

Ray Tracing, Realidad Virtual y su aplicación en la Arquitectura

<https://slipknot231292.wixsite.com/gastonakrich>

TFG, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona

Gastón Akrich Corradini

Ambito de Teoria y Proyectos

ÍNDICE

Arquitectura y Luz Pg. 02

Representación de la Luz Pg. 03

Métodos 2D Pg. 03

Métodos 3D Pg. 06

La Maqueta digital

Fotorealismo Pg. 08

La Luz Pg. 08

Ray Tracing

Geolocalización

HDRI

La Arquitectura Pg. 12

Contexto

Oberturas

Materialidad

La Percepción Pg. 16

Admosfera

Receptor

Realidad Virtual

Conclusiones Pg. 18

Bibliografía Pg. 19

Arquitectura y Luz

Se podría concluir casi con seguridad que la necesidad de comunicarse del ser humano mediante las artes plásticas es una capacidad intrínseca de nuestra especie, siendo las primeras manifestaciones de este hecho, datadas desde hace más de 65.000 años.

La capacidad del dibujo como código universal, su capacidad como lenguaje técnico y artístico ha hecho de este un elemento esencial en nuestra historia. La necesidad de transmitir cada vez pensamientos más complejos ha hecho evolucionar la expresión gráfica y visual de manera exponencial a lo largo del tiempo, sobretodo en el contexto arquitectónico, comenzando por los primeros “planos” del 2200 a. C. por Gudea, pasando por la invención de la perspectiva en 1413 de Filippo Brunelleschi hasta el panorama actual donde la capacidad comunicacional de los dispositivos electrónicos están marcando la vanguardia.

Pero como se representa la arquitectura? Que hace falta para trabajarla? Cuales son los ingredientes esenciales?

Posiblemente no haya respuestas correctas, pero si algo podemos afirmar, es la importancia de la luz como casuística imprescindible a la hora de hacer arquitectura y de la importancia de manejar bien este “ingrediente”.

Este trabajo tiene como objetivo indagar en las posibilidades que nos ofrece el desarrollo tecnológico en el ámbito de la representación arquitectónica y como, el paradigma de la iluminación en la arquitectura se puede potenciar conjuntamente en su carácter mas onírico y su parte mas técnica. Utilizando el “render” como herramienta de análisis lumínico cualitativo tanto en el proceso proyectual como para la certificación final.



« Podemos decir que la luz, la otorgadora de todas las presencias, es la creadora de un material, y el material se creó para proyectar una sombra, y la sombra pertenece a la luz.»

Louis Kahn.

Representación de la Luz

«La representación es el arte de comunicar ideas, sentimientos y sensaciones a través del dibujo, desde una idea muy simple, hasta una muy compleja. Entre más compleja la idea mejor debe de ser la expresión. Es un lenguaje universal con el cual nos podemos comunicar con otras personas, sin importar el idioma»

Caribe, 2013, pág. 12

A continuación se nombran los métodos de representación más comunes y que más se han utilizado a lo largo del tiempo en la representación arquitectónica.

Métodos 2D

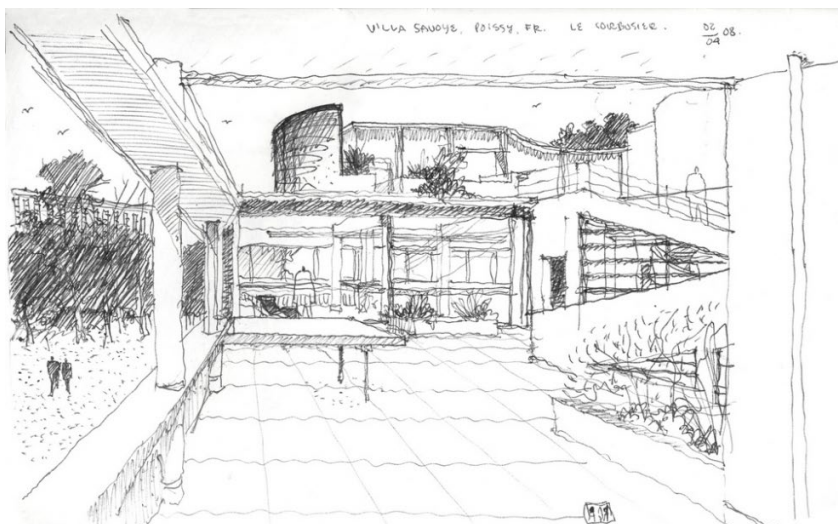
La Perspectiva

« Representa la realidad como se la percibe naturalmente, es decir, en tres dimensiones. Es por esto que es comprendida más rápidamente que cualquier otro tipo de dibujo por la mayoría de la gente porque es una simulación de la realidad»

Milichich, 2011

El dibujo cumple la función de soporte a los planos técnicos, ayuda al entendimiento del proyecto y a las ideas que lo forman.

El dibujo a mano alzada ha sido la única herramienta para representar la luz volumétricamente a lo largo de muchos años, siendo esta, definida normalmente por la ausencia de color. De forma que nos encontramos ante un resultado muy subjetivo, totalmente condicionado por la mente y habilidad del ejecutor.



Grafito

<< Prefiero dibujar en lugar de hablar. El diseño es más rápido y deja menos espacio para la mentira. >>

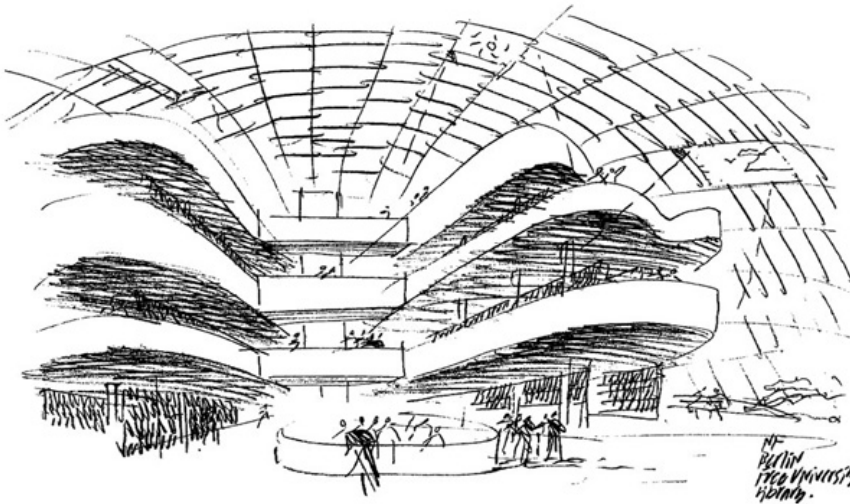
Le Corbusier

Croquis de la Villa Savoye. Le Corbusier

Rotulación y Tinta

El carácter permanente del trazo no evita su informalidad a la hora de expresarse.

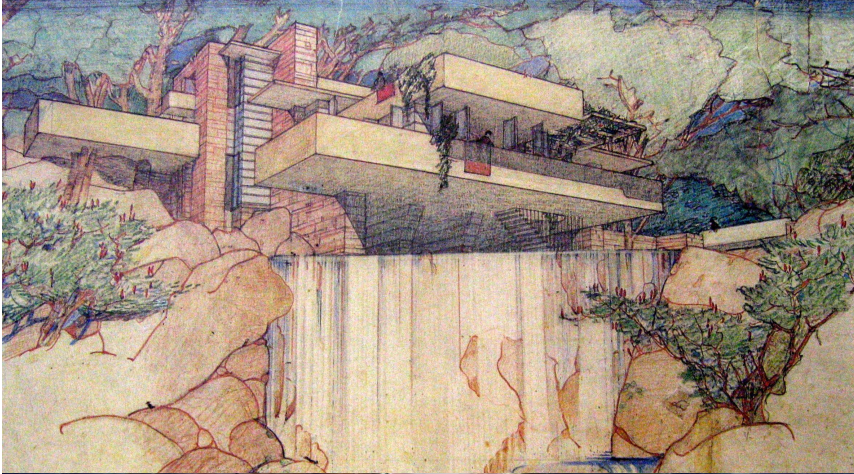
Croquis de Norman Foster



Lapices de Colores

Utiliza lapices de colores para enfatizar el contexto del que formaba parte la casa de la cascada.

Casa Kaufman. Frank Lloyd Wright



Acuarelas

Caracterizadas por su gran versatilidad. Tan indefinidas o exactas como se pretenda todo depende de la intencionalidad.

Pintura de Gerardo Andia



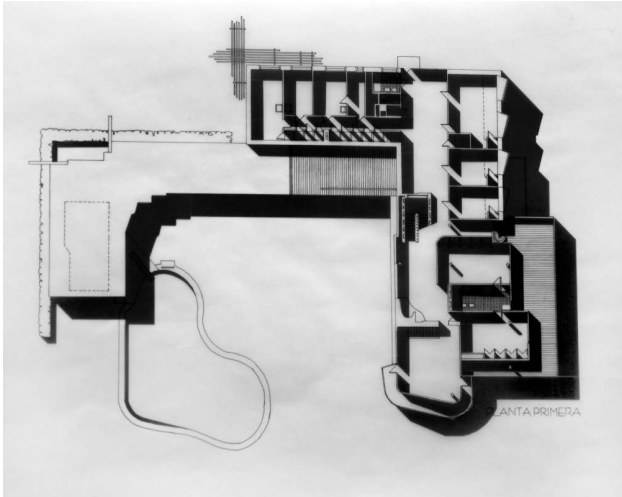
Collage y Dibujo Digital

La arquitecta e ilustradora Carmen Bueno combina estas dos disciplinas representando espacios de forma muy intencionada creando espacios y recorridos de gran interés.

