



INSTITUTO DE INVESTIGACION Y POSGRADO

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL HABITAT CON ORIENTACION TERMINAL EN  
ARQUITECTURA.

**La iluminación natural en los espacios arquitectónicos educativos  
interiores**

**Modelo de indicadores de diseño.**

**Postulante:** Arq. Daniel Gerardo Muñoz Núñez.

**Director de la tesis:** M. en Arq. Ricardo Villasis Kever.

**Sinodal:** M. en DB Jorge Aguillon Robles.

**Sinodal:** M. en Arq. Manuel Vildosola Dávila

**Asesor externo:** Dr. Pedro Medellín Milán.

Febrero 2010



## **INDICE GENERAL**

<b>0.</b>	Índice General.....	01
<b>1.</b>	Introducción.....	02
<b>2.</b>	Método de trabajo.....	06
<b>3.</b>	Marco teórico de iluminación natural.....	10
<b>4.</b>	Síntesis de resultados.....	30
<b>5.</b>	Discusión de resultados.....	46
<b>6.</b>	Conclusiones finales de la investigación.....	68
<b>7.</b>	Plataforma de aplicación del proyecto.....	70
<b>8.</b>	Anexos.....	92
<b>9.</b>	Bibliografía.....	119
<b>10.</b>	Glosario.....	121
<b>11.</b>	Acrónimos.....	127
<b>12.</b>	Índice de cuadros, figuras y tablas.....	128

## 1. INTRODUCCION.

La arquitectura, desde sus remotos orígenes en Vitrubio Polión, ha sostenido tesis con el carácter de principios arquitectónicos. Uno de estos principios fundamentales es el que establece la dependencia de la obra de arquitectura respecto de un momento histórico, de su localidad geográfica, de las condiciones climáticas, de la cultura local o regional y del uso específico que se le vaya a dar a los espacios solicitados. Toda obra de arquitectura debe ser sólida, útil y bella. Y sólo en la realización simultánea de dichas cualidades, a las que más tarde Villagrán ubicaría correctamente como valores, se encontrará la arquitectura.

Dichos valores buscan dar al usuario del espacio arquitectónico confort, satisfacer sus requerimientos y necesidades físicas y psicológicas, favorecer también su desempeño, fomentar el ahorro energético, interrelacionándolo con su contexto construido y natural, generando un mejoramiento en la calidad de vida del usuario que lo utiliza tanto de manera permanente como esporádica.

No obstante en la actualidad, esto no se lleva a cabo como debiera, sobre todo en los aspectos de iluminación natural. Por lo general los diseñadores lo damos por sentado y lo relegamos como un elemento residual de nuestras decisiones formalistas de diseño, con la argumentación de que cualquier problemática que esto pudiese suscitar fue en búsqueda del mejoramiento estético de la obra y que puede ser fácilmente reversible con elementos mecánicos adicionales como: iluminación artificial, aire acondicionado o calefacción. Sin ponernos a meditar en que este problema pueda ir más allá, como en el caso de los edificios enfermos<sup>1</sup> (reconocidos por la OMS en 1986), la generación de discomfort<sup>2</sup> físico y psicológico, detrimento en la productividad y desempeño de los usuarios, desfases en los

---

<sup>1</sup> Para conocer más sobre la temática ver anexo "A".

<sup>2</sup> Incomodidad, generada por variaciones en los niveles óptimos del entorno con los cuales se interrelaciona el usuario del espacio.



ciclos circadianos de sueño y vigilia, aumento en la problemática fisiológica así como un aumento de estrés, bajo rendimiento y depresión.

El uso adecuado de la iluminación natural, no es nada nuevo en la arquitectura, pues ya desde Vitrubio el interés de los arquitectos por la mejor orientación, el uso o restricción de la iluminación natural en los espacios, así como sus repercusiones, ya era palpable.

Más adelante en el gótico y barroco se volvió un binomio artístico, luz natural-arquitectura casi indisoluble. Posteriormente con el funcionalismo adquirió un rol importantísimo para el bienestar de los usuarios y con diseñadores como Gaudí y Mies Van de Rohe, para generar sensaciones, crear y delimitar espacios o atmósferas, son algunos de los ejemplos que podrían ilustrar este estudio.

Por lo que en búsqueda de subsanar las lagunas existentes entre la teoría de la arquitectura sustentable y la práctica profesional actual, tome la decisión de realizar una investigación que me permitiera conocer como incide la iluminación natural en la arquitectura, así como la forma en que modifica sus características funcionales y preceptuales con el objetivo general, de crear una serie de indicadores que permitan conocer, comprobar y plantear las cualidades y características de la iluminación natural en el espacio arquitectónico local, a fin de que el diseñador que los utilice, pueda mejorar las variantes que afecten el desempeño, la salud, y el confort. Considerando las variables contextuales, al usuario, así como tecnologías alternativas, ecotecnias, nuevos materiales y procesos, tanto en espacios construidos como proyectados.

Mediante la metodología utilizada, que confronta una recopilación de información actual de la iluminación natural con los resultados de 4 casos de estudio y las entidades normativas locales, con el fin de obtener las constantes que permiten el desarrollo de los indicadores y la obtención de parámetros de una correcta implementación, como se muestra en el cuadro 1.0.



Cuadro 1.0 de elaboración propia.

De la literatura consultada y el trabajo de campo, se obtuvieron 6 indicadores para la iluminación natural en los espacios arquitectónicos educativos:

- 1) De luxes y su uniformidad en el espacio.
- 2) De reflexión de los distintos colores y materiales, en muros, pisos y cielos así como el valor límite deslumbramiento.
- 3) De manejo de la ganancia lumínica en el espacio.
- 4) De control térmico.
- 5) De normas, criterios y reglamentos internacionales aplicables a nivel local para el empleo de la iluminación natural.
- 6) De efectos psicológicos del binomio luz – color.

La información anterior se organizó en cinco criterios tanto para las edificaciones construidas como proyectadas, dentro de las cuales se consideran las principales variantes que afectan las características funcionales, perceptuales y psicológicas del espacio, a fin de poder trabajarlos tanto de manera conjunta como de forma independiente en cualquiera de los casos y las características que cada una de ellas engloba son los que se presentan a continuación.



- 1) **Características propias del proyecto:** Considera todas las particularidades del proyecto en sí mismo, tomando criterios como colores, materiales, reflexión, índices de deslumbramiento, uso del área, número y tipo de vanos, la transmisión de superficies vidriadas, factor de uniformidad, entre otros criterios específicos del espacio.
- 2) **Diseño de control solar:** Toma en cuenta, las características de los elementos de control solar, tanto fijos como semi-fijos, considerando además criterios como la orientación general del espacio, la particular por espacio, protecciones verticales u horizontales, tipo de función de la protección, recursos y posibilidades técnicas y de diseño.
- 3) **Climático-contextual:** Considera los aspectos propios del lugar en el que se emplaza o desarrolla el proyecto arquitectónico, considerando criterios como tipo de clima, elementos naturales o artificiales contextuales, inclinaciones solares, tipo de vegetación, duración de soleamiento, ganancia térmica, grado de confort.
- 4) **Criterio de diseño:** Se encuentra enfocado a normas, reglamentos o criterios de diseño marcados por instancias institucionales a nivel gubernamental local y nacional, así como criterios de diseño de espacios educativos a nivel internacional adecuados a nuestro caso local.
- 5) **Sensaciones espaciales:** Se encuentra referido a los criterios preceptuales del espacio, con base en las sensaciones que generan como en el caso de dimensiones, proporciones, sensaciones térmicas, de confort, acabados, contrastes, jerarquización y/o delimitación de espacios, entre otros criterios que modifican la apreciación del espacio arquitectónico.

Es una plataforma para la aplicación real de los indicadores en el diseño o rehabilitación de espacios, identificación de futuras líneas de investigación en los aspectos térmicos, de ventilación y del uso de nuevos materiales y sistemas constructivos, así como conclusiones de la situación actual del conocimiento de la iluminación natural y de su aplicación a nivel local y una tabla con los parámetros de situación de los indicadores.

## 2. METODO DE TRABAJO.

Para la realización de este documento se tomaron cuatro ejes de trabajo, para dar congruencia a la presente investigación.

- 1) La finalidad sería crear indicadores y un marco teórico, debido a que esto permitiría, otorgarle al diseñador que los utilice, un criterio más amplio de la importancia de los elementos a recurrir para un diseño arquitectónico integral respecto a la iluminación natural, conocer los pro y contra de sus decisiones de una forma más fácil y directa, además de que le brindaría un mayor número de posibilidades de diseño evitando ser impositivo y rígido. Al otorgarle al diseñador la información esencial, fundamentada y estructurada para la toma de decisiones al momento de diseñar, permitiendo que la luz sea entendida como una herramienta para crear ambientes, delimitar y dar identidad a los espacios, así como viabilidad económica y técnica. Bajo cuatro premisas:

- 1) Que sean medibles. Posibilidad de registrarlos y analizarlos en términos cuantitativos y cualitativos.
- 2) Precisos. Definidos de una misma forma por distintas personas.
- 3) Consistentes. Que no varíen en función del tiempo.
- 4) Sensitivos. Capaces de cambiar proporcionalmente en respuesta a los cambios que presente lo que se está midiendo.

- 2) Se acotó la investigación a los espacios arquitectónicos educativos construidos puesto que en estos espacios el desempeño y confort de los usuarios es de gran relevancia, además de que en estos recintos la mayoría de sus ocupantes pasan periodos prolongados de tiempo de productividad. Son espacios indispensables en todas las comunidades por lo que las variantes climáticas y contextuales pueden



cambiar de manera amplia enriqueciendo el estudio. A la vez que, es en este tipo de recintos dentro del cual la mayoría nos hemos encontrado alguna vez en la vida, en el que comenzamos a conceptualizar los elementos espaciales que consideramos adecuados para sentirnos confortables y mejorar nuestro desempeño en las actividades que llevaremos a cabo el resto de nuestras vidas.

- 3) Se realizó como una primera etapa a nivel ciudad de San Luis Potosí, (22.3° de latitud, 100.9° longitud), a fin de contar con criterios, conocimientos urbanos y climáticos, semejantes y de primera mano, así como acceso y factibilidad, que a la vez cree un antecedente para posibles extensiones del trabajo en diferentes zonas.
- 4) Conjuntamente con la creación del marco teórico del tema y de la creación de los indicadores de diseño se conformó un proyecto de configuración estratégica en búsqueda de la creación de una plataforma para su aplicación, evitando que solo quede como otro intento de desarrollo de la temática impreso en papel y procure formar parte de los elementos de uso común del diseñador a la hora de proyectar, así como la identificación de futuras líneas de investigación y la creación de conclusiones de la situación actual de la iluminación a nivel local, así como su divulgación.

El documento está dividido en cuatro segmentos:

1) En el de antecedentes y estado del arte, se realizó una revisión bibliográfica de los documentos más recientes que abordan los conceptos de luz y su influencia en el ser humano y la arquitectura a lo largo del siglo pasado, confrontando información respecto a esta relación. La información proviene principalmente del área médica y del campo de la arquitectura sustentable y en menor medida de trabajos de teoría de la arquitectura, que analizan la actuación de los arquitectos más representativos en su relación con la luz, a fin de poder crear un marco teórico de la iluminación natural que permita tener una fundamentación clara y precisa para el desarrollo del proyecto además de contar con material para el entendimiento y divulgación del mismo.





2) En el desarrollo del estudio, se recopiló información de campo, partiendo de las conclusiones de la primera parte, con información proveniente de la Estación Meteorológica y del Observatorio Urbano del Hábitat en la Universidad Autónoma de San Luís Potosí (UASLP) , respecto a información climática, metodológica y contextual, así como de la búsqueda y análisis de normativas y reglamentación en instituciones de construcción a nivel gubernamental y de carácter internacional, aplicables a nuestra localidad.

A la vez que el análisis e interpretación de trabajos previos, realizados por la Universidad, respecto de criterios bioclimáticos en uno de sus campos, así como el análisis directo de áreas de estudio en la localidad y la comparación de resultados como criterios de fundamento para la creación de los indicadores de diseño. El análisis está referido a tres criterios<sup>3</sup>:

- 1) Diagnostico del usuario: recopilado a través de encuestas realizadas a los usuarios de los sitios educativos, tanto personal docente como alumnado.
- 2) Diagnostico práctico: a través del análisis de planimetría, fotos y gráficas en los sitios de comprobación, mediante la implementación de fichas de catalogación y trabajo de campo.
- 3) Diagnostico normativo: mediante el análisis y síntesis de los criterios del Instituto Estatal de Construcción de Escuelas, Instituto Estatal de la Infraestructura Física Educativa, Reglamento Municipal de Obras Públicas de San Luís Potosí así como normativa internacional.
- 4) En el segmento de análisis de los resultados, se confrontaron y graficaron los resultados anteriores y se contrastaron con el aporte teórico, a fin de dilucidar la creación de los indicadores, su acotación, su función y jerarquía, así como su catalogación e interacción entre ellos, al igual que su forma de desarrollo, implementación y evaluación, además de presentar las conclusiones finales y las bases para investigaciones subsecuentes.

---

<sup>3</sup> Para conocer tablas de trabajo ver anexo “G”.



- 5) En la discusión de resultado, se generó una plataforma para la aplicación del proyecto de indicadores de diseño, su difusión e implementación así como su viabilidad, se identificaron futuras líneas de investigación, se obtuvieron conclusiones de la situación actual de la iluminación natural a nivel local, se establecieron parámetros de evaluación y se generó material para su difusión.



### **3.0 MARCO TEORICO DE LA ILUMINACION NATURAL.**

1. Generalidades de la iluminación diurna y su cálculo.
2. Confort y tecnologías de control solar.
3. Desventajas de una iluminación deficiente.
4. Percepción de la iluminación natural y el color.
5. La iluminación en la arquitectura.
6. Lugares de trabajo educativo y su relación con la luz.



## **1. Generalidades de la luz diurna y sus formas de cálculo**

La fuente de luz diurna es naturalmente el sol, pero la luz que llega a la tierra, procedente del sol se propaga parcialmente en la atmósfera y las condiciones atmosféricas que reinen en la localidad determinarán la cantidad de luz que llegue al edificio, ocasionando que esta pueda llegar de las siguientes maneras: (Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew y Szokolay, 1977 p154.)

- 1) Difusa o luz cenital: a través de un vano o abertura
- 2) Luz reflejada del exterior: por el suelo u otras edificaciones, a través de los mismos vanos o aberturas.
- 3) Luz reflejada del interior: por las paredes, techos u otras superficies interiores.
- 4) Luz solar directa: según una trayectoria recta procedente del sol, a través de un vano o abertura hasta el punto considerado.

Por lo que las condiciones climáticas, influirán notablemente en la cantidad total de luz y en la magnitud respectiva de los componentes anteriores:

- 1) En los climas moderados, donde el cielo está normalmente cubierto, toda la bóveda celeste actúa como una fuente de luz, por lo que puede darse la luz solar directa ya que el propio cielo tiene una luminosidad suficiente para proveer de luz a las habitaciones normales, pero no hay que contar con ello como constante.
- 2) Los climas desérticos o cálido-secos, se caracterizan por una fuerte luz solar directa procedente de cielos despejados. La luz solar directa se evita normalmente en los edificios por razones de índole térmica. El cielo tiene un color azul intenso y su luminosidad puede ser tan baja como para no asegurar una iluminación adecuada. Este cielo claro tiene normalmente, su más alta iluminación próxima al horizonte y la más baja en ángulos rectos con el sol. El suelo desnudo, seco y soleado y las paredes claras de otros edificios reflejarán mucha luz, que será la fuente principal de iluminación interior.



Sin embargo, puede ser también causa de deslumbramiento, cuando estas superficies fuertemente soleadas caigan dentro del campo visual<sup>4</sup>. El polvo tenue suspendido en el aire puede dar lugar a brumas e incrementar la luminosidad aparente del cielo, pero la existencia frecuente de polvo más grueso y tormentas de arena puede reducirlo.

- 3) En los climas compuestos, se producen amplias variaciones en la iluminación natural por pasar los cielos de claros a cubiertos por lo que debido a la variabilidad de los niveles exteriores de iluminación, es difícil y quizá carezca de significado calcular la iluminación interior en función de la iluminación fotométrica<sup>5</sup>.

Sin embargo en cierto punto de un edificio dado, se puede considerar constante la relación entre la iluminación interior y la exterior simultánea.

Ahora bien, la magnitud de cada una de estas componentes depende de las siguientes variaciones del diseño: (Koenigsberger et al. p155).

- 1) Coeficiente de captación CC: ángulo medio de altitud de la superficie visible del cielo, desde un punto determinado, en el que influyen el tamaño y posición del vano o abertura, el espesor del marco o profundidad de la abertura, existencia o inexistencia de cristal y la calidad y limpieza del mismo, así como obstrucciones externas.
- 2) Coeficiente de reflexión exterior CRE: área de las superficies externas visibles desde un punto de vista determinado y la reflexión de estas mismas superficies.
- 3) Coeficiente de reflexión interior CRI: tamaño de la habitación, relación de las superficies de la pared, con respecto a la del vano o abertura y reflexión de estas superficies interiores.

Resulta por tanto de importancia para el diseñador el conocer no sólo las características y propiedades físicas sino también su comportamiento diario, estacional, de acuerdo a la latitud, que se esté analizando, en otras palabras; averiguar la trayectoria aparente del sol en

---

<sup>4</sup> Espectro o área de observación del usuario dentro de criterios de acotación fisiológicos basados en el sentido de la vista así como en la relación de este con el resto de los sentidos (pues los sentidos rara vez funcionan de forma independiente en su totalidad).

<sup>5</sup> En referencia a la intensidad de la luz y los métodos para medirla.

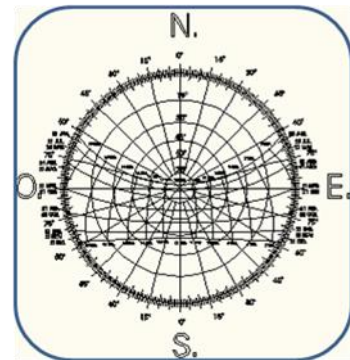
un lugar determinado. Para ello existen diagramas de la posición solar que permiten describir gráficamente, las posiciones y trayectorias aparentes del sol en la bóveda celeste sobre un plano determinado. De las cuales sobresalen dos tipologías de graficas solares:

- 1) Los diagramas solares geométricos: son aquellos en que las trayectorias aparentes del sol se trazan mediante proyecciones bien determinadas de la esfera celeste, conocidas como análogas.
- 2) Los diagramas solares no geométricos: son la representación de las trayectorias solares obedeciendo un criterio arbitrario fijado por el autor, conocidas como convencionales.

Los diagramas solares geométricos son los más adecuados para llevar a cabo los estudios sobre el soleamiento de una edificación por ser más exactos, prácticos y estandarizados. Y de ellos los sistemas más comúnmente empleados son:

- 1) Sistema Ortográfico.
- 2) Sistema Estereográfico.
- 3) Sistema Equidistante Polar.
- 4) Sistema de Coordenadas Rectangulares.
- 5) Sistema Gnomónico.
- 6) El diagrama RSW.
- 7) La grafica solar .

De estas la más utilizada en arquitectura es la grafica solar, pues permite conocer las características geométricas del soleamiento en cualquier sitio sobre la tierra y en cualquier momento del año, basada principalmente en dos características: la altura solar ( $h$ ), es decir, el ángulo formado por el rayo solar y la proyección de éste sobre un plano horizontal del sitio y el azimut solar ( $a$ ), que es el ángulo





formado por la proyección del rayo solar en la proyección horizontal del sitio y la interacción de éste con el plano meridional o línea norte-sur, medida a partir de esta última tanto desde el sur como desde el norte.

Por lo que con las proyecciones estereográficas utilizadas en este sistema de grafica solar puede calcularse también, empleando el disco correspondiente, la trayectoria de la órbita solar para cada latitud, el día 21 de cada mes, en función de la hora del día y el día del año que se requiera (Aguillón, 2002).

Esta herramienta influye en el diseño del espacio arquitectónico, planteando la optimización y/o el bloqueo de la radiación solar de acuerdo a las temporadas de cada localidad, a travez de elementos constructivos y elementos del paisaje natural, al generar datos claros y precisos sobre el soleamiento que afecta como un valor determinante del confort interno, así como ayudando a conocer la forma de orientar adecuadamente los espacios siguiendo la trayectoria del sol, para justificar de una forma más científica los vanos y perforaciones, así como el diseño de protecciones solares viables en dimensión y orientación.

## **2. Confort y tecnología solar.**

El confort puede ser definido como el estado subjetivo de comodidad del usuario en un espacio determinado, basado en las necesidades y requerimientos tanto del usuario como del espacio mismo, para la realización de una actividad dada, en el que adaptarse a su entorno le requiere solamente de un mínimo de energía -zona de confort-. Ahora bien el establecimiento de dicha zona de confort, existe dentro de ciertos rangos para las características de temperatura, humedad, radiación, ventilación etc. Pero no así para la cuestión lumínica, pues para poder obtener un rango determinado, debe tomarse en cuenta el tipo de iluminación: natural, eléctrica o mixta, el tipo de actividad a realizarse en el lugar, el periodo de uso así como la hora de empleo, la ubicación, el tipo de usuario y su cantidad, elementos culturales, el contexto, época del año, clima, materiales constructivos y la reflexión de los mismos, así como los colores, el tipo de vanos, su ubicación y orientación.

La arquitectura, busca llegar a estos rangos de confort a través de instrumentos tecnológicos, fijos y semi-fijos que le permitan llegar a controlar el factor lumínico y térmico en sí mismo, así como a otros elementos que desde este punto de vista podrían considerarse interrelacionados.

Dentro del grupo de los elementos de control solar fijos podemos encontrar<sup>6</sup>:

- 1) Parasoles: elementos horizontales encima del vano que detienen la penetración solar a cierto grado de inclinación.
- 2) Parte luces: elementos verticales frente al vano que permiten el paso de luz solar en forma fragmentada a cierto grado de inclinación.
- 3) Pantallas solares: elementos que reflejan el sol de tal forma que penetre dentro de los espacios.
- 4) Vanos: perforaciones dentro de los muros de las edificaciones que permiten el paso de la luz solar.
- 5) Domos o claraboyas: vanos que permiten el paso de la iluminación de forma cenital.
- 6) Celosías: elementos que permiten el paso de iluminación fragmentada, creadas por entramados.
- 7) Fachadas de doble piel: segunda fachada que permite a través del aire encerrado entre ambas, o creando sombras entre ellas, el control solar y térmico.

En el grupo de los elementos de protección solar semi-fijos, podemos encontrar:

- 1) Persianas: elementos de forma horizontal o vertical que se pueden modular para que permitan el paso del sol.
- 2) Ventanas inteligentes: vidrios que a través de elementos químicos foto reactivos permiten el paso de cierto porcentaje de luz.
- 3) Toldos: elementos de inclinación variable que permiten evitar el paso de la luz solar.

---

<sup>6</sup> Más información de elementos de protección solar ver anexos B y C.





Es pues gracias, a estas tecnologías combinadas con el conocimiento del soleamiento<sup>7</sup>, el contexto, el usuario y su cultura que se pueden manejar, aprovechar y controlar los elementos lumínicos y sus elementos interrelacionados como humedad, temperatura, etc.

### **3. Desventajas de una iluminación deficiente.**

Se puede entender que la relación del ser humano con su ambiente natural se da a través de complejos procesos de intercambio de energía a diferentes niveles, comenzando por nuestro propio cuerpo, que responde a las variantes del ambiente, a través de procesos biológicos de adaptación.

En este sentido, la conformación de los espacios construidos es muy relevante, ya que nos protegen de las condiciones ambientales exteriores, siendo por ello que algunos especialistas, utilizan un marco de referencia, que incorpora tres sistemas básicos: ambiente, usuario y el objeto arquitectónico, cuando describen dicha relación tri-sistémica.

