

La Luz natural en la arquitectura

Acondicionamiento Lumínico

farq | uy



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

La incidencia de la iluminación natural en la arquitectura y algunos factores a tener en cuenta en el diseño :

1. **La Historia de la luz natural y la arquitectura** *Desarrollo y evolución de la arquitectura..... El predominio de la luz artificial.....La Renovación por el interés en la luz natural....los usos energéticos.....*
2. **La influencia del medio ambiente:** *El Cambio / la variedad... El Modelado... La Orientación... Luz solar ... La sombra.. El Color... La textura.. las visuales... la salud...*
3. **Los aberturas...** *las ventanas, y el constante desarrollo a lo largo de la historia, el Atrio.. la claraboya..*
4. **El factor de “La Energía”.** *El cambio climático, aumento del consumo, el control, la arquitectura pasiva.*
5. **El factor Humano.** *Los efectos no visuales de la luz, el reloj biológico, la salud humana, la radiación visible, IR, UV..*
6. **Los Cálculos o verificaciones ..** *Primeros métodos de cálculos, modelos de estudio análisis de computadora..*

La Evolución Histórica en la arquitectura



La historia arquitectónica de la luz comienza, al igual que la historia de la arquitectura con los santuarios de los templos y lugares de enterramiento de las primeras civilizaciones

En numerosas religiones y culturas, los fenómenos luminosos se asocian a lo trascendental y, a la inversa, en la representación gráfica de tales fenómenos simboliza lo sagrado y la iluminación

El diseño de la iluminación en La Prehistoria (2500 AC)



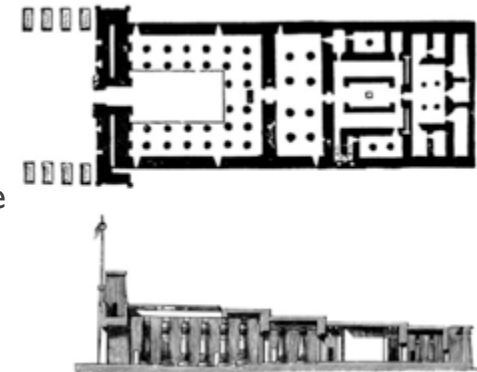
Monumentos prehistóricos como Stonehenge (Reino Unido 2500 AC), que demuestran que el la asociación entre la arquitectura y la luz está fuertemente arraigados en la historia. Este emplazamiento del neolítico fueron el centro del ritual religioso vinculado con el movimiento natural del sol, la luna y las estrellas y se orientaron a la luz recibida y la energía de los cuerpos celestes.



Arquitectura Egipcia (1550-1070 a. C.)



El edificio se articulaba en torno a una planta con un eje longitudinal que simbolizaba el río Nilo que atravesaba Egipto por la mitad. También estaba concebido de tal forma que la techumbre y el suelo de las salas se iban aproximando a medida que se penetraba en el interior, creando una disminución gradual de la luz hasta que todo quedaba sumido en la penumbra.



En la antigua Grecia (el Partenón. 440 AC)



Los templos dóricos griegos tienen un aspecto en constante cambio por la trayectoria del sol durante el día. Todos los templos griegos tienen simples detalles destacados, **las estrías de las columnas, las molduras de la cornisa, los triglifos en el friso, están claramente definidos a la luz directa del sol**, que por sus movimientos, continuamente cambia la apariencia.





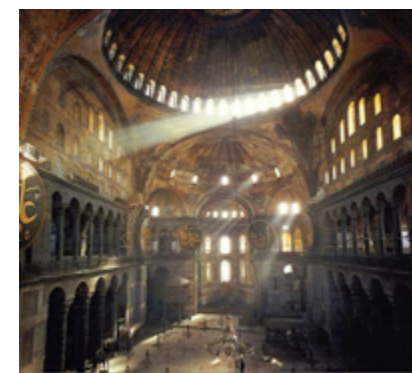
Arquitectura Romana *(El panteón, Roma año 120)*

El panteón, Roma (118-126) fue construido como un templo romano y más tarde consagrado como iglesia católica. **Actúa como un reloj gigante revelando el movimiento del sol.** La luz entra a través de la óculo en el centro de la cúpula y atraviesa todo el espacio. Orientado a un eje norte-sur, con el arco de entrada, en el norte, un rayo de luz del sol se mueve entre el borde de la abertura y la segunda fila más alta del casetonado de la cúpula.



Arquitectura Bizantina

El efecto de la ingravidez, de la bóveda de Santa Sofía, en Constantinopla (532-537), al parecer colgada por el “punteado de luz” en la base de la cúpula, generada por la sucesión de de las ventanas. Da como resultado, que el interior del edificio se inunde de luz por el día, creando un brillo diáfano en la superficies tanto del mosaico revestido como sus paredes de mármol. Por la noche el edificio brillaba con un resplandor interno a través de la luz artificial.

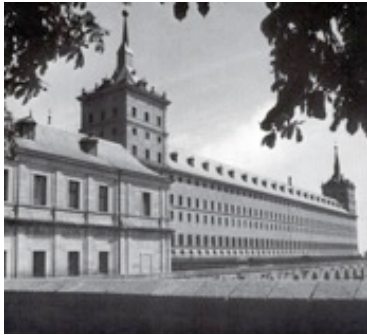


La Edad Media

DESAPARICION DE LA DUALIDAD DE FUNCIONES ENTRE EL VANO Y EL MURO

En algunos casos como el de la **época medieval**, la forma y lugares de la funcionalidad de la ventana se relaciona por el papel desempeñado por la luz del día. Las ventana siempre ha dado lugar a innovaciones, y esto se puede ver en las **“vitroux” de las catedrales medievales**, que narra la historia bíblica cristiana, donde se lograron muros enteros vidriados gracias a elementos constructivos como el “arbotante”.





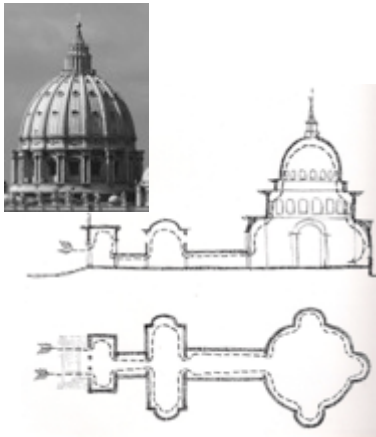
El Renacimiento

En el **Renacimiento** las ubicaciones y la forma de la ventana eran formalizadas priorizando el punto de vista exterior, con frecuencia son menos relacionados con los espacios interiores “a que sirve” ... las fachadas, la apariencia del edificio visto del exterior, ha sido de primera importancia, una serie de consideraciones que perdura hoy en día. La prioridad de la iluminación en los interiores es el destaque y lucimiento de las proporciones y el orden arquitectónico.



En el periodo Barroco

El barroco busca perder los límites en una acción interior combinada de la sensualidad de las formas, los reflejos y las integración de la pintura. Un medio innovador en el uso de la luz natural, fue el que se desarrolló para la iluminación de las **iglesias barrocas** de la Alemania del sur, donde se explota la luz del día en forma indirecta en decoraciones ornamentales y adornos de la iglesia de las ventanas ocultas de la vista directa de los feligreses, y que reflejan la luz sobre los decorados generando sensación de cascada de fuente de agua..



La Revolución industrial

El crecimiento industrial y del lugar de trabajo en el **siglo XIX** requirió edificios con **altos niveles de luz**, y esto se logró mediante una planificación de largas ventanas horizontales. (Luego de la Revolución Industrial) en los comienzos del cine, los estudios eran al aire libre o en galpones con techos acristalados por la necesidad de abundancia de luz)





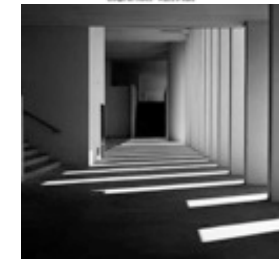
Arquitectura Moderna... (la era de la maquina)

La combinación del espacio en el movimiento es el tema del siglo 20 de muchos arquitectos, especialmente Le Corbusier, que definía la arquitectura como “**El juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes bajo la luz**” y que ésta debía repercutir en la forma de vida de los ocupantes de los propios edificios. **La ventana longitudinal**: las ventanas pueden abarcar todo el ancho de la construcción, mejorando la relación con el exterior.



La Posmodernidad... “La sombra proyectada”

Entre las décadas 70 y los 80, el arquitecto trató de comunicar una **experiencia metafísica haciendo uso de la luz y la sombra**. Esto es claramente perceptible en el trabajo del arquitecto estadounidense Luis Kahn, quien vio una estrecha relación entre la metafísica, la luz, la sombra y la tranquilidad, o el arquitecto italiano Aldo Rossi, cuya arquitectura fue descrito como “**sin palabras**”. La pintura Metafísica, como inspiración en la imagen arquitectónica, por ej. De Chirico y su influencia en la arquitectura Neo-racionalistas en los 80’s.



La Renovación por el interés en la luz natural.

La crisis energética de los años 70 y 80, el aumento de los costes de los combustibles, el calentamiento global y el efecto invernadero. Pero además luz natural también se valora por sus posibilidades estéticas y capacidad de satisfacer necesidades biológicas.



2 El medio ambiente

Diversos aspectos del medio ambiente que afectan al aspecto interior del edificio han sido identificados: **2.1 El Cambio/ la variedad... 2.2 El Modelado... 2.3 La sombra, 2.4 La Orientación... 2.5 Luz solar y el El Color... 2.6 las visuales...**

“la oscuridad es a la luz lo que el silencio es el sonido”

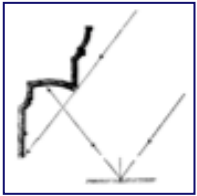
Marshal MacLuhan

2.1 El Cambio / la variedad:

El aspecto mas importante de la luz del día es la capacidad de cambios, que conduce a una infinita apariencia de la luz interior. El cambio es la escancia de la luz natural, los humanos tienen capacidad de adaptación (particularmente en visión) y necesitan ejercitar esta respuesta.



