50x50x50cm3+Luz 4500k+Materiales reflectantes brillantes y transmisión selectiva

La electricidad que necesita el alumbrado es la variable dentro de las habitaciones y la casa funciona como un transformador que cambia la corriente de un voltaje a otro, mientras los destellos exteriores responden en una macro escala al fenómeno meteorológico de los rayos que se producen durante las tormentas. Es una chispa eléctrica de gran intensidad producida en el interior de una nube, entre dos nubes o entre una nube y la tierra. La versión doméstica de esa gran intensidad tiene lugar, primero, dentro de la superficies verticales de la habitación que se convierten en la carcasa de las luminarias donde la habitación se tiñe entera de un sólo color que se ilumina desde el interior; segundo, entre fuentes naturales y artificiales de luz

<sup>19</sup> Ibid. 6

que actúan como dos nubes cargadas una positiva y otra negativamente que se atraen siendo el aire intermedio entre las dos fuentes muy húmedo lo cual ofrece menor resistencia a la neutralización de los fluidos; y ,tercero, entre la fuente de luz y su reflexión sobre las superficies horizontales donde los fluidos tienen un movimiento ascendente-descendente y la fuente cargada de electricidad se aproxima a la superficie de tierra descomponiendo el fluido neutro del suelo para atraer el fluido de signo contrario y repeler al del mismo signo al interior de la tierra.

El término luminaria tiene una acepción histórica como fuego de artificio, como fognazos difusos y uniformes; o como trazos luminosos, delgados, finísimos, en zigzag y de longitud perfectamente definida; o, finalmente, como globos de fuego tipo rosario que se caracterizan por un rastro luminoso compuesto por una serie de puntos o de trazos brillantes.

Influye notablemente el tipo de suelo o superficie horizontal: en terrenos arenosos que yacen sobre capas húmedas, se funde la arena, formando un tubo liso y vitrificado al exterior; en la superficie del agua, los fluidos se separan en el punto en el cual se produce el disparo por la electricidad de la nube y forman un pequeño montículo que sigue a la nube en su movimiento de traslación; en superficies metálicas, las placas pueden llegar a soldarse debido al efecto físico del rayo que eleva notablemente la temperatura; en las superficies de madera, la savia que circula entre la corteza y la madera coincide con el paso del fluido del rayo y es por esta causa que los árboles son hendidos de arriba abajo y descortezados; y, finalmente, en superficies imantadas, el rayo invierte las agujas magnéticas con una desviación de 90°. Se forman canales sólidos y en este caso no se trata de aire o de agua sino de electricidad.

## 5. Conclusiones

Mediante la realización de varias maquetas con las mismas dimensiones 50x50x50 cm<sup>3</sup>, a las cuales se van incorporando diferentes acabados interiores y técnicas de iluminación es posible filmar personajes dentro de atmósferas físicas que recrean determinados parámetros termodinámicos mediante efectos especiales. El aspecto táctil diferencia estas técnicas de otras formas de expresión como las simulaciones virtuales y los cambios principales son la escala y la incorporación de los fenómenos atmosféricos. El motivo que existe detrás de estas fotografías en secuencia es utilizar diferentes escalas y son los proyectos de Stop-motion aquellos que mejor muestran cómo es el proceso de trabajo a pequeña escala con fenómenos que luego tienen trascendencia a una escala superior. Se aplica a los modelos para poder controlar un determinado número de parámetros o condiciones de borde y analizar los resultados con el fin de mejorar el modelo inicial y de esta forma llegar a tener una apariencia lo más real posible.

Inicialmente, partiendo del término micro-escala, las maquetas pueden reproducir complejas escenas cinematográficas como sucede en las técnicas de animación, filmando en interiores controlados de luz y color donde la presencia de los fenómenos atmosféricos puede minimizarse.

A continuación, en una escala intermedia o meso-escala, pueden situarse determinados proyectos de arquitectura o vehículos que necesitan construir modelos a escala reducida para poder testar las estructuras proyectadas frente a los fenómenos atmosféricos, especialmente el viento. Dentro de esta categoría estarían situados los túneles de viento que comprobaron la resistencia de las membranas de Frei Otto o los modelos de coche o motos de las compañías de Fórmula 1 o Moto GP.