La energía natural presente en el ambiente luz-sonido-calor, interactúan en él y aunque los parámetros ambientales varían de una región a otra del planeta, siempre están presentes condiciones lumínicas, acústicas y térmicas que el arquitecto debe tomar en cuenta, junto con los parámetros de confort del usuario, puesto que el organismo del ser humano reacciona fisiológica y psicológicamente a los estímulos exteriores. Por lo que se ha demostrado, que los espacios mal diseñados pueden ocasionar daños en la salud de los usuarios, ocasionando que el marco tri-sistémico se rompa y genere fenómenos como el del edificio enfermo (enfermedad reconocida por la OMS a partir de 1986), ocasionando padecimientos y disminuciones en el rendimiento, confort y estado anímico de los trabajadores por las condiciones ambientales mal resueltas. Pues aparte de la vista, los animales y los humanos tenemos otros mecanismos que responden al ciclo cambiante de

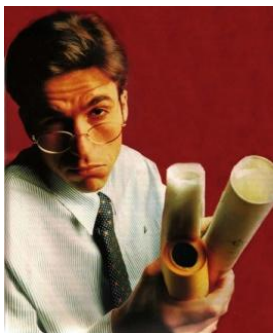
---

<sup>7</sup> Estudio los momentos y a la forma como los rayos directos del sol inciden en una superficie, para así determinar cuando la radiación solar llega a un punto determinado del espacio para definir el grado de intensidad de la energía solar radiante, así como su reflexión de igual manera que su ganancia térmica y lumínica al igual que su duración y grado de afectación.

luz y oscuridad, de noche y día en el ámbito diario y con las diferentes longitudes de día, en las diferentes estaciones anuales, sincronizando directa o indirectamente los ritmos fundamentales bioquímicos y hormonales del ser humano.

La regulación circadiana, que influye no solo en nuestra actividad diaria, sino también en nuestro comportamiento, específicamente cuando se presentan alteraciones a los patrones diarios del organismo, suele presentar padecimientos que se ven reflejados en una disminución del apetito, estado de ánimo bajo e incluso en derivar en estados depresivos como en el caso de la depresión estacional, que se desarrolla como consecuencia, a partir de la disminución del aporte lumínico en los meses de invierno.

En las oficinas, el trabajador sufre además la contaminación lumínica, que se agrava en los locales en planta subterránea o demasiado herméticos a su contexto exterior, totalmente faltos de luz solar, generando un alto grado de discomfort debido a la intensidad de luz artificial y su incorrecta distribución espacial, la composición cromática del entorno y de la propia fuente de luz, además del parpadeo de luces fluorescentes y pantallas de ordenador, todo ello muy diferente de la luz natural.



A corto plazo, estas domopatias son causa de fatiga y estrés psicofísico, que afecta al estado de ánimo y al rendimiento laboral causando: errores, ausentismo, bajas en el rendimiento, accidentes. Pero a largo plazo un edificio enfermo puede causar enfermedades en sus habitantes.

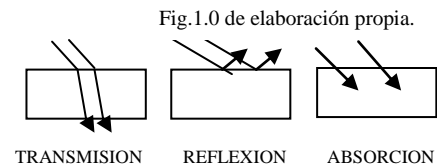
Sin embargo, una pequeña inversión en mejoras en la incidencia y transmisión de la luz en los materiales así como en el manejo de vanos, tras una Auditoria Domobiótica, eliminando los focos de esta contaminación blanca<sup>8</sup> y recuperando el ambiente natural, se traduce en un alto incremento del rendimiento en el trabajo.

---

<sup>8</sup> Iluminación natural o artificial mal aplicado en el recinto, causante de problemáticas y discomfort en el usuario del espacio.

#### 4. Percepción de la luz y el color

La luz que incide de un objeto se distribuye de tres modos: por reflexión, por absorción y por transmisión. Algunas de las propiedades importantes del objeto y del material de su constitución se designan mediante la proporción de estos tres componentes (Koenigsberger et al. p148).



Algunos materiales cuando se exponen a la luz, transmiten gran parte de ella, estos materiales se denominan, transparentes, otros los llamados opacos, bloquean el paso de la luz y los llamados translucidos transmiten parte de la luz incidente pero se interfiere su trayectoria recta, dispersándola en todas direcciones y dando lugar a la luz difusa.

(Más información de materiales translucidos ver anexo C)

Otros materiales son selectivos en su reflexión. Pueden absorber ciertas longitudes de onda de la luz incidente y por ese motivo el resto no absorbido se reflejará dando lugar a un efecto de color, Por lo que una mezcla de toda clase de pigmentos será negra al absorber todas las longitudes de onda. Ninguna absorción será blanca, porque siempre existirá cierta absorción en alguna longitud de onda.

Debido a esto, nuestra percepción del color cambia al modificarse la fuente luminosa o cuando la superficie en que se refleja la luz esta manchada o cubierta con pigmentos diferentes, por lo que es más fácil aplicar pigmentos de color a la superficie, que modificar o reemplazar a la misma fuente de luz.

El negro es el más oscuro de los colores concebibles y el blanco es el más claro. Sin embargo el blanco es el más adecuado para recibir a los colores, pues no distorsiona a los mismos. Sin embargo la idea de color, se refiere a los colores cromáticos, relacionados con el espectro del arco iris. Los colores neutros no son parte de estos colores, más bien son acromáticos.

Todo color cromático se puede definir en tres categorías: (Koenigsberger et al. 1977)



- 1) El tono: que es el atributo que nos permite clasificar colores como rojo, amarillo, azul.
- 2) El valor: que se refiere al grado de oscuridad o claridad de dicho color, pudiéndose clasificar a los colores como claros u oscuros.
- 3) La intensidad: que se refiere a la pureza de un color.

La fuente de luz afecta el establecimiento de valor. Esto se muestra en la fuente de luz blanco-cálido (solar) la cual hace que los azules sean más oscuros y los amarillos más claros y la luz blanco-frío (artificial) tiene en el color un efecto contrario. Debido a esto, los valores contrastados en un diseño se utilizan para establecer formas y los cambios graduales en el valor se usan para expresar ilusiones de planos y bordes.

En la naturaleza no se encuentran los pigmentos necesarios para obtener todos los tonos del espectro de los que se disponen ahora, pues dependen del esfuerzo humano. Hoy se sabe que el rojo, azul y amarillo pueden llegar a mezclarse para la obtención de cualquier tono, pero las mezclas debilitan la intensidad. Independientemente de esta limitación, el rojo, amarillo y azul, son los llamados tonos primarios y el naranja (rojo y amarillo), el verde (amarillo y azul) y el púrpura (azul y rojo) son los tonos secundarios así tenemos los seis tonos básicos de los colores.

A este respecto, como todo, los gustos cambian de generación en generación y según la edad, el sexo y la raza, la educación, el entorno cultural, etc., de cada individuo.

Por lo cual no se puede establecer una norma exacta de combinaciones de color e iluminación. Para nuestros propósitos, la armonía de color e iluminación será descrita como combinación de color e iluminación afortunados, que halagan la vista por la utilización de colores similares o contrastantes, pues estas son las dos vías para lograr una armonía de color e iluminación en un diseño o espacio.

Es innegable que en el entorno donde se vive, del que los colores forman parte integral, estos actúan considerablemente sobre la calidad de vida. De ahí la conveniencia de



aprovechar las reglas de la cromoterapia<sup>9</sup> para contribuir también en el aspecto ambiental a la necesaria armonía. Por esto, los decoradores que conocen bien su profesión toman en cuenta los consejos de los psicólogos, a fin de proporcionar el más armónico ambiente en las instalaciones de sus clientes.

En la decoración es imprescindible no olvidar este efecto: el amarillo, por ejemplo, adquiere más intensidad al ser colocado junto al azul; el rojo, junto al verde; por lo que no se debe tomar un color considerándolo aisladamente, sino estudiando la intensidad que adquirirá según tenga que ir junto a una u otra tonalidad. Además de que no todas las habitaciones admiten el mismo tono de color. Ello depende de la orientación, del uso que se vaya a hacer de las mismas y la personalidad de quienes vayan a utilizarlas.

Es de gran interés, para el decorador tener en cuenta al elegir los colores que se han de combinar, los cambios de intensidad de luz que se producirán en cada habitación, pues según la intensidad de luz cambiará el color.

Es en locales industriales o comerciales y en lugares públicos, donde más se ha reconocido la influencia de la iluminación y el color. Pues hoy se admite que hay colores que ayudan y dan seguridad en el trabajo. El acondicionamiento del colorido de las fábricas disminuye muy notablemente el número de accidentes industriales.

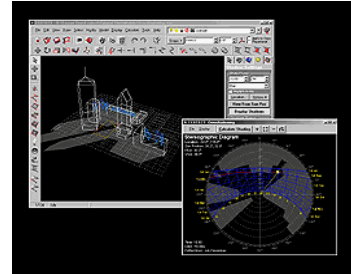
A menudo la fatiga excesiva de los ojos, que puede causar gran tensión nerviosa y otros desórdenes serios, proviene del esfuerzo involuntario y constante del ojo por adaptarse a contrastes de color perjudiciales. Pues no basta que haya luz suficiente en una sala de trabajo, es preciso que tanto la luz como los colores estén debidamente dispuestos. (Haylen, 1960).

---

<sup>9</sup> Utilización de los colores como elementos y/o herramientas que generen el bienestar del usuario tanto a un nivel psicológico como fisiológico.

## 5. La iluminación en la arquitectura.

La luz es cuantificable y cualificable, ya sea con herramientas como las cartas de Bernini o de Le Corbusier, o bien con la brújula y las cartas solares o con luxómetros, así como en maquetas y programas de computadora o simplemente a sentimiento podemos entenderla como una de las mejores herramientas del diseñador, ya que la luz es vida, es energía, gracias a ella podemos ver; sin ella todo es oscuridad en la arquitectura y en sus espacios interiores, puede inundarlos de claridad o sumirlos en la penumbra, no es un material palpable, pero indiscutiblemente, es un actor protagonista del espacio.



El uso inteligente de la luz natural otorga a los espacios un rasgo que los distingue de la generalidad, pues da vida a los materiales, y la forma en que incide en una superficie nos ayuda a determinar el espacio, ya que los proyectos son entidades específicas que requieren una solución concreta de iluminación, pudiendo ser dramática, teatral o sutil (Ambientes, 2006 p6.). Puesto que la iluminación es un importante elemento para crear atmósfera o ambientación, ella satisface las condiciones de visión y confort que favorecen tanto la expresión como la creatividad del diseñador.

La iluminación en la arquitectura es la combinación de luz natural y artificial, dentro de un espacio, con la finalidad de otorgarle las características necesarias para darle identidad y responder a las funciones que se desempeñan dentro de él, cumpliendo simultáneamente con las necesidades ópticas y no ópticas. Es un elemento esencial en arquitectura, su grado de intensidad modifica la tez de los edificios de manera natural a lo largo del día, por lo que hemos hecho de ella un elemento indispensable en el diseño. En el campo de la arquitectura y el interiorismo, ha sido siempre una constante a debatir, pues ya en las iglesias románicas y en las catedrales góticas se trabajaba con la luz para crear determinados ambientes. Más adelante, y con los primeros diseñadores como William Morris, que basaban su tesis en la búsqueda de la naturaleza como retorno a la Edad Media, el control de la luz era una de sus máximas inquietudes. Después, con la fragilidad y transparencia de las grandes

edificaciones de hierro y cristal como el palacio de Paxton o con las bases del movimiento arquitectónico Moderno, con Le Corbusier y Gropius, que pretendían dar a sus edificios "la inefable alegría de la luz", son algunos de los ejemplos que podrían ilustrar esta inquietud (Camps, 1994).



En la actualidad la luz natural es cada vez más importante en el diseño del espacio arquitectónico, en toda su gama de variantes y productos, pues no solo es indispensable sino que mejora y embellece los entornos ya sean domésticos, públicos o de exhibición. Pues una correcta disposición de los centros luminosos, adopta un papel esencial, abre amplias perspectivas en el terreno estético y permite la creación de un espacio diferenciado u homogéneo,

descentralizado o unificado y/o crea contrastes entre los diferentes ambientes. (Ambientes, 2006 p70.)

Con mayor o menor fortuna, la luz natural ha estado presente en todos los movimientos arquitectónicos y su funcionalidad dentro de un espacio puede analizarse desde distintos aspectos. Sin luz seríamos completamente incapaces de comprender y apreciar el color, la profundidad, el espacio o el volumen, puede determinar nuestras emociones y estados de ánimo (Gardner y Molony, p9.) ya que afecta la capacidad del cerebro para el manejo de la información puesto que la cantidad de luz, nos afecta a nivel neurofisiológico, proporcionándonos información acerca de las características de los objetos que nos rodean y de esta forma nos podemos desenvolver en nuestro espacio físico, permitiendo: que nos orientemos en el espacio, desempeñar una tarea, sentir confort visual, modificar nuestro ambiente y estado anímico, comunicarnos socialmente, establecer un juicio estético, experimentar seguridad y tener salud y bienestar. Por tanto, la calidad de la iluminación es significativa para la salud humana, igual que para la seguridad y el rendimiento laboral.

En la actualidad, la iluminación de un espacio, es un proceso creativo en el que la intuición y la imaginación, unidos a conocimientos técnicos necesarios, nos marcan el camino, para

conseguir, con la luz como herramienta, la capacidad de imaginar, crear sensaciones, de modificar e inventar espacios visuales muy diversos (Murguía y San Martín, 2002 p 43.) teniendo en cuenta varios factores en el momento de la construcción como son, la ubicación y la orientación mediante la integración en su entorno más próximo, atendiendo a la morfología del terreno, a las construcciones adyacentes, a los estilos arquitectónicos tradicionales de la zona e incluyendo vegetación propia del lugar y armonía de formas constructivas.

Diseñando según las necesidades del usuario, para que la edificación se adapte a su forma de vida, sea viable en lo económico, y en lo arquitectónico los espacios y su distribución consideren elementos bioclimáticos, de ahorro energético así como funcionales. Con la finalidad de otorgarle las características necesarias, para darle identidad y responder a las acciones que se desempeñen dentro de él.

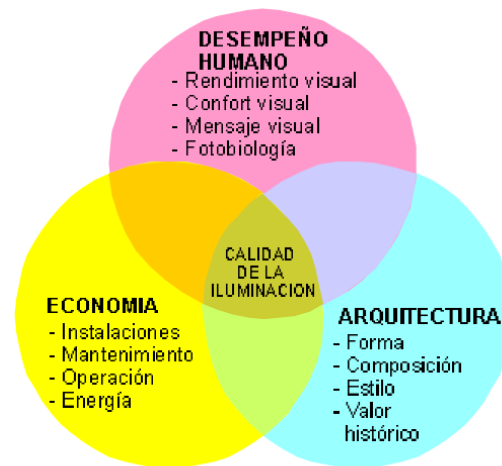


Fig. 1.1 elemento trisitemico de calidad de la iluminación, de elaboración propia.

Cumpliendo con las necesidades ópticas que son: aquellas que modifican de manera perceptual el espacio, de manera positiva o negativa, como la apreciación de sus dimensiones y proporciones, temperatura y adaptabilidad del individuo, efectos y sensaciones. Al igual que las no ópticas que son: aquellas que modifican, de forma positiva o negativa las funciones orgánicas del individuo, que interactúa con el espacio, tales efectos van desde la fatiga, el estrés y el estado de ánimo, hasta fenómenos complejos como los edificios enfermos, alteraciones en los ritmos biológicos y efectos graves en la salud del individuo.

La iluminación natural es por tanto la más económica y saludable, pues es la que entra por los vanos, puertas, perforaciones y claraboyas. Su cantidad y calidad dependen de varios factores, como su orientación sur, norte, este u oeste y la mezcla de estos, de la hora del día, de la estación y de su ubicación. Una buena canalización de la luz, favorece la relación interior-exterior y es ampliamente beneficiosa desde el punto de vista psicológico, sobre





todo en ambientes donde se realizan actividades de permanencia prolongada, ya que es siempre general y dependiendo de la ubicación, se requerirá de elementos de control de la misma, tales como, cortinas, persianas, postigones, parasoles, parteluces etc..-

El ambiente lumínico es solo una parte del ambiente global que compone un espacio, junto con el ambiente térmico y acústico.

Sin embargo se ha demostrado que es uno de los factores que mas pueden influir, ya que el 85% de la informacion que recibe nuestro organismo entra a traves de los ojos (Murguía y San Martín, 2002).

Respecto a la salud del usuario del espacio, podemos decir que un nivel subjetivo de cansancio y de concentracion en funcion del ambiente lumínico, puede arrojar datos acerca de que tanto responde la luz, a una necesidad natural de transicion, ya que recordemos que nuestro organismo está sincronizado con el ambiente natural cambiante de los ciclos circadianos, de noche y día<sup>10</sup>, ya que entre la salida y puesta del sol, existe una gran variación, cuya incidencia dentro de nuestro ciclo diario de actividad es más que evidente. Actualmente, en función de la forma de vida, se exige la actividad del hombre durante horas y lugares en que la luz es deficiente, o falta en absoluto para el ejercicio de ciertas y determinadas tareas. En consecuencia se hace necesario considerar el desarrollo de una mejor iluminación dentro de particulares exigencias de calidad, con el objeto de complementarla, sentando la premisa, de que la iluminación debe satisfacer plenamente las necesidades del usuario, en función del requerimiento de la tarea a realizar.

Entre los aspectos más sobresalientes que se deben tener en cuenta, merece destacar el nivel de iluminación, su adecuado balance dentro del campo visual, la eliminación de fuentes primarias y secundarias de deslumbramiento, y la adecuada y necesaria reproducción de colores. Y aunque en la actualidad estos requerimientos cualitativos y cuantitativos pueden ser satisfechos con soluciones técnicas económicamente convenientes como consecuencia de la alta tecnología alcanzada en el tema, sin embargo no debemos olvidar

---

<sup>10</sup> Los ciclos circadianos comprenden todos aquellos procesos fisiológicos que presentan fluctuaciones con un ritmo de aproximadamente 24 horas. Entre ellos están el ciclo sueño-vigilia, las variaciones de la temperatura corporal, el estado de alerta y algunas funciones neuroendocrinas.



que una iluminación eficaz, debe también acentuar las cualidades y carácter confortable de un ambiente, en particular, para espacios de trabajo práctico-cognitivo, ya que en ellos, el hombre de trabajo intelectual o artesanal pasa más del 70% de su vida activa, en funciones de creatividad y productividad según la Asociación Americana de Iluminación.

Las principales cualidades de la iluminación eficaz, se pueden definir de la siguiente forma:

- 1) Adecuada intensidad de iluminación.
- 2) Conveniente distribución espacial de la luz, que comprende la combinación de la luz general, la luz dirigida y funcional, tanto en iluminación natural como en artificial.
- 3) Conveniente ángulo de incidencia del flujo luminoso, adecuada distribución de los elementos lumínicos artificiales y naturales así como eliminación de toda fuente de deslumbramiento en el campo visual.
- 4) Adecuado color de la radiación luminosa y conveniente reproducción de colores.
- 5) Ajustada elección de la fuente luminosa o mezcla de ellas con su particular característica de distribución, control térmico, ahorro energético, identidad y valor estético.

Con referencia a la intensidad de la iluminación, tres aspectos deben ser considerados para complementar una tarea manual. (De la Riva 2008).

- 1) La higiene fisiológica en la tarea visual.
- 2) Las razones técnicas y económicas que puedan limitar la calidad de iluminación para una tarea determinada.
- 3) La relación entre la calidad de la iluminación y la productividad.

Sin embargo, no hay que olvidar que para hacer un buen uso de la luz natural dentro de los edificios, los puntos clave que hay que remarcar son: la introducción de luz natural directa o reflejada y su graduación en función de la actividad a realizar, el uso, control y orientación de aberturas de manera que sea posible reducir la iluminación y

sobrecalentamientos con la finalidad de que todo el sistema lumínico sea de bajo consumo y esté integrado en un sistema pasivo de iluminación natural, de tal forma que se consigan los siguientes aspectos: rendimiento lumínico, comodidad y agrado visual, eficacia en energía y costos, integración arquitectónica y equilibrio entre iluminación natural y artificial.

La luz, físicamente hablando, es una manifestación de la energía en forma de radiaciones lumínicas y térmicas capaces de afectar al organismo en forma psicológica o fisiológica al modificar su apreciación de las dimensiones y proporciones, temperatura, grado de adaptabilidad y confort del individuo, así como los efectos y sensaciones que este percibe.

Con ella como herramienta, podemos manejar y modificar el espacio arquitectónico según nuestras intenciones de diseño, considerando siempre su característica dual de luz y oscuridad, para crear sensaciones, modificar e inventar espacios visuales, pues la iluminación de un espacio es un proceso creativo en el que la intuición y la imaginación, unidos a conocimientos técnicos necesarios, nos marcan el camino para conseguir nuestros objetivos respecto de las sensaciones que buscamos (Camps, 1994 p.43.)



Ya concretamente en su aplicación dentro del espacio, la luz puede cumplir diversas funciones que van desde sencillamente permitirnos el desarrollo de nuestros requerimientos para cubrir nuestras necesidades, la señalización del espacio, como modificadora del mismo, hasta su función como herramientas de efectos y sensaciones.

Por lo que la luz, como conformadora de la función visual, influye decisivamente en la consecuencia de tres objetivos esenciales:

- 1) Función: la realización de tareas que se efectúan en el lugar de trabajo.
- 2) Confort: la satisfacción que el ambiente proporciona a las personas.
- 3) Identidad del espacio: logro de la función para la cual el espacio fue creado.

La iluminación condiciona simultáneamente estos tres objetivos que son interdependientes. Por ello su tratamiento separado no es más que un instrumento útil para explicar en este caso, la función de la luz en el interior arquitectónico. Se puede definir más claramente como luz para ver, mirar y contemplar.

### **Concepto de luz para ver**

Pues la realización de una tarea requiere no solo un cierto grado de visibilidad sino también que sea suficiente para que la actuación visual pueda ser realizada con la seguridad, precisión y rapidez deseadas, que la luz defina la forma y textura de los objetos con claridad, que no produzca reflejos sobre ellos y que los destaque de su entorno..

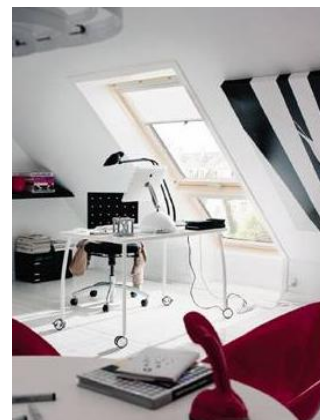
### **Concepto de la luz para mirar**

La necesidad de observar surge también como una preocupación que puede condicionar la iluminación de un espacio. Siendo claro ejemplo, un comerciante se preocupa de que su mercancía este expuesta de la forma más conveniente además de que se muestre atractiva y clara al futuro cliente, al igual que en una galería de arte, las pinturas u objetos que se exponen, puedan explicar exactamente las intenciones de su autor al crearlas.

### **Concepto de la luz para contemplar**

Así como nos encontramos con el aspecto implícito dentro del concepto de luz como fenómeno o por sí mismo.

La luz, siempre en contraposición con la oscuridad, puede desempeñar funciones de señalización. Por lo que para el interiorismo y arquitectura, es muy importante aprovecharse de esta situación para articular el espacio, para indicar el trayecto hacia un objeto o acontecimiento, crear ambientes que nos invitan acceder o nos restringe, nos delimita y/o ayuda para clasificar el espacio (Camps, 1994 p.45.)





Los psicólogos organicistas<sup>11</sup> resaltan en particular la tendencia que tiene el sistema de percepción a agrupar las cosas en unidades simples, hecho que se aplica en el campo de la arquitectura para jugar con la luz como herramienta útil para modificar un espacio en sus proporciones o nuestra actitud de permanecer o simplemente pasar por él.