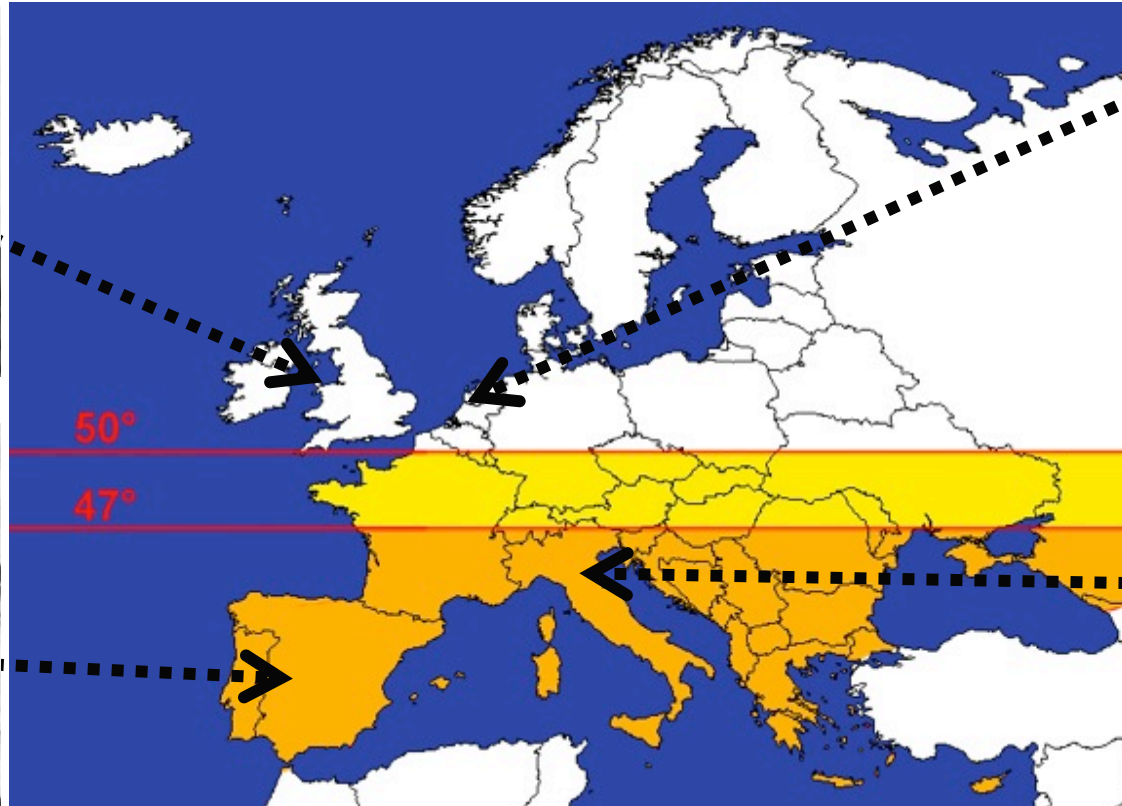
2.2 El Cambio y la variedad según diferentes latitudes:



✓ En el sur se proyectan formas plásticas por el efecto cambiante de la fuerte inclinación de la luz solar y la luz reflectora del suelo

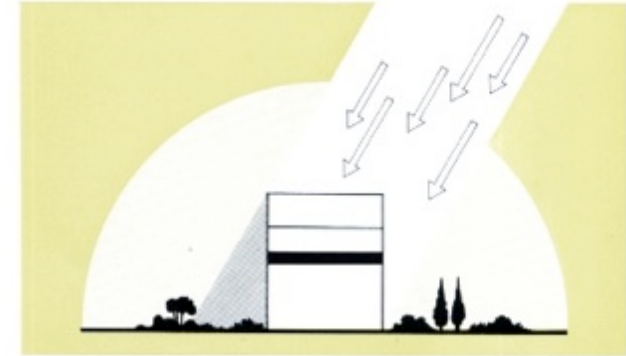


✓ En el norte de Europa, es decisiva exclusivamente la inclinación casi horizontal la luz solar para la configuración.

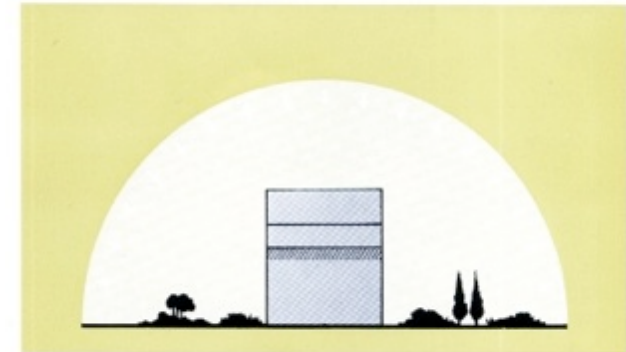


2.2 El Cambio constante según las condiciones del clima:

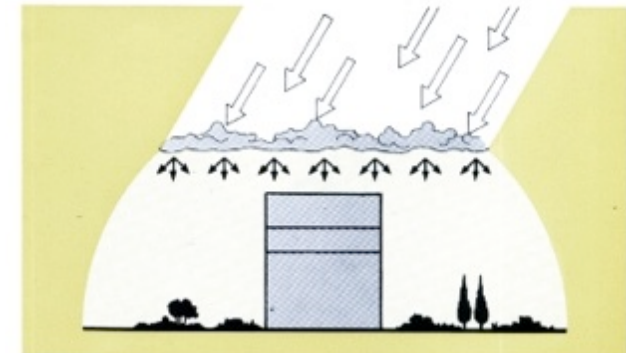
❖ En el caso de **cielo despejado**, la **luz solar directa** genera sombras netas en la proyección de los volúmenes. **La fachada se destaca como más iluminada que el fondo.**



❖ Para el caso de una **fachada orientada al Sur**, el cielo puede llegar a ser **más brillante que la propia fachada** y solo se han de percibir la proyección de un suave sombreado.



❖ **Bajo un cielo cubierto**, toda la luz es difusa originando la ausencia de sombras **y el edificio aparece chato y sin interés.**



2.2 *El Cambio constante según las condiciones del clima:*



Nublado



Soleado

2.3 *El modelado*

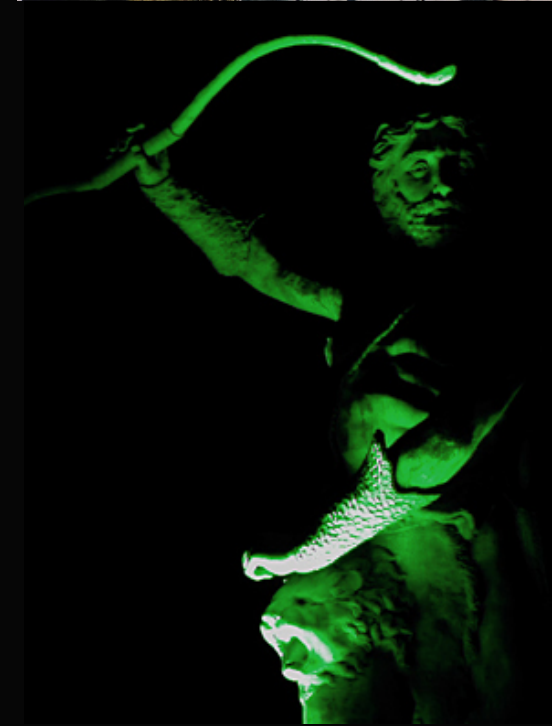


El Factor de Acentuación en el modelado:

Da la proporción de luminancia del objeto iluminado con su alrededor.

$$\text{Factor de Acentuación} = \frac{\text{Brillo al objeto}}{\text{Nivel de iluminación general}}$$

<u>Factor de Acentuación</u>	<u>Efecto Visual</u>
2	No acentuado
5	Semi Teatral
15	Teatral
30	Dramático
50	Muy Dramático



El Factor de Acentuación en el modelado:

Factor 2



LUZ DIFUSA
Efecto visual no
acentuado

Factor 5



LUZ DIFUSA +
DIRIGIDA
Efecto Visual Semi
Teatral

Factor 15



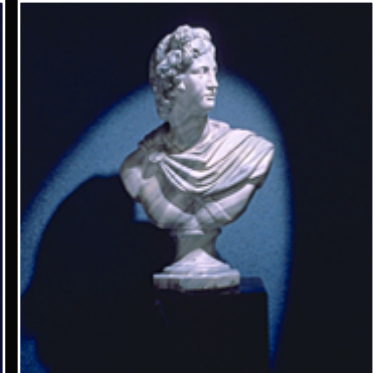
LUZ DIFUSA +
DIRIGIDA
Efecto Visual
Teatral