Ilustración de Carmen Bueno



Los planos técnicos no renuncian a la intencionalidad, pero si que son mucho más precisos y explícitos que los anteriores, al menos en sus medidas y proporciones. Recrean un análisis de la realidad y usan determinadas adecuaciones para definir mejor los espacios. pueden encontrarse varia documentación que pretende plasmar la incidencia de la luz, pero su identidad técnica no lo libra de la subjetividad anteriormente nombrada



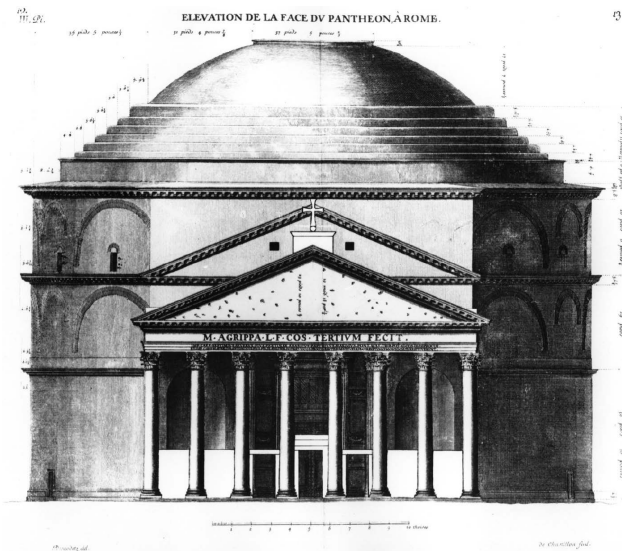
En Planta

Planta 1, Villa Mairea . Alvar Aalto



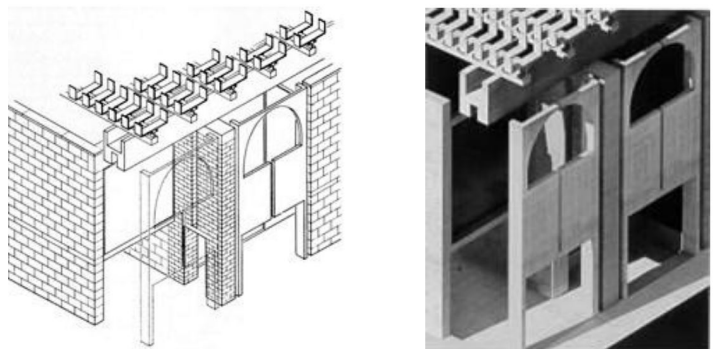
En Sección

Casal Balaguer. Flores y Prats



En Alzado

Panteón de Roma



En Axonometria

Este método de representación combina la tridimensionalidad de la figura en el espacio con la exactitud de sus dimensiones. Esto favorece a que se centre la atención en el desarrollo de una idea e ir encadenando nuevas ideas con dibujos de forma rápida.

Zell, 2009

Consulado Americano en Luanda, L. Kahn

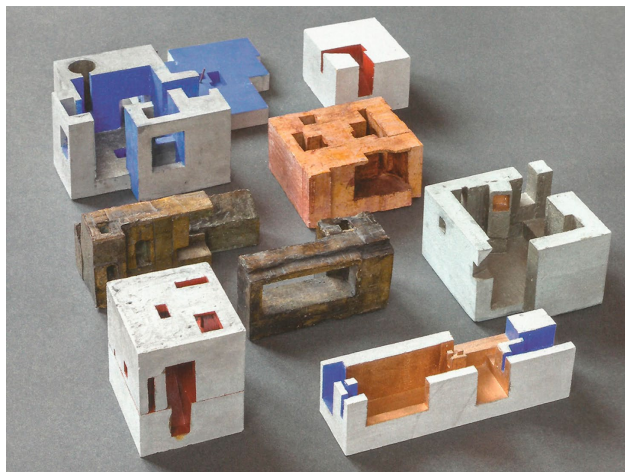
El dibujo arquitectónico, pese a su gran potencial, en lo referente a la representación de los fenómenos lumínicos, se haya con grandes limitaciones reduciéndolo al trazado de las sombras, siendo así que fenomenologías como la reflexión, la transmisión y la dispersión no adquieren lugar en esta.

Los métodos 3D tienen la característica de compartir la misma dimensionalidad que la realidad, por esta razón son los más usados en cuanto al estudio y entendimiento lumínico ya que, la variabilidad de la luz solo permite entenderla a partir de ella misma.

La Maqueta

«Tanto los dibujos como las maquetas proporcionan métodos para expresar ideas y conceptos arquitectónicos. Los dibujos están normalmente realizados sobre superficies bidimensionales, mientras que las maquetas ofrecen una abstracción tridimensional del espacio y de la forma»

Zell, 2009, pág. 24



Maqueta de Trabajo

Normalmente de carácter volumétrico, pretende exponer la idea del proyecto de manera informal y servir de apoyo en el proceso creativo.

Estudio de viviendas. Atelier de Peter Zumthor



Maqueta Final

Orientada a un público más genérico se intenta replicar la materialidad final.

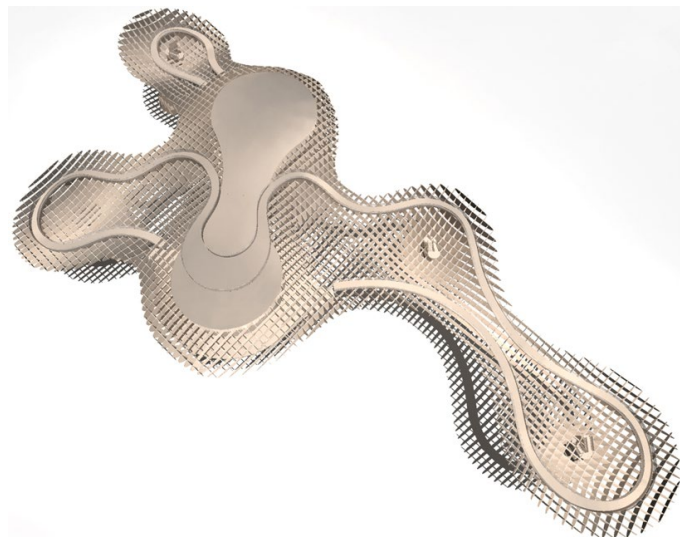
Iglesia de Iesu. Rafael Moneo



Maqueta Conceptual

Maqueta hecha con intención, con el objetivo de estudio de un elemento concreto de la obra. «La arquitectura es el juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes bajo la luz (...)»

Capilla Notre Dame du Haut. Le Corbusier



Maqueta Digital

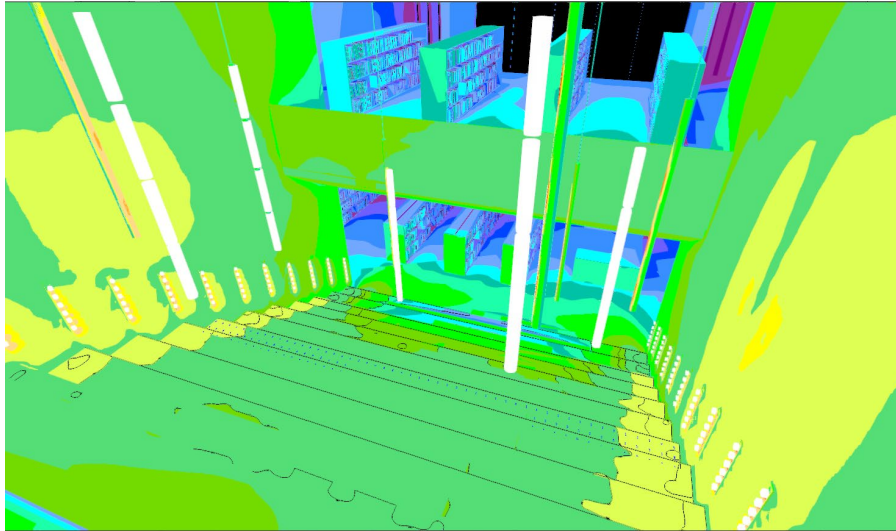
Recreación tridimensional del proyecto mediante programas informáticos de modelado.

Metropol Parasol Sevilla. Jürgen Mayer

La maqueta Virtual o maqueta 3D consiste en la delimitación de superficies mediante coordenadas en un entorno virtual el cual pretende replicar el mundo real, pudiendo incorporarle y atribuirle diferentes valores y características que simulen las condiciones físicas de nuestro mundo.