Por lo cual el acto de ver no es meramente consecuencia de unas señales que llegan a nuestro cerebro, sino que incluye muchas otras fuentes distintas de información. Estas fuentes podrían ser un conocimiento del objeto o del espacio, obtenidos anteriormente, ya sea a nivel visual o también a nivel de los demás sentidos: gusto, tacto, olfato, y oído, y a veces también la temperatura o el color, debido a esto los datos que recibimos cuando vemos un objeto o un espacio junto con las restantes características del mismo, constituyen la información sensorial.

## **6. Lugares de trabajo educativo y su relación con la luz.**

La búsqueda de la habitabilidad en arquitectura, ha llevado a la investigación del confort dentro de los espacios construidos por ella, tomando en cuenta toda clase de factores como los climáticos, perceptuales y funcionales, dentro de los cuales el control, manejo y aprovechamiento del recurso iluminación natural, ha estado presente en todo momento, ya sea con un empleo meramente funcional, o ya en un grado más elevado de estética, ligado con valores formales y culturales que van desde la orientación de los elementos para conseguir el mejor asoleamiento, para el manejo de la temperatura ambiental, pasando por aspecto de valor moral y espiritual, hasta nuestros días en que lo que se busca es el confort y el ahorro energético.

Esta evolución a lo largo del tiempo no ha sido siempre de forma lineal, sino que al igual que el péndulo se ha movido desde la búsqueda de su máxima exposición hasta la completa ausencia de ella, así como de uso, de lo más práctico posible hasta un uso, exclusivamente estético formal, muy elaborado.

---

<sup>11</sup> Orientación de la psicología de simplificar esquemas de pensamiento a través de la agrupación de términos, a fin de llegar a un abstracto de más sencillo entendimiento y de retención más extenso.



Posteriormente el desarrollo de la sociedad, ocasionó la diversificación de las actividades y la forma de organización en que estas se han constituido, hizo surgir ya desde siglos pasados un espacio de trabajo no directamente enfocado a la producción como tal, sino a la administración de enseñanza tanto en el diseño y el manejo de la información, ya como concepto de centro educativo, del cual es muy interesante observar su evolución como espacio de trabajo, ya que puede ser orientado desde el punto de vista de los avances tecnológicos y culturales y/o la incorporación de nuevos elementos, cuyos adelantos han ido determinando la configuración de los edificios contemporáneos.

Es uno de los entornos de la sociedad contemporánea que tiene una transformación más acelerada, en el que la incorporación de los nuevos instrumentos informáticos y de comunicación, los nuevos modos de gestión educativa, así como las nuevas formas de relación entre sus miembros, han impuesto la necesidad de desarrollar nuevos objetos, muebles, espacios y arquitecturas que puedan atender de manera satisfactoria los requerimientos actuales del contexto laboral. La asociación de la palabra centro educativo con un emplazamiento físico concreto o con determinado tipo de edificio es relativamente reciente, pues lo que actualmente se denomina centro educativo, se realizó anteriormente dentro de edificios tales como monasterios, catedrales, palacios o almacenes.

El lugar y el entorno, tanto en la intimidad (concentración) como la comunidad (comunicación), siguen siendo los puntos de referencia esenciales en el mundo educativo. Por ello las construcciones educativas y sus espacios de apoyo logístico: plazas, campos deportivos, servicios etc., deben obedecer a una rigurosa planificación, que permite construir edificios “humanos” y por tanto, productivos, dentro de los cuales el ya mencionado aspecto lumínico también ha sufrido toda clase de evoluciones e involuciones, respecto al carácter que cada período de la historia le ha otorgado, así como de los requerimientos, necesidades y restricciones, con los que se interrelaciona la iluminación dentro del proyecto arquitectónico ya sea desde uso funcional hasta el creador de ambientes a través de sus efectos perceptuales.



## 4.0 SINTESIS DE RESULTADOS

1. Introducción.

2. Síntesis del marco teórico

3. Síntesis de aplicación en:

En el campo oriente de la Universidad.

En la Facultad del Hábitat.

En el edificio de Posgrado de la Facultad del Hábitat.

En el complejo María Luisa Olanier.

4. Síntesis de los esquemas de trabajo de INIFED y el IECE.

5. Síntesis del análisis del usuario:

En el campo oriente de la universidad.

En la Facultad del Hábitat.

En el edificio de Posgrado de la Facultad del Hábitat.

En el complejo María Luisa Olanier.



## **1. Introducción.**

Conscientes de que toda investigación, que pretenda validar una aportación sólida del conocimiento que estudia, debe crear un marco teórico y confrontarlo con su marco temporal y contextual a fin de conocer si sus premisas son correctas o requieren de alguna modificación, ampliación o reestructuración total de la misma, se decidió confrontar el conocimiento teórico mencionado en la sección anterior con distintos niveles de análisis que abarcan las generalidades de un campo universitario, una facultad, un edificio y un complejo educativo<sup>12</sup>.

Con la finalidad de abarcar su análisis, desde dos perspectivas distintas. Por un lado, el usuario a través de la aplicación de muestreos vivenciales mediante encuestas y el de aplicación, mediante análisis de los elementos arquitectónicos, climáticos y contextuales del edificio vía levantamientos fotográficos y de planimetría tanto en forma individual como de interacción entre ellos, según el caso, así como con criterios de reglamentación del Instituto Estatal de Construcción de Escuelas, el Instituto Estatal de la Infraestructura Física Educativa y el Reglamento Municipal de Construcciones.

Se verifica la existencia de variables y constantes en los resultados respecto de la iluminación natural, en base a los criterios de ubicación dentro de la mancha urbana, su carácter particular o público, sus sistemas constructivos, los diferentes horarios de uso, sus dimensiones, restricciones de reglamentación o lenguaje constructivo de carácter interno, colindancias o la antigüedad de los mismos, así como la aplicación o no de criterios de protección solar que pudieran alterar la creación de los indicadores, de una forma considerable, tanto en lo que respecta a lo cuantitativo como a lo cualitativo.

---

<sup>12</sup> Complejo educativo, para nuestro análisis es todo aquel conjunto de edificaciones educativas unidas o articuladas mediante circulaciones, áreas de uso común, espacios deportivos o directivos (aunque no sean todos del mismo nivel educativo).





## **2. Síntesis del marco teórico.**

La síntesis se basa en los criterios obtenidos en el compendio de información sobre la iluminación natural respecto de su aplicación en la arquitectura, su incidencia en el espacio y el confort, relación con el color, generalidades, percepción y forma de medición así como las desventajas de la mala implementación de esta. A fin de obtener la repercusión que tiene dentro del espacio arquitectónico en un carácter funcional, estético y de confort. Para obtener parámetros respecto a las variables y constantes, al igual que un nexo entre los postulados teóricos a este respecto y la práctica de la arquitectura, que permitan la creación de propuestas de mejoramiento en el uso de la iluminación. Mediante una revisión de la bibliografía más reciente que aborde los conceptos de la luz y su influencia en el ser humano y la arquitectura a lo largo del siglo pasado. A través de cruces y confrontación de la información para su comprobación, la información proviene principalmente del campo de arquitectura sustentable y del área médica y en menor medida de trabajos de teoría de la arquitectura, que analizan la actuación de los arquitectos más representativos en su relación con la luz natural.

### **Síntesis:**

- 1) Con la iluminación natural como herramienta de diseño se puede manejar y/o modificar el espacio arquitectónico según las intenciones, necesidades o requerimientos de diseño considerando siempre la característica dual de luz y oscuridad, para crear sensaciones, modificar, delimitar, inventar o acentuar los espacios, pues influye en la realización de tareas así como en el confort y la creación de una identidad propia del espacio.
- 2) Los espacios arquitectónicos son entidades específicas que requieren soluciones lumínicas concretas de iluminación natural, las cuales pueden ser dramáticas, teatrales o sutiles que se van modificando a lo largo del día, ya que existen tres tipos de iluminación: para ver, mirar y contemplar, por lo que a pesar de no ser un material palpable la luz es un factor protagónico del espacio pues con una correcta disposición de esta se abren amplias perspectivas en el terreno estético además de



permitir la creación de espacios diferenciados u homogéneos, descentralizados o unificados así como la creación de contrastes entre los diferentes ambientes.

- 3) La ausencia de una iluminación natural de calidad a corto plazo causa fatiga y estrés psicofísico, que afecta el rendimiento y estado de ánimo de los usuarios del espacio, produciendo errores, ausentismo, accidentes y baja en el rendimiento, pero a largo plazo un edificio enfermo (declarados por la OMS en 1986), puede causar problemas crónicos en sus ocupantes como depresión y fatiga. Por lo que la calidad de la iluminación es significativa para la salud, el rendimiento laboral y la seguridad.
- 4) La iluminación natural ha estado presente en todos los movimientos arquitectónicos y su funcionalidad dentro de los espacios puede analizarse desde distintos aspectos, ya que sin ella seríamos completamente incapaces de comprender y apreciar el color, la profundidad, el espacio o volumen; puede determinar incluso nuestras emociones y estados de ánimo, además de ser la más económica, constante y saludable. Puede llegar de forma difusa, directa o reflejada del exterior o del interior mismo, pudiendo distribuirse por transmisión, reflexión o absorción.
- 5) Para conocer su incidencia dentro de la construcción, existen diagramas y programas de la posición solar que nos permiten describir gráficamente las posiciones y trayectorias aparentes del sol en la bóveda celeste, sobre un plano determinado. pudiendo ser estos geométricos o no geométricos.
- 6) El establecimiento de una zona de confort que se pueda indicar como estándar existe dentro de los criterios como la temperatura o la humedad. Pero no es factible dentro de la cuestión lumínica pues la obtención de dicho rango debe tomar en cuenta el tipo de iluminación: natural, artificial o mixta el tipo de actividad a desempeñar en el espacio: mecánica, creativa o cognoscitiva, el periodo de uso, el horario de empleo del lugar la ubicación geográfica, climática y contextual, el tipo de usuario y su cantidad, elementos culturales, la época del año, los materiales que constituyen el espacio conjuntamente con la reflexión de los mismos y sus colores.
- 7) La iluminación como todo elemento arquitectónico, es una unidad integral al todo, principalmente a los elementos climáticos de ventilación y temperatura, debido a que su manipulación es en gran medida mediante las mismas perforaciones que se



utilizan para la iluminación natural, en el caso de la ventilación, además de que su grado de transparencia y cantidad de perforaciones influye en gran medida a la cantidad de diferencia térmica entre el interior y el exterior.

- 8) Existen dos tipos de elementos de control solar, los fijos: su ubicación y colocación es de manera permanente y los semifijos: su ubicación y colocación puede variar de forma diaria, estacional o en caso de condiciones externas adversas, dentro de los primeros podemos encontrar parasoles, pantallas solares, parte-luces, vanos, domos o claraboyas, fachadas de doble piel y celosías mientras que en las segundas podemos encontrar ventanas, toldos y persianas tanto tradicionales como inteligentes.

### **3. Síntesis de aplicación.**

#### **En el campo oriente de la universidad.**

EL análisis tiene criterios de sustento creado a lo largo del semestre enero – mayo del 2006 por el sistema de manejo ambiental de la UASLP, llevado a cabo en el campo poniente de la misma Universidad, con el fin de crear un manual de criterios bioclimáticos y paisajísticos. Enfocando esencialmente al análisis de elementos como la iluminación, temperatura y ventilación, que fueron relevantes para nuestro estudio y creación de indicadores de diseño, así como de elementos contextuales como tipo y cantidad de vegetación o disposición de las áreas del campo.

Con la participación de los alumnos de la materia de Medio Ambiente, impartida por el Dr. Pedro Medellín Milán y la colaboración del M en Arq. Jorge Castro Romo y del M. en DB Jorge Aguillon Robles.

Este análisis se llevo a cabo durante el semestre, a través de levantamientos fotográficos y planimetría así como mediante la aplicación de encuestas a los usuarios de las instalaciones y análisis en sitio, con la salvedad de que ellos planteaban crear propuestas de diseño, que solventará la problemática bioclimática existente en el campo universitario, lo cual por la gran envergadura del proyecto, la brevedad del periodo de trabajo, así como la puntual respuesta para cada una de las aportaciones, generó que el trabajo se concretizara a casos particulares de edificios con orientaciones o características problemáticas y no a



generalidades para las instalaciones educativas como lo pretende el modelo de indicadores del proyecto actual.

Esta investigación resulta relevante para nuestro estudio, pues fue un primer intento de integración de los elementos climático-contextuales con las instalaciones educativas. Por lo que debió ser tomado en cuenta como elemento de aportación de información teórica y de criterios para el desarrollo de la investigación que nos atañe en este documento, pudiendo por tanto obtenerse criterios de delimitación para la creación de indicadores de diseño mediante la obtención de conclusiones del mismo.

Basados en los parámetros de las fichas de trabajo del usuario y aplicación presentadas en el anexo “g” del presente documento<sup>13</sup>

### **Conclusiones:**

- 1) Los criterios bioclimáticos o elementos de control del proyecto inicial, no son tomados en cuenta en el momento, de crecimiento posterior en la edificación, cambio de uso o interacción de los mismos con el resto del sistema educativo construido. Por lo que en estos puntos la iluminación natural es un elemento residual de los elementos formales y funcionales del sistema, que en caso de causar problemas en la edificación, busca ser resuelto mediante medios mecánicos externos y posteriores al proyecto como: ventiladores, calefacción, extractores, etc.
- 2) La renovación actual en el lenguaje de las edificaciones universitarias, se encuentra basada en la interacción de dichas edificaciones con su contexto construido y climático directo, y con un patrón de materiales y/o acabados, formas y dimensiones que favorezcan o permitan el control de los aspectos lumínicos, térmicos o de circulación de aire a través de los recintos.
- 3) Hay inexistencia de criterios o parámetros que estipulen el tipo de vegetación óptima o recomendada, aledaña a los elementos arquitectónicos educativos construidos, tanto para la creación de un lenguaje interinstitucional en base de la vegetación más representativa como de control bioclimático preferentemente endémica.

---

<sup>13</sup> Solo se presentan las conclusiones finales y fichas de análisis implementadas, por cuestiones de formato del trabajo y facilitar el entendimiento del documento.



- 4) El planeamiento respecto al crecimiento y dimensiones de las edificaciones o de su sembrado dentro del área de los campus, permite la utilización de los conos de luz y circulación de la ventilación como elemento de control térmico.
- 5) Los sistemas de control solar exteriores, tienen la función de bloquear el acceso del sol, pero sin ningún criterio de temporalidad o aprovechamiento del mismo a lo largo del día o de las diferentes estaciones, siendo generalmente fijos y deficientes en el manejo de la carga térmica. Además de no considerar las diferentes formas de radiación lumínica vertical u horizontal o el acceso de los mismos mediante elementos de matiz o a través de la quinta fachada.

### **En la Facultad del Hábitat.**

Como continuación a los primeros intentos de integrar los elementos climático-contextuales con las instalaciones educativas en el campo poniente, se desarrolló para esta investigación un análisis bajo criterios similares pero en menor escala y enfocado directamente a los criterios de iluminación natural y la creación de indicadores de diseño para los mismos, dentro de las instalaciones del campo oriente de la UASLP en la Facultad del Hábitat, a la cual se le realizó un análisis de estas características en los edificios cuya función es principalmente la impartición de cátedras o utilización como talleres de experimentación y/o práctica.

Se realizaron cinco casos de estudio, los cuales fueron analizados de forma particular respecto de las formas de control de la iluminación natural, temperatura y ventilación así como la interrelación entre dichos edificios para con ellos y con sus contextos natural y construido. A la vez que se tomaban en cuenta parámetros particulares, como la función de cada uno de ellos, su sistema técnico-constructivo, materiales, criterio climático y contextual a fin de conocer sus principales problemas de control lumínico, térmico y de ventilación.

Basados en los criterios de las fichas de trabajo del usuario y aplicación presentadas en el anexo “g” del presente documento<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Solo se presentan las conclusiones finales y fichas de análisis implementadas, por cuestiones de formato del trabajo y facilitar el entendimiento del documento.



### **Conclusiones:**

- 1) La proporción y altura de los anexos posteriores a las edificaciones, así como sus formas, acabados y ubicación dentro del área del campus se relacionan con la estética. Provocando que su crecimiento se base según requerimientos inmediatos, dejando de lado criterios de orientación y contexto tanto en su exterior como en la ubicación de los recintos interiores, ya que no se toman en cuenta criterios como los conos de sombra, circulación de aire, radiación solar reflejada, ganancia térmica.
- 2) Las circulaciones exteriores, áreas verdes, accesos o áreas deportivas y comunes entre las edificaciones se ubican con relación a la mejor interacción entre las edificaciones, bajo criterios estéticos y funcionales.
- 3) Los niveles de iluminación estipulados para el uso de cada área se encuentran dentro de los parámetros adecuados en las aulas y talleres pero cuentan con problemas de reflexiones, acumulación térmica o problemas perceptuales en los recintos administrativos, áreas de investigación y áreas comunes así como deficiencia lumínica en las áreas de circulación de los cubículos ya que no cuentan con iluminación natural propia y dependen de iluminación artificial o residual de otros espacios aledaños.
- 4) El conocimiento de elementos de control solar es variado existiendo parte luces y quiebra-soles, fachadas de doble piel, remetimientos e iluminación natural aunque estos elementos no cuentan en algunos casos con las dimensiones o inclinaciones necesarias para funcionar adecuadamente a lo largo del día y de las distintas épocas del año o están de sobra por cuestión de simetría.
- 5) La utilización de dobles alturas, velarías, vegetación y la quinta fachada permiten una mejor distribución de la ganancia térmica generada por la luz solar directa pero permitiendo la reflejada.

### **En Posgrado de la Facultad del Hábitat.**

A fin de particularizar el análisis de una edificación educativa, posterior a la exploración realizada en los edificios de la Facultad de Hábitat, se seleccionó un inmueble que tuviese la mayoría de los subsistemas de funcionamiento, las principales orientaciones,



características constructivas y materiales, requerimientos y características del sistema general.

Con la finalidad de poder realizar en él de forma más controlada el análisis práctico, del usuario y análisis cuantitativo pero tomando en cuenta todos los elementos generales a fin de entender los principales problemas o elementos que permitan la creación del modelo de indicadores de diseño bajo los criterios establecidos en las fichas de trabajo del usuario y aplicación presentadas en el anexo “g” del presente documento<sup>15</sup>.

Por lo que se decidió analizar más a fondo el edificio de Posgrado de la Facultad del Hábitat.

### **Conclusiones:**

- 1) El criterio principal para el diseño de los espacios arquitectónicos construidos es la hibridación entre el sistema original CAPCE y la nueva imagen institucional de la universidad seguido muy de cerca por cuestiones estéticas y formales.
- 2) Los elementos de protección solar existentes solo toman en cuenta los ángulos de inclinación solar sin tomar en cuenta si ésta es reflejada, directa o cenital o si la radiación solar que entra es en el plano vertical u horizontal y sólo con respecto de la orientación poniente o el uso del espacio.
- 3) En el diseño de los elementos de manejo y control de la iluminación natural toma en cuenta la quinta fachada o azotea mediante la implementación de iluminación cenital.
- 4) Existe aplicación de nuevos materiales y técnicas constructivas que permiten una mayor permeabilidad lumínica, así como de la distribución de los accidentes de la misma en la edificación.
- 5) Inexistencia de la relación de orientación, proporción y forma de los elementos que permiten, tamizan o restringen el acceso de iluminación en los espacios arquitectónicos construidos en las aulas que dan al norte del segundo piso en adelante.

---

<sup>15</sup> Solo se presentan las conclusiones finales y fichas de análisis implementadas, por cuestiones de formato del trabajo y facilitar el entendimiento del documento.



- 6) No existe interacción entre las fuentes de iluminación natural y artificial de los espacios que permita el cambio de uno a otro de forma paulatina, integral, económica y de forma completa en la totalidad del sistema.
- 7) La iluminación de las áreas de circulación del área de cubículos, administración o de uso común es remanente de otros espacios ocasionando que esta se vea modificada según los requerimientos o particularidades de otros espacios ajenos a su funcionamiento.
- 8) La modulación interior de los espacios se encuentra basada enteramente en diagramas de flujo que no toman en cuenta los criterios climáticos contextuales inherentes a la zona donde se emplaza la edificación.
- 9) La utilización de dobles alturas en conjunto con los acabados exteriores permiten un mayor control de la ganancia térmica mediante la utilización de bolsas de aire y el movimiento intrínseco del mismo.
- 10) La utilización de vegetación al norte, fachadas de doble piel al oeste y de grandes ventanales al norte permiten una mejor utilización de la iluminación directa evitando la ganancia térmica.

### **En el Colegio Motolinia (complejo María Luisa Olanier).**

El análisis llevado a cabo, podría considerarse segmentado al no mencionar edificios interconectados entre sí (complejos educativos<sup>16</sup>) bajo criterios y reglamentaciones generales, en búsqueda de un lenguaje arquitectónico e institucional común.

Por lo que se tomo la decisión de agregar al análisis el Colegio Motolinia en sus instalaciones del María Luisa Olanier Basados en los criterios de las fichas de trabajo del usuario y aplicación presentados en el anexo “g” del presente documento<sup>17</sup>

a fin de poder realizar comparativas en sus divergencias y similitudes generales con los apartados anteriores, en busca de que los indicadores que se proponen pudiesen ser aplicados en cualquier caso, al cubrir el mayor numero de variables directas e indirectas,

---

<sup>16</sup> Complejo educativo, para nuestro análisis es todo aquel conjunto de edificaciones educativas unidas o articuladas mediante circulaciones, áreas de uso común, espacios deportivos o directivos (aunque no sean todos del mismo nivel educativo).

<sup>17</sup> Solo se presentan las conclusiones finales y fichas de análisis implementadas, por cuestiones de formato del trabajo y facilitar el entendimiento del documento.



generando con esto que el estudio fuese más completo tanto en su análisis como para su aplicación.

### **Conclusiones:**

- 1) Las proporciones de acristalamiento y su orientación permiten la maximización del aprovechamiento lumínico en las aulas y talleres. Aunado a que la distribución homogénea de la iluminación es un criterio determinante en la determinación de las proporciones de los recintos.
- 2) Los criterios de orientación no son utilizados en los crecimientos posteriores en razón a la ubicación de apertura de vanos o desarrollos del complejo sino que son el resultado de requerimientos de crecimiento inmediato de las edificaciones a fin de resolver la problemática de nuevos espacios a un menor costo.
- 3) Los elementos de protección solar existentes se basan en áreas porticadas, patios, doubles alturas e iluminación reflejada siguiendo criterios de distribución lumínica, bloqueo o maximización de la misma.
- 4) La vegetación existente en las áreas ajardinadas toma en cuenta proporciones, variedades, orientación, tipo de follaje o densificación de las mismas, como elementos de protección y manejo natural de la iluminación dentro de los espacios pero solo en los niveles inferiores.
- 5) La altura, forma y proporciones de las aberturas para la iluminación natural, afectan de forma determinante, la percepción de los espacios, su distribución de la luz así como el grado de control y aprovechamiento de la misma en los recintos educativos.
- 6) Los materiales, acabados y distribución de la manguetería en los espacios vidriados afectan de forma determinante la interacción de la iluminación con las actividades a realizar y la estética dentro de los espacios de igual manera que el tipo de cristal, su acomodo y su espesor.
- 7) La forma, tipo, combinación, proporción y espesor de los recubrimientos afectan de manera directa la distribución de la luz así como la separación de la carga lumínica y térmica de los mismos dentro de los espacios, tanto en los que se aplican los mismos, como en los aledaños a ellos.

#### **4. Síntesis de los esquemas de trabajo del IECE y el INIFED.**

A fin de que el análisis previo pudiese ser realizado de forma completa y justificada tenía que realizarse un estudio de los aspectos generales indicados tanto por INIFED a nivel federal como del IECE a nivel estatal, respecto de los criterios que manejan para la construcción de recintos educativos, que pudiesen verse reflejados de forma directa en los criterios de iluminación natural que al caso nos atañen.