Factor 30



LUZ DIFUSA +
DIRIGIDA
Efecto Visual
Dramático

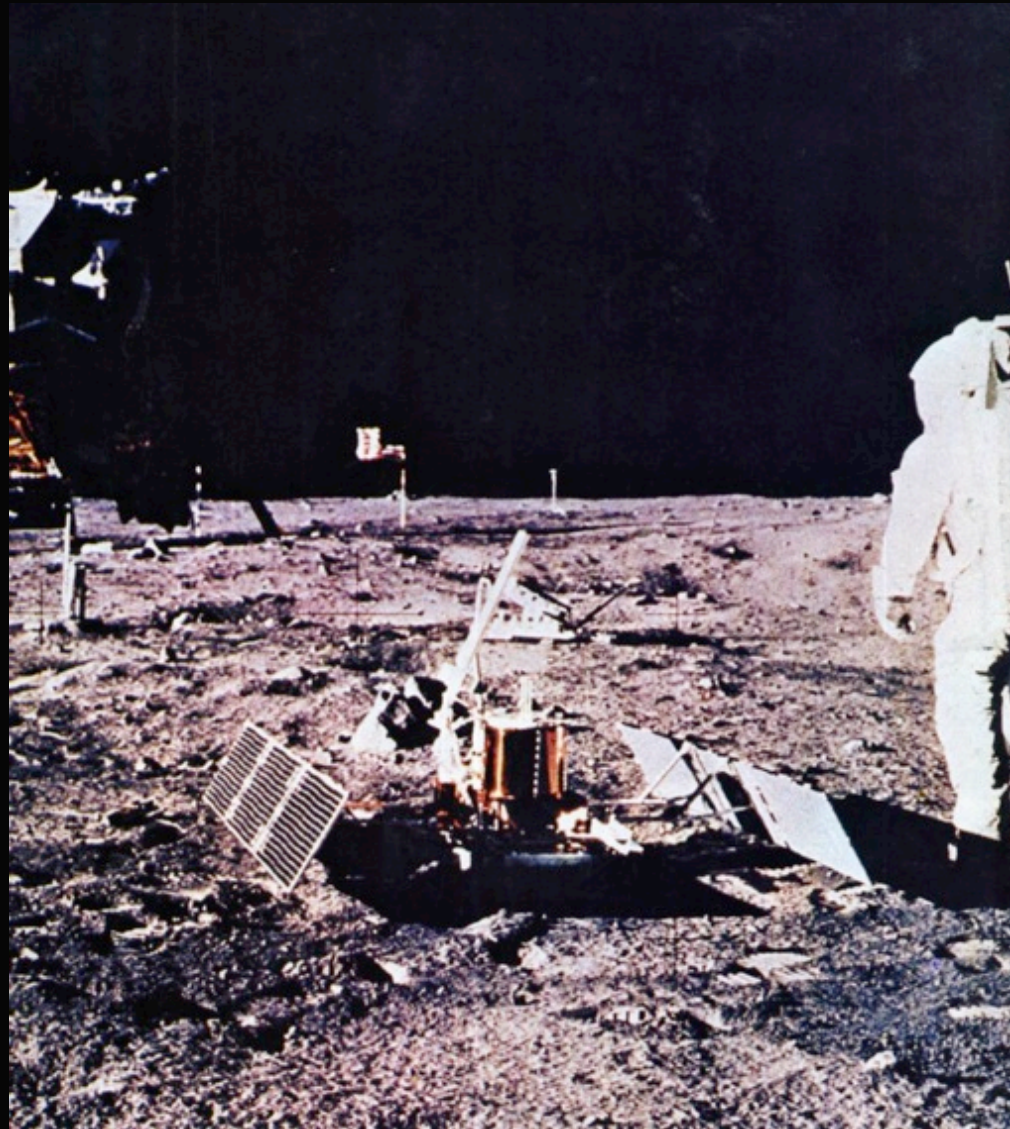
Factor 50



LUZ DIRIGIDA
Efecto Visual Muy
dramático

2.4 La sombra.

En la Luna,
la ausencia de atmósfera
elimina la difusión de la
Luz, y solo llegan hasta ella
componentes de luz directa
que originan sombras netas
donde se pierde
la información visual



2.4 La sombra.



... a veces la sombra dibuja mejor que la luz

“El elogio de la sombra”



Esta penumbra es la esencia del interior clásico japonés, hay un texto de Juniro Tanizaki que se llama “Elogio de la Sombra”, En él se argumenta que en Occidente la belleza siempre ha estado ligado a la luz, a lo brillante y a lo blanco, y que lo oscuro, lo opaco y lo negro siempre ha tenido una connotación negativa. Sin embargo, argumenta, en Japón la sombra no tienen una connotación negativa y se considera como parte de la belleza.



La sombra puede ablandar la presencia del muro

La sombra puede “texturar” la luz natural..



Esto podría calificarse como el mejor centro comercial iluminado naturalmente. Dos capas de textura se crean como por accidente. La primera es la forma del toldo cuando se ve contra el cielo brillante, . La segunda es la luz que cae sobre modelado todas las superficies.

2.5 El sentido de LA ORIENTACION



encontramos la belleza ... en la luz y la oscuridad

2.5. El sentido de LA ORIENTACION

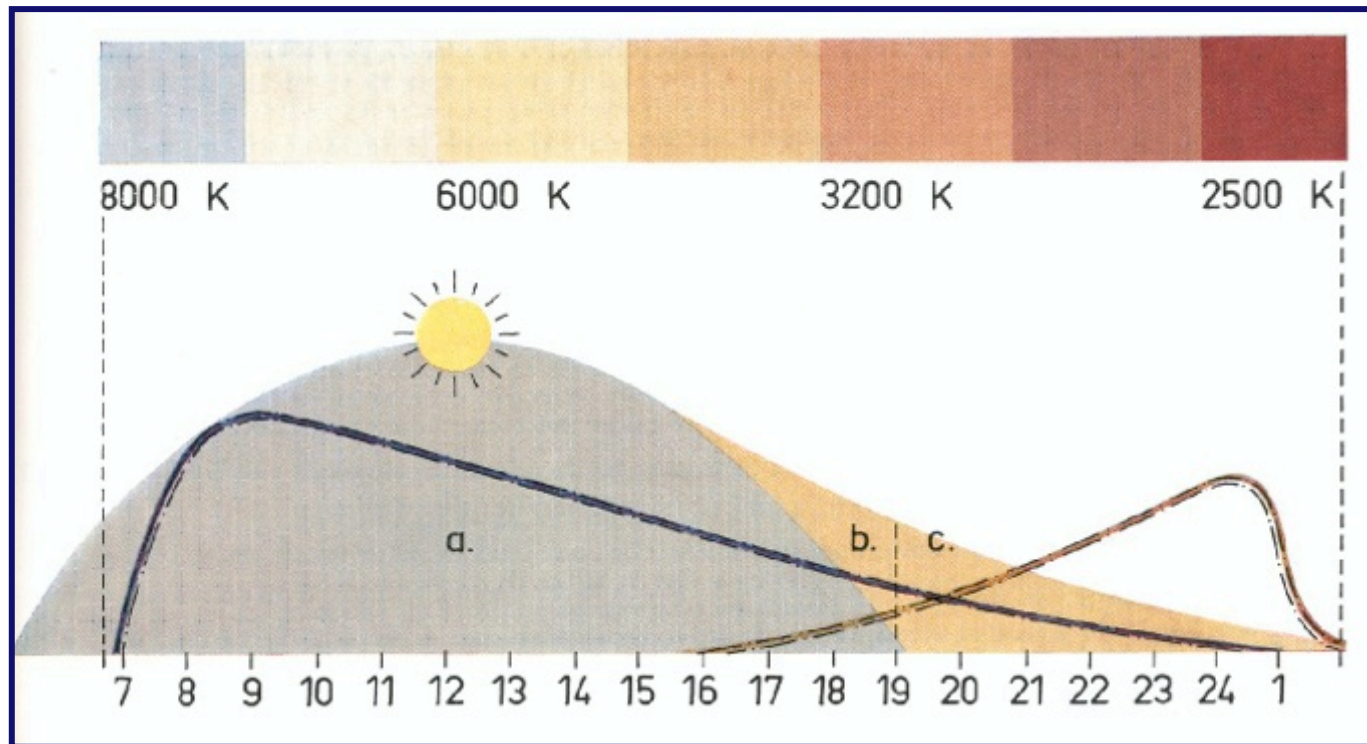
(de las personas dentro de los edificios)



La orientación: que viene con el conocimiento del paradero de las personas en relación con el mundo exterior. En ambientes totalmente iluminados artificialmente sin aporte alguno de la luz natural las personas encuentran dificultad para orientarse en el edificio.

2.6 EL COLOR

✓ El ciclo de la luz del día



Luz natural

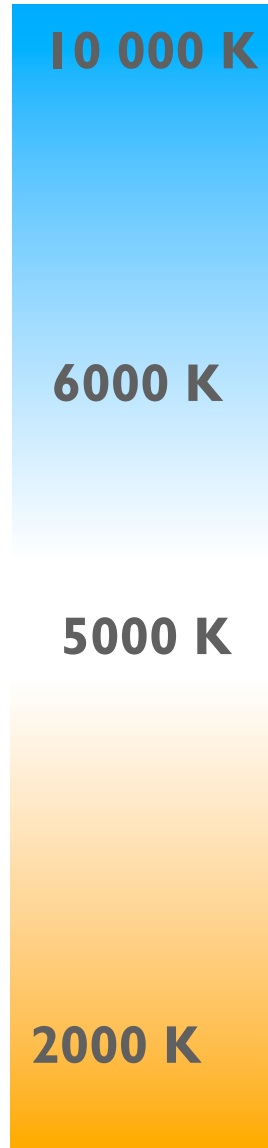
Luz artificial



Luz artificial

2.6: EL COLOR: *La experiencia del color natural, la evolución de la temperatura del color en la mañana y en la tarde, y el color visto como natural.*

El color de la Luz Natural a lo largo del día



Cielo Boreal

Luz Fría

Sol en el Zenit

Luz día (mediodía)

En la tarde

Luz solar

Crepuscular

Luz cálida



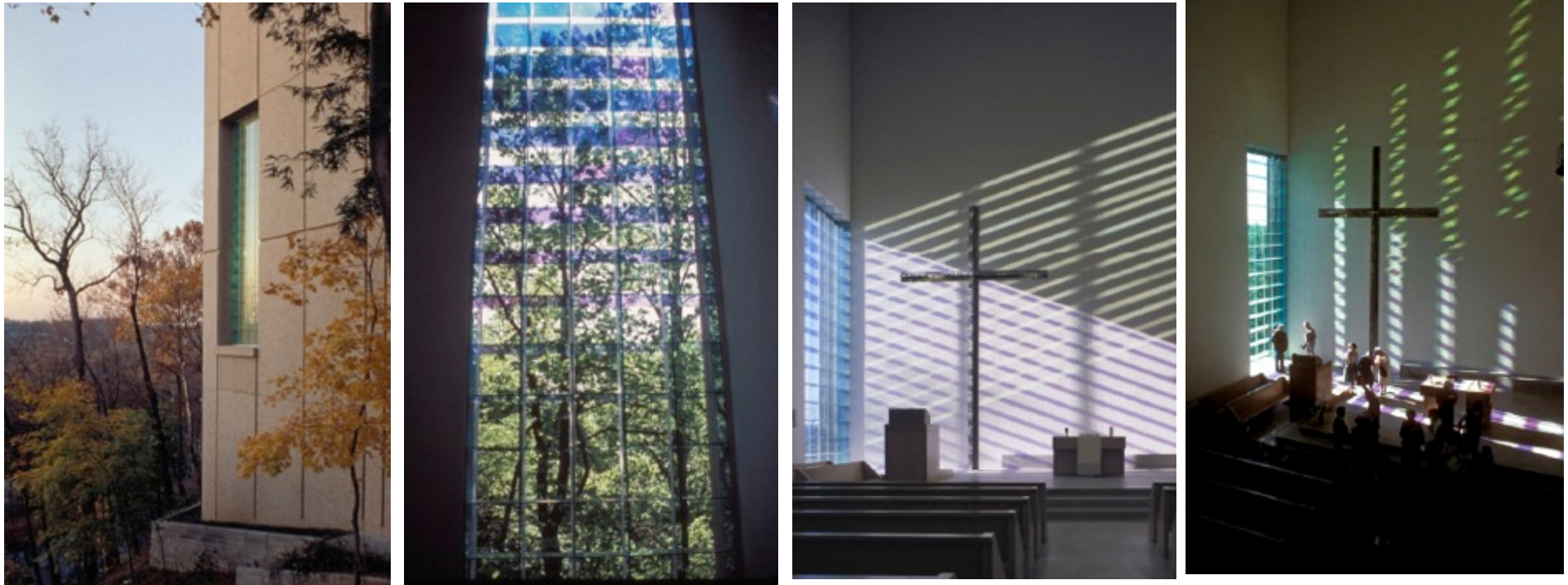
2.6 EL Color según la orientación: Norte/Sur:

La luz cálida que proviene del norte y la fría del sur, pueden ser explotadas acompañadas de un diseño arquitectónico, con el fin de controlar la atmósfera del espacio dependiendo del día.