La maqueta digital como elemento base multidisciplinario

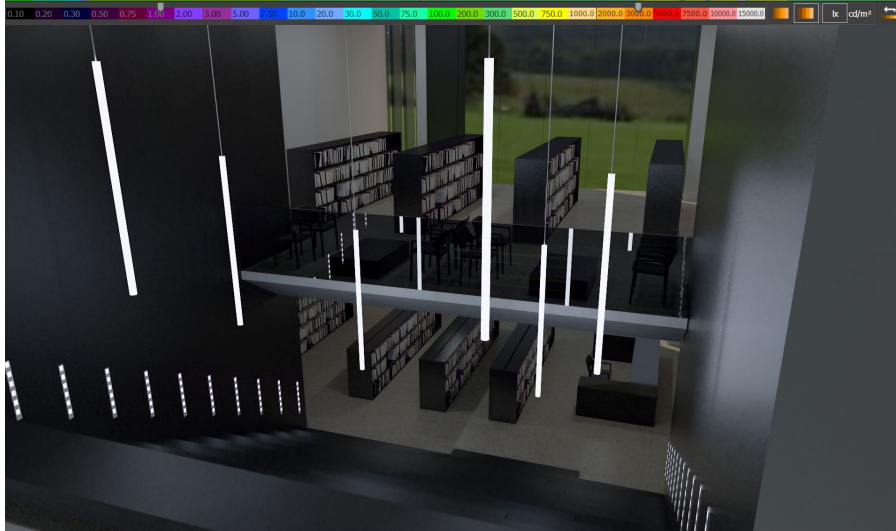
En lo que se refiere al cálculo y entendimiento de la Luz en el proceso digital, podemos distinguir dos vertientes, una **cuantitativa** y otra **cualitativa**. La primera en forma de cálculo numérico mediante los valores exactos de los datos lumínicos, y la segunda, orientada a las calidades aparentes de la iluminación, en el que se intenta predecir el espacio tal y como lo percibirá el usuario.



Cualitativa

Sketchup con Dialux EVO

Producción propia



Cuantitativa

Sketchup con V-ray

Producción propia

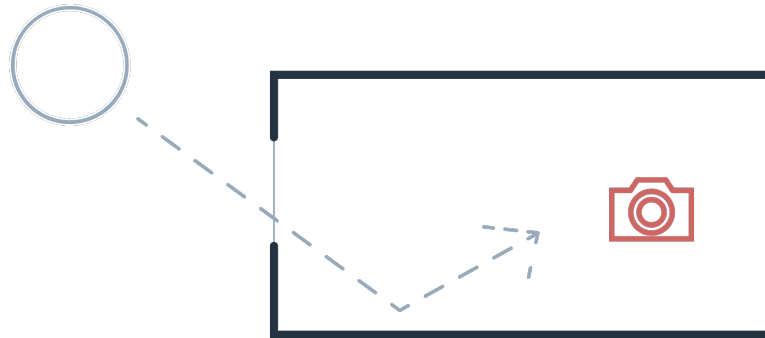
La última vertiente es la que a lo largo de las últimas décadas se ha visto mejorada exponencialmente, debido a que los intereses de esta, en otros ámbitos y competencias, ha hecho que con los años el sistema adquiera solidez, rapidez y simulaciones físicas fidedignas. Llevándonos a un momento muy interesante en la actualidad en la que la realización de imágenes de estilo Fotorrealista nos permite generar la interacción no solo de los volúmenes y su arquitectura, sino de la simulación de materiales físicamente correctos y como estos interactúan con la iluminación global, siendo este un factor determinante en la percepción y atmósfera de un espacio.

Pero en este tipo de imágenes Fotorrealistas se encuentran una serie de parámetros que determinan la ejecución de un resultado final que puede verse alejado de las capacidades humanas que tiene el cuerpo biológico. Y que a continuación expondremos.

Parámetros que determinan el Fotorrealismo

¿De que elementos depende una escena ?

La simulación de la realidad física emula los diferentes elementos que componen la ejecución de una fotografía.



La luz emitida por el sol y el cuerpo celeste, sujeta a variaciones climáticas y de geolocalización, que dirigidas hacia las diferentes superficies, estas al ser irradiadas absorben una parte del espectro visible y la restante rebota siendo esta la percibida.

La Arquitectura en esta casuística la entenderemos como el recipiente que filtra controla y dirige la luz.

La cámara digital y los ojos funcionan bajo el mismo concepto, un objetivo que controla la exposición y dirige a un cierto punto la luz y un sensor o retina que lo revela

La Luz

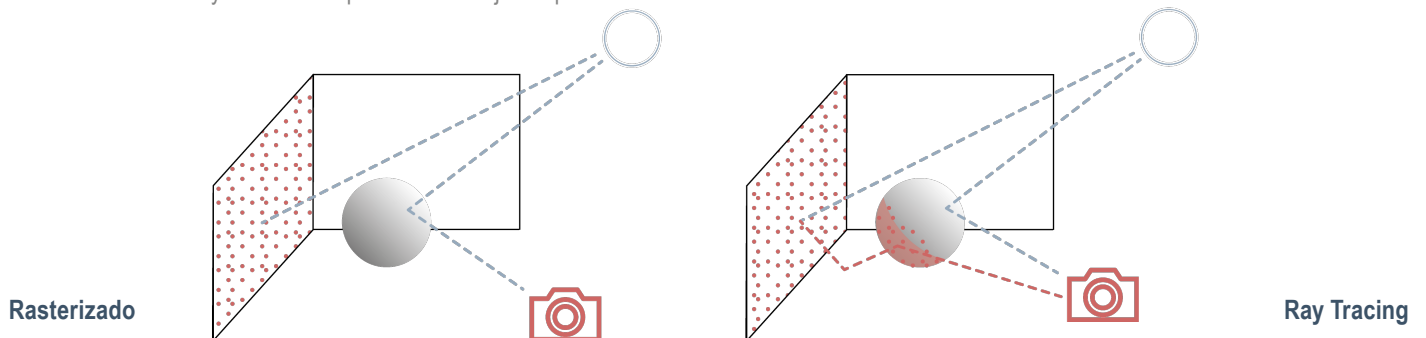
Según Software

En lo referente al cálculo lumínico en los softwares de renderizado de imágenes fotorrealistas se pueden distinguir dos tipologías:

Técnicas de rasterizado, que se basan en el precalculo de la luz sobre las texturas la cual se superpone por encima de esta que junto con una mezcla de técnicas como "lightmaps" o "skybox", los cuales ahorran tiempo de cálculo e imitan la interacción de la luz, utilizados sobre todo en videojuego.

El Ray Tracing se define como un proceso que simula el comportamiento de la luz, de manera que simplificando los "rayos" en vectores, calcula los rebotes y direccionalidad de estos según el contacto con las diferentes superficies emuladas en entornos gráficos 3D. Pero con tal de evitar miles de cálculos en rayos que se perderán fuera de cámara, el proceso se hace de manera inversa.

Tenemos una cámara principal desde la que se observa la escena, desde esta cámara para cada uno de los píxeles de nuestra imagen se lanza un rayo que impacta contra la superficie visible, una vez que tenemos este primer impacto contra una superficie se buscan todas las zonas que están recibiendo luz y la están haciendo rebotar a ese punto, esto permite tener dos tipos de luz y de cálculo: la directa, que viene de un foco de luz con único rebote y la indirecta que viene de objetos que la hacen rebotar..



La iluminación está implícita en la textura como una variación de esta sin tener en cuenta el contexto, de igual forma pasa con las reflexiones.

La iluminación trabaja como conjunto, teniendo en cuenta las reflexiones y características de los materiales



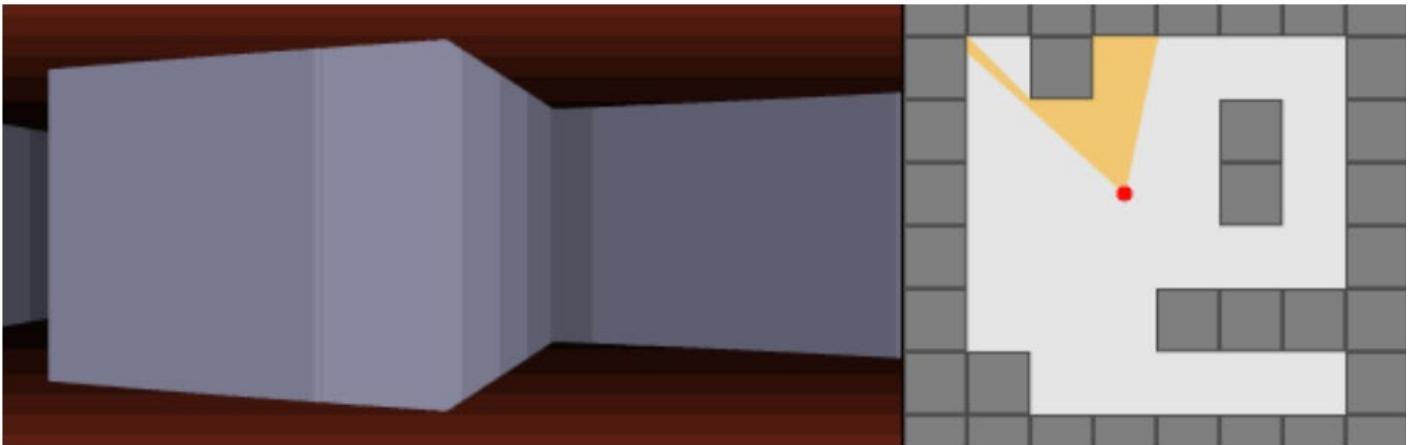
Comparación de una escena con y sin Ray Tracing