Analizando sus parámetros de integración con el contexto natural y/o artificial, sus criterios respecto a orientaciones, ubicación de elementos, parámetros de materiales, estructura o acabados, entre otros elementos particulares para construcción de estos recintos, basados en los criterios de las fichas de trabajo de reglamentación presentadas en el anexo “g” del presente documento<sup>18</sup>. De tal suerte que pudiesen implicarse dentro del trabajo, como un parámetro guía en cuestión de reglamentación, dentro de los criterios nacionales y regionales a fin de poder confrontarlos, unificarlos o relacionarlos con parámetros internacionales que permitirían el desarrollo de los indicadores con una perspectiva más completa, acotada y justificada respecto de los criterios de la iluminación natural dentro de estos espacios.

#### **Conclusiones:**

- 1) Los criterios respecto a la iluminación natural, estipulaciones para los elementos arquitectónicos de control solar se reducen a volados, orientaciones, separación y alturas de las edificaciones.
- 2) No existen interacciones o complementación de dichos criterios con parámetros internacionales respecto a la forma y cantidad de iluminación para cada recinto, materiales y acabados sugeridos ni una actualización constante de dichos criterios en base a nuevas técnicas y materiales.
- 3) Son proyectos para adaptar los espacios educativos a las características contextuales y climáticas de la mayoría de los emplazamientos y con ellos mismos.

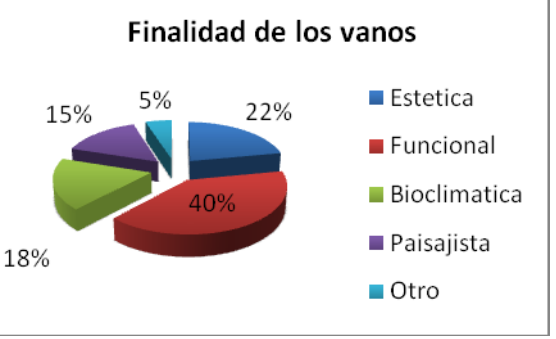
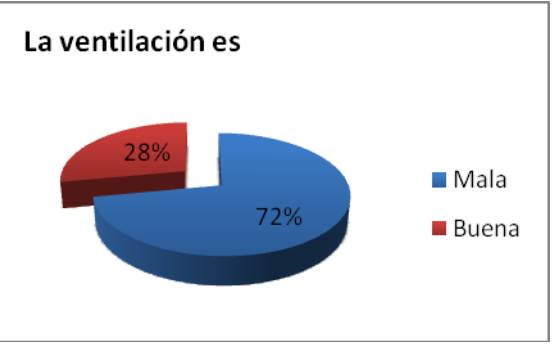
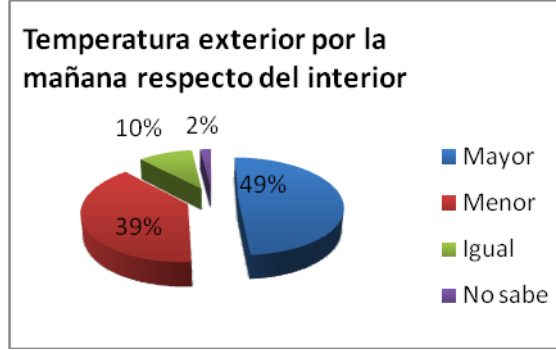
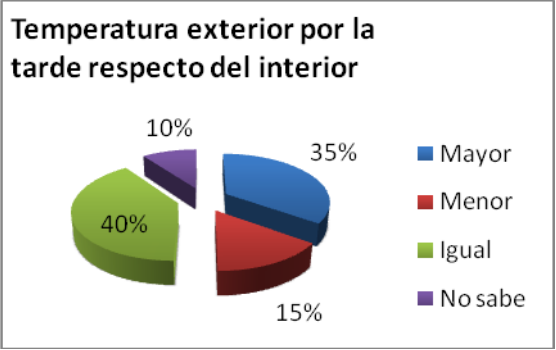
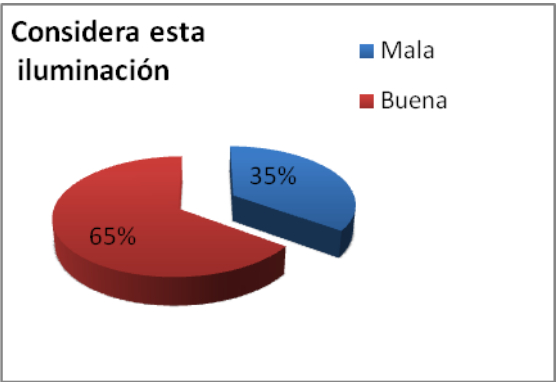
---

<sup>18</sup> Solo se presentan las conclusiones finales y fichas de análisis implementadas, por cuestiones de formato del trabajo y facilitar el entendimiento del documento.



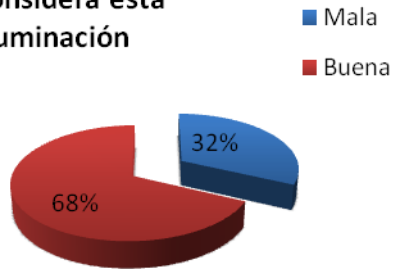
- 4) No existen criterios de aprovechamiento o control lumínico y térmico en la quinta fachada.
- 5) El uso de criterios vegetales endémicos para el control, manejo y aprovechamiento térmico–lumínico es inexistente, al igual que el de los rangos de iluminación para los distintos espacios de la edificación y temperatura.
- 6) Se carece de parámetros que indiquen los niveles óptimos de iluminación para los recintos educativos.
- 7) Existe una interrelación directa entre las reglamentaciones de construcción del IECE, el reglamento de construcción del estado y las normativas internas entre las instituciones educativas.

**Síntesis del análisis del usuario realizado en el campo oriente de la universidad.**

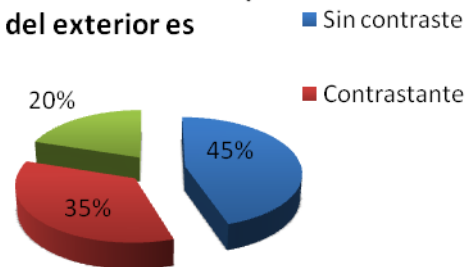


**Síntesis del análisis del usuario en la Facultad del Hábitat.**

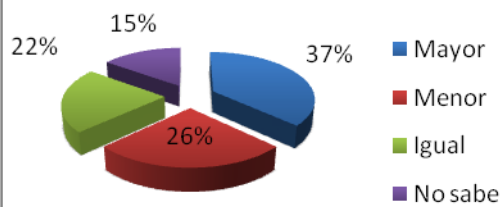
**Considera esta iluminación**



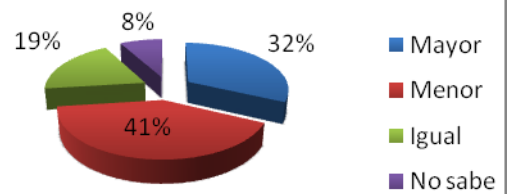
**La iluminación respecto del exterior es**



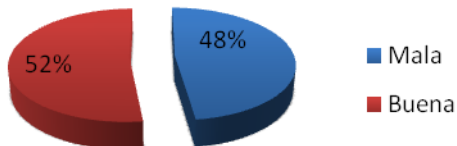
**Temperatura exterior por la tarde respecto del interior**



**Temperatura exterior por la mañana respecto del interior**



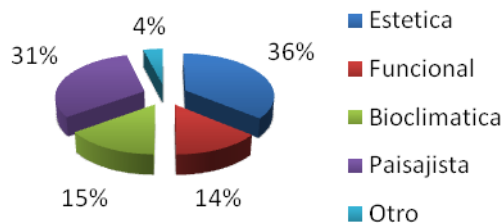
**La ventilación es**



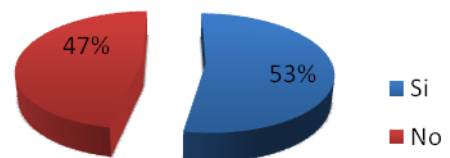
**Hay elementos que interfieran con la iluminación y ventilación**



**Finalidad de los vanos**

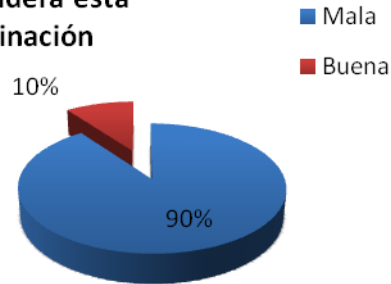


**El espacio es agradable todas las temporadas del año**

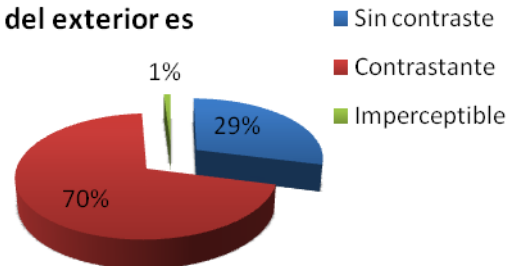


**Síntesis del usuario en el edificio de Posgrado de la Facultad del Hábitat.**

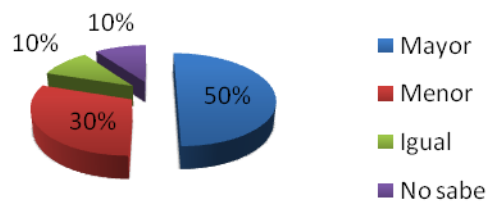
**Considera esta iluminación**



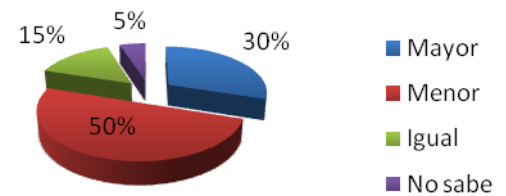
**La iluminación respecto del exterior es**



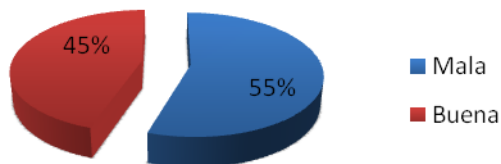
**Temperatura exterior por la tarde respecto del interior**



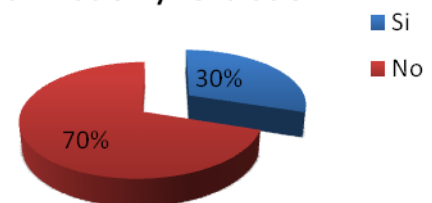
**Temperatura exterior por la mañana respecto del interior**



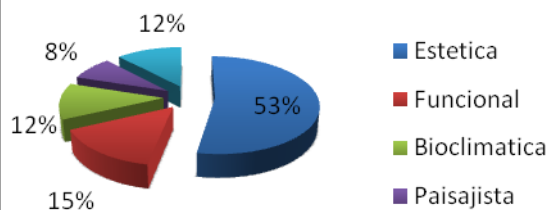
**La ventilación es**



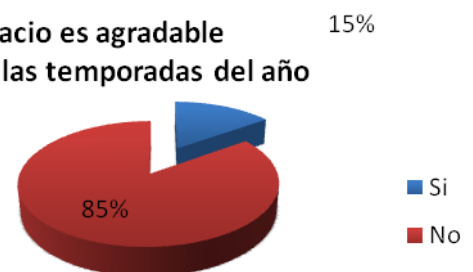
**Hay elementos que interfieran con la iluminación y ventilación**



**Finalidad de los vanos**

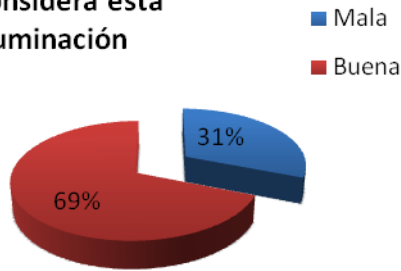


**El espacio es agradable todas las temporadas del año**

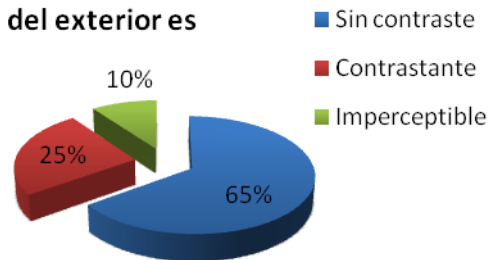


**Síntesis del análisis del usuario del C. Motolinia en el complejo María Luisa Olanier.**

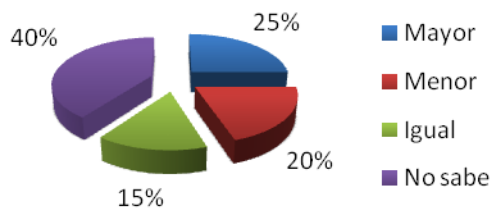
**Considera esta iluminación**



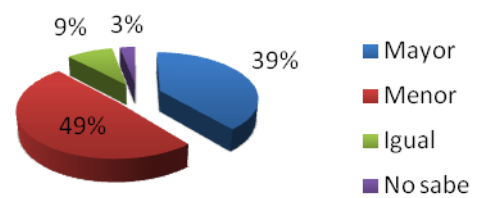
**La iluminación respecto del exterior es**



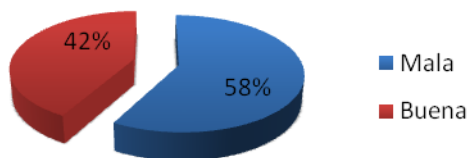
**Temperatura exterior por la tarde respecto del interior**



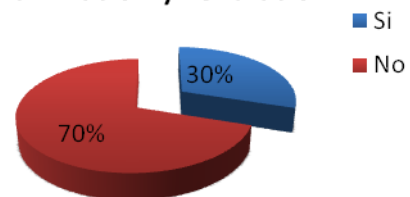
**Temperatura exterior por la mañana respecto del interior**



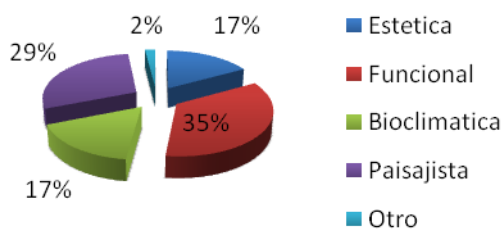
**La ventilación es**



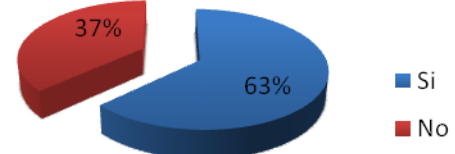
**Hay elementos que interfieran con la iluminación y ventilación**



**Finalidad de los vanos**



**El espacio es agradable todas las temporadas del año**



## 5.0 DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE APLICACION

### **1. Indicadores para iluminación natural en espacios arquitectónicos construidos.**

#### **2. Fichas de desarrollo de los indicadores.**

Indicador de luxes y de su uniformidad en el espacio.

Indicador de reflexión de los distintos colores y materiales en muros, pisos y cielos y valor limite de deslumbramiento.

Indicador de manejo de la ganancia lumínica en el espacio arquitectónico.

Indicador de control térmico.

Indicador de normas criterios y reglamentos internacionales aplicables a nivel local para el empleo de la iluminación natural.

Indicador de efectos psicológicos del binomio luz-color.

### **3. Tabla de calificación de parámetros.**

### **4. Conclusiones finales.**





## **IMPLEMENTACION DE INDICADORES PARA ILUMINACION NATURAL EN ESPACIOS ARQUITECTONICOS CONTRUIDOS.**

Después de analizar, sintetizar y confrontar los resultados obtenidos en la aplicación y teoría de la iluminación natural, se puede señalar que la construcción de indicadores<sup>19</sup> de diseño, es el siguiente paso para el logro de su correcta implementación en la arquitectura. A fin de conseguir dentro del espacio una mejora en el desempeño y confort del usuario, al igual que las necesidades funcionales y perceptuales del espacio, tanto en obras edificadas como proyectadas. Mediante el paso de la interpretación cualitativa del espacio a una interpretación cuantitativa del mismo, para la ejecución de la iluminación natural dentro del proyecto de diseño, evitando que se confunda con un elemento residual del concepto formal y en la búsqueda de una arquitectura integral, que tome en cuenta el contexto climático y edificado, así como los requerimientos psicológicos, fisiológicos y perceptuales del usuario en el espacio.

Esto mediante la creación de indicadores de diseño del espacio arquitectónico, basados en criterios funcionales y perceptuales del sitio, que permitan su desglose en aspectos puntuales como elementos climático-contextuales, criterios de diseño, características del proyecto, diseño de control solar y sensaciones espaciales, a fin de poder transformar la iluminación natural en aspectos medibles e interactivos de uso sencillo y concreto, con alcances y objetivos graduales y prácticos que además se puedan retroalimentar de manera permanente.

Con la finalidad de corregir las lagunas existentes entre la teoría de la arquitectura sustentable y la práctica arquitectónica respecto de la iluminación natural, así como entre normativas demasiado generales y/o basadas en estudios o criterios realizados en otras regiones geográficas con requerimientos, necesidades y estándares distintos a los de nuestra localidad y a nuestra realidad climático-arquitectónica.

También se busca reducir desconocimiento de las ventajas de la implantación de la iluminación natural como herramienta de diseño del espacio, al igual, que de los problemas generados por su mala ejecución, además de promover el desuso de mecanismos externos

---

<sup>19</sup> Ver anexo "B".



de control climático, así como la búsqueda del ahorro de recursos energéticos y la maximización de la relación del proyecto con su contexto, que se base en el usuario y las funciones del espacio, desde un enfoque de retroalimentación y mejoramiento continuo.

De esta manera se podrá apoyar el proceso de toma de decisiones y la definición de políticas y estrategias de desarrollo facilitando la comunicación a los grupos de decisión, planificadores y público en general interesados en el desarrollo de una arquitectura educativa basada en la implementación de la iluminación natural como herramienta de diseño, que le permita la delimitación, significación, función, jerarquización y maximización de los criterios espaciales con base en la iluminación natural con características locales, cuyos resultados puedan ser manejados a corto y mediano plazo. A la vez que aplicable en la totalidad de los casos de trabajo en base a información de fácil ubicación y manejo que permita el desempeño de los indicadores para una correcta conformación del espacio en base a un criterio fundamentado, viable, concreto y estandarizado a nuestros requerimientos y necesidades locales.

La difusión y aplicación de este conjunto de indicadores para la toma de decisiones dependerá del desarrollo de un proceso de intercambio entre productores y utilizadores de estas herramientas, implicando un dialogo practico y una comunicación continua entre los productores de datos, expertos en indicadores y los usuarios, de manera de establecer nuevas necesidades y mantener la discusión y análisis para cada etapa del proceso de toma de decisiones para las cuales los indicadores fueron elaborados, requiriendo además de un intercambio fluido de información y de un proceso abierto de armonización y balance acerca de la validez científica, la aceptabilidad política, la factibilidad económica y técnica para el desarrollo y uso de estas herramientas.

Aplicando estos criterios en la optimización general del espacio o en la corrección de elementos puntuales del mismo en búsqueda de la rectificación de algún error dentro la concepción inicial del proyecto, sin caer en un criterio determinante que limite las posibilidades de diseño del proyectista y permitiéndole a la vez el conocimiento de ventajas y desventajas de las decisiones tomadas, así como de la totalidad de criterios que debe



tomar en cuenta según la finalidad de sensaciones o funciones que quiera desarrollar en el espacio a partir del empleo de la iluminación natural en base al desarrollo de estos indicadores de diseño.

Dentro de los cuales se determino la relevancia que tiene conocer la cantidad de luxes existentes en un recinto, así como la homogeneidad con la que esta se reparte dentro del espacio, tanto con medios tecnológicos como un luxómetro o mediante cálculos, como se muestra en el desarrollo del primer indicador.

De igual manera se detecto la importancia que tiene el conocer los valores de reflexión de los distintos colores y materiales en pisos, muros y cielos a fin de poder obtener soluciones a través del diseño del espacio, en situaciones en las que las características contextuales del emplazamiento del proyecto o cuestiones formales de la edificación son adversas, así como conocer los valores máximos de deslumbramiento permisibles, para poder determinar de una forma más precisa el grado de problemática originada por este respecto.

Se detecto de igual forma la necesidad de un indicador que señalará los momentos en que debe permitirse, controlarse o bloquearse el paso de la ganancia lumínica en el espacio arquitectónico, el cual debería poder ser cotejado con el proyecto a analizar, en el cual se mostrasen las principales orientaciones, en el periodo de un año así como a lo largo de todo el día ya fuese para el plano horizontal o el vertical, a fin de poder tener un conocimiento completo con relación a esta temática.

El control térmico es un cuarto indicador de relevancia pues tanto el análisis teórico como de aplicación demostraron que una ganancia térmica mal controlada genera discomfort y una disminución considerable en el desempeño del usuario dentro del espacio, por lo que este indicador sintetiza la ganancia térmica a lo largo del año para cada una de las horas del día, demarcando un rango de confort y un horario estándar de uso, con la finalidad de poder cotejarla con el proyecto a analizar y saber dentro de que periodos debería protegerse la edificación de esta ganancia térmica.

Otro elemento importante a desglosar fue la incidencia de normas, criterios y reglamentos de carácter internacional que podían ser aplicadas a nivel local para la mejor implementación de la iluminación natural para subsanar las lagunas existentes entre la parte teórica y práctica a nivel local, mediante la aplicación de 12 conceptos principales.



Finalmente se detecto un sexto indicador con el cual conocer y transformar de lo cualitativo a lo cuantitativo los efectos psicológicos del binomio luz y color existentes, pues estos afectan de manera considerable el rendimiento del usuario dentro de los recintos.

## 1) INDICADOR DE DISEÑO DE LAS CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

### 1.1 Indicador de luxes por área y de su uniformidad en el espacio.

El desarrollo de este indicador obtiene el valor de los luxes, en un punto dado del espacio mediante la fórmula:

$$(CC+CRE+CRI) \times FCV \times FCM \times FM = FDp$$

En la cual:

**CC** es componente celeste. **FCV** es factor de corrección del vidrio.

**CRE** es componente de reflexión exterior. **FCM** es factor de corrección del marco.

**CRI** es componente de reflexión interior. **FM** es factor de mantenimiento

**FDp** es factor de luz diurna en un punto.

Obteniendo cada uno de sus componentes de la siguiente forma:

#### Componente Celeste (CC).

- 1) Se eligen los puntos a verificar en la planta del local y desde dicha planta se dibuja una línea desde cada punto elegido en sentido perpendicular al vidrio, es posible que en ciertos casos estas líneas pasen por el muro y no por la pared.
- 2) Se miden los ángulos entre esa línea y otras trazadas desde el punto a verificar hasta los límites laterales de la abertura, si hubiese más de una ventana en el local, se miden dos ángulos en planta por cada uno.
- 3) En corte, del local, se usa el mismo criterio anterior midiéndose los ángulos comprendidos desde el horizonte a una altura de 80 cm sobre el plano de trabajo :

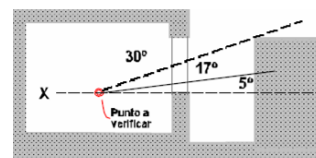
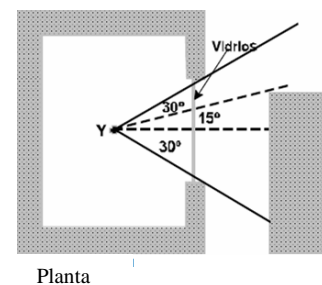


Fig. 1.12

Planta y corte de ángulo de incidencia solar, de elaboración propia basados en el método de Evans de 1986.

ese punto a los límites superior e inferior de la abertura de referencia, si el antepecho fuera inferior a 80 cm uno de los ángulos será igual a cero porque no se puede recibir luz desde alturas inferiores al horizonte. Si hubiese un obstáculo

exterior, se mide el ángulo desde el horizonte hasta una línea trazada entre el punto y el límite del obstáculo

4) Transportar los ángulos anteriores a la matriz de Evans (fig. 1.3) de la siguiente forma :

- La tabla esta numerada en sus 4 lados en el izquierdo y derecho de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  en incrementos de  $10^\circ$  de la parte inferior a la superior y en su parte superior e inferior de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ , con incrementos de  $10^\circ$  del centro hacia los costados. Está dividida por líneas curvas que representan los límites angulares correspondientes al límite inferior y superior de la ventana con un incremento constante de  $10^\circ$ .