2.6 EL COLOR según incidencia de los materiales:

La experiencia del color natural, la evolución de la temperatura del color en la mañana y en la tarde, y el color visto como natural.

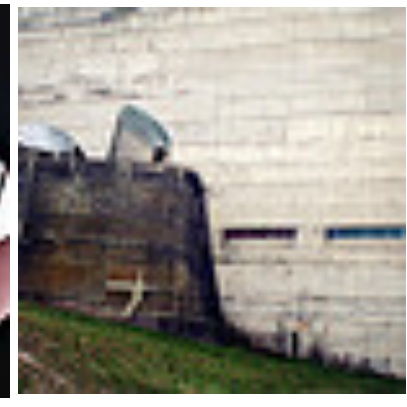
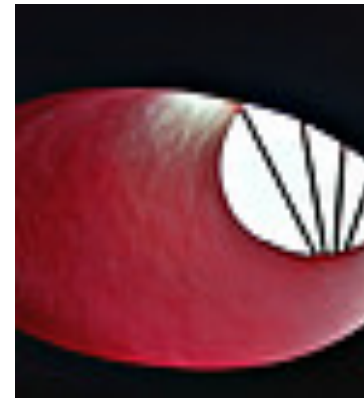
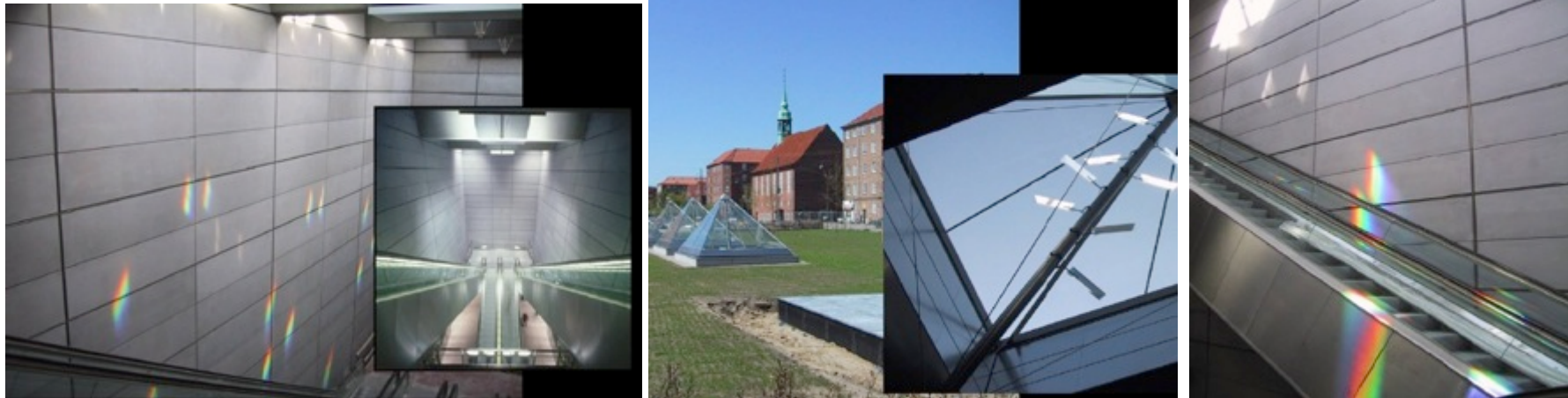


Designing with Daylight
James Carpenter

2.5 EL COLOR:

METRO KOPENHAGEN

Architects: KHR arkitekter AS



2.7: La importancia de las visuales... *El acceso a buenos visuales no era de importancia fundamental en los diseñadores de la antigüedad, pero si es de fundamental importancia en la actualidad.*



Templo del agua – Tadao Ando



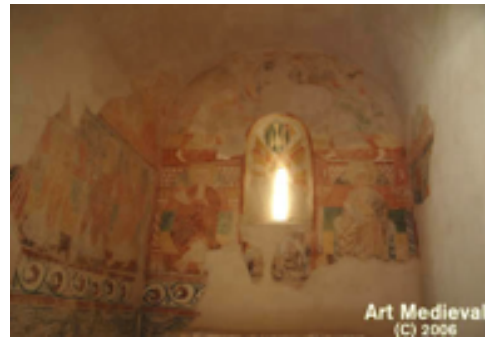
.3



Las aberturas: “la ventana”

.3 La ventana:

La historia de la arquitectura es sinónimo de la historia y la evolución de las ventanas.



El ser humano precisa de luz para poder ver y aire para respirar. Las primeras ventanas, no eran más que huecos en los muros o fachadas de las viviendas, sin acristalar, a fin de dejar entrar la luz y el aire en el habitáculo, que podían ser tapadas con madera o elementos de paja



Las Primeras protecciones traslucidas eran de delgadas placas de mármol o de mica. Las primeras ventanas de vidrio en viviendas surgen en el Medio Oriente, Aun cuando se conocía el vidrio desde la época de los fenicios, son los romanos, alrededor del año 60 DC quienes introducen la utilización de vidrieras.



Las primeras ventanas en la época Medieval formada por superposición de pequeños cristales. En un principio consistirán en pequeños trozos de vidrio sujetos con tiras de plomo. Se hará popular su uso en la construcción de iglesias.



.3 La ventana:



Las ventanas como elemento defensivo militar. La muralla defensiva del burgo medieval era vital para saber a quién abrir o cerrar la puerta. Este elemento ofrecía una vista de los alrededores



La ventana en la arquitectura de la Luz solar: Ventanas pequeñas, bajas, entorno reflectante.

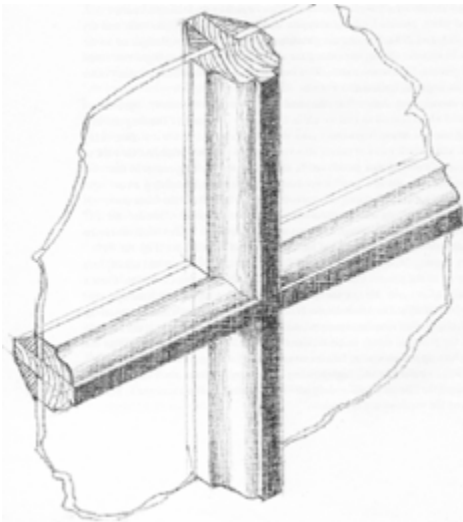


La ventana en la arquitectura de la Luz diurna: Ventanas altas y grandes

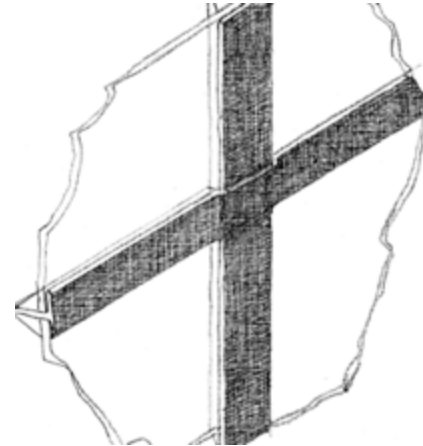
Las ventanas de las casas en el norte europeo donde no usan cortinas para que acceda la escasa luz (relación entre la altura de las ventanas y la profundidad de la iluminación en el ambiente)

3

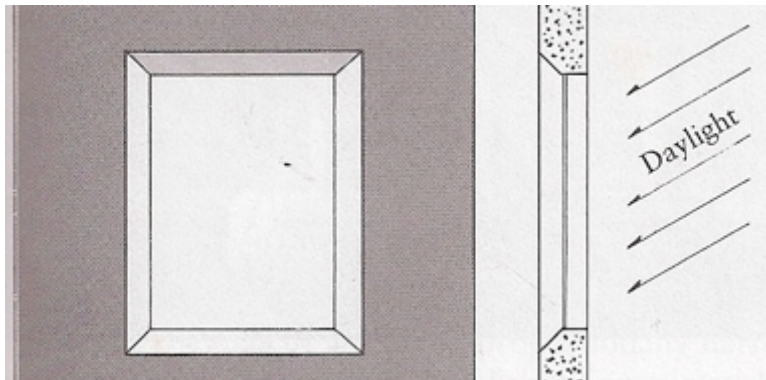
La estructura y formas de ventana...



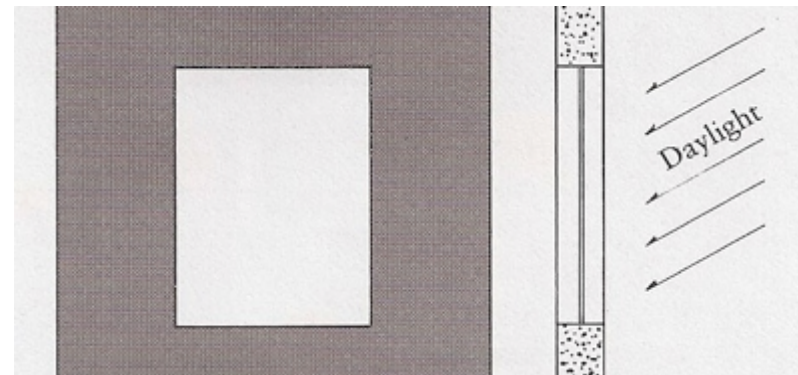
✓ La estructura de una ventana del siglo XVIII eran de madera, y generalmente de colores claros, la idea es que la sombra de la barra y la media sombra de la moldura genera una graduación con contraste del exterior con la barra interior



✓ Estructura de una ventana del siglo XX (arq. Moderna) generalmente metálicas y de sección rectangular que provoca fuertes contrastes con el brillo del cielo.