Escena con Ray Tracing

Escena sin Ray Tracing

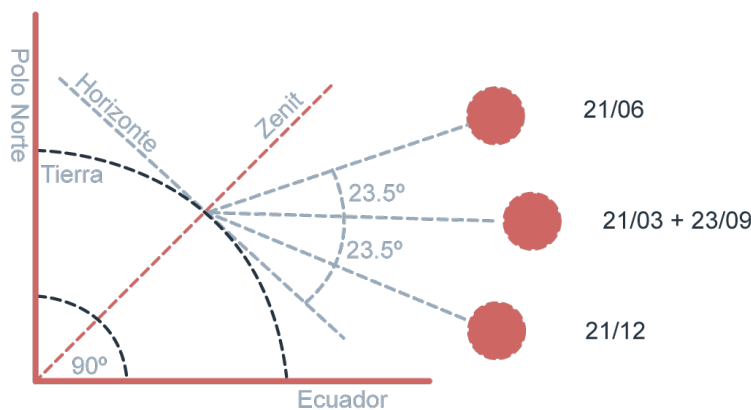
El funcionamiento del algoritmo de cálculo del trazado de rayos ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, pero únicamente se ha impuesto en el mercado cuya finalidad es la imagen estática debido a su gran demanda computacional.

En 1982 Scott Roth usó por primera vez el término relacionado con la simulación de rayos en el contexto de gráficos sin incluir la refracción ni reflexión de la luz.



Según Geolocalización

Las características de la luz que inciden en un espacio dependen directamente de la zona geográfica en la que se encuentre. El movimiento de rotación de la tierra junto con el de translación alrededor del sol crea una variación en el grado de incidencia con una variación de 23° y el tiempo de exposición dependiendo de el lugar donde se encuentre el ámbito de acción.



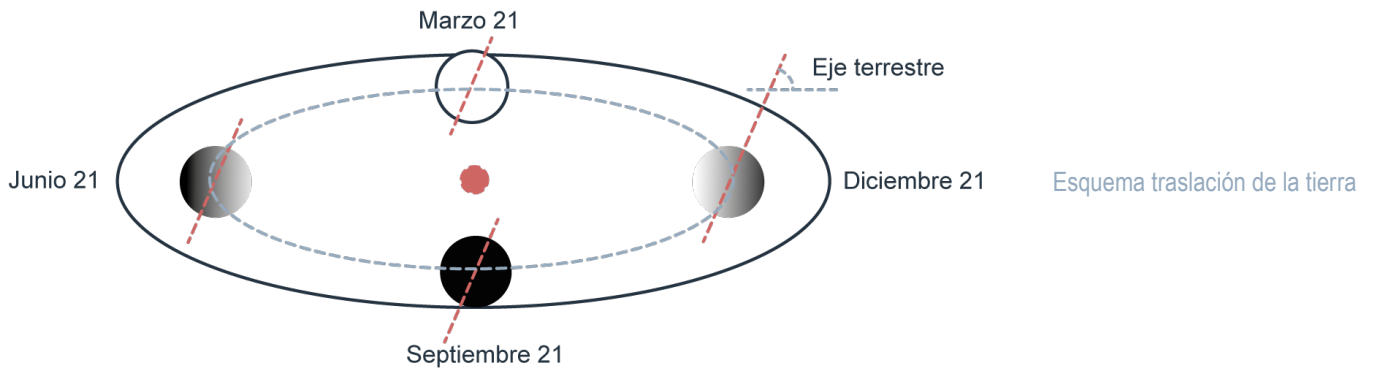
Esquema del grado de incidencia según el momento del año y la localización

Debido a esto en el estudio lumínico hay que tener en cuenta estos factores:

- La localización definida por la latitud y longitud.
- Las estaciones de año que dependen de la posición de la tierra con respecto su variación angular sobre su propio eje y la situación en la órbita alrededor del sol.
- La hora del día dada por la rotación terrestre.

La iluminancia de la luz directa varía entre 0 u 100.000 lux aproximadamente y la temperatura del color varía desde los 3000K cuando el sol está en el horizonte hasta 5800K cuando está en el cenit.

Posición de la Tierra respecto a su eje y al Sol

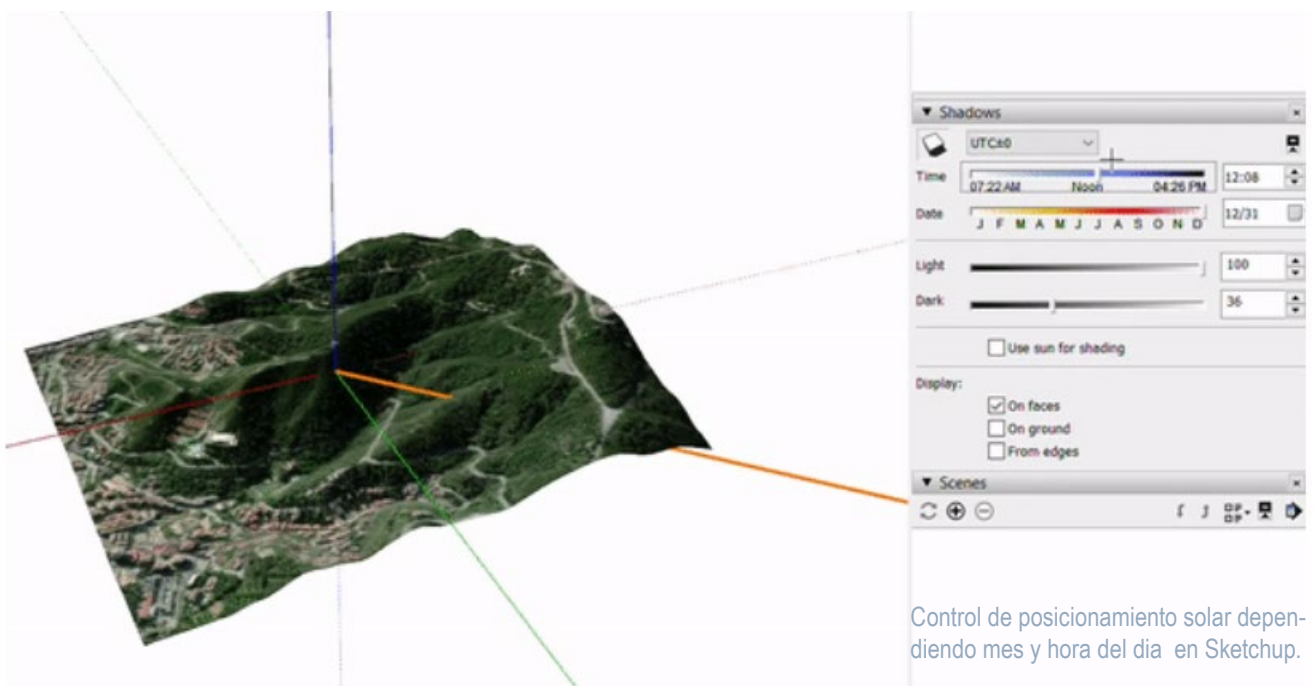


Ubicación exacta en la Tierra



Herramienta de geolocalización en el programa Sketchup.

Incidencia del Sol según hora del día y mes

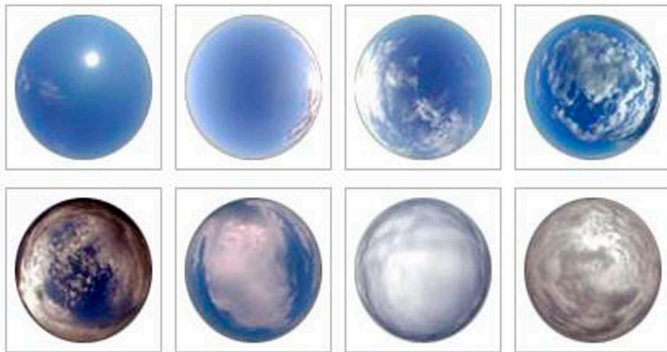


Según HDRI

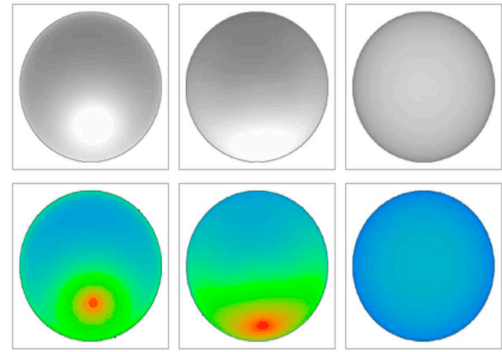
La iluminancia del cielo depende de la posición solar y de las condiciones climáticas de nubosidad. Como hemos visto la primera es fácilmente predecible, pero cuando hablamos de las condiciones climáticas estas son totalmente inestables. Y en este factor intervienen los llamados HDRI (High Dynamic Range image).