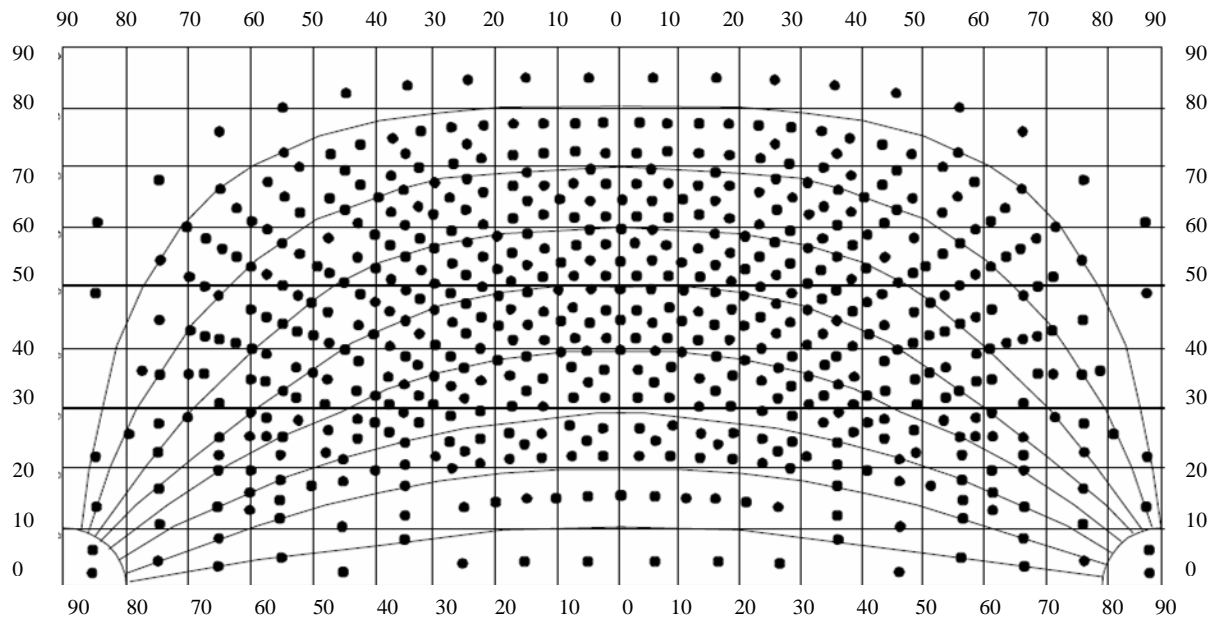
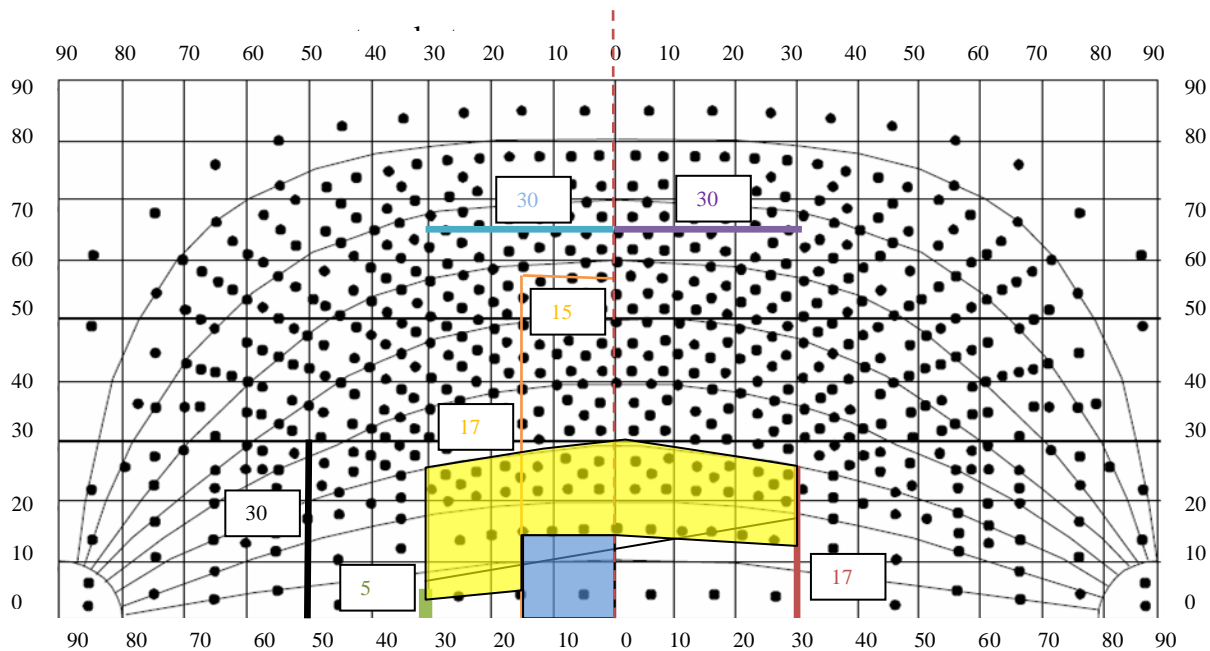


Fig. 1.3 Del el método de Evans 1986, donde cada punto representa el 0.05% del factor de luz diurna.

- Colocar en el centro a los  $0^\circ$  en forma vertical la línea de referencia y de esta hacia la izquierda y derecha los grados que se hayan obtenido en planta.
- De la línea inferior hacia la superior, también en izquierda y derecha marcar los grados obtenidos que se obtuvieron en corte.
- Unir los extremos inferiores de la grafica con líneas paralelas a las curvas existentes con el ángulo superior del corte sin obstrucciones y el inferior

- De la línea de referencia marcar a izquierda y derecha los ángulos respecto a los edificios cercanos que oculten parcialmente la visión del cielo y unir los puntos (figura azul).
- Contar los puntos dentro del primer polígono y restar los del segundo.  
Multiplicar el número de puntos por 0.05% y se obtiene el valor del componente celeste en porcentaje.



### **Componente de reflexión externa (CRE).**

- 1) Repetir los pasos para obtener el componente celeste del 1 al 4.
- 2) Transportar los ángulos anteriores a la matriz de Evans (fig. 1.3) y contar los puntos dentro del polígono correspondientes a la silueta de la obstrucción cercana.
- 3) De tabla 4 obtener la reflexión promedio de la obstrucción (ejemplo 20% = 0,2).
- 4) Multiplicar el número de puntos por el resultado de la tabla 4 por 0.05% y obtener el coeficiente de reflexión externo.

### **Componente de reflexión interna (CRI).**

- 1) Ir a la tabla 4 y adoptar el factor de reflexión de las paredes internas por ejemplo 60% para color crema.



- 2) Ir a la tabla 1 y tomar el factor de reflexión del piso.
- 3) Ir a la tabla 1 y tomar el valor correspondiente a la proporción de la abertura respecto de la superficie del piso.
- 4) Con el factor de reflexión de la pared interna, el factor de reflexión del piso y la proporción abertura/sup. Piso, en la tabla 1 obtener el coeficiente de reflexión interna del local. Ejemplo: para fr. pared= 60%, fr. piso= 20% y abertura/piso=20%: CRI= 0.8)
  - Línea de reflexión de la pared 60%.
  - Sección del 20% de reflexión del piso.
  - Línea de proporción de apertura equivalente al 20%.
  - Obteniendo el coeficiente de reflexión interna interna del local (parcial).
- 5) Con el tamaño aproximado de la habitación y el factor de reflexión de las paredes interiores, ir a la tabla 2 y obtener el Factor de corrección de habitación.
  - Línea del tamaño aproximado.
  - Columna del porcentaje de reflexión de la pared interna.
- 6) En la misma tabla con factor de reflexión de cielorraso y el factor de reflexión de las paredes, obtener el Factor de corrección de cielorraso.
  - Línea del factor de corrección del cielo raso.
  - Columna del porcentaje de reflexión de la pared interna.
- 7) Repetir el procedimiento anterior a fin de obtener los factores de corrección correspondientes al coeficiente de reflexión, a la obstrucción externa y al factor de mantenimiento.
  - El ángulo de obstrucción externa es el existente entre el punto de referencia a 80 cm. del piso y 2 m de la ventana a la esquina más cercana del edificio más cercano que oculte parcialmente la visión del cielo





- 8) Para obtener el CRI final: multiplicar el factor de reflexión de las paredes internas por el factor de reflexión del piso por la proporción de la apertura del piso por el coeficiente de reflexión interna del local por el factor de corrección de la habitación por el factor de corrección del cielo raso por el coeficiente de reflexión por la obstrucción externa por el factor de mantenimiento.

**Factor de corrección del vidrio (FCV)**

- 1) Cotejar el valor en la tabla 3 dependiendo de las características de la ventana.

**Factor de corrección marcos (FCM)**

- 1) Cotejar el valor en la tabla 2 en la sección de reflexión externa según el grado y el factor de reflexión de las paredes.

**Factor de corrección mantenimiento (FM)**

- 1) Cotejar el valor en la tabla 2 dependiendo del nivel de mantenimiento.



Factor de reflexión del piso	Proporción-abertura sup. de piso		Factor de reflexión de pared			
			20%	40%	60%	80%
<b>10%</b> Ejemplos: • Alfombra marrón • Baldosa PVC color marrón oscuro • Cerámica roja • Madera oscura	1:50	(2%)	---	---	0.1	0.1
	1:20	(5%)	---	0.1	0.2	0.3
	1:14	(7%)	---	0.1	0.2	0.5
	1:10	(10%)	0.1	0.2	0.3	0.6
	1:6.7	(15%)	0.1	0.3	0.4	0.9
	1:5	(20%)	0.1	0.3	0.6	1.2
	1:4	(25%)	0.2	0.4	0.7	1.5
	1:3.3	(30%)	0.2	0.5	0.9	1.8
	1:2.9	(35%)	0.2	0.6	1.0	2.1
	1:2.5	(40%)	0.3	0.6	1.1	2.3
1:2.2	(45%)	0.3	0.7	1.4	2.6	
1:2	(50%)	0.4	0.8	1.5	2.8	
<b>20%</b> Ejemplos: • Madera media • Baldosas de corcho • Baldosas PVC marrón claro • Cerámica rojo claro	1:50	(2%)	-	0.1	0.1	0.2
	1:20	(5%)	-	0.1	0.2	0.4
	1:14	(7%)	0.1	0.2	0.3	0.5
	1:10	(10%)	0.1	0.2	0.5	0.8
	1:6.7	(15%)	0.1	0.3	0.6	1.2
	1:5	(20%)	0.2	0.4	0.8	1.5
	1:4	(25%)	0.3	0.5	1.0	1.8
	1:3.3	(30%)	0.3	0.6	1.2	2.2
	1:2.9	(35%)	0.4	0.7	1.4	2.5
	1:2.5	(40%)	0.4	0.8	1.6	2.8
1:2.2	(45%)	0.5	0.9	1.8	3.1	
1:2	(50%)	0.5	1.0	1.9	3.3	
<b>40%</b> Ejemplos: • Cemento (limpio) • Baldosas PVC color crema o gris claro	1:50	(2%)	---	0.1	0.2	0.2
	1:20	(5%)	0.1	0.1	0.3	0.5
	1:14	(7%)	0.1	0.2	0.5	0.7
	1:10	(10%)	0.2	0.3	0.6	1.1
	1:6.7	(15%)	0.2	0.5	0.9	1.5
	1:5	(20%)	0.3	0.6	1.2	2.1
	1:4	(25%)	0.4	0.8	1.4	2.5
	1:3.3	(30%)	0.5	0.9	1.7	3.0
	1:2.9	(35%)	0.5	1.0	1.9	3.4
	1:2.5	(40%)	0.6	1.2	2.2	3.8
1:2.2	(45%)	0.7	1.3	2.4	4.1	
1:2	(50%)	0.8	1.5	2.6	4.4	

	Factor de reflexión de paredes			
	20%	40%	60%	80%
<b>1. TAMAÑO DE HABITACIÓN:</b>				
3.5 x 3.5 aprox.	1.0	1.0	1.0	1.0
7.0 x 7.0 aprox.	1.7	1.4	1.25	1.1
10 x 10 aprox.	2.4	1.7	1.25	1.0
<b>2. FACTOR DE REFLEXIÓN DEL CIELORRASO:</b>				
80% Pintura blanca sobre yeso liso	1.1	1.1	1.1	1.1
70% Pintura blanca sobre yeso texturado	1.0	1.0	1.0	1.0
60% Pintura crema o yeso solamente	0.9	0.9	0.9	0.9
50% Pintura gris sobre yeso, chapa de fibrocemento	0.8	0.8	0.8	0.8
40% Cemento blanco o claro y liso	0.7	0.7	0.7	0.7
<b>3. COEFICIENTE DE REFLEXIÓN:</b>				
Mínimo	1.0	1.0	1.0	1.0
Promedio	1.8	1.4	1.3	1.3
<b>4. OBSTRUCCIÓN EXTERNA: ÁNGULO DESDE EL HORIZONTE EN EL ANTEPECHO</b>				
0°	1.14	1.16	1.18	1.22
10°	1.11	1.14	1.15	1.17
20°	1.0	1.0	1.0	1.0
30°	0.9	0.85	0.8	0.75
40°	0.8	0.77	0.75	0.65
50°	0.65	0.63	0.57	0.50
<b>5. FACTOR DE MANTENIMIENTO:</b>				
Superficies nuevas (mantenimiento bueno)	1.0	1.0	1.0	1.0
Superficies viejas (mantenimiento regular)	0.9	0.9	0.9	0.9



**Tabla 3: Factores de corrección para iluminación natural**

Ventanas	Sin vidrio	1.10	a	1.20
	Un vidrio	1.00		
	Doble vidrio	0.90		
	Vidrios esmerilados	0.90	a	1.00
	Mosquitero	0.60	a	0.80
	Rejas	0.90	a	0.95

**Tabla 4: Factor de reflexión de paredes**

MATERIAL	COEFICIENTE		
Ladrillo visto	30%		
Revoque claro	40%		
Revoque oscuro u hormigón	20%		
Revoque medio liso	30%		
Revoque medio rugoso	20%		
PINTURAS	Claro	Medio	Oscuro
Blanca esmalte	--	85%	--
A la cal	--	85%	--
Blanca	--	80%	--
Marfil	--	65%	--
Crema	--	60%	--
Amarilla	70%	50%	30%
Beige	65%	45%	25%
Rosa	55%	45%	30%
Naranja	60%	40%	25%
Gris	55%	35%	25%
Verde	60%	30%	15%
Azul	60%	25%	10%
Marrón	55%	25%	10%
Rojo	35%	20%	10%
Púrpura	40%	20%	10%
Aluminio (pintura)	--	55%	--
Negro	--	5%	--
REVESTIMIENTOS			
Madera clara	45%		
Pino	40%		
Madera oscura	20%		
Caoba	10%		
Azulejos blancos brillantes	80%		
Acero Inoxidable	35%		

Finalmente obtener el Fdp de tres puntos para verificar el grado de uniformidad del espacio y cotejar la tabla de iluminación en lux para instancias educativas, acerca de los luxes existentes en el espacio y los valores mínimo, recomendado y optimo.

**NIVELES DE ILUMINACION EN LUX PARA INSTANCIAS EDUCATIVAS**

TAREAS Y CLASES DE LOCAL	ILUMINACION MEDIA EN SERVICIO LUX		
	MINIMO	RECOMENDADO	OPTIMO
<b>ZONAS GENERALES DEL EDIFICIO</b>			
zonas de circulación, pasillos	50	100	150
escaleras, escaleras móviles, roperos	100	150	200
almacenes y archivos			
cuartos de aseo	100	150	200
<b>CENTROS DOCENTES</b>			
aulas, laboratorios	300	400	500
bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
trabajos con requerim. visuales limitados	200	300	500
trabajos con requerim. visuales normales	500	750	1000
trabajos con requerim. visuales especiales	1000	1500	2000
<b>OFICINAS</b>			
oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos y conferencias	450	500	750
grandes oficinas, salas de delineacion	500	750	1000
CAD/CAM/CAE			

Tabla 5 elaborada a partir de datos de la Sociedad Americana de Iluminación, en 1968.

## 1.2 Indicador de reflexión de los distintos colores y materiales en muros, pisos y cielos y el valor limite de deslumbramiento.

Para la realización práctica de este indicador se requiere de la creación de una tabla por espacio o actividad a realizarse en la que se marquen los parámetros establecidos en los tabuladores proporcionados por la Sociedad Americana de Iluminación marcados en los gráficos 1.6 y 1.7 acerca del orden de la importancia de la luminosidad en los espacios y el factor optimo de reflexión lumínica para cada uno de ellos, apoyándose para su comparativa en tablas de factor de reflexión de cielos, muros, pisos, cenefas, o mobiliario de la parte inferior, en los que se detallan los factores de reflexión de colores, materiales y/o recubrimientos del contexto interno del espacio.

A fin de verificar que no existan excesos o carencias que sobrepasen el índice de deslumbramiento estipulado para el tipo de actividad a realizarse así como para su empleo en la corrección de alguna deficiencia lumínica del recinto.

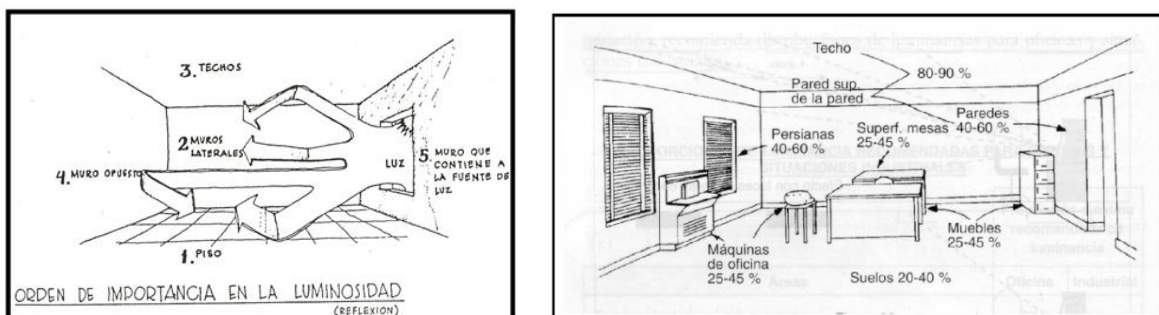


Fig. 1.6 y 1.7 Reflectancias propuestas por la sociedad americana de iluminación, manual de ergonomía F. Mapfre. P.430

Area o uso	Factor Optimo de Reflexión	Fact. Reflex. del espacio	Dif. Fact. de reflexión
Sup. Reflexiva			
Piso	20 a 40%		
Muros laterales	40 a 60%		
Cielos	80 a 90%		
Cenefas	80 a 90%		
Muros opuestos	50 a 60%		
Muro de la de f de luz	40 a 50%		
Muebles	25 a 45%		
Dif. Total de reflexion			
Valor max. Deslumbra.			

Tabla 6 de elaboración propia basada en los valores óptimos de reflexión de la Sociedad Americana de Iluminación.



FACTOR DE REFLEXION EN PISO	
Material	Coefficiente
Alfombra, Baldosa de PVC, Ceramica y Madera oscura	10%
Madera, Baldosa de corcho, Baldosa de PVC y Ceramica medio	20%
Cemento limpio, Baldosas de PVC color claro	40%

FACTOR DE REFLEXION CIELO RASO	
Material	Coefficiente
Pintura Blanca sobre yeso liso	80%
Pintura Blanca sobre yeso texturizado	70%
Pintura crema o yeso solamente	60%
Pintura gris sobre yeso o chapa de fibrocemento	50%
cemento blanco o claro y liso	40%

FACT. DE REFLEX. DE DISTINTOS COLORES ILUMINADOS CON LUZ BLANCA	
Color	F. Reflexion
blanco	100%
marfil, amarillo limon	70%-75%
amarillo vivo, ocre claro, verde claro, azul pastel, naranja, rosa palido, crema, verde limon, gris palido, rosa, azul,gris	60%-65%
azul cielo	50%-55%
rojo profundo, verde hoja, verde oliva, verde pradera	20%-25%
azul oscuro, purpura, gris pizarra	10%-15%
negro	0%

LIMITE DE DESLUMBRAMIENTO	
OPERACIÓN VISUAL	INDICE DE DESLUMBRA
Vista causal	28%
Operación basta con gran detalle	25-28%
Operación ordinaria (detalle medio)	25%
Operación Bastante severa (detalle pequeño)	19-22%
Labor severa y prolongada	16-22%
Opera. muy severa, prolongada, detalles muy pequeños	13-16%
Opera. excepcionalmente severas, con detalles menudos	10%

Factor de reflexión de paredes			
MATERIAL	COEFICIENTE		
Ladrillo visto	30%		
Revoque claro	40%		
Revoque oscuro u hormigón	20%		
Revoque medio liso	30%		
Revoque medio rugoso	20%		
PINTURAS	Claro	Medio	Oscuro
Blanca esmalte	--	85%	--
A la cal	--	85%	--
Blanca	--	80%	--
Marfil	--	65%	--
Crema	--	60%	--
Amarilla	70%	50%	30%
Beige	65%	45%	25%
Rosa	55%	45%	30%
Naranja	60%	40%	25%
Gris	55%	35%	25%
Verde	60%	30%	15%
Azul	60%	25%	10%
Marrón	55%	25%	10%
Rojo	35%	20%	10%
Púrpura	40%	20%	10%
Aluminio (pintura)	--	55%	--
Negro	--	5%	--
REVESTIMIENTOS			
Madera clara	45%		
Pino	40%		
Madera oscura	20%		
Caoba	10%		
Azulejos blancos brillantes	80%		
Aceros Inoxidable	35%		

Tablas 7, 8, 9, 10 y 11. Basadas en el manual de ergonomía F. Mapfre. Propuesto por la Sociedad Americana de Iluminación.



## **2) INDICADOR DE DISEÑO DE CONTROL SOLAR**

### **2.1 Indicador de manejo de la ganancia lumínica natural en el espacio arquitectónico.**

La realización de este indicador se efectúa mediante la utilización de una tabla que señala en cada una de las orientaciones principales, la cantidad de horas de soleamiento por fachada a lo largo de todo el año, en la ubicación geográfica y climática de San Luis Potosí capital (dentro de los de los 22.3° de latitud, 100.9° longitud).

De la tabla se desglosan otras 4 que abarcan las 4 orientaciones principales, las 24hrs del día a lo largo de todo el año, indicando el momento en que debe permitirse la ganancia lumínica, cuando debe controlarse mediante medios externos y cuando debe bloquearse en su totalidad por ser dañina al usuario, mobiliario o al desarrollo de las actividades dentro del espacio educativo. Considerando las horas de soleamiento, la ganancia térmica inmediata y acumulada, la orientación y la época del año.

Para su implementación, se requiere analizar en base a la tabla con la orientación seleccionada los periodos de control solar en las fechas y horarios de uso del espacio que se proyecta o que se analiza, para seleccionar la mejor forma de iluminación y tener claro los periodos de mayor problema, a fin de proyectar desde su conceptualización inicial soluciones de protección para la iluminación natural, que se integren al proyecto o a la rehabilitación del mismo con una visión conjunta y sin la necesidad de añadidos posteriores, que modifiquen la imagen de la edificación así como conseguir la mejor organización y zonificación de los espacios en caso de proyectos nuevos o de implementar alguna forma de protección solar mediante elementos arquitectónicos o elementos de vegetación en proyectos ya edificados.