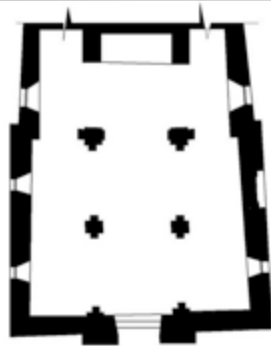
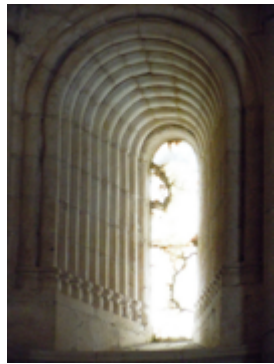


Ventana “abocinadas”.



Las áreas de la pared al lado de las ventanas aparecen más oscuras

3 La penetración de luz como creadora de espacio y atmosfera.



Las condiciones de contraste simultáneo existen en todo el mundo de la arquitectura. Sólo hay que ver el cielo brillante abierto a través de una ventana, especialmente cuando la abertura es casi a ras de una pared interior.



Dormitorio



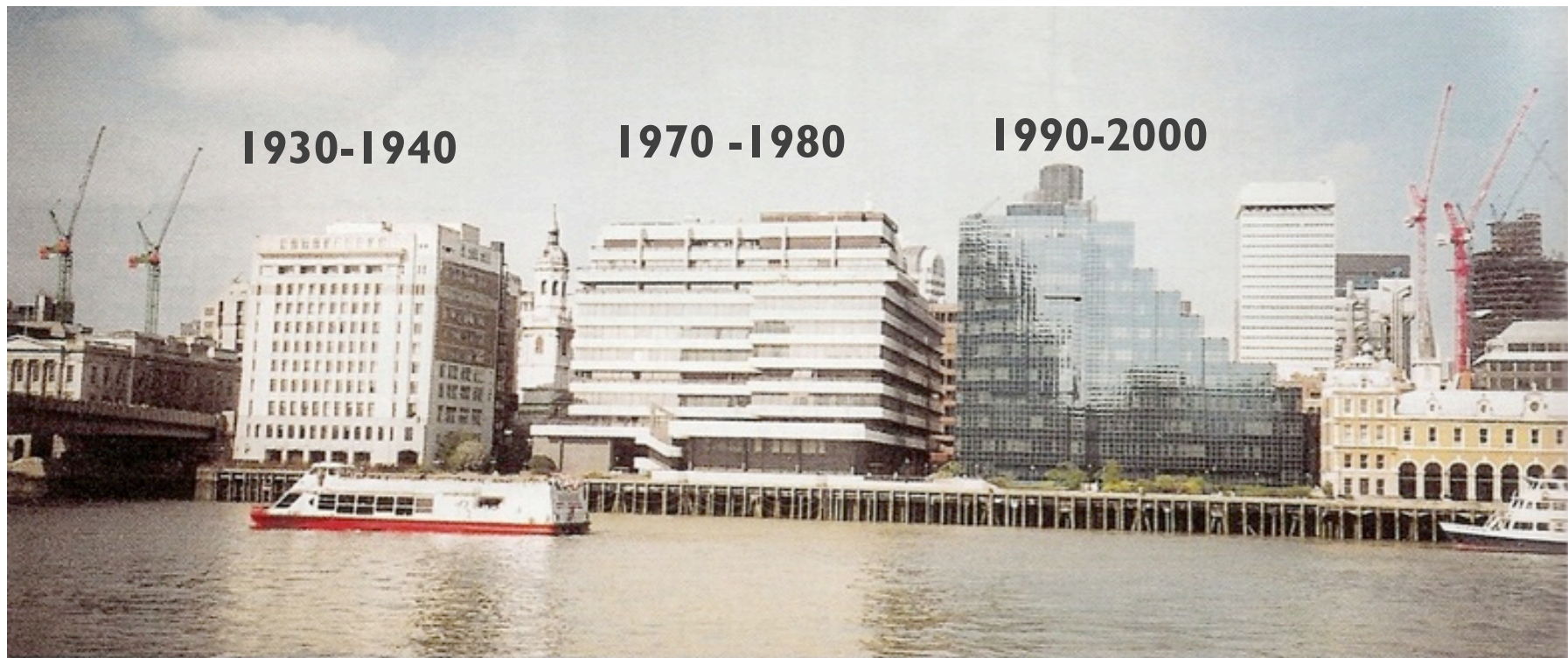
Sala de lectura

En este monasterio en España de la baja edad media , la luz que penetra en el interior es suave filtrando el fuerte sol en el exterior, esta se suaviza con las múltiples reflexiones en los profundos nichos de las ventanas. En la sala, de nuevo la luz da una rica expresión de los interiores sencillos y modestos



Ronchamp: Una obra maestra en el uso de Luz natural, gran poder de Le Corbusier para crear atmosfera y ambiente en el interior de la capilla.

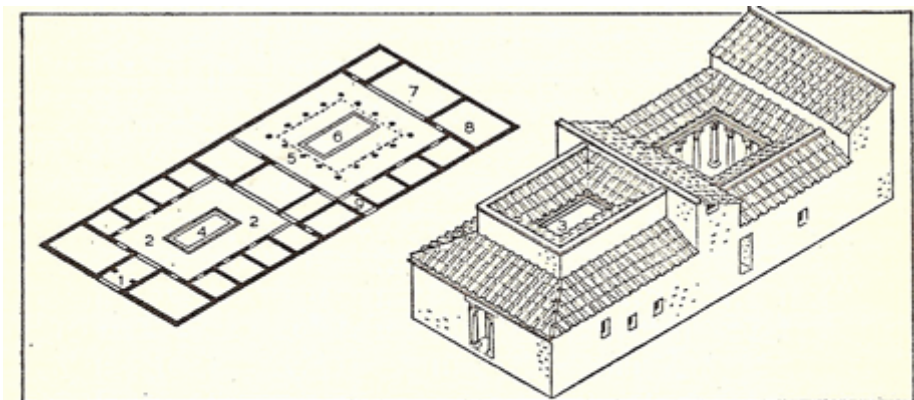
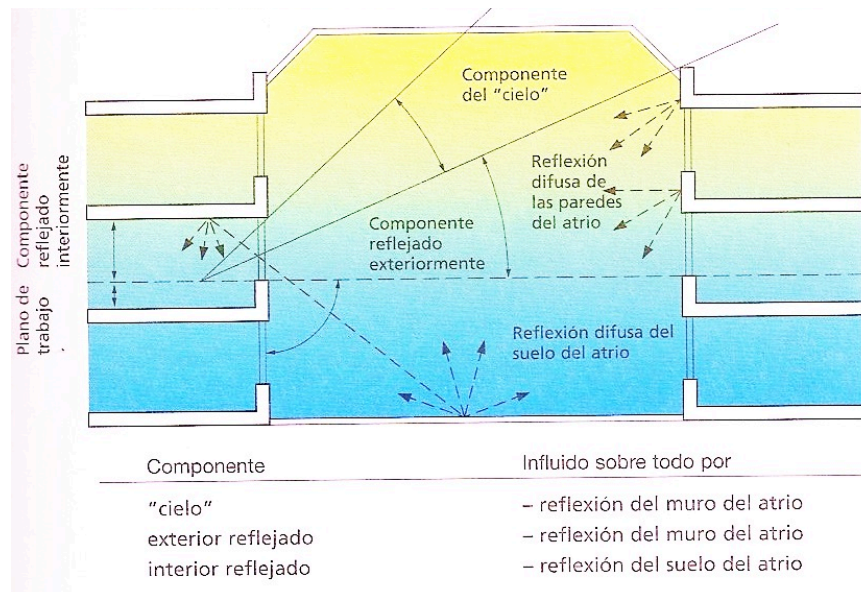
.3 La ventana en el siglo XX ... “Estética y luz natural”



Diferentes diseños de ventanas a lo largo del siglo XX en un mismo programa arquitectónico, Edificios de Oficinas, que definen y dicen mucho del tipo de “piel” e imagen de sus diseños, pero nos dicen muy poco sobre la calidad de la iluminación natural en sus interiores.

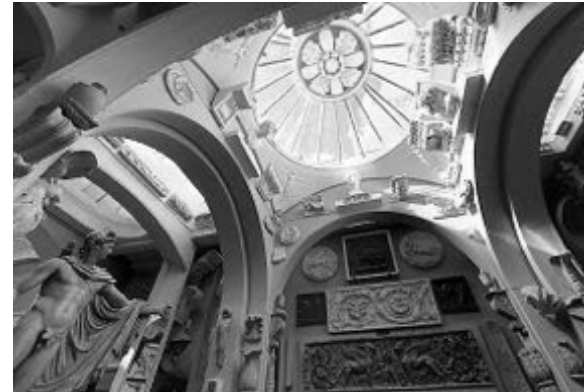
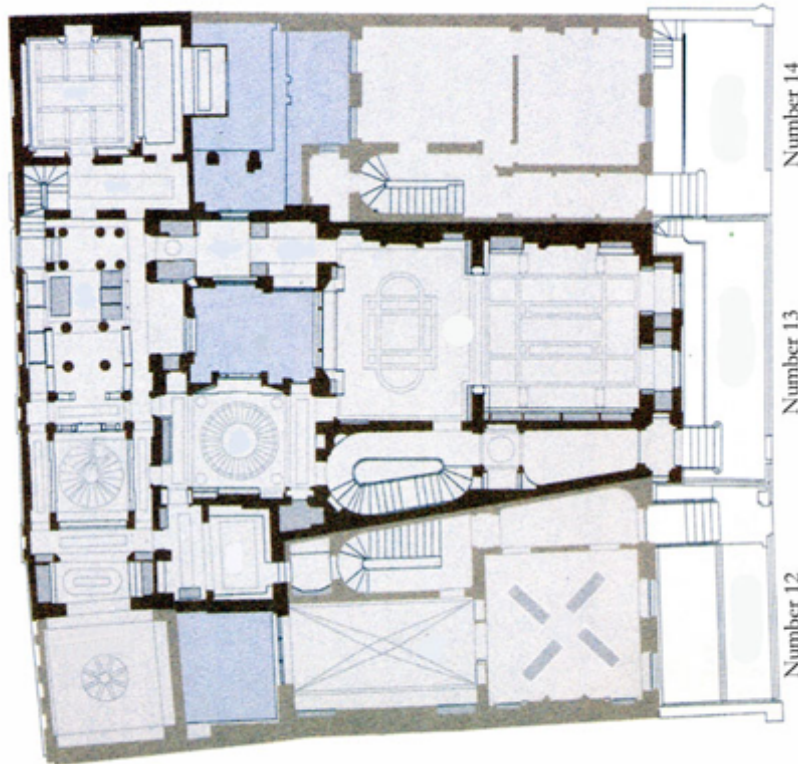
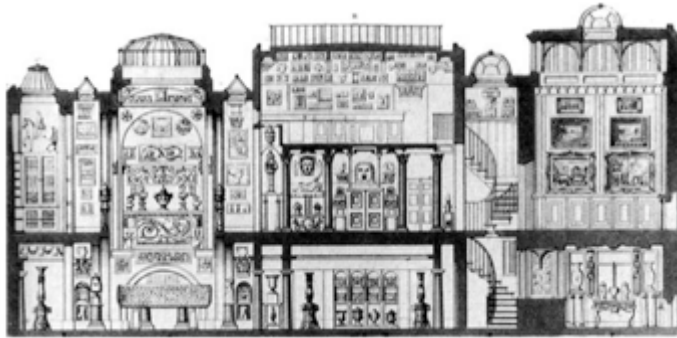
.3 El atrio...