Como las propias siglas definen, este tipo de iluminación se basa en una fotografía de gran resolución y de alto rango dinámico, la cual se posicionara rodeando la escena 360° como si del cuerpo celeste se tratara. Con la ventaja de poderse utilizar como modelo tipo de diferentes nubosidades y climatologías.

Condiciones climáticas de nubosidad



Ejemplificación de tipos de cielos



Análisis de varios tipos de cielos: despejado y nublado



HDRI aplicado sobre esferas de diferentes materiales



Alto Rango dinámico

Es primordial que la calidad del archivo HDRI sea elevada, entendiendo el rango dinámico como los diferentes gradientes de luminosidad que una fotografía transmite al modelo, la fotografía deberá tener como mínimo 14 niveles de este “gradiente”, para poder ser fidedigna a la realidad y a la percepción humana.

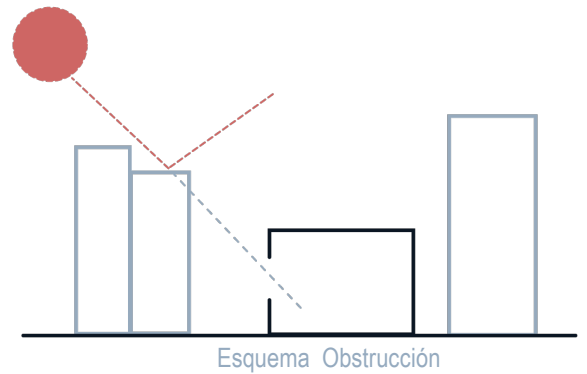
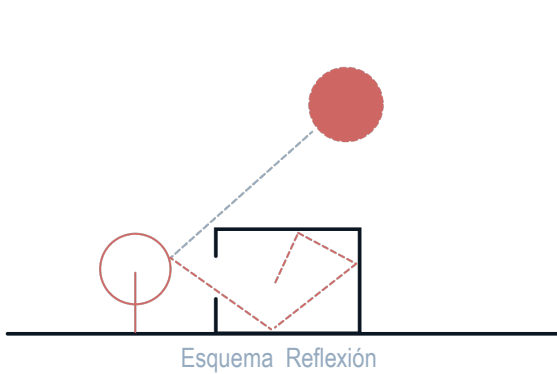
Hay que nombrar que el color de la fotografía y los reflejos se transmitirán al modelo y “render” final, formará parte del contexto de la escena.

La Arquitectura

Según Contexto

Ya sea de índole artificial o natural el contexto en el que se deposita la arquitectura captada influye de manera pasiva en la percepción de los espacios.

Los cuerpos colindantes pueden actuar en cuanto a su reflexión u obstrucción de la luz. Siendo la reflexión un aporte que normalmente se obviaría en cuanto a su aporte lumínico en comparación con la luz directa, el color que esta puede aportar a la atmósfera interna puede ser determinante en su percepción. Si bien no podemos controlar el color de la luz natural si se debe tener en cuenta este factor a la hora de la toma de decisiones.



Influencia del color exterior

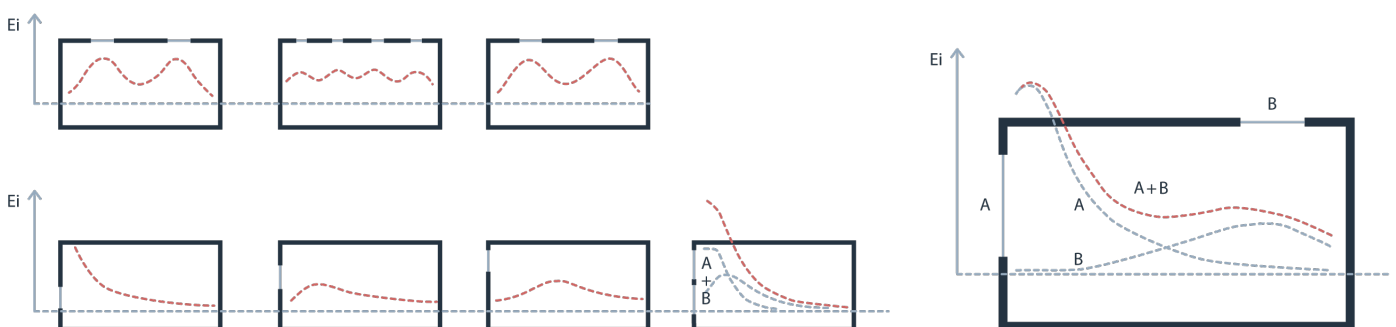


Caso práctico, luz indirecta y su reflexión de color en el interior

Según Oberturas

Los "huecos" son los elementos más relevantes a la hora de trabajar la iluminación interior de un espacio, por eso hay que prestarle especial atención al estudio de estos. Las oberturas generalmente cubiertas con un material transparente o translucido no solo determinan la cantidad lumínica sino el carácter y la distribución de esta en el espacio.

En los esquemas siguientes se puede apreciar como las diferentes oberturas interaccionan entre si proporcionando unas iluminaciones determinadas, concluyendo que cuanto más arriba está la obertura, más uniformemente se reparte y más lejos llega.

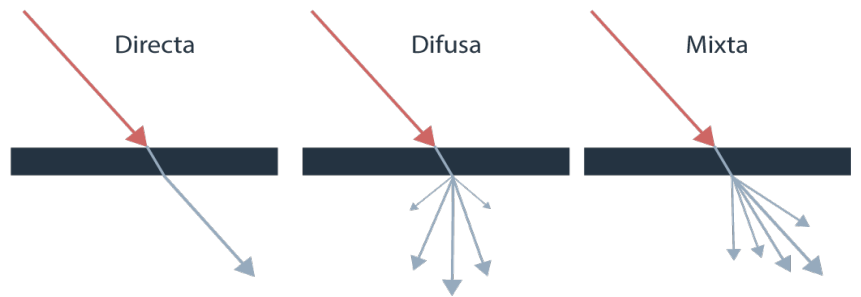
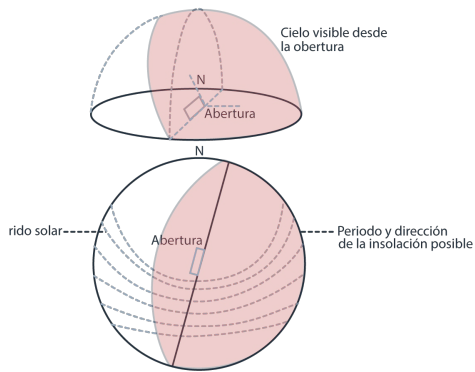


Efecto en la distribución de la iluminancia por la disposición de las aberturas



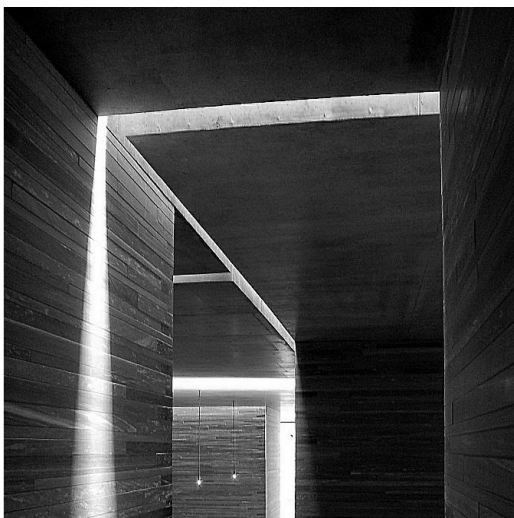
Producción propia, render iluminado con un domo, mostrando tres tipos de canales de "render"

La iluminancia de un determinado punto del espacio va directamente relacionado, primero con el tamaño de la abertura y segundo con la posición de esta. Pudiendo tener dos aberturas del mismo tamaño con diferentes localizaciones que no proporcionen la misma cantidad de luminosidad en dicho punto



El ángulo de **inclinación** de la abertura aumenta en cuanto mayor sea el ángulo de incidencia con respecto a la normal de la superficie que deja pasar la luz y cuya **orientación** determinará el tipo de luz que la atraviesa directa o indirectamente. Cuanto mayor es la inclinación con respecto al plano terrestre menos cuerpo celeste captará y por ende menos luz indirecta.

La materialidad de las aberturas influirá directamente en la cantidad u calidad de la luz que ingresa a través de las mismas, siendo determinante el número de capas que la construyen y las propiedades de transmisión.



Luz Sólida

La luz sólida tiene como característica realzar los contornos y la rugosidad de los materiales. Con ella se pierden los tonos medios dando conciencia de los espacios en sombra pero convirtiendo a la luz en la protagonista



Luz Difusa

La luz difusa genera un ambiente de en el cual ilumina sin focalizar la atención en ella, por lo que las texturas de los materiales y los elementos del propio espacio cobran importancia.

Según Materiales

La capacidad de comprender el mundo, pasa a través de nuestros ojos. La luz chocando o atravesando los cuerpos es la que permite que esto sea posible. Y mientras esto sucede ante nosotros están ocurriendo una gran cantidad de fenómenos luminicos que nuestro organismo ha aprendido a asimilar.