TABLA DE HORAS DE ASOLAMIENTO POR FACHADA							
E STE	HORAS	OESTE	HORAS	NORTE	HORAS	SUR	HORAS
ENERO	6H25MIN	ENERO	5H40MIN	ENERO	0H	ENERO	11H
FEBRERO	6H20MIN	FEBRERO	5H50MIN	FEBRERO	0H	FEBRERO	11H
MARZO	7H15MIN	MARZO	6H45MIN	MARZO	1H40MIN	MARZO	11H20MIN
ABRIL	7H10MIN	ABRIL	6H50MIN	ABRIL	5H50MIN	ABRIL	8H30MIN
MAYO	7H05MIN	MAYO	6H55MIN	MAYO	8H10MIN	MAYO	5H40MIN
JUNIO	6H55MIN	JUNIO	7H05MIN	JUNIO	13H	JUNIO	0H
JULIO	7H05MIN	JULIO	6H55MIN	JULIO	8H10MIN	JULIO	5H40MIN
AGOSTO	7H10MIN	AGOSTO	6H50MIN	AGOSTO	5H50MIN	AGOSTO	8H30MIN
SEPTIEMBRE	7H15MIN	SEPTIEMBRE	6H45MIN	SEPTIEMBRE	1H40MIN	SEPTIEMBRE	11H20MIN
OCTUBRE	6H20MIN	OCTUBRE	5H50MIN	OCTUBRE	0H	OCTUBRE	11H
NOVIEMBRE	6H25MIN	NOVIEMBRE	5H40MIN	NOVIEMBRE	0H	NOVIEMBRE	11H
DICIEMBRE	6H35MIN	DICIEMBRE	5H30MIN	DICIEMBRE	0H	DICIEMBRE	11H
% Asoleam. A	57.70%	% Asoleam. A	53.70%	% Asoleam. A	31.10%	% Asoleam. A	74%

Tabla 16. Obtenida de la tesis Propuesta bioclimática para la vivienda en el estado de San Luis Potosí del Arq. Jorge Aguillón Robles, 1996.

TEMPERATURAS MEDIAS HORARIAS FACHADA NORTE												
HORA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
00:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
01:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
02:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
03:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
04:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
05:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
06:00	X	X	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	X	X	X
07:00	X	X	X	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	X	X	X	X
08:00	X	X	X	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	X	X	X	X
09:00	X	X	X	X	control	control	control	X	X	X	X	X
10:00	X	X	X	X	control	control	control	X	X	X	X	X
11:00	X	X	X	X	X	control	control	X	X	X	X	X
12:00	X	X	X	X	X	bloqueo	X	X	X	X	X	X
13:00	X	X	X	X	X	bloqueo	control	X	X	X	X	X
14:00	X	X	X	X	control	bloqueo	control	X	X	X	X	X
15:00	X	X	X	X	control	bloqueo	control	X	X	X	X	X
16:00	X	X	X	ganancia	control	control	control	ganancia	X	X	X	X
17:00	X	X	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	X	X	X
18:00	X	X	X	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	X	X	X	X
19:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

TEMPERATURAS MEDIAS HORARIAS FACHADA SUR												
HORA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
00:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
01:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
02:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
03:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
04:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
05:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
06:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
07:00	ganancia	ganancia	ganancia	X	X	X	X	X	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia
08:00	ganancia	ganancia	ganancia	X	X	X	X	X	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia
09:00	ganancia	ganancia	ganancia	control	X	X	X	control	control	ganancia	ganancia	ganancia
10:00	ganancia	control	control	control	X	X	X	control	control	control	ganancia	ganancia
11:00	control	control	control	bloqueo	bloqueo	X	control	control	control	control	control	control
12:00	control	control	control	bloqueo	bloqueo	X	control	control	control	control	control	control
13:00	control	control	bloqueo	bloqueo	bloqueo	X	control	control	control	control	control	control
14:00	control	control	bloqueo	bloqueo	bloqueo	X	control	control	control	control	control	control
15:00	control	control	control	bloqueo	X	X	X	control	control	control	control	control
16:00	control	control	control	X	X	X	X	X	control	control	control	control
17:00	ganancia	control	X	X	X	X	X	X	X	control	control	ganancia
18:00	ganancia	ganancia	X	X	X	X	X	X	X	control	ganancia	ganancia
19:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



TEMPERATURAS MEDIAS HORARIAS FACHADA ESTE

HORA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
00:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
01:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
02:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
03:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
04:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
05:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
06:00	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia
07:00	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia
08:00	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia	ganancia
09:00	ganancia	ganancia	ganancia	control	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	ganancia	ganancia	ganancia
10:00	ganancia	control	control	control	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	control	ganancia	ganancia
11:00	control	control	control	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	control	bloqueo	bloqueo
12:00	control	control	control	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	control	bloqueo	bloqueo
13:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

TEMPERATURAS MEDIAS HORARIAS FACHADA OESTE

HORA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
00:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
01:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
02:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
03:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
04:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
05:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
06:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
07:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
08:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
09:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12:00	control	control	control	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	control	bloqueo	bloqueo
13:00	control	control	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	control	control	control	control	control	control
14:00	control	control	bloqueo	bloqueo	bloqueo	bloqueo	control	control	control	control	control	control
15:00	control	control	control	bloqueo	bloqueo	bloqueo	control	control	control	control	control	control
16:00	ganancia	control	control	bloqueo	bloqueo	control	control	control	control	control	control	ganancia
17:00	ganancia	control	control	control	control	control	control	control	control	control	control	ganancia
18:00	ganancia	ganancia	control	control	control	control	control	control	control	control	ganancia	ganancia
19:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tablas 12,13, 14, y 15. Basadas en datos térmicos y lumínicos de la estación meteorológica de la Facultad del Hábitat, la tesis Propuesta bioclimática para la vivienda en el estado de San Luis Potosí del Arq. Jorge Aguillón Robles, 1996.y orientaciones de soleamiento de la ciudad de SLP (dentro de los de los 22.3° de latitud, 100.9° longitud).





### 3) INDICADOR DE DISEÑO CLIMATICO-CONTEXTUAL

#### 3.1 Indicador de control térmico.

Este indicador esquematiza los niveles de temperatura a lo largo de todo el día, así como de todo el año.

En dicha tabla se presentan en azul las temperaturas inferiores al nivel de confort óptimo y en rojo las que se encuentran sobre dicho nivel, que oscila entre 19°C y 27°C (dentro de los 22.3° de latitud, 100.9° longitud) además de dividir con una línea entrecortada de color naranja los horarios estándar de uso de las instalaciones educativas según la SEP, para escuelas de nivel superior<sup>20</sup> que corresponde de 7 am a 10 pm.

Esto con la finalidad de obtener una comprensión más clara de la cantidad de ganancia térmica obtenida en cada una de las orientaciones a fin de que la decisión del número, proporción y características formales de los vanos, protecciones solares y uso de orientaciones pueda estar bien acotada.

A la vez que puedan conocerse los posibles problemas existentes para dichos espacios desde el comienzo de su planteamiento, mediante datos cuantitativos definidos, permitiendo que el diseñador tome las medidas pertinentes en su diseño, tanto para

TEMPERATURAS MEDIAS HORARIAS													
HORA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
00:00	9.8	11.2	14	16.1	17.2	16.9	16.6	16.6	15.9	13.8	11.6	10	14.1
01:00	9	10.4	13.1	15.1	16.4	16.1	15.9	15.9	15.3	13.1	10.8	9.2	13.4
02:00	8.5	9.9	12.5	14.6	15.9	15.7	15.5	15.5	15	12.7	10.3	8.7	12.9
03:00	8.1	9.4	12.1	14.1	15.4	15.3	15.1	15.2	14.6	12.3	9.9	8.3	12.5
04:00	7.5	8.8	11.4	13.4	14.8	14.7	14.6	14.7	14.2	11.8	9.4	7.8	11.9
05:00	7.4	8.7	11.3	13.3	14.7	14.6	14.5	14.5	14.1	11.7	9.2	7.6	11.8
06:00	6.2	7.4	9.9	11.9	13.4	13.4	13.5	13.5	13.2	10.7	8.1	6.5	10.6
07:00	7.3	8.5	11.1	13.1	14.5	14.4	14.4	14.4	14	11.6	9.1	7.5	11.7
08:00	10.2	11.7	14.5	16.6	17.7	17.4	16.9	17	16.3	14.2	12	10.4	14.6
09:00	13.8	15.5	18.7	20.8	21.6	20.9	20.1	20.2	19.1	17.3	15.6	14	18.1
10:00	17.1	19	22.5	24.7	25.2	24.2	22.9	23.1	21.6	20.1	18.8	17.2	21.4
11:00	19.6	21.6	25.3	27.5	27.8	26.6	25	25.2	23.4	22.3	21.1	19.5	23.7
12:00	21	23.2	26.9	29.2	29.4	28	26.2	26.5	24.6	23.5	22.5	20.9	25.2
13:00	21.5	23.7	27.5	29.8	29.9	28.5	26.7	27	25	24	23	21.4	25.7
14:00	21.6	23.8	27.6	29.9	30	28.6	26.7	27	25	24	23.1	21.5	25.7
15:00	20.5	22.6	26.4	28.6	28.8	27.5	25.8	26	24.2	23.1	22	20.4	24.7
16:00	19.4	21.4	25	27.3	27.6	26.4	24.8	25	23.3	22.1	20.9	19.3	23.5
17:00	18	20	23.5	25.7	26.1	25.1	23.6	23.9	22.2	20.9	19.6	18	22.2
18:00	16.6	18.5	21.8	24	24.6	23.7	22.4	22.6	21.2	19.7	18.2	16.6	20.8
19:00	15.2	17	20.2	22.4	23.1	22.3	21.2	21.4	20.1	18.5	16.9	15.3	19.5
20:00	13.8	15.5	18.6	20.8	21.6	20.9	20	20.2	19	17.3	15.5	13.9	18.1
21:00	12.6	14.2	17.2	19.3	20.3	19.7	19	19.1	18.1	16.2	14.3	12.7	16.9
22:00	11.6	13.1	16.1	18.2	19.2	18.7	18.1	18.2	17.3	15.3	13.3	11.7	15.9
23:00	10.6	12.1	14.9	17	18.1	17.7	17.3	17.3	16.6	14.5	12.4	10.8	14.9
T. PROM	13.9	15.6	18.8	20.9	21.7	21	20.1	20.3	19.1	17.4	15.6	14	18.2
T. MAX	21.6	23.8	27.6	29.9	30	28.6	26.7	27	25	24	23.1	21.5	25.7
T. MIN	6.2	7.4	9.9	11.9	13.4	13.4	13.5	13.5	13.2	10.7	8.1	6.5	10.6
TMIN-TMAX	15.4	16.4	17.7	18	16.6	15.2	13.2	13.5	11.8	13.3	15	15	15.1

**Nota:** los datos reflejados en la tabla son resultado de 10 años de mediciones climáticas por parte de la Comisión Nacional del Agua.

Los niveles de la franja confort de temperatura fueron proporcionadas por el M.D.B Arq. Jorge Aguillon Robles, elaboradas para la estación Meteorológica del Hábitat y los horarios de uso por parte de la SEP.

Tabla 17 basada datos térmicos de la Comisión Nacional del Agua en la ciudad de SLP.

<sup>20</sup> Considerado por ser el más extenso y por englobar a los demás (en este caso el de UASLP).



#### **4) INDICADOR DE DISEÑO DE REGLAMENTO.**

##### **4.1 Indicador de normas, criterios y reglamentos internacionales aplicables a nivel local para el empleo de la iluminación natural.**

Este indicador proporciona elementos normativos de la iluminación natural, respecto del espacio arquitectónico, basándose en normatividad local y la de otros países donde los criterios de iluminación de espacio se encuentran legislados adecuándolos a los niveles tecnológicos, de confort, climáticos y económicos de nuestros espacios educativos.

Lo anterior obtenido de información obtenida del análisis práctico realizado en sitios educativos locales para desarrollar parámetros de diseño acotados que permitan la correcta implementación de la iluminación natural en el plan de diseño de proyectos o en la rehabilitación de espacios.

Los criterios expresados del 1 al 3 están basados en los parámetros de construcción a nivel local expresados en el IECE, reglamento de obras de San Luis Potosí y Departamento de Obras de la Universidad.

Los criterios del 4 al 12 son parte de la norma Din 5034 norma alemana para el empleo de iluminación natural en espacios arquitectónicos, establecida en 1985 y vigente hasta la fecha y el criterio 13 se obtuvo mediante parámetros establecidos por Analía Gómez, en su trabajo “Diseño Ambiental Consiente”, en la sección referida a la iluminación natural. A través del uso de este indicador de normativas, reglamentos y criterios, se podrá verificar de forma concreta, si las premisas de diseño o rehabilitación se encuentran dentro de los parámetros de otros países, adaptados a la localidad para aprovechar el recurso iluminación natural bajo la comprensión de criterios climáticos y contextuales, para el diseño o rehabilitación del espacio, así como para tener la certeza de que las premisas de diseño podrán ser certificadas bajo cualquier criterio de evaluación de espacios.



<b>Los criterios establecidos dentro del Indicador</b>	
1)	1/8 de la superficie construida debe estar asignada a la colocación de vanos para la ventilación e iluminación del espacio arquitectónico construido.
2)	Los edificios deben estar orientados de norte a sur, en relación de la colocación de sus vanos y bloqueados con respecto a las orientaciones este y oeste.
3)	La separación entre edificios (S') debe ser: $S' = 2H$ resultando en un ángulo de apertura mayor o igual a $27^\circ$ es decir, un ángulo de apertura a la iluminación exterior mayor o igual a $4^\circ$ para asegurar la entrada de luz al espacio (es decir la separación entre edificaciones es igual a dos veces la altura del edif. mayor).
4)	La anchura de la ventana será designada multiplicando el ancho del espacio por un factor de .55.
5)	El ángulo de incidencia siempre será el mismo que el de reflexión.
6)	Los lucernarios nunca deben ser ubicados con orientación sur para evitar el efecto invernadero.
7)	Deben evitarse los contrastes lumínicos fuertes para evitar deslumbramientos.
8)	Siempre se ha de transformar la radiación solar incidente en radiación solar difusa, para disminuir la carga térmica, aumentar la uniformidad y evitar deslumbramientos.
9)	En todo proyecto se obtendrá un coeficiente de iluminación natural (D) (relación de intensidad lumínica exterior. e interior.), que siempre se expresara en % con la formula $D_{ext} / D_{int} \times 100\%$ en el que, el $D_{int}$ será de 1% al punto más alejado de la ventana, de 2% en áreas acristaladas por los dos lados y en áreas con claraboyas.
10)	El $D_{max}$ deberá ser al menos 6 veces mayor que el valor mínimo obligatorio y en las claraboyas el coeficiente medio de iluminación deberá ser dos veces mayor que el mínimo.
11)	Según el tipo de actividad el porcentaje de D será 1.33% para trabajo impreciso, 2.66% semi-preciso, 5% muy preciso 10% preciso siendo este 10% elevado para la orientación sur pero bueno para la norte.
12)	La uniformidad de la luz natural dentro del espacio (U) será mayor o igual en proporción 1:6 respecto de $D_{min} / D_{max}$ para la iluminación lateral y de 1:2 para cenital.

Tabla 18 basada en reglamentos y normativas a nivel nacional e internacional, adaptados a los criterios de nuestra localidad.



## 5) INDICADOR DE DISEÑO DE SENSACIONES ESPACIALES

### 5.1 Indicador de efectos psicológicos del binomio luz-color.

El desarrollo de este indicador es para el auxilio del proyectista o rehabilitador del espacio educativo, respecto a las repercusiones ópticas y espaciales en el recinto, debido al empleo de colores usados dentro del espacio, que se verán directamente afectados por la iluminación así como el tipo de iluminación, fría, intermedia o cálida que pretende tamizar en elementos como vidrieras o celosías dentro del espacio.

Al igual que la intensidad con la que pretende filtrarla, y los niveles de iluminación existentes, en lux.

Funciona a través de la ponderación de tres datos clave del recinto colores, niveles de iluminación y color de la luz matizada con los tabuladores de la parte inferior, con lo cual se pueden conocer las sensaciones de distancia, temperatura y efectos psicológicos de estimulación del usuario que recaerán en el sitio.

Así como el tipo de iluminación: agradable, neutra, estimulante o no natural en sus distintos rangos de intensidad así como los principales lugares para los que se recomienda, basados en el color de la luz matizada y su grado de intensidad. Con su manejo como herramienta de ambientación del espacio, es posible magnificar las posibilidades de la iluminación natural como elemento de transformación del espacio tanto a nivel psicológico como perceptual, obteniendo a su vez una elevación en el confort y grado de productividad dentro del contexto interno del proyecto.

EFECTOS PSICOLOGICOS DE LOS COLORES ILUMINADOS CON LUZ BLANCA			
COLOR	SENSACIONES DE DISTANCIA	TEMPERATURA	EFECTOS PSIQUICOS
azul	lejania	frio	relajante lentitud
verde	lejania	frio-neutro	muy relajante reposo
rojo	proximidad	caliente	muy estimulante-exitacion
naranja	gran proximidad	muy caliente	exitante inquietud
amarillo	proximidad	muy caliente	exitante actividad
violeta	proximidad	frio	exitante agitacion



<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN LUX</b>	<b>ASPECTOS DEL COLOR</b>		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
	<b>Cálido</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Frío</b>
	Luz blanca-rojiza	Luz blanca	Luz blanca azulada, niveles de iluminación elevados
	Locales residenciales	Locales de trabajo	Tareas particulares, ambientes calurosos
≤ 500	agradable	neutra	fría
500-1000	↓	↓	↓
1000-2000	estimulante	agradable	neutra
2000-3000	↑	↑	↑
≥ 3000	no natural	estimulante	agradable

Tablas 19 y 20. Basadas en información del instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, del 2002.



Tabla de calificación de los recintos basado en los indicadores de diseño del espacio arquitectónico educativo en nuestra localidad.		
<b>Luxes dentro del espacio dependiendo del uso.</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Obtenido</b>
luxes > que el 10% del tabulador	3	
luxes = que el tabulador	1	
luxes < que el 10% del tabulador	2	
<b>Uniformidad de la luz dentro del espacio (mínimo 3 puntos).</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Obtenido</b>
Diferencia > que el 10%	3	
Sin diferencia	1	
Diferencia < que el 10%	2	
<b>Reflexión de los distintos materiales (diferencia total).</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Obtenido</b>
Diferencia total > que el 10%	3	
Sin diferencia	1	
Diferencia total < que el 10%	2	
<b>Cantidad de deslumbramiento dependiendo de la actividad</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Obtenido</b>
Deslumbramiento > que el 10% del tabulador	3	
Deslumbramiento = que parámetros del tabulador	1	
Deslumbramiento < que el 10% del tabulador	2	
<b>Diferencia con el tabulador de control manejo y bloqueo</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Obtenido</b>
Diferencia total > que el 10%	3	
Sin diferencia	1	
Diferencia total < que el 10%	2	
<b>Control térmico del espacio por horario y fecha</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Obtenido</b>
correspondencia con el control térmico > que el 10%	3	
Sin diferencia	1	
correspondencia con el control termico < que el 10%	2	
<b>Normas, criterios y reglamentos</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Obtenido</b>
Cumple con los tabuladores en su totalidad	3	
Cumple parcialmente con los tabuladores	1	
No cumple con los tabuladores	2	
<b>Colores iluminados con luz natural</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Obtenido</b>
Corresponde con la sensación buscada	1	
No corresponde con la sensación buscada	3	
<b>Nivel y color de la iluminación natural</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Obtenido</b>
Corresponde con la sensación buscada	1	
Varia < de un grado de la sensación buscada	2	
No corresponde con la sensación buscada	3	

Puntuación	Resultado
27	Dañino
19 a 26	Malo
10 a 18	Bueno
9	Optimo

Tablas 21 y 22. De elaboración propia para la calificación del funcionamiento del espacio con respecto a los niveles de iluminación natural.

## 6.0 CONCLUSIONES FINALES DE LA INVESTIGACION

- 1) Es viable el mejoramiento de las características lumínicas del espacio arquitectónico construido, mediante la aplicación del modelo de indicadores, mejorando los criterios de iluminación tanto en proyectos nuevos como edificados. A fin de generar respuestas justificadas, específicas y efectivas para cada situación, en las que el diseñador seguirá dando su toque personal, basándose en los criterios obtenidos de dichos indicadores, e induciendo que una edificación se metabolice con el medio ambiente, en lugar de esforzarse en combatirlo.
- 2) El uso de indicadores de presión, estado, respuesta, permite un conocimiento preciso de la cantidad y uniformidad de los luxes existentes en un recinto, de la obtención y manejo de datos de ganancias solares por orientación, de control térmico al igual que de control, manejo o bloqueo mediante formas arquitectónicas de control solar o vegetación. Permitiendo la comprensión de la reflexión, refracción o absorción de la luz en distintos colores y materiales y sus deslumbramientos, así como un discernimiento de los efectos psicológicos y fisiológicos de la iluminación para con el usuario y el espacio arquitectónico.
- 3) El uso adecuado de la vegetación perene y caducifolia, conjuntamente con el uso de nuevos materiales, técnicas constructivas y acabados empleados en otro tipo de edificaciones, generara nuevas tipologías y tendencias de diseño permitiendo una mejora para estos recintos con respecto a los criterios domobioticos en iluminación.
- 4) La separación efectiva de la ganancia térmica y lumínica conjuntamente con una homogénea distribución de luz y eliminación de reflejos molestos, así como una buena modulación de los espacios y del mobiliario dentro de estos respecto a los movimientos del sol, provoca un aumento en la productividad de los usuarios y un considerable decremento en los requerimientos energéticos del espacio, así como un diseño y construcción de espacios habitables y confortables que responden armónicamente con los factores ambientales del lugar de análisis.
- 5) A través de la implementación de la iluminación natural, relacionada a su contexto inmediato tanto construido como natural y climático de forma graduada y orientada dentro de los horarios de uso y acorde a la función del espacio, se pueden generar diversos matices



y sensaciones, a lo largo del día y de las estaciones del año, con las cuales se puede controlar, transformar y distribuir armónica e inteligentemente, la cantidad y calidad de la iluminación para brindar confort al usuario.

- 6) Al diseñar considerando los elementos lumínicos, térmicos y de ventilación de las edificaciones como sistemas de interrelaciones de máxima importancia, se transforma los criterios de diseño de fachada de elementos meramente estéticos a elementos de interacción entre el contexto y los espacios interiores, transformándolos de una problemática restrictiva a una herramienta de trabajo que mejora la calidad de vida del usuario.
- 7) Quedan por analizar los indicadores de temperatura, ventilación y humedad del espacio arquitectónico así como de la interrelación luz natural vs luz artificial.



## 7.0 PLATAFORMA DE APLICACIÓN DEL PROYECTO

En este apartado se retoma la metodología propuesta por PhD. Estela Ríos y PhD. Serge L. Home de la Universidad de Québec en Montreal, Canadá, 2001 relativa al desarrollo de la gestión de un proyecto vendible y que consta de tres partes principalmente:

- 1) Identificación del proyecto.
- 2) Selección de los elementos viables del proyecto.
- 3) Determinación detallada del proyecto.

La finalidad de esta sección radica en gestionar el proyecto de iluminación natural en espacios arquitectónicos educativos interiores, a través de su modelo de indicadores de diseño, como un proyecto aplicable, para la construcción de espacios educativos, dentro de nuestra región.

### **ETAPA # 1 IDENTIFICACION DEL PROYECTO.**

#### **1.1 Identificación resumida de la idea-proyecto.**

Estudio de la iluminación natural de los espacios arquitectónicos educativos, con la finalidad de crear un modelo de indicadores de diseño del espacio, que mejoren el desempeño y confort del usuario al igual que las necesidades funcionales y perceptuales del espacio, tanto en obras edificadas como proyectadas, mediante el paso de la interpretación cualitativa del espacio a una interpretación cuantitativa del mismo.

Con el objeto de incorporar la iluminación natural dentro del proyecto de diseño, evitando que se confunda con un elemento residual del concepto formal y en la búsqueda de una arquitectura integral, que tome en cuenta el contexto climático y edificado, así como los requerimientos psicológicos, fisiológicos y perceptuales del usuario en el espacio mediante la iluminación natural.