Ventanas en los planos **verticales** y la **importancia de las claraboyas** o aberturas en los planos horizontales surgen ya en los siglos XVII y XVIII y continúan hasta hoy día. La importancia de introducir la Luz del día dentro de edificio, Esto **tiene una resonancia con el atrio que vemos en muchos edificios de hoy.**



Reconstitution d'une maison romaine. 1. Vestibulum (entrée); 2. Atrium; 3. Compluvium (ouverture dans le toit par où s'écoulait la pluie); 4. Impluvium (bassin); 5. Peristylum (cour intérieure); 6. Piscine; 7. Exèdre; 8. Triclinium (salle à manger); 9. Posticum (porte de service); Autres pièces: salles de séjour et de service, chambres à coucher.

.3 Los Lucernarios o Claraboyas ...



El Museo de Arquitectura de sir John Soane
(Sir John Soane's Museum), (1811)..

.3 Claraboyas y lucernarios, en nuestro medio...



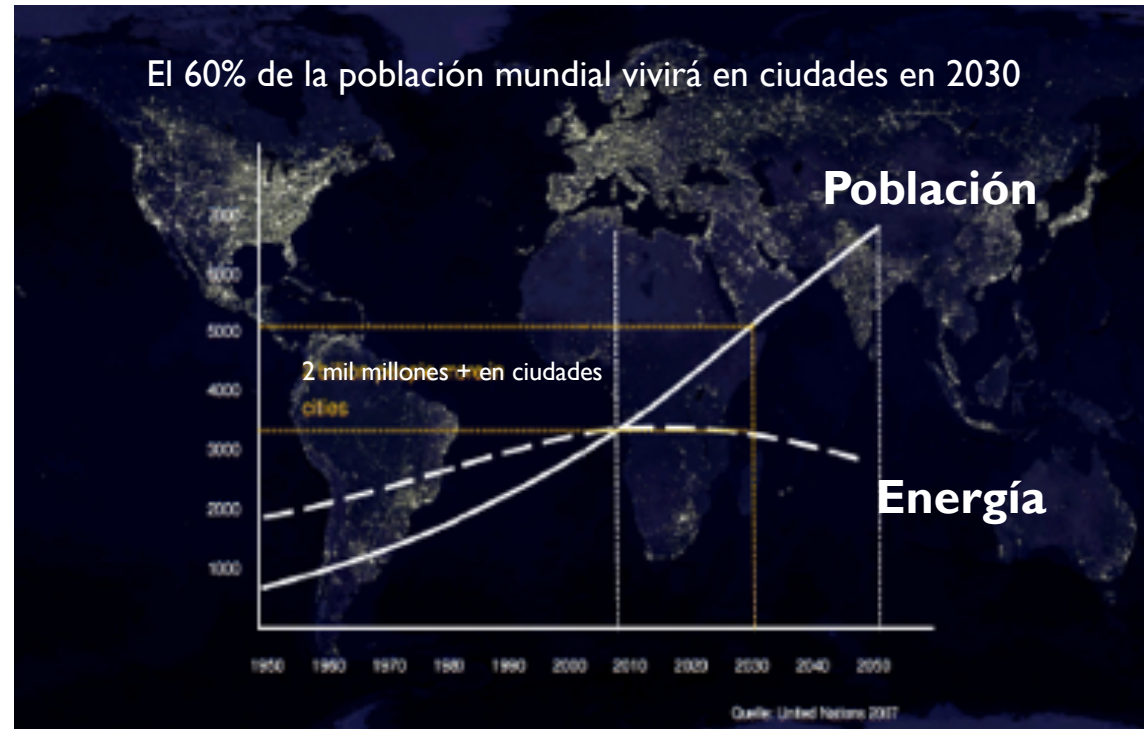
Montevideo, marzo de 2010

(P) Panta Astiazarán



4 Energía:

El cambio climático, aumento del consumo, el control, la arquitectura pasiva.

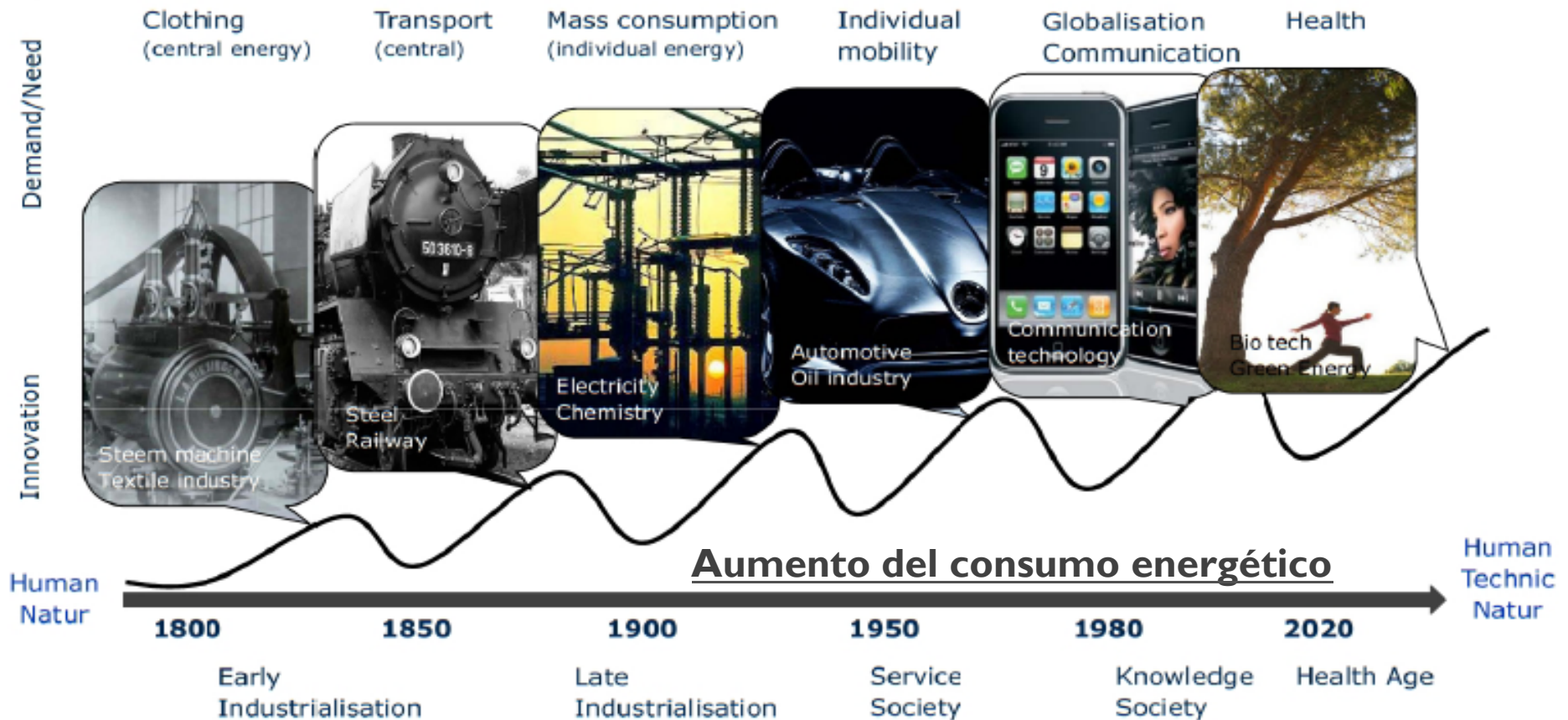
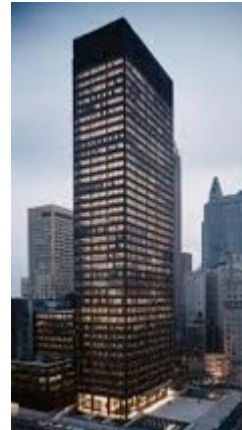


Esto puede convertirse en un auténtico problema, a no ser que se logre mantener la armonía entre los **aspectos espacial, social y ambiental del entorno urbano**, así como entre sus habitantes. Dicha armonía deberá descansar sobre dos pilares clave: **la igualdad y la sostenibilidad**,

La arquitectura sustentable esta asociada a la disminución de todos los tipos de consumo energético del edificio, desde la producción de los materiales, métodos de construcción, pasando por su transporte. Y posteriormente en la gestión y explotación en todo el ciclo de vida del edificio.