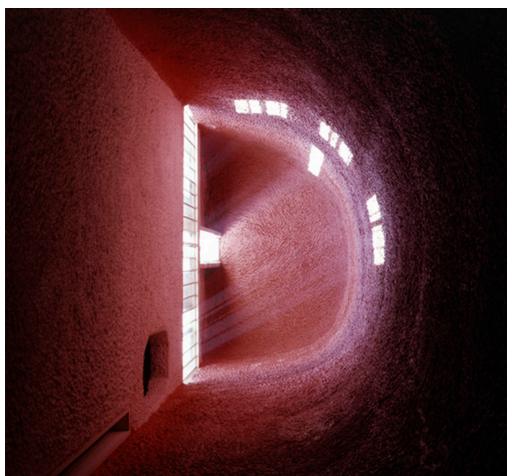
<< Una imagen de un espacio arquitectónico representa la complejidad de la interacción entre la luz y los cuerpos presentes en el espacio >>

Tesis de Edgar Alonso pag. 44

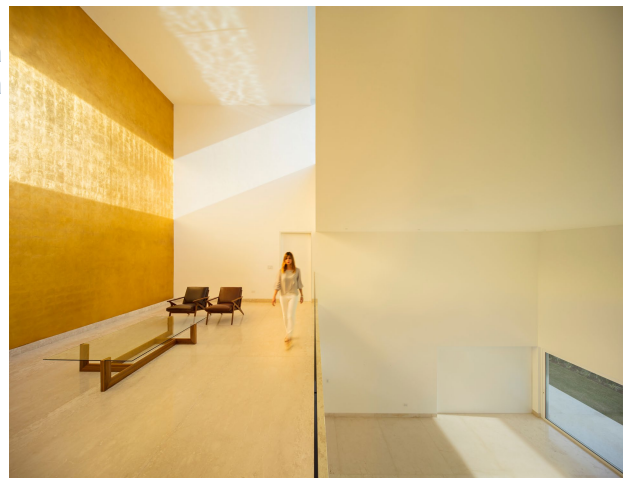
La cualidad de la luz depende de los materiales con los que interactúe, ya sea atravesándolos como en el caso anteriormente nombrado o impactando en una superficie como en la de la foto inferior. **La luz se transforma** dependiendo de las cualidades del material que la recibe, como puede ser el color, la rugosidad, la reflectividad...

Cuando un material opaco es proyectado con luz una parte de esta es **absorbida** y la otra **reflejada**. La parte absorbida se convierte en calor y la reflejada es expulsada en forma de luz con su espectro lumínico correspondiente responsable del color aparente de la superficie. Por lo que si un objeto expulsa todo el espectro de luz visible se percibirá blanco y si absorbe todo se vera negro.

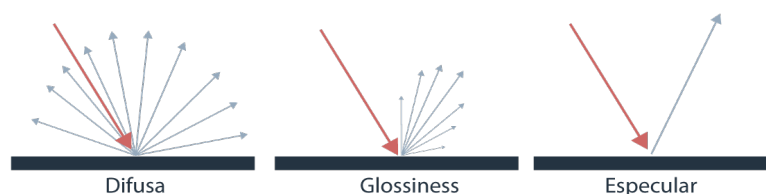
La **reflexión** se produce en todos y cada uno de los materiales en mayor o menor medida en la que la luz que alcanza al cuerpo rebota dependiendo del ángulo de incidencia en relación con la normal de la superficie receptora.



Metal dorado
Doums Aurea
Alberto Campo Baeza



Con hormigón y mampostería
Notre Dame du Haut.
Le Corbusier
Fotog. de Henry Plumme



La **reflexión difusa** es aquella en la que los "rayos" de luz se dispersan en todas direcciones debido a la rugosidad de la superficie. Típica de materiales como el concreto o el ladrillo.

La **reflexión especular** se da en las superficies lisas las cuales dirigen en su gran mayoría los fotones en la misma dirección, podríamos decir que cumple con la ley de la reflexión en su totalidad.

La **reflexión mixta o "glossiness"** es la combinación de las anteriores, en la que normalmente la ultima capa del material es especular pero la irregularidad general dispersa su direccionalidad.



El índice de reflexión define la capacidad del material para dirigir la luz siendo el 100% un material que puede reflejar el completo de la luz que incide y 0% uno del que no escape nada. Estos valores absolutos no se dan en nuestro planeta siendo parámetros "normales" los encontrados entre un 85% para una superficie blanca y 4% para una negra.

Por supuesto la ciencia avanza y se han conseguido materiales cercanos al 1% como el Vantablack, siendo esto un caso más experimental que cotidiano.

Comparación material metalico y Vantablack

Simulación del material

En la simulación de espacios fotorrealistas tenemos, por un lado, el programa base que se encarga de modelar la geometría y por otro, dentro de este se incorpora el motor de render, cuya función es hacer los cálculos lumínicos. Para que estas geometrías simulen el comportamiento de los materiales reales de una forma **físicamente correcta** se recurre a lo que se llaman texturas PBR (Physically Based Rendering). Estas texturas parten de una fotografía del material que queremos replicar, y a partir de esta se desglosa en diferentes “canales” o “mapas” encargados de replicar un tipo de característica y que de forma conjunta otorgan al motor de render la información necesaria para dotar a esa geometría de las cualidades físicas que tiene el material.

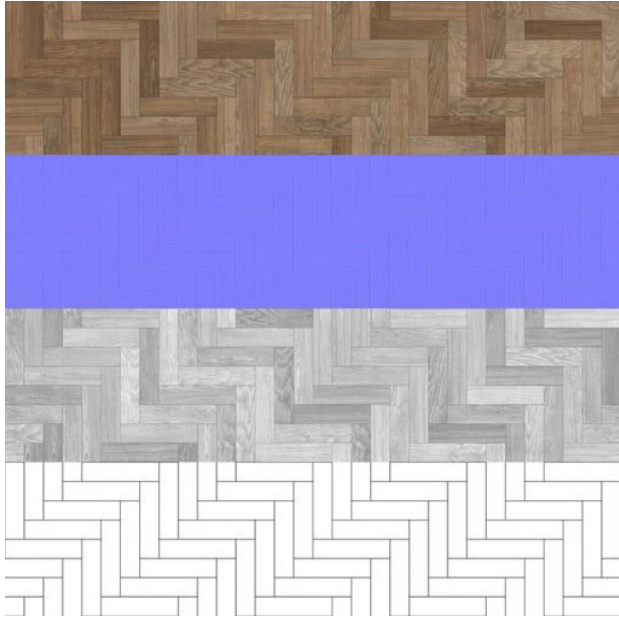


imagen de 3DCollective.es

Color Base

Generalmente se trata de la fotografía del material de alta calidad la cual se ha sacado de forma totalmente paralela y con una luz lo más difusa posible.

Mapa de Rugosidad

Define las irregularidades más minúsculas del material como pueden ser las vetas o grietas de la madera

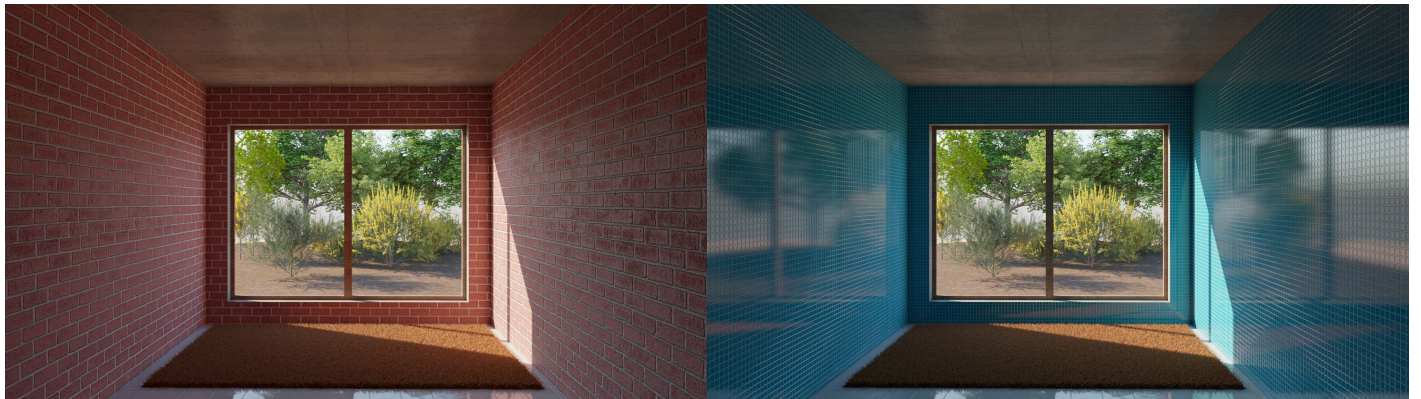
Mapa Especular

Se basa en definir la reflectividad del material en el que el negro es la máxima reflexión y el blanco la mínima.

Mapa de Desplazamiento

Esta imagen en blanco y negro informa del desplazamiento que sufre el material en su normal siendo el blanco su máximo exponente y el negro puro el mínimo, generando en este caso el despiece de la madera.

Estos son los principales mapas o que normalmente más se utilizan en la industria del “rendering” Pero la realidad es que hay muchos más y dependiendo del software trabajan de una forma o unos matices concretos en las cuales esta tesis no indagará.