#### **1.2 Histórica resumida de la idea proyecto.**

El documento está dividido en cuatro segmentos:



Antecedentes y estado del arte, realizado mediante una revisión bibliográfica de los documentos más recientes que abordase los conceptos de luz natural y su influencia en el ser humano y la arquitectura, a fin de poder crear un compendio de información de la iluminación natural que permita tener una fundamentación para el desarrollo del proyecto además de contar material para el entendimiento y divulgación del mismo.

Desarrollo del estudio, se recopiló información de campo, partiendo de las conclusiones de la primera parte en cuatro casos de estudio. Dichos análisis está conformado por tres secciones principales:

- 1) Diagnóstico del usuario: recopilado a través de encuestas realizadas a los usuarios de los sitios educativos, tanto personal docente como alumnado.
- 2) Diagnóstico práctico: a través del análisis de planimetría, fotos y graficas en los sitios de comprobación, mediante la implementación de fichas de catalogación y trabajo de campo.
- 3) Diagnóstico normativo: mediante el análisis de los criterios del IECE, INIFED, así como normativas internacionales.

En el análisis de los resultados, se contrastan y grafican los resultados anteriores y se contrasta con el aporte teórico, a fin de dilucidar los parámetros que permitieran el discernimiento de las variables y constantes de los indicadores, su acotación, función y jerarquía, así como su catalogación e interacción entre ellos, al igual que su forma de desarrollo, implementación y evaluación, además de presentar las conclusiones finales y las bases para investigaciones subsecuentes.

En la plataforma para la aplicación del modelo de indicadores de diseño, se genera un plan de trabajo del mismo, su difusión e implementación así como la viabilidad de su aplicación.

### **1.3 Origen y razón de ser del proyecto.**

Surge para subsanar lagunas entre la teoría de la arquitectura sustentable y la práctica actual de la arquitectura respecto del manejo de la iluminación natural, así como entre normativas generales y/o basadas en estudios realizados en otras regiones geográficas con requerimientos, necesidades y estándares distintos a los de nuestra localidad y nuestra realidad climático-arquitectónica, así como el desconocimiento de las ventajas de la iluminación natural como herramienta de diseño del



espacio, al igual, que de la problemática generada por su mala ejecución como en el caso de las domopatías ocasionadas en los edificios enfermos (reconocidos por la OMS en 1986).

### 1.4 Análisis del entorno del proyecto.

<b>SITUACION REAL</b>	<b>SITUACION ACTUAL REAL</b> LA ILUMINA. NAT. EN LOS ESP. ARQ. CONSTRUIDOS DE CARACTER EDUC.	<b>PROBLEMÁTICA GRAL.</b> *BRECHA ENTRE LO TEORICO Y LO PRACTICO *CRITERIOS DE DISEÑO BASADOS EN OTRAS REGIONES Y USUARIOS. *FORMALISMO EN EL DISEÑO. *REGLAMENTACION INEXISTENTE	<b>CAPITALES, RECURSOS Y STAKEHOLDERS</b> *DISEÑADORES *REGLAMENTOS Y NORMAS EDUCATIVAS Y DE CONSTRUCCION	<b>SURGIMIENTOS</b> IMPLEMENTACION CADA VEZ MAYOR DE ANEXOS TECNOLOGICOS DE CONTROL CLIMATICO, FUNCIONAL Y CONTEXTUAL	<b>SITUACION FUTURA PROYECTADA</b> TECNIFICACION DE LA ARQUITECTURA, OCACIONANDO MAYOR CONSUMO ENERGETICO.
<b>OPCION STATU QUO</b>	<b>CONCECUENCIAS DE LA OPCION E STATU QUO</b> PROBLEMÁTICA A NIVEL FISICO, PSICOLOGICO EN EL INDIVIDUO ASI COMO FUNCIONAL Y OERCEPTUAL EN EL ESP. ARQ. CONSTRUIDO DE CARACTER EDUCATIVO	<b>PROBLEMÁTICA LOCAL</b> FALTA DE CRITERIOS DE DISEÑO ARQ. PARA UN BUEN EMPLEO DE LA ILUMI. NAT.	<b>FUERZA EN ACCION</b> ELEMENTOS OPTICOS Y NO OPTICOS EN EL ESP. ARQ. EDUC.	<b>SURGIMIENTOS</b> EL USO DE LA ILUMINA. NAT. COMO RESULTADO DEL FORMALISMO ARQUITECTONICO COMO CONSECUENCIA DE FALTA DE CRITERIOS	<b>SITUACION FUTURA POSIBLE</b> *SURGIMIENTO DE DOMOPATIAS EN LOS ESP. ARQ. EDUC. *DESPLIFARRO ENERGETICO *FALTA DE IDENTIDAD EN LOS ESPACIOS.
<b>SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS</b>	<b>OPORTUNIDADES Y RIESGOS</b> CREACION DE UNA METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE LOS ESPACIOS.	<b>OPORTUNIDADES Y RIESGOS</b> ENTENDIMIENTO DE LA ILUMINA. NAT. CON EL RESTO DEL PROYEC. ARQUITECTONICO.	<b>OPORTUNIDADES Y RIESGOS</b>	<b>CONFIGURACION DEL PROYECTO</b> UTILIZACION DE LOS ELEMENTOS CONTEXTUALES PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DEL USUARIO QUE UTILIZA EL ESP. ARQ. EDUC. EN RELACION CON LA ILUMI. NAT.	<b>IMPLEMENTACION DEL PROYECTO Y SISTEMAS DE ADAPTACION</b> CREACION DE INDICADORES DE DISEÑO PARA EL ESP. ARQ. EDUC. BASADOS EN LA ILUMINA. NAT.
<b>OPCIONES DE LOS CAMBIOS</b>	<b>CONCECUENCIAS DE LA OPCIONES DE CAMBIO</b> MEJORAMIENTO EN LAS CARACTERÍSTICAS DE DESEMPEÑO, CONFORT Y ESTETICA DEL ESP. ARQ. CONSTRUIDO DE CARACT EDUCATIVO.	<b>PROBLEMÁTICA LOCAL</b> TRANSFORMACION DEL ELEMENTO DE ILUMINACION NAT. DE CUALITATIVO A CUANTITATIVO	<b>FUERZA EN ACCION</b> *UBICACION GEOGRAFI. *TIPO DE USUARIO *CONTEXTO FISICO Y NAT. *PERIODO DE USO. *RECU. ECONOMIC. Y TEC. *EPOCA DEL AÑO *STAKEHOLDERS	<b>SURGIMIENTOS</b> LA IMPLEMENTACION DE LA ILUMINACION NATURAL COMO ELEMENTO PRIORITARIO DEL ESPACIO ARQUITECTONICO	<b>SITUACION FUTURA POSIBLE</b> *SURGIMIENTO DE UN DISEÑO INTEGRAL CON SU CONTEXTO PARA LOS ESP. ARQ. EDUC. *MAYOR AHORRO ENERGETICO *CREACION DE UNA IDENTIDAD Y PERCEPCION DEL ESPACIO MAS CONCRETA Y EFICAZ.

Cuadro 2.0 de elaboración propia para analizar las fuerzas en juego.

### 1.5 Identificación de los miembros potenciales del proyecto.

La universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través del Sistema de Mejoramiento Ambiental SMA, el Instituto Estatal de Construcción de Escuelas IECE y el Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa INIFED.

El primero como conformador y delimitador del modelo de indicadores del espacio así como de la capacitación de su alumnado para la utilización de los mismos y los siguientes, como instancia de la regulación, divulgación e implementación de los criterios de construcción de escuelas a nivel estatal y nacional.

### 1.6 Identificación del contexto del proyecto.

**Cientes:** la Universidad como representante de las entidades académicas que la conforman dentro de sus tres vertientes de auto mejoramiento de infraestructura, como entidad de investigación, desarrollo y divulgación de conocimiento académico y como promotora de desarrollo social, al



igual que el Instituto Estatal de Construcción de Escuelas (IECE) y el Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa (INIFED) en representación, del ramo de construcción de escuelas y finalmente el la secretaría de Desarrollo Urbano, Vivienda y Obras Públicas del gobierno del estado de San Luis Potosí.

**Usuarios:** todos aquellos diseñadores y/o revitalizadores del espacio arquitectónico , que pretendan utilizar la iluminación natural como herramienta de diseño, para mejorar las características funcionales, estéticas y perceptuales de este, así como potencializar las aptitudes del usuario mediante la corrección de domopatias existentes o la optimización para aumentar el desempeño y el confort.

**Proveedores:** La Universidad autónoma de San Luis Potosí (UASLP), a través de la Estación Meteorológica del Hábitat, el Observatorio Urbano de la misma facultad y el, Departamento de Construcción de la Universidad mediante la entrega de información, metodologías de trabajo de la misma y asistencia técnica.

### 1.7 Identificación del contexto social del proyecto.

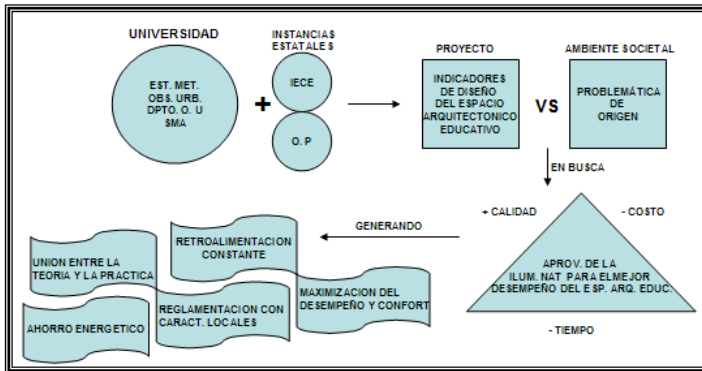
Se presenta como un desconocimiento en el ámbito local a este respecto, mismo que se ve reflejado en formalismos, que dejan los criterios a este respecto como residuos de la forma, en la que solo se subsana la problemática mediante anexos de control climático, sin tomar en cuenta aspectos fisiológicos o psicológicos del usuario que les dará uso, así como sin tomar en cuenta elementos contextuales ya sean climáticos o construidos, aunado a una incipiente legislación al respecto que solo expresa generalidades a la vez que no aporta sustentos o criterios de manejo para su implementación.

### 1.8 Tabla preliminar de todos los actores significativos durante todo el ciclo de vida del proyecto.

IDENTIFICACION	ACTORES	ROLES	FUNCIONES	RESPONSABILIDADES
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI	ESTACION METEOROLOGICA DEL HABITAT	FUENTE PRIMARIA DE INFORMACION	APORTAR INFORMACION CLIMATICA LOCAL	MEJORAMIENTO DE SU INFRAESTRUCTURA
	OBCEVATORIO URBANO DEL HABITAT	FUENTE PRIMARIA DE INFORMACION	APORTAR CRITERIOS Y METODOLOGIAS PARA EL DESARROLLO DE INDICADORES	DESARROLLO, PROMOCION Y DIFUSION DE ESTUDIOS Y PROYECTOS ACADEMICOS
	DEPARTAMENTO DE OBRAS DE LA UNIVERSIDAD	FUENTE PRIMARIA DE INFORMACION	APLICACION DE INDICADORES COMO PRUEVA PILOTO E INFORMACION NORMATIVA	CREACION DE PROPUESTAS Y CRITERIOS QUE MEJOREN EL NIVEL DE VIDA DE LA SOCIEDAD
	SISTEMA DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD	GESTIONADORA DE LA PROPUESTA DE LOS INDICADORES	COORDINACION, DIFUSION E IMPLEMENTACION DE LOS INDICADORES	
INSTANCIAS E STATEL S PARA LA CONSTRUCCION	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DEL IECE Y DE LEGISLACION DEL INIFED	FUENTE PRIMARIA DE INFORMACION	INFORMACION NORMATIVA Y TECNICA EN ESCUELAS	DESARROLLO, PROMOCION Y DIFUSION DE ESTUDIOS Y CRITERIOS QUE MEJOREN LA CONSTRUCCION
	DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSI.	FUENTE PRIMARIA DE INFORMACION	INFORMACION NORMATIVA EN CONTRUCCION	

Cuadro 3.0 de elaboración propia para analizar los actores más significativos del proyecto.

### 1.9 Representación grafica del proyecto.



Cuadro 4.0 de elaboración propia para analizar el ecosistema del proyecto.

### 1.10 Formulación del marco estratégico del proyecto.

Direcciones y actividades esencias	Finalidades	Orientaciones	Acciones	Gestion
<b>ESENCIA DEL SER HUMANO</b>	Vision cultural	planes de capitales humanos	Programas, proyectos operaciones.	Principios, gobiernos adaptabilidad
	Creación y aplicación de indicadores de diseño para el uso de la iluminación natural en los espacios arquitectónicos educativos	El espacio arquitectónico educativo proyectado y edificado	El uso de la iluminación natural para mejorar el desempeño y buscar el confort	Analisis del usuario el espacio, el contexto y el reglamento
<b>ESENCIA DE LOS NEGOCIOS</b>	Mision del negocio	Planes de capitales de negocio	Programas, Proyectos, operaciones	Principios, gobiernos adaptabilidad
	Aprovechamiento de las características de la iluminación natural para el mejoramiento del desempeño y la salud	Espacios educativos construidos, urbanos publicos y privados	Creación y aplicación de indicadores de diseño en los espacios arquitectónicos educativos	Transformacion de los aspectos cualitativos de diseño aspectos cuantitativos

Cuadro 5.0 de elaboración propia para analizar el marco estratégico.

### 1.11 Objetivos

Creación de criterios para el manejo, medición y aprovechamiento de la iluminación natural en los espacios arquitectónicos construidos de carácter educativo, tanto edificados como proyectados mediante la creación de indicadores de diseño basados en la iluminación, como herramienta de diseño del espacio así como la relación de esta con el contexto, el clima y usuario.

### 1.12 Metas.

Implementación de metodología de diseño, para el espacio arquitectónico, basada en el uso un modelo de indicadores para los diseñadores de espacios arquitectónicos.



### **1.13 Parámetros.**

Conocimiento y manejo de los criterios de iluminación natural en la reglamentación existente, conocimiento de los criterios contextuales y climáticos de la localidad, comprensión de las afectaciones psicológicas, fisiológicas y perceptuales, así como el manejo de ecotecnias de control solar, a través del manejo del modelo de indicadores en espacios arquitectónicos educativos construidos.

### **1.14 Efecto de impacto.**

Surgimiento de un diseño integral (usuario, contexto climático y construido) para el espacio arquitectónico educativo, favoreciendo un ahorro energético así como una identidad y percepción del espacio mismo, a través de la cuantificación.

### **1.15 Medios de verificación.**

La información proviene principalmente del área médica y del campo de la arquitectura sustentable, y datos locales provenientes de mediciones y comprobación en sitio, estación meteorológica, el sistema de mejoramiento ambiental de la Universidad, Observatorio Urbano y programas de simulación por computadora.

### **1.16 Suposiciones críticas (incertidumbre).**

Falta de conocimiento y reglamentación adecuada respecto de la iluminación natural en el espacio arquitectónico, al igual que una brecha existente entre los criterios teóricos y la realidad de su diseño e implementación.

### **1.17 Pertinencia.**

Necesidad de un modelo de indicadores de diseño integral basados en la iluminación con características locales, para su aprovechamiento en el espacio arquitectónico a fin de mejorar las condiciones de confort y desempeño de los usuarios dentro del.

### **1.18 Principales entregables y sus respectivas entradas.**

#### **A). Entradas**

- Análisis de la reglamentación existente.
- Análisis de las características climáticas de la región.
- Comprensión de criterios contextuales que pueden afectar la incidencia de la iluminación en el espacio.



- Conocimiento de las afectaciones ópticas y no ópticas en el espacio arquitectónico, consecuencia de la iluminación natural.
- Conocimiento de sistemas y materiales de control solar.

**B). Entregables**

- Creación del modelo de indicadores para el empleo de la iluminación natural en recintos educativos interiores, edificados y proyectados transformando los criterios cualitativos en cuantitativos y su grafica de cuantificación.
- Compendio de difusión de la iluminación natural como elemento de diseño del espacio arquitectónico y la problemática ocasionada por su mala implementación.

**1.19 Análisis de los riesgos y oportunidades.**

**A). riesgos:**

- Falta de retroalimentación del uso de los indicadores que los deje obsoletos en determinado tiempo.
- Desinformación en la interpretación de los indicadores que los vuelve erróneos.
- Que en la búsqueda de mayor veracidad y exactitud los indicadores se vuelvan demasiado complejos.

**B). oportunidades.**

- Ahorro energético en edificaciones educativas.
- Maximización del desempeño y confort del usuario en el espacio arquitectónico educativo.
- Creación de una reglamentación respecto de la iluminación natural acorde a las características de la localidad y con criterios específicos.
- Creación de una arquitectura que integre el contexto climático, construido y el usuario respecto a la iluminación natural así como los conceptos teóricos con la práctica.
- Creación y aplicación del modelo de indicadores para el empleo de la iluminación natural en los recintos educativos interiores, edificados y proyectados transformando los criterios cualitativos en cuantitativos.

**1.20 Compatibilidad del proyecto con quien va dirigido.**

Es compatible, al estar enfocado tanto en el caso de instancias estatales para la construcción, como la Universidad al igual que el modelo de indicadores al desarrollo, promoción y difusión de estudios

y criterios que mejoren, el nivel de vida de la sociedad, fomento a la sustentabilidad y mejora de las características del espacio arquitectónico educativo.

### **1.21 Compatibilidad del proyecto con los actores relevantes.**

Existe coincidencia por parte de las posturas del proyecto respecto del resto de actores relevantes, y cada una de sus líneas de trabajo en conjunto buscan el desarrollo de una arquitectura integral con su contexto, donde se puedan cuantificar los elementos de diseño a fin de poder obtener un espacio adaptable a requerimientos variables como base de un modelo que permita su implementación de forma general y transformación en criterios de diseño.

### **1.22 Accesibilidad a capital y recursos para la realización de las diferentes etapas del proyecto.**

Respecto a la accesibilidad de capital, este no se requiere de manera directa durante el desarrollo del proyecto.

El trabajo de investigación, experimentación, administración, difusión, implementación y comprobación, se maneja a través de canales y programas intra institucionales por parte de la Universidad como de los nexos de éstas con otras que permiten la utilización de infraestructura física y humana existente, así como acceso a sus fuentes de información y dirección.

### **1.23 Síntesis de lo significativo de la etapa.**

#### **Calendario preliminar:**

1. Recopilación de datos, reglamentación y metodología.
2. Gestión de aplicación de los indicadores mediante el sistema de mejoramiento ambiental, para el perfeccionamiento de la infraestructura de la Universidad así como para implementarlos como criterio académico.
3. Aplicación piloto en el departamento de obras de la universidad del uso de los indicadores de diseño del espacio, en la Universidad.
4. Gestión para la implementación de los indicadores como criterios de diseño para espacios arquitectónicos educativos, ante la instancia estatal para la construcción.

### **1.24 Principales condiciones críticas:**

A). El intercambio de información entre instancias de la Universidad con las instancias estatales de construcción.





- B). Prueba piloto de los indicadores la Universidad.
- C). Etapa de retroalimentación de los indicadores.

## **ETAPA #2 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS VIABLES PARA EL PROYECTO**

### **2.1 Factibilidad de marketing.**

#### **A). Bienes entregables (responde o crea necesidades):**

Responde a una necesidad de mejoramiento continuo de los espacios arquitectónicos educativos a nivel general y a nivel particular como proyecto unificador de los aspectos teóricos y prácticos del uso de la iluminación natural.

Así como un inicio en la aplicación de criterios que permitan la creación de una reglamentación específica y basada en características locales que permita la maximización del desempeño y confort del usuario dentro del espacio arquitectónico educativo, así como un ahorro energético.

#### **B). Nicho del mercado:**

Gente ligada con las instancias para la construcción, así como con la Universidad para el diseño o rehabilitación de espacios arquitectónicos de carácter educativo.

#### **C). Estrategias de marketing:**

Está orientada hacia la vinculación con el sistema de mejoramiento ambiental de la Universidad y las instancias estatales para la construcción, para la creación de un programa de mejoramiento continuo de los espacios arquitectónicos educativos construidos de una forma cuantitativa, estandarizada a nivel local y que permita su evaluación y retroalimentación, hasta llegar a su implementación a nivel nacional.

### **2.2 Estudio de la factibilidad del producto.**

#### **A). Identificación de conocimientos requeridos:**

Utilización de conocimientos teóricos de criterios de aprovechamiento y control solar y pruebas de campo mediante el análisis de planimetría, fotos y graficas en los sitios de comprobación, manejo de banco de datos de la estación meteorológica y del Observatorio Urbano de la Facultad del Hábitat, utilización de programas computacionales como Autocad, Archicad, y Ecotect.

#### **B). Diseño de entregables y de los servicios del proyecto:**



Modelo de indicadores de diseño para espacios arquitectónicos educativos con características locales que permitan al diseñador o rehabilitador de un espacio arquitectónico una toma de decisión informada, concreta y adaptada a los requerimientos del usuario y de espacio educativo que además le permitan la maximización de este recurso de iluminación natural sin volverse impositiva o restrictiva respecto a los criterios de diseño.

**C). Pertinencia de un proyecto piloto:**

El proyecto requiere de un proyecto piloto previo a su implementación general a fin de analizar los criterios empleados para su aplicación, además de realizar una confirmación del criterio mismo en sitio así como analizar de manera práctica las respuestas a los criterios obtenidos y comenzar la retroalimentación.

**2.3 Estudio de la factibilidad.**

**A). Desarrollo sustentable:**

El proyecto está encaminado a una maximización del desempeño y confort dentro del espacio arquitectónico, pero trayendo un ahorro energético que favorece la sustentabilidad de los sitios educativos mediante la optimización de los recursos y la eliminación de elementos correctores de la problemática climática.

**B). Factibilidad de financiamiento.**

Es realizado mediante la interacción con la universidad al emplear programas y recursos encaminados al desarrollo académico así como a la gestión de auto mejoramiento en instalaciones y de beneficio social como parte de la misión de la universidad.

**C). Análisis de beneficio/costo.**

Está enfocado esencialmente al desarrollo del conocimiento de la iluminación natural en el espacio arquitectónico construido como elemento de retroalimentación del conocimiento, de los programas universitarios, enfocados a su mejoramiento académico así como el de sus espacios de enseñanza a la vez que aportan a la sociedad un criterio extra para el mejoramiento el nivel de vida de la sociedad.

**D). Reposicionamiento del mercado de algunos componentes de la red de propietarios**

Permitiendo un reposicionamiento a nivel institucional por parte de la universidad como elemento generador de criterios de diseño a instancias superiores de construcción al promover su uso en el Instituto Estatal de Construcción de Escuelas y el departamento de obras públicas del municipio, así como de su postulación para ser validada en El Instituto Federal de Infraestructura Física



Educativa mediante el uso de sus fuentes primarias de información: estación meteorológica y observatorio urbano como entidades sintetizadoras y aplicativas de dicha información.

**E). Principales condiciones críticas:**

- \*La transmisión de la información a nivel extra-institucional.
- \*La gobernabilidad del proyecto una vez que pasa de proyecto de tesis a proyecto del sistema de mejoramiento ambiental de la universidad.
- \*El reposicionamiento de los componentes de la red de propietarios y los cambios radicales realizados en relación con los criterios de retroalimentación del proyecto.

**ETAPA #3 DETERMINACION DETALLADA DEL PROYECTO**

**3.1 Planificación de los trabajos de la etapa realización de los entregables.**

**Medios de transmisión de la información, coordinación y control.**

Mediante la propia infraestructura jerarquía interna de la universidad para el manejo de la información, igual que para la organización entre los distintos programas intra-institucionales, así como el control respecto de los aportes y nivel de injerencia de cada uno de los actores y la relación y ubicación de la universidad respecto a las instancias estatales y federales en cuestión de reglamentación y normatividad.

**3.2 Diseño de los sistemas de la etapa transmisión de los entregables.**

**Procesos de transmisión de los entregables.**

Se realizara mediante el desarrollo del proyecto con las instancia intra-universitarias en el proceso de conformación del proyecto y a través de su difusión en las revistas universitarias, curso propedéutico del posgrado del Habitat, en ASINEA y sitios web particulares para su conocimiento en el grueso de la población universitaria así como en las instituciones pertenecientes al ASINEA y con las instancias estatales mediante la postulación de su aplicación como criterio de diseño.

**3.3 Diseño de los sistemas de la etapa termino y mutación del proyecto.**

**A. Sistemas a utilizar en esta etapa.**

Mediante un sistema de mantenimiento que permita el cotejado de los resultados del modelo de indicadores con el ideal a fin de poder observar la veracidad de los resultados.

Con retroalimentación constante del proyecto, a fin de que mediante el uso de pre-prueba y pos-prueba se pueda conocer la veracidad y viabilidad de la propuesta de indicadores en corto y mediano plazo.



**B. Determinación de los riesgos posibles.**

Los riesgos más plausibles dentro de esta etapa son los dirigidos a cuestiones de la incorrecta verificación de la veracidad y viabilidad de los indicadores generados inicialmente, debido a fallas o variantes ajenas a su implementación que pudieran alterar o nulificar su desempeño en forma parcial o total.

**C. Recomendaciones relativas a lo significativo de la etapa.**

1. Verificación de la correcta implementación del modelo de indicadores, a fin de conocer el funcionamiento adecuado o incorrecto del mismo de manera confiable y en base a esto decidir si se mantienen o se realizan modificaciones para mejorar su desempeño.
2. Verificación de que los indicadores puedan complementarse entre sí para el desarrollo del modelo y de los criterios de diseño.

**D. Calendario de las etapas de implementación del proyecto:**

1. Recopilación de información (climática, contextual, metodológica, normativa y técnica) para la creación del modelo de indicadores.
2. Creación del modelo de indicadores para el diseño del espacio arquitectónico de carácter educativo en base a criterios de utilización de la iluminación natural.
3. Gestión de aplicación del modelo de indicadores mediante el sistema de mejoramiento ambiental, para el perfeccionamiento de la infraestructura de la universidad así como para implementación como criterio académico.
4. Aplicación piloto en el departamento de obras de la universidad del uso de los indicadores de diseño del espacio.
5. Gestión para la implementación del modelo de indicadores como criterios de diseño para espacio arquitectónico educativo, ante las instancias estatales para la construcción.

**3.7 Formulación de la decisión go-no-go.**

En base a los criterios para la determinación detallada del proyecto, así como los resultados expuestos en las dos etapas anteriores se puede concluir que la configuración estratégica del proyecto en general permite tomar este proyecto como viable para su desarrollo tanto en su nivel inter como extra institucionales.

## 7.0 ANEXOS DE LA INVESTIGACION

- a) Que son los edificios enfermos.
- b) Que son los indicadores.
- c) Tipos de materiales translucidos.
- d) Formas de protección solar arquitectónica.
- e) Control solar mediante vegetación.
- f) Fichas técnicas de los indicadores.
- g) Fichas de trabajo.

- \* Análisis del usuario
- \* Análisis de aplicación
- \* Análisis de reglamentación

## ANEXO “A” QUE SON LOS EDIFICIOS ENFERMOS.

El Síndrome del Edificio Enfermo (SEE) fue reconocido como enfermedad por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1982, comprendiendo los edificios en los que un porcentaje de más del 20% de personas experimentan efectos agudos sobre la salud y el bienestar, debido a la tendencia de ahorro de energía y al aislamiento del exterior en los centros de trabajo cognoscitivo.

Produciendo la proliferación de locales herméticamente cerrados. Por lo que se puede entender que como consecuencia de esto son muchos, variados y a veces invisibles los factores de salud resultado de lo anterior, que pueden hacer una vivienda inhabitable o crear un Edificio Enfermo, afectando la salud y/o al rendimiento físico e intelectual del usuario del mismo, generalmente por una arquitectura demasiado artificial, electrificada y hermética.

Según datos del Ministerio de Trabajo de España, se considera que el 30% de los edificios puede presentar los problemas de higiene ambiental relacionados con el Síndrome del Edificio Enfermo mejor conocido por sus siglas en Inglés SBS (sick building syndrome). En principio causado por la mala calidad del aire y de la iluminación debido a la escasa



ventilación e iluminación natural, causa frecuente de molestias oculares, respiratorias y cutáneas.

Siendo una de las más comunes patologías ambientales la electro-polución, causada por ordenadores, impresoras, climatizadores, luminarias, televisiones, electrodomésticos y otras instalaciones eléctricas cada día mas utilizados en demerito de la relación con el contexto inmediato ya sea natural o artificial, que a largo plazo, pueden afectar al sistema inmunitario.

En los espacios de trabajo cognoscitivo, el trabajador sufre además la polución



lumínica, que se agrava en los locales en planta subterránea o inmersa entre otras áreas de trabajo, totalmente faltos de luz natural debido a la escasa intensidad de luz artificial y su incorrecta distribución espacial, la composición cromática del entorno y de la propia fuente de luz, además del parpadeo de fluorescentes y pantallas de ordenador, todos ellos muy diferentes de la luz natural ocasionando que ante la falta de luz natural en el entorno cerrado, la iluminación artificial deficiente afecte al sistema inmunitario, altera hormonas y neurotransmisores cerebrales, reduzca la atención, memoria y concentración mental y disminuyendo el rendimiento físico y mental.

A corto plazo, estas domopatías son causa de fatiga y estrés psicofísico, que afecta al estado de ánimo y al rendimiento laboral causando errores, ausentismo, bajas, accidentes, etc., pero a largo plazo un Edificio Enfermo puede causar enfermedades crónicas permanentes en sus habitantes. Sin embargo, una pequeña inversión en la subsanación de estos aspectos recuperando el ambiente natural, se traduce en un alto incremento del rendimiento en el trabajo.



## **Anexo “B” QUE SON LOS INDICADORES.**

Ahora bien los indicadores como ya lo decía Winogrand (1996) *proporcionan la manera o modelo de categorizar y organizar la información acerca de un tema*. Ya que pueden convertirse en una importante herramienta para comunicar y hacer accesible información científica y técnica para diferentes grupos de usuarios, puesto que de manera general los indicadores e índices<sup>21</sup> se elaboran para cumplir con las funciones de: simplificación, cuantificación, análisis y comunicación, permitiendo entender fenómenos complejos, haciéndolos cuantificables y comprensibles, de manera tal que puedan ser analizados en un contexto dado y comunicarse a los diferentes niveles de la sociedad (Adriaanse, 1993). Y estas herramientas pueden jugar un rol mayor en transformar la información en acción a nivel local, nacional, regional y mundial (UNEP-DPCSD, 1995).

Según la OCDE (1994), el indicador se conoce como parámetro o valor derivado de los mismos, que provee la información acerca del estado o situación del fenómeno cuyo significado va mas allá del valor directamente asociado al parámetro y define a los índices como un conjunto agregado o con valores asignados de parámetros o indicadores que reflejan una situación, puesto que los indicadores, son propiamente dicho, características de la realidad que se prestan a la medición, resultando de la definición operativa de un concepto (variable).

Permiten traducir en términos concretos conceptos abstractos al relacionar el mundo de los conceptos con el mundo de los hechos, pues miden tres categorías de referentes empíricos: los comportamientos, los pensamientos (opiniones e intenciones) y las condiciones objetivas de existencia, a través de sus tres escalas: nominal, ordinal y de razón y siendo a la vez validas, fiables y precisas<sup>22</sup>.

Dentro de las funciones más comunes que se esperan de un indicador están las definidas por la OCDE (1997), en donde se determina su simplificación cuantificación y

---

<sup>21</sup> Muchas veces, para obtener un panorama global de la realidad, se agrupan una serie de indicadores para obtener lo que se conoce como índice es decir una agrupación de medidas de diversas variables.

<sup>22</sup> Metodología de las ciencias humanas, La investigación en acción, Sylvain Giroux y Gineette Tremblay, fondo de cultura económica





comunicación en un modelo llamado PER (presión-estado-respuesta), en el que estos factores se definen de la siguiente manera:

- 1) La presión se define como actividades humanas, procesos naturales y los *tensores*<sup>23</sup> biofísicos derivados de actividades y procesos, que pueden afectar la salud y/o bienestar humano, así como los componentes y funciones ecológicas.
- 2) El estado es entendido, como la situación actual en la que se encuentran las poblaciones humanas, los recursos naturales y/o los ecosistemas así como funciones ecológicas consecuencia de las presiones, los efectos e impactos al igual que de sus respuestas.
- 3) La respuesta es interpretado como determinada acción humana dirigida a cambios, impactos o efectos observados o predichos, sobre el medio ambiental, la salud y/o el bienestar que son considerados como no deseables (EPA 1995).

Ahora bien en relación con la selección de indicadores según la (EPA 1995), existe un conjunto de criterios de selección que se pueden resumir en tres grupos básicos a ser tenidos en cuenta: 1) Confiabilidad de los datos; 2) Relación con los problemas y prioridades y 3) Utilidad para el usuario. Y a su vez para cada uno de estos grupos existen una serie de requerimientos específicos asociados a cada uno de estos, con criterios que pueden ser identificados y deben ser tenidos en cuenta para la selección, elaboración y uso de los indicadores los que a continuación se presentan para su mejor entendimiento mediante la realización de una tabla.

Tabla Principales Criterios de Selección y Requerimientos para la Elaboración de Indicadores (EPA, 1995; Rump, 1995)		
<b>Confiabilidad de los Datos</b>	<b>Relación con los Problemas</b>	<b>Utilidad para el Usuario</b>
Validez Científica	Representatividad	Aplicabilidad
Medición	Conveniencia de Escalas	No Redundancia
Disponibilidad	Cobertura Geográfica	Comprensibilidad e Interpretabilidad
Calidad	Sensibilidad a los Cambios	Valor de Referencia
Costo-Eficiencia de Obtención	Especificidad	Retrospectivo-Predictivo
Series de Temporales	Conexión	Comparabilidad
Accesibilidad	.	Oportunidad

Tabla 23

<sup>23</sup> Los tensores son parámetros o variables que inducen un efecto negativo o positivo sobre el medio ambiente, los recursos naturales o la sociedad.

### **Anexo “C” TIPOS DE MATERIALES TRANSLUCIDOS.**

Este anexo, muestra las distintas posibilidades de materiales translucidos, para los claros existentes en las fachadas, muros y losas de las edificaciones, a fin de que el diseñador conozca las distintas posibilidades técnicas que le permitirían tener un mayor control de criterios térmicos, estéticos y de iluminación natural propiamente dicho dentro de la edificación, sin perder los características de confort optimas para el espacio, al mismo tiempo que puede variar a placer las criterios formales (tomando en cuenta solo las razones técnicas más restrictivas para la aplicación, de la que seleccione como la más apta para su proyecto), lo que le permitirá la creación de una arquitectura completa respecto de los aspectos de integración con su contexto.

En primer término se muestra un cuadro en donde aparecen, los distintos tipos de cristal con protección térmica y lumínica ya incorporadas, así como un grafico y una descripción general de las virtudes con las que cuenta cada uno de ellos.

Marca también, en un segundo grafico la gama de colores más comunes para el vidrio normal y el flotado a fin de poder incluir el color como otro elemento en las características de diseño del espacio, aunque como elementos de variación de la temperatura o de tamiz de la iluminación, el rol que cubren sea prácticamente irrelevante pues su función es meramente de modificador la percepción atmosférica del espacio así como el grado de luminosidad.







TIPOS DE CRISTAL PARA FACHADAS CON PROTECCION TERMICA Y LUMINICA INCORPORADA.	
	Doble acristalamiento ISOLAR que añade a sus propiedades de control solar las ventajas de un buen aislamiento térmico para el ahorro energético.
	Doble acristalamiento aislante cuyo vidrio interior es de baja emisividad con la propiedad de reducir la transmisión energética.
	Paralelepipedo de vidrio hueco con aire enrarecido y seco en su interior.
	Doble acristalamiento en cuya cámara se incorpora un perfil de aluminio lacado con fines decorativos.
	Doble acristalamiento aislante en el que el vidrio exterior es de control solar lo que reduce la radiación solar que lo atraviesa.
	Doble acristalamiento en cuya cámara se aloja una persiana de lamas de aluminio.



Tabla 24 y Cuadro 6.0 de elaboración propia para analizar tipos de vidrio en fachada.

NUEVAS TENDENCIAS EN EL ACRISTALAMIENTO PARA FACHADAS.	
<p><b>PELÍCULAS DE CONTROL SOLAR</b></p> <p>Reduce o elimina las incómodas zonas calientes que se encuentran cerca de las ventanas y minimiza el molesto reflejo que entorpece la visión en los monitores de las computadoras, además de reducir el calor al interior del edificio a la vez que protege del desgaste de mobiliario y alfombras al mantener mejor el colorido.</p>	
<p><b>VIDRIOS RECUBIERTOS</b></p> <p>Se utiliza en edificios para controlar la transmisión de calor y luz, así como para los cristales autolimpiantes mediante un baño con una delgada capa de estaño, a través de vapor químico durante su producción en línea.</p>	
<p><b>VIDRIOS MULTIPACT</b></p> <p>Acristalamiento compuesto por dos o más vidrios unidos entre sí por medio de una o varias láminas de plástico de butiral de polivinilo. Puede ser fabricado con diferentes espesores y tipos de vidrios, incoloros o de color, de baja emisividad de control solar.</p> <p>De igual manera, las láminas de PVB que se instalan entre los vidrios pueden tener diferentes apariencias, desde la total transparencia a diferentes tonalidades de color.</p>	
<p><b>LAMINADO SOLAR</b></p> <p>La lámina solar aporta protección adicional, tanto de los efectos perjudiciales de la radiación solar como de los efectos secundarios de la rotura de cristales, a las personas y bienes situados tras las superficies acristaladas de los edificios. Pudiendo ser de color bronce, gris, oro, ámbar, etc.</p>	
<p><b>HORMIGÓN TRANSLUCIDO</b></p> <p>Esta es una versión diferente del concreto, en donde se sustituye la grava y la arena por resinas y fibras, permitiendo el paso de la luz en forma tamizada y sin necesidad de crear aventanamientos de grandes dimensiones a la vez que proporciona privacidad y menor pérdida térmica.</p>	

<p><b>VIDRIO / ESPEJO</b> Consiste en dos placas de vidrio en medio de las cuales hay una delgada capa de 40nm de una aleación de aluminio y titanio, más otra capa aún más delgada de paladio. Adicionalmente, hay un pequeño espacio lleno de aire, el cual puede ser llenado con un gas en donde la concentración de oxígeno e hidrógeno varía, actuando como interruptor para poner el panel en modo espejo o en modo ventana.</p>	
<p><b>POLICARBONATO ALMOLAR</b> Lámina de policarbonato estrusionado a capas, ligera, transparente, y a prueba de golpes, para recubrimientos con espesores de 4, 6, 8, 10 mm y en colores: Incoloro, Fumé, cristal. Bronce, gris y Opalino, manejado principalmente en formatos de 2.10 x 5.80 m.</p>	

Tabla 25 de elaboración propia para nuevas tendencias en el acristalamiento.

## **Anexo “D” FORMAS DE PROTECCIÓN SOLAR ARQUITECTÓNICA.**

En la conformación de este anexo se muestran distintos tipos de elementos arquitectónicos que permiten matizar, controlar y bloquear el acceso de la radiación solar directa, para poder mejorar las características a este respecto aun careciendo de un emplazamiento con orientaciones óptimas.

En cada uno de ellos se muestran los ángulos óptimos para su implementación así como la orientación en la que se requiere.

Esto con el fin de brindarle al diseñador un panorama más amplio de posibilidades adecuadas para el desarrollo de su proyecto mediante la ejemplificación de su funcionamiento y características formales tanto en planta como en corte.

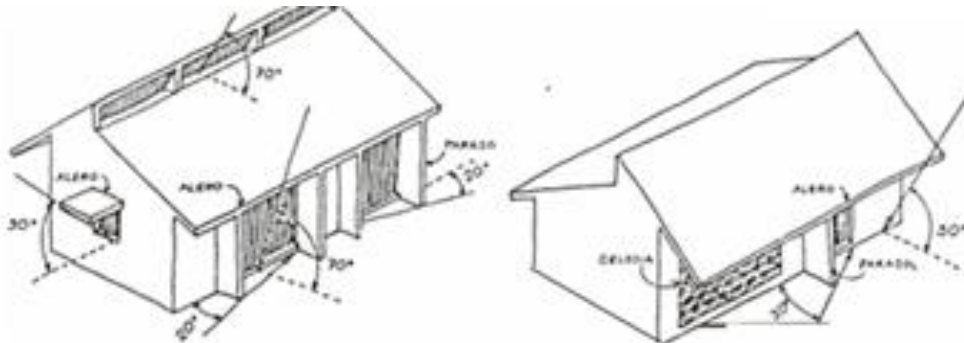
Y consiguiendo un diseño funcionalmente correcto, sin estar supeditados a la orientación del emplazamiento y sin que dichas soluciones se vuelvan añadidos posteriores tan temidos por los proyectistas por romper la armonía del proyecto y sin necesidad de artilugios técnicos, ajenos a la arquitectura que la descontextualiza y aumenta los costos de mantenimiento.

Para su aplicación se cotejan las orientaciones existentes con la figura 1.5, que se muestra a continuación, a fin de conocer el tipo de protección más favorable en cuestiones de protección solar, respecto de cada orientación, con la finalidad de que la propuesta del diseñador tenga como premisas los criterios que se requerirían para la protección y de agregarse estos no se vean como añadidos posteriores, sino como elementos integrados desde los comienzos del proyecto.

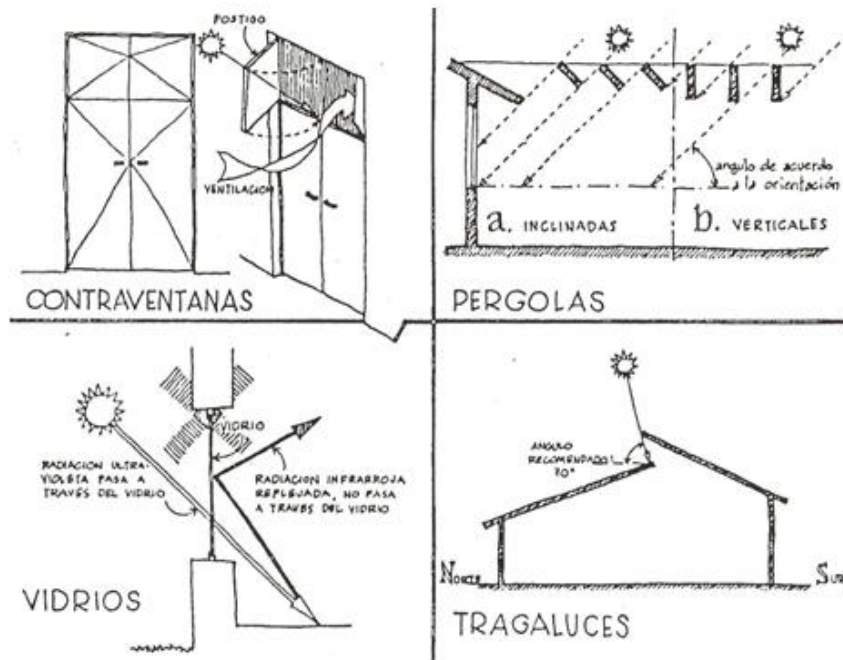


**NOTA:** Para las orientaciones noreste y noroeste en fachada, se contempla que tengan las mismas características que la fachada norte, puesto que los parámetros de soleamiento son muy semejantes.

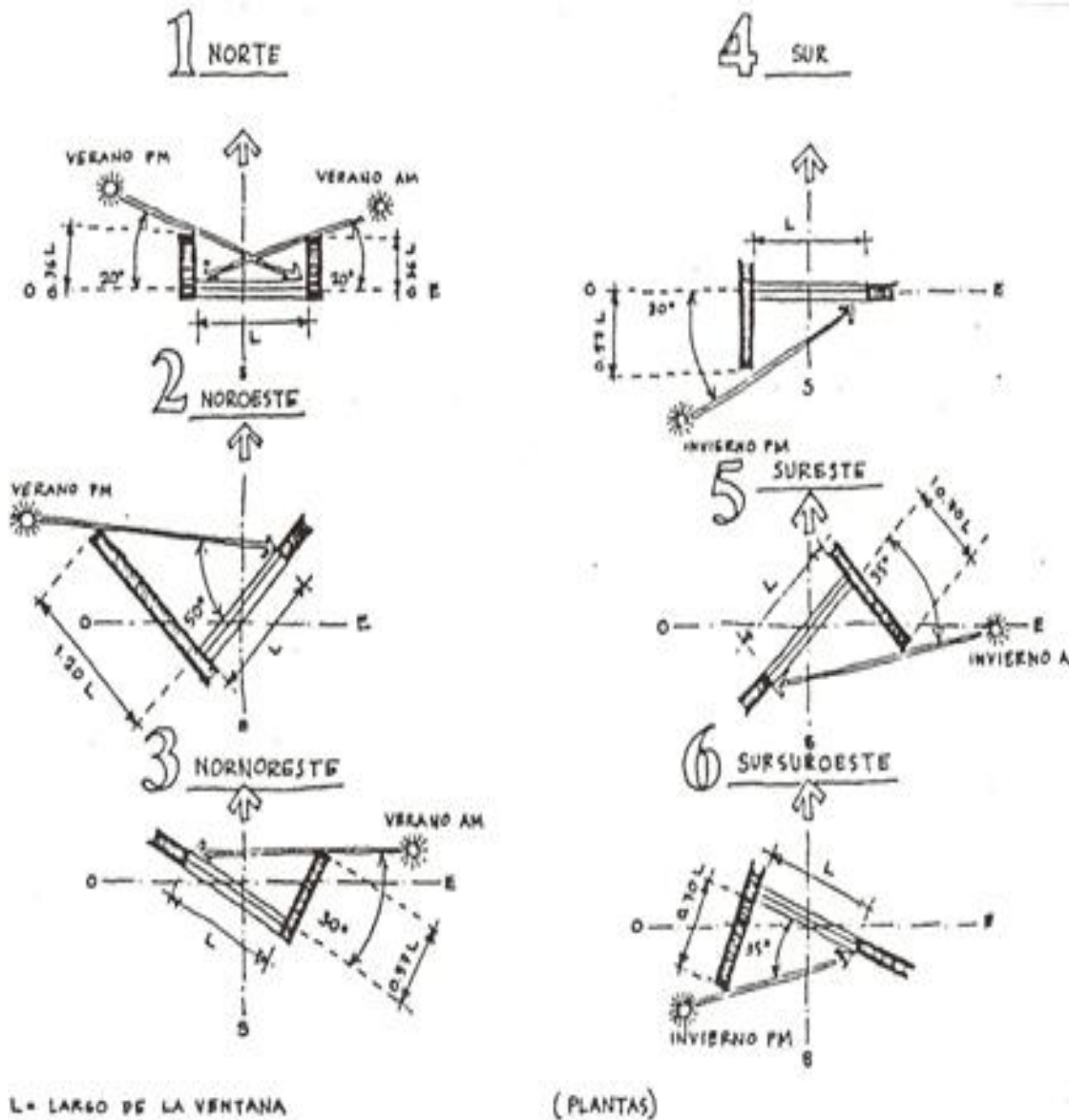
De igual manera se esquematizan a continuación las principales formas y ángulos de inclinación de los mismos, para la protección de los espacios educativos dentro de los criterios climáticos de nuestra región, en cada una de las principales orientaciones, dando a conocer al diseñador las distintas posibilidades de protección para los espacios de no contar con la orientación ideal dentro del área de emplazamiento del proyecto, tanto en iluminación lateral como cenital.