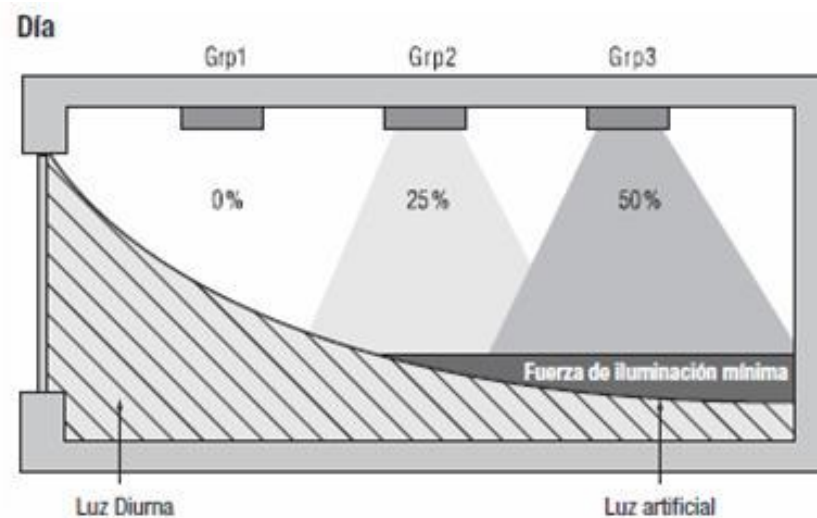
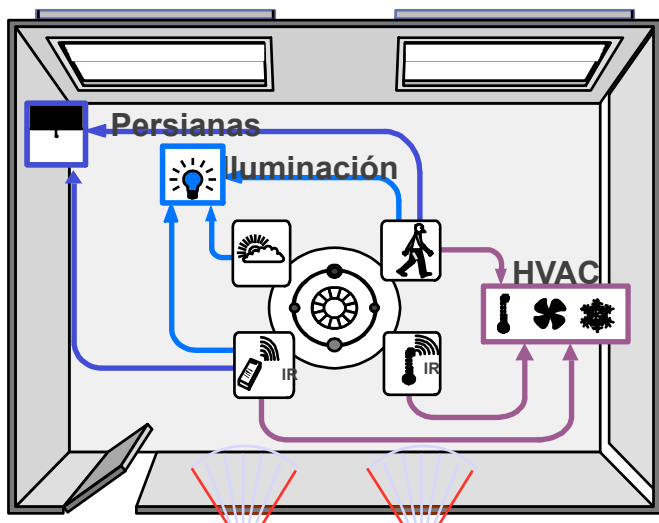
La arquitectura pasiva, es donde la estructura del edificio está diseñada de tal manera que se reduzca a la necesidad del control mecánico del calor, la luz y el sonido a un mínimo. La luz día y la energía solar, son el corazón de esta filosofía, en donde la luz artificial debe reducirse con un uso inteligente de la luz natural.

4 Energía:



4 Energía e integración : Enlace entre Luz Natural-Artificial

Control de la iluminación Natural:



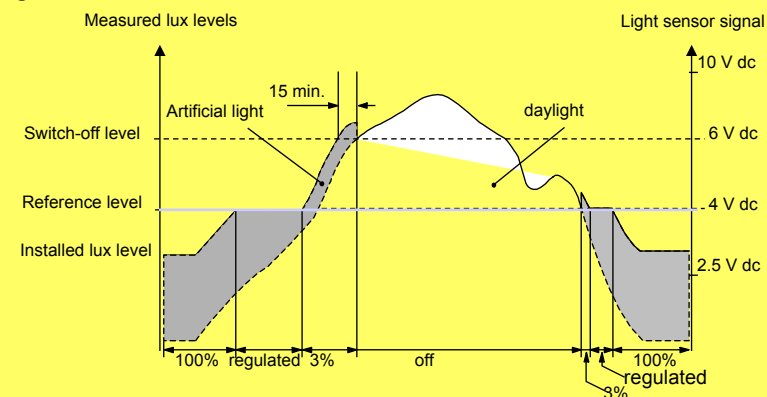
Sensor luminico

Potencial de ahorro de energía en oficinas con ventanas orientadas

		Sur	Norte
Verano	Dim. de ventana	45%	55%
	Dim. de corredor	25%	35%
Invierno	Dim. de ventana	35%	45%
	Dim. de corredor	15%	25%

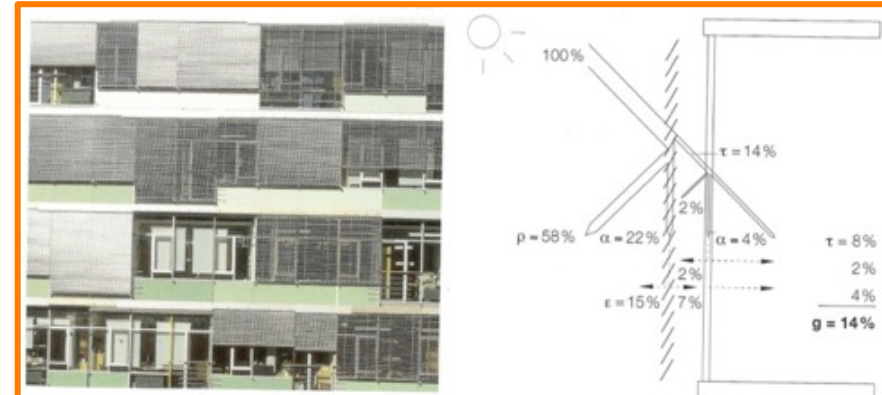
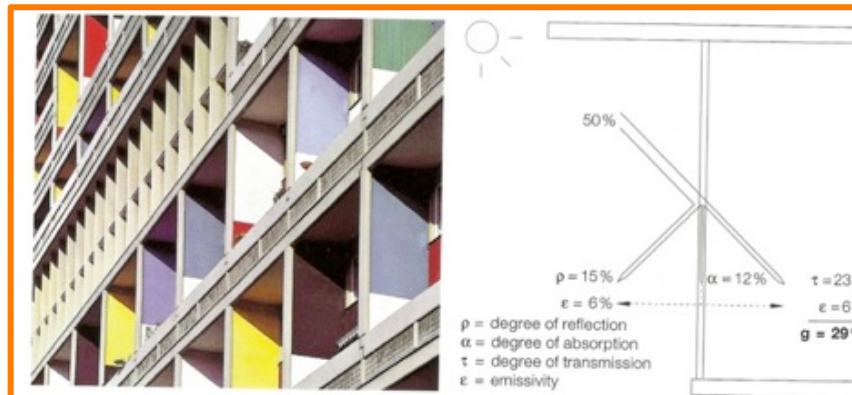
Promedio: 35%
 +/- 10% (vent./corred.)
 +/- 5% (verano/Inv.)
 +/- 5% (sur/norte)

Regulación vinculada a la luz diurna



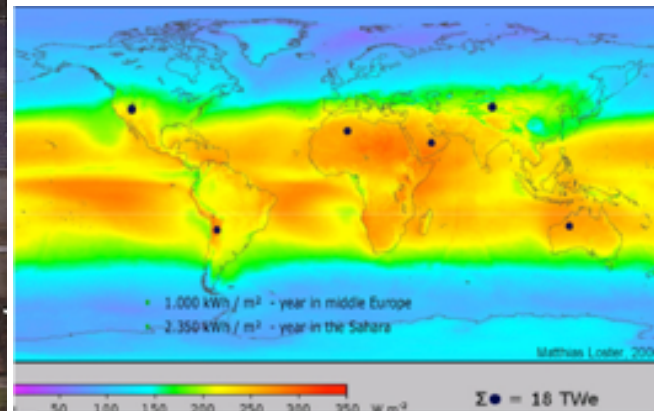
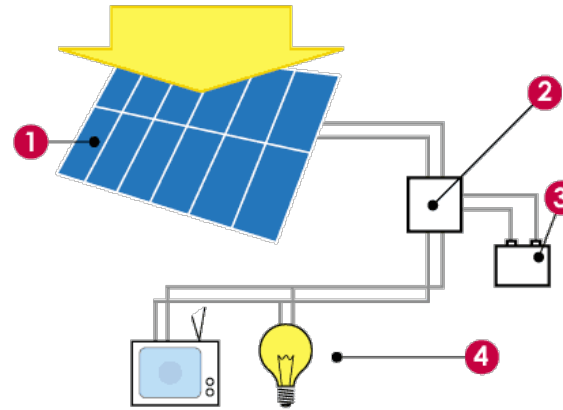
.4 Controlar la energía (pensar las protecciones incorporadas en la arquitectura).

La clara luz del día no es libre de costo, factores tales como el control de sol, el aumento de la pérdida del calor y el no control de la luz natural, además de asociación o no de la ventana a la ventilación .



.4 Energía:

Aprovechamiento de la energía Solar



B 3.107



B 3.108



B 3.109



B 3.111

.5

El factor humano...

Los efectos no visuales de la luz

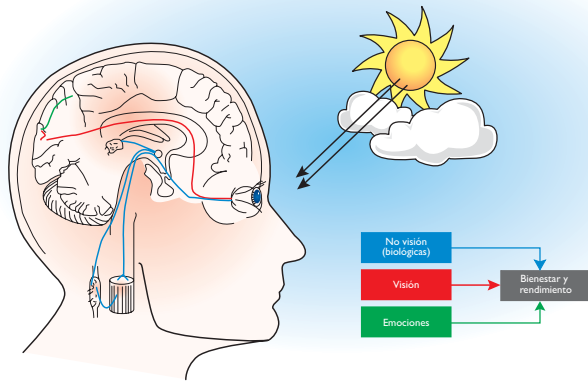


People In The Sun, 1960

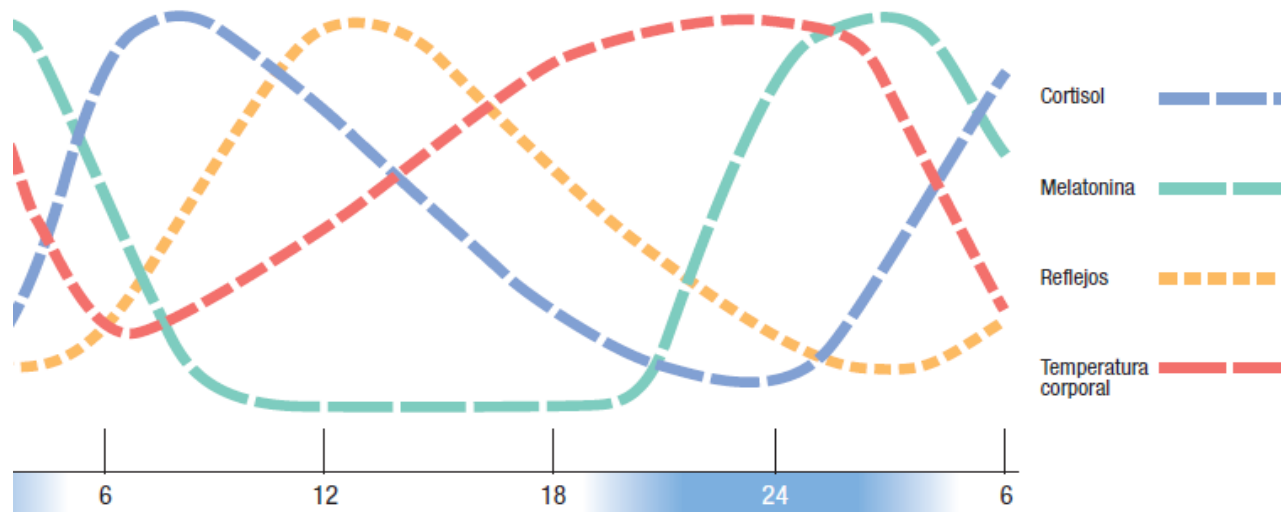
Edward Hopper

.5 Los efectos no visuales de la luz

El reloj biológico y la salud humana



- ✓ **La adaptación humana a la luz .**
- ✓ Importancia de la Luz y de la visión. La dependencia del hombre de la luz.
- ✓ Aproximadamente el **80%** de la información que alcanza nuestro a nuestro cerebro es a través de la visión, e influye fuertemente sobre nuestro comportamiento.
- ✓ **Los humanos, estamos antropológicamente adaptados a la luz diurna.** A través del sistema visual se regula también, una buena parte de nuestro sistema endócrino.
- ✓ **El reloj biológico:** En estas últimas décadas, la medicina ha descubierto que casi todos los procesos fisiológicos y psicológicos del hombre manifiestan unos ritmos relacionados con los ciclos naturales diarios (circadianos) y estacionales (anuales) de luz y oscuridad.