Caso práctico, comparación de dos tipos de acabados de características diversas

La Percepción

Atmosfera creada

La percepción de cada individuo es completamente propia, como pasa con el concepto de conciencia solo quien la posee sabe con certeza que esta existe, por lo que la objetivación del como se percibe la realidad siempre estará atado a un factor condicional y de suposición. Ninguna persona es igual y posiblemente ninguna experimente un espacio de la misma forma que otra. El ser humano no es una maquina fabricada en serie como una cámara fotográfica, la experimentación, el desarrollo personal o la influencia cultural influyen en la genética y la percepción de nuestro alrededor.

<<La percepción nos proporciona el conocimiento inmediato del mundo fenoménico. (...) No solo tenemos que orientarnos dentro de la multitud de las cosas, si no que deberíamos también “comprender” o “juzgar” esas cosas para que lleguen a sernos útiles.>>

Norberg Schulz



Luz natural, luz en movimiento

Tindaya Mountain
Eduardo Chillida

<< Los aspectos más maravillosos de los interiores son las distintas atmósferas que la luz proporciona al espacio, sin embargo hoy en día los arquitectos al proyectar sus espacios, han perdido su fe en la luz natural y optan por la luz artificial, conformándose con esa luz estática y olvidando las cualidades infinitamente variables de la luz natural, con la cual una sala es distinta cada segundo del día>>

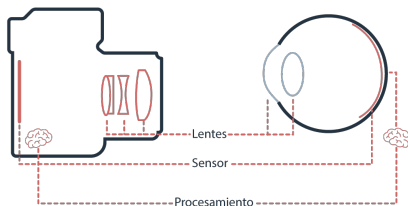
L. Kahn.

Visión Humana

A pesar de que el ojo humano no sea una lente fotográfica y nuestro cerebro no sea un sensor, si podemos establecer una gran similitud, debido a que su invención fue llevada por la intención de replicar la mecánica de su funcionamiento.

El ojo humano funciona de tal forma que la luz es captada por la superficie cristalina llamada córnea, dirigiendo los rayos de luz a través del cristalino se refracta de tal modo que proyecta la imagen exterior en nuestro sensor llamado retina, cuyas células fotosensibles (bastones y conos) envían información al cerebro en forma de impulsos electricos para que este la procese.

Claramente el ojo es un organo muy complejo y sus procesos de asimilación profundos pero podemos acercarnos y establecer unos parámetros que acerquen la fotografía e imagen virtual a la percepción natural de este.



Según diversos estudios la distancia focal del ojo humano, teniendo en cuenta que se es capaz de abarcar casi 180°, oscila entre los 22 y 24 mm y no es la de 50mm como la creencia popular ha establecido como estándar, por la sencilla razón comercial y económica de las primeras cámaras réflex. Hay que remarcar la capacidad del cerebro humano para corregir la curvatura generada por esta distancia con la ayuda de que la retina es curva y anula en gran parte esta distorsión

La apertura focal o numero “f” fue determinado en astronomía con tal de definir el valor del “f-ratio” que se trata de números resultantes de dividir la longitud focal entre el diámetro de la pupila o diafragma.

Se establece un rango entre dos situaciones Pupila cerrada con un mínimo de 3mm y máximo de 4mm y abierta de 5mm a 9mm. Por lo que teniendo en cuenta la distancia focal estimada anteriormente cogiendo el valor intermedio se establecen los valores “f” con la Pupila cerrada de 7,66 y abierta de 2,55.

Se ha calculado que el ojo es capaz de controlar la sensibilidad del “ISO” con un rango de valores comprendidos entre 100 y 60.000. Siempre tomando como base del ISO el valor 100 como en las cámaras fotográficas. Pero hay que tener en cuenta que la capacidad del ojo detectar el contraste es mucho mayor que cualquier cámara analógica o digital.

Todos estos parámetros son fácilmente replicables por cualquier software de renderizado con la ventaja de no estar atados a las limitaciones físicas o consecuencias negativas como el ruido o cáusticas indeseadas.

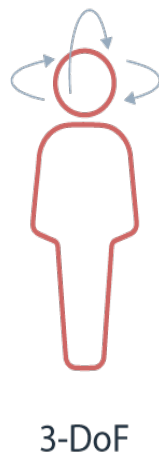
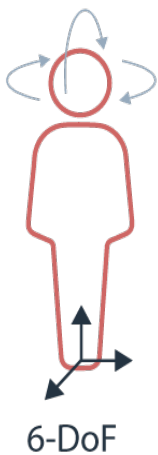
Incorporación de la Realidad Virtual en el proceso proyectual

La Real Academia Española define la realidad virtual como la "Representación de escenas o imágenes de objetos producida por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real".

En lo referente a la arquitectura, la utilización más común y el valor que se le da a la capacidad de inmersión en el espacio, es con la intención de que el cliente experimente el producto final de primera mano y así vender el producto, pero al igual que las imágenes fotorrealistas anteriormente nombradas, las herramientas siempre tienen diferentes vertientes, y la realidad virtual está demostrando en diversos campos técnicos su utilidad. La comprobación a escala real de formas complejas, la detección de posibles errores, mejoras y la capacidad de interactuar con el entorno generan un avance en el proceso creativo que permite experimentar con nuevas formas y proyectos más arriesgados, pudiendo en su transcurso comprobar las sensaciones generadas. Ya que no hay relación más veraz que la comprobación a escala 1:1 de aquello que se quiere crear.

Empresas de software como Epic Games, convencida de la utilidad de este modo, proporciona herramientas para que sus desarrolladores puedan trabajar y modelar de manera inmersiva.

<<Trabajar directamente en VR proporciona el sentido adecuado de la escala necesaria para crear mundos realistas y creíbles>>
Web Epic Games



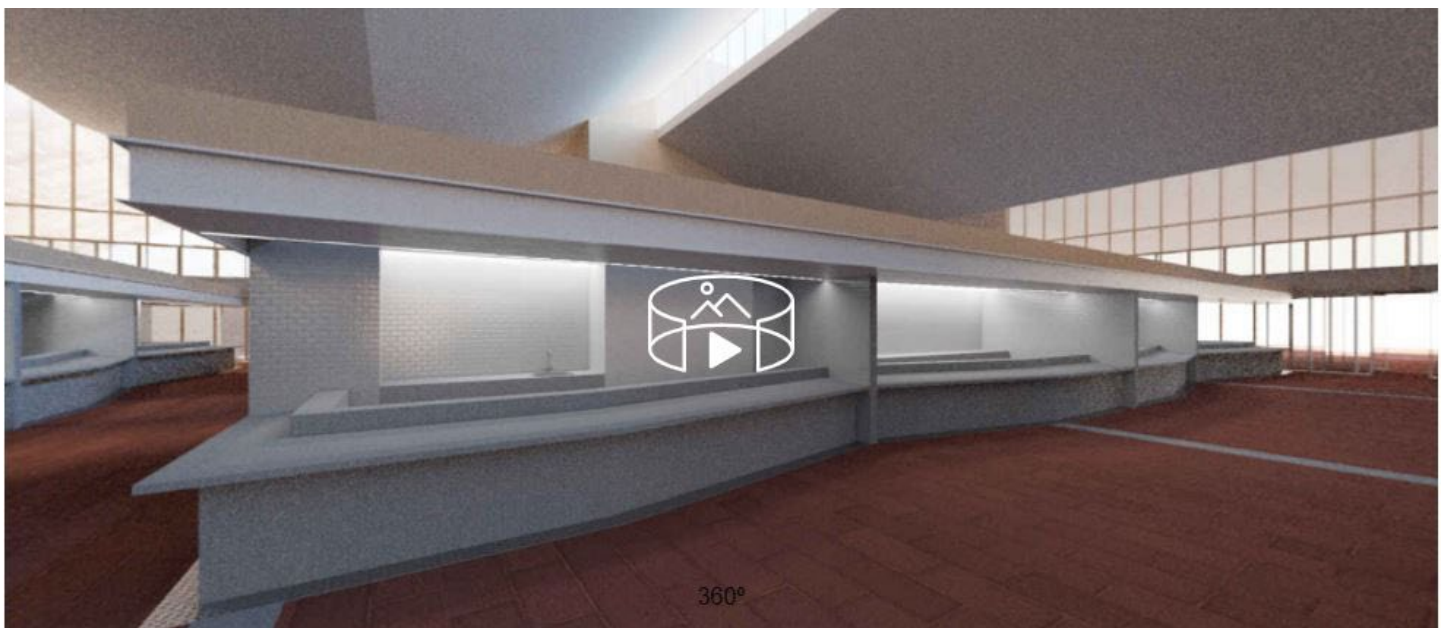
Existen dos tipos de gafas de realidad virtual, las que están conectadas a un ordenador de alto rendimiento (Oculus Rift o HTC Vive) o las gafas que funcionan gracias a la pantalla, ya sea propia o de un smartphone. Las gafas funcionan bajo dos premisas, la sincronización del giroscopio con nuestro equilibrio y la simulación de profundidad. Las personas captamos la profundidad gracias a la combinación de los dos ojos, por lo que al replicar la imagen en cada uno de ellos se "engaña" al cerebro para que detecte dicha profundidad o inmersión.