Finalmente, el tamaño de los modelos aumenta para poder analizar áreas de paisaje como un sector de costa o de un río, donde se utiliza como referencia la macro-escala que afecta a extensos territorios con problemas de inundación. Como resultado de esta investigación, se observa que es posible aplicar en escala pequeña una serie de medidas a modo de laboratorio en recintos interiores que después se podrán emplear en otras situaciones extremas, porque la simulación de los fenómenos atmosféricos es vital en los modelos de terreno o de edificación que representan sectores costeros afectados por las inundaciones, con la intención de poder ser modificados constantemente para hacer frente a la fuerza del mar, de los tornados o de los terremotos.

## Bibliografía

BROWN, Blain: "Theory of Color", Picture & Video Lighting, 43-58 (Butterworth-Heinemann, Oxford, 1992)  
Catálogo Exposición "Stop Motion Don't Stop" (Diputació de Valencia, Museu Valencia de la Il·lustració i la

Modernitat, MuVIM, 2012)

CLÉMENT, Gilles, RAHM, Philippe: Environ(ne)ment, 114-159 (Skira/CCA, 2006)

FERNÁNDEZ QUESADA, Blanca, GONZÁLEZ CUASANTE, José María, CUEVAS RIAÑO, María del Mar.  
Introducción al color. (Akal, 2006)

ISHIGAMI, Junya. "Clouds". Another scale of architecture (Seigensha editorial, Kyoto, 2010)

KWINTER, Stanford. "Architecture and the Technology of Life Play Time" Far from Equilibrium. Essays on  
Technology and Design Culture 118-138 (Actar, 2007)

LOWELL, Ross: "Color Temperatures Matters" Matters of Light & Depth: 136-142 (Lower-Light Manufactur-  
ing, Inc. 1992)

MILLERSON, Gerald: "La temperatura de color", Iluminación para cine y televisión, 361-369 (Instituto Oficial  
de Radio y Televisión, RTVE, Madrid, 2008)

TANIZAKI, Junichirô: El elogio de la sombra. (Siruela, Madrid, 2009)

9<sup>th</sup> Vienna Architecture Congress. What is Architecture, (Sturm der Ruhe, Vienna, 2011)

WIGLEY, Mark. Whatever Happened to Total Design? GSD Architecture Department colloquium on The  
Design Arts and Architecture (Harvard Design Magazine, Summer 1998, number 5, 1997)

## Biografía

**Cristina Jorge Camacho**, arquitecta, Cjcpaisaje ([www.cjcpaisaje.com](http://www.cjcpaisaje.com)). Estudio de Arquitectura y Paisaje. ("Dehesa landscape" Grand prix 6th L.A. exhibition Belgrado 2015/ On the move, LAE, 2015/ Biennial L.A.Barcelona, 2014). Arquitecta ETSAM, 1995. Doctorado Proyectos, 2003 UPM. Beca urbanismo CEHOPU (1994-1998). PhD Profesora Departamento de Proyectos, Escuela de Arquitectura, Universidad de Alcalá (2006-16), en IE University, España (2004-2008). Profesora Visitante en L.A. department, GSD Harvard University (2015), en TU Graz, Austria (2008), en PUCCAMP-Campinas, Brasil (1999) y en FAU Montevideo, Uruguay (1997). Fótografa profesional Máster Internacional Fotografía (EFTI) (MAP11 Toulouse 2011/ Descubrimientos PhotoEspaña PHE 2015 / Lensculture 2015/ 6º RV-Image Strasburg 2016). Ha publicado los fotolibros: Human Park (2015) y Night for Day (2015)

## Biography

**Cristina Jorge Camacho**. Cjcpaisaje ([www.cjcpaisaje.com](http://www.cjcpaisaje.com)) Landscape architecture office ("Dehesa landscape" Grand prix 6th L.A. exhibition Belgrado 2015/ On the move, LAE, 2015/ Biennial L.A.Barcelona, 2014). Architect ETSAM, 1995. PhD, 2003 UPM. Urbanism grant CEHOPU (1994-1998). Full professor Project's department (ETSAG, UAH). Professor Landscape Architectre and Composition SEK-IE University Segovia (2003-2009). Visitant professor GSD Harvard University, (2015), TU University Graz, (2008) PUCCAMP, São Paulo (1999), FAU Montevideo (1998). International Máster of Photography (EFTI). Selection PHE 2015, Lensculture 2015, Exhibitions: MAP-11 Photo Toulouse, "Európolis" CBA Madrid, "Mínimos" Galería Cero Madrid. Photobooks: Human Park (2015) y Night for Day (2015)