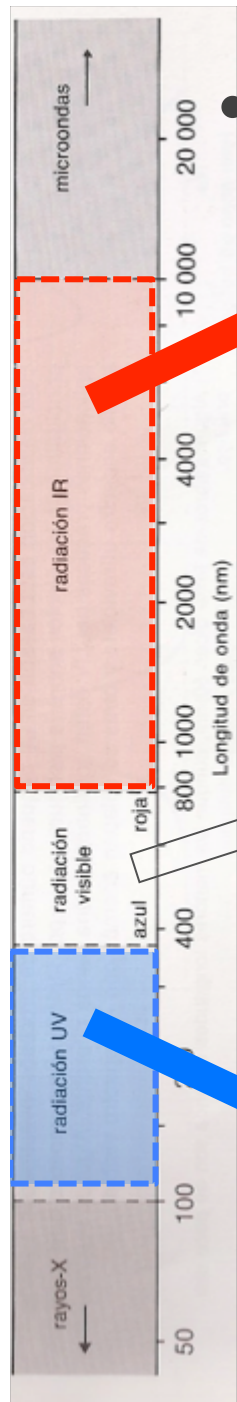


.5



La Luz solar ya era una terapia ya muy utilizada en el pasado, aquí se muestra un Hospital para tuberculosos a principios del siglo XX, en Europa, Hoy día son además utilizadas para otros trastornos como el S.A.D. (Seasonal Affective Disorder), Migrañas o Jet Lag.

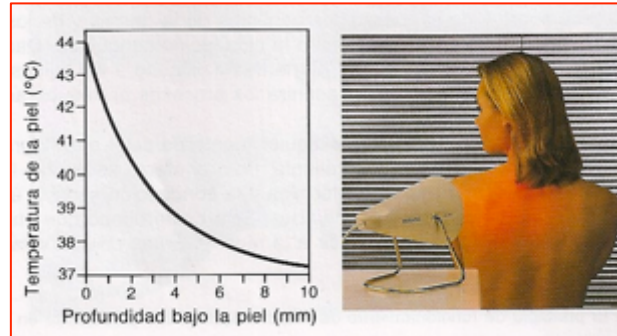
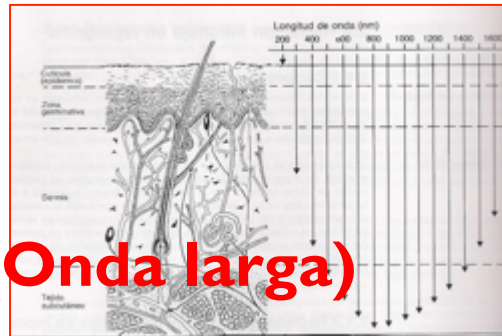
5 Algunos aportes No visibles de la radiación electromagnética



IR (Onda larga)

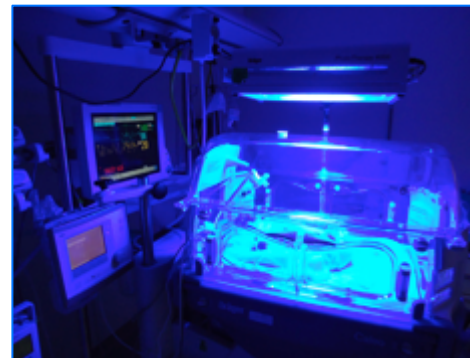
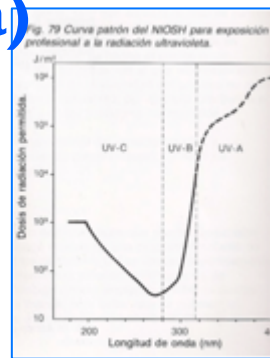
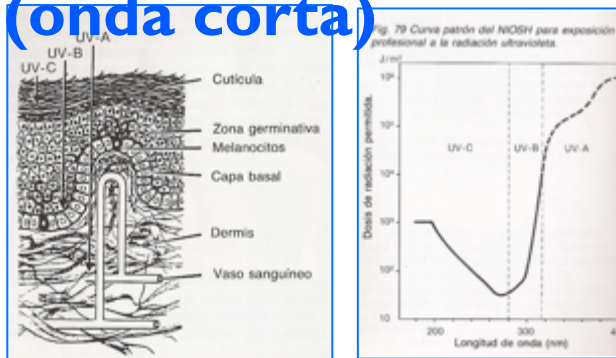
Radiación Visible

UV(onda corta)



El sistema circadiano afecta:

- Insomnio desorientación.
- Fatiga.
- Temperatura corporal
- Producción de Hormona Melatonina
- Producción de Hormona cortisol
- Distorsiones en el apetito Estado de animo, cansancio, sueño.
- Rendimiento
- Concentración de adrenalina
- Producción de orina
- Concentración en la orina de potasio, sodio, calcio, magnesio y fosforo.

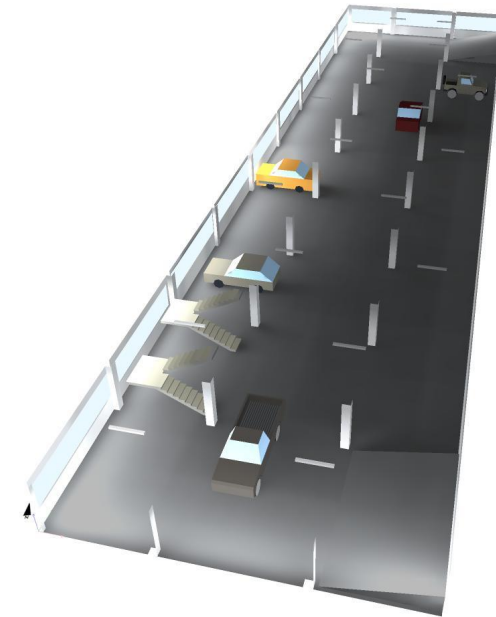


.6 Cálculos o verificaciones

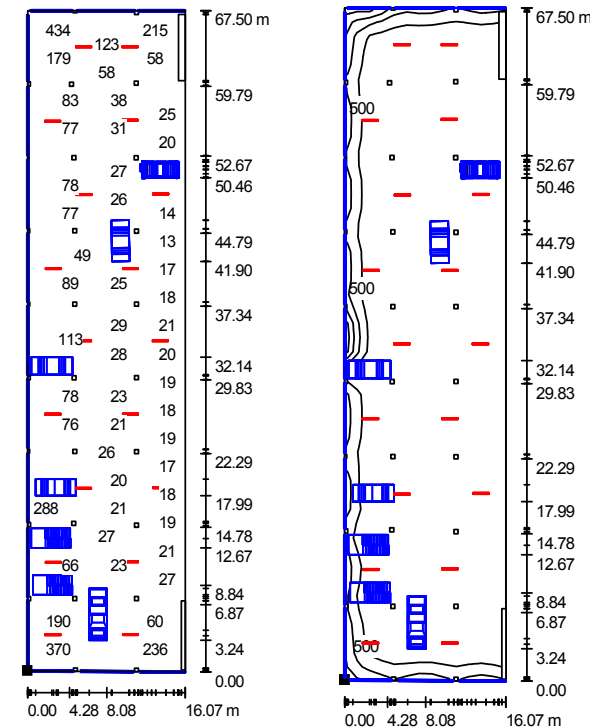
1. Métodos de cálculo

- PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA
- ASEOLAMIENTO
- SOMBRAS

2. Modelos de estudio: Maquetas y mediciones



3. Análisis de computadora



Bibliografía consultada:

- **Rüdger Ganslandt - Harald Hofmann**, Como Planificar con Luz, ERCO Leuchten GmbH.
- **Philips internacional B.V. 1985**, Aplicaciones de alumbrado del Lidec Centro de diseño e ingeniería del Alumbrado.
- **DIAL GmbH, Lüdenscheid**, Manual DIALux software estándar para el cálculo de iluminación.
- **TECTONICA 24 - Iluminación (I)**, Monografías de arquitectura y construcción Tectónica.
- **TECTONICA 26 - Iluminación natural**, Monografías de arquitectura y construcción Tectónica.
- **TECTONICA 31 – Energía**. Monografías de arquitectura y construcción Tectónica.
- **Derek Phillips** – Daylighting Natural Lighting in Architecture – ELSEVIER - Arquitectural Press, 2004.
- **Derek Phillips** – Lighting Historic Buildings – McGraw Hill 1997.
- **Revista Internacional de la Luminotecnia, ILR**.
- **Philips Lighting Manual**. Lidac (Lighting designs and application centre), 1993.
- **Asociación Argentina de Luminotécnica**. Manual de Luminotecnia Tomos I y 2. 1992
- **Dr. Ing. Ramón San Martín Paramo – Ing. Carlos Sierra**. Proyecto y explotación del alumbrado público. Universidad Politécnica de Cataluña. 1996.
- **Brian Edwards**, Guía Básica de la sostenibilidad, Gustavo Gili, 2005.
- **James & James**, A Green Vitruvius. Principles and practice of sustainable architectural designs, London 1999.
- **THE I.E.S.N.A. LIGHTING HANDBOOK**, Reference and applications Ninth Edition, 2000.
- **LEED®** - Sistema de Clasificación de Edificios Sostenibles Para Nueva Construcción y Grandes Remodelaciones. Original en Inglés Octubre 2008, Español Enero 2009.
- Rieck, Alexander_MasdarCity. / Light and Building congress 2010
- Carpenter, James_Designing Daylight. / Light and Building congress 2010
- Matusiak, Barbara_daylighting design // Light and Building congress 2010