Podemos hablar de diferentes grados de inmersión o de libertad dentro del mundo virtual, la que te permite interactuar con el terreno y que podríamos relacionar con la experiencia de un videojuego, denominada 6-DoF, la cual todavía encontramos algunas limitaciones en cuanto al hardware necesario, y la de imágenes fotorrealistas estáticas 360° llamada 3-DoF.

Por lo tanto, entendemos la realidad virtual, como un nuevo formato en auge que permite utilizar las premisas expuestas en la tesis. Para la correcta utilización y análisis de la iluminación natural en los espacios arquitectónicos durante su proceso proyectual.

Imagen 360° interactiva a través de la web

Producción propia



Conclusión

Esta investigación parte de resaltar y validar la concepción de la luz como base estructural en la proyección arquitectónica y su desarrollo mediante herramientas informáticas, cuyas vertientes de carácter cuantitativo han caído en un rol de verificar o exponer el cumplimiento de la normativa y no como **recurso activo** en la toma de decisiones.

El objetivo del artículo es formar un **recurso visual** con la intención de presentar las principales características y recursos a tener en cuenta, y que hoy en día presentan los programas informáticos, con tal de construir imágenes virtuales análogas a la realidad material y no a una realidad imaginada de ámbito "escenográfico" que busca la imagen mental del diseñador.

Solo aquellos arquitectos destacados en los que la iluminación es la estructuradora principal de la obra, mantienen una predisposición a presentar la configuración lumínica con tal de expresar sus ideas mediante herramientas gráficas, pero sin hallar una **estrategia** diferenciadora que permita trabajar la luz con la tecnicidad que esta requiere en sus interacciones.

Una imagen que represente la escena tal y como será percibida por el **usuario**, que revele las malas o buenas condiciones del espacio y que sirva como **indicativo** de la corrección del diseño arquitectónico y no a la inversa. Apropriándose de la realidad antes de que esta se materialice.

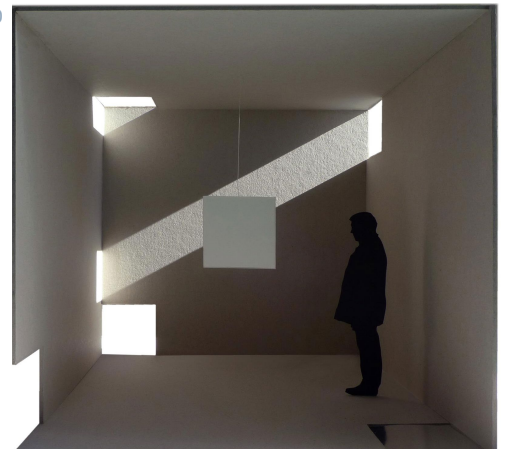
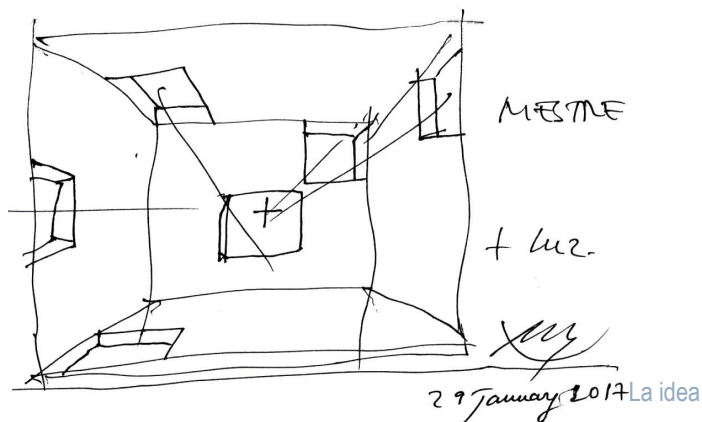
Proceso proyectual para el estudio de la luz

Il cielo in Terra. A.C.Baeza

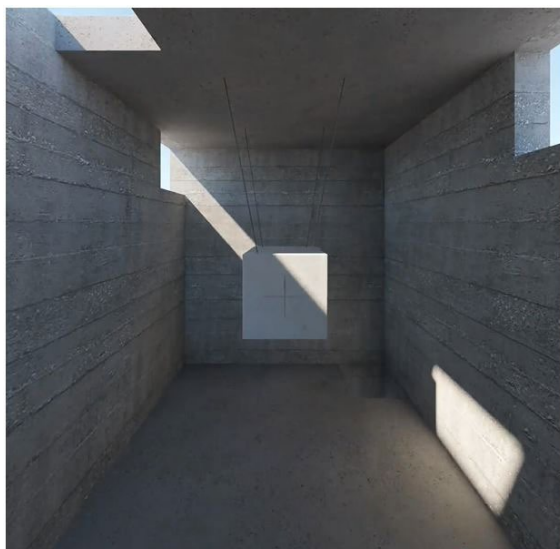
<<La luz no es algo vago y difuso que pueda darse por sentado por el mero hecho de que está siempre ahí. El sol no sale en vano cada día>>

Alberto Campo Baeza

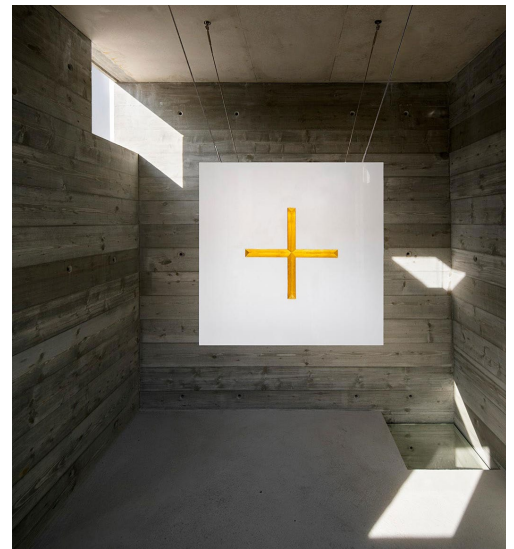
Maqueta de trabajo



Resultado final de obra



Estudio lumínico fidedigno mediante renderizado con Ray Tracing



Bibliografía

- Agudo-Martínez, M.J. (2015). *Realidad Virtual y Bim: Inmersión en la Arquitectura Cap. VI. Egregius* Univesidad de Aquitectura de Sevilla.
- Alonso, E. (2015). *La representación de la luz natural en el proyecto arquitectónico*. Doctorado en Comunicación Visual en Arquitectura y Diseño. Barcelona. ETSAB.
- Campo, A. (1998). *La idea construida: la arquitectura a la luz de las palabras*. Madrid: Colegio oficial de Arquitectos de Madrid
- Campo, A. (1999). *Works and Projects*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Caribe, C.U. (2013). *Expresion Grafica. Sincelejo*. Sucre: Corporación Universitaria del Caribe.
<http://www.areadedibujo.es/documentos/2-bachillerato/conica/perspectiva-conica.pdf>
- Egan, D. y Olgway, V. (2001). *Architectural Lighting*. McGraw-Hill Higher Education.
- Gentile N. (2019). *Lo que NO te contaron sobre Ray Tracing*. Youtube.
https://www.youtube.com/watch?v=tbsudki8Sro&ab_channel=NateGentile
- HDRI.Haven. <https://hdrihaven.com/>
- Kahn, L. (2011). *Light is the Theme. Luis I. Kahn and the Kimbell Art Museum*. Kimbell Art Museum.
- Maiztegui B. (2020). *De las artes visuales al render: La relevancia de las atmósferas en la visualización arquitectónica*. Plataforma Arquitectura.
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/762849/light-matters-le-corbusier-y-la-trinidad-de-la-luz>
- Mit News. *MIT engineers develop "blackest black" material to date*. <https://news.mit.edu/2019/blackest-black-material-cnt-0913>
- Monedero, J. (2014). *Simulación Visual de la Iluminación. Teoría, técnica, análisis de casos*. Edicions UPC
- Mouze, J. (2019). *La Realidad Virtual como herramienta de visualización arquitectónica. El caso de la ciudad ideal de Urbino*. TFG UPM
- Plummer, H. (2013). *Cosmos of light The Sacred Architecture of Le Corbusier*. Indiana University Press.
- Plummer, H. (2009). *La arquitectura de la luz natural*. Blume.
- Valero, E. (2019). *La Materia intangible. La luz en la Arquitectura*. TC Cuadernos.
- Schielke T. (2015). *Light Matters: Le Corbusier y la Trinidad de la Luz*. Plataforma Arquitectura.
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/762849/light-matters-le-corbusier-y-la-trinidad-de-la-luz>
- Valero, E. (2019). *La Materia intangible. La luz en la Arquitectura*. TC Cuadernos.
- XatakaFoto. <https://www.xatakafoto.com/guias/comparando-el-ojo-humano-con-las-opticas-fotograficas>
- Wikipedia. *Ray Casting*. https://en.wikipedia.org/wiki/Ray_casting
- Wikipedia. *Ray Tracing*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Ray_tracing_\(graphics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ray_tracing_(graphics))
- 3D COLLECTIVE. Curso online <https://3dcollective.es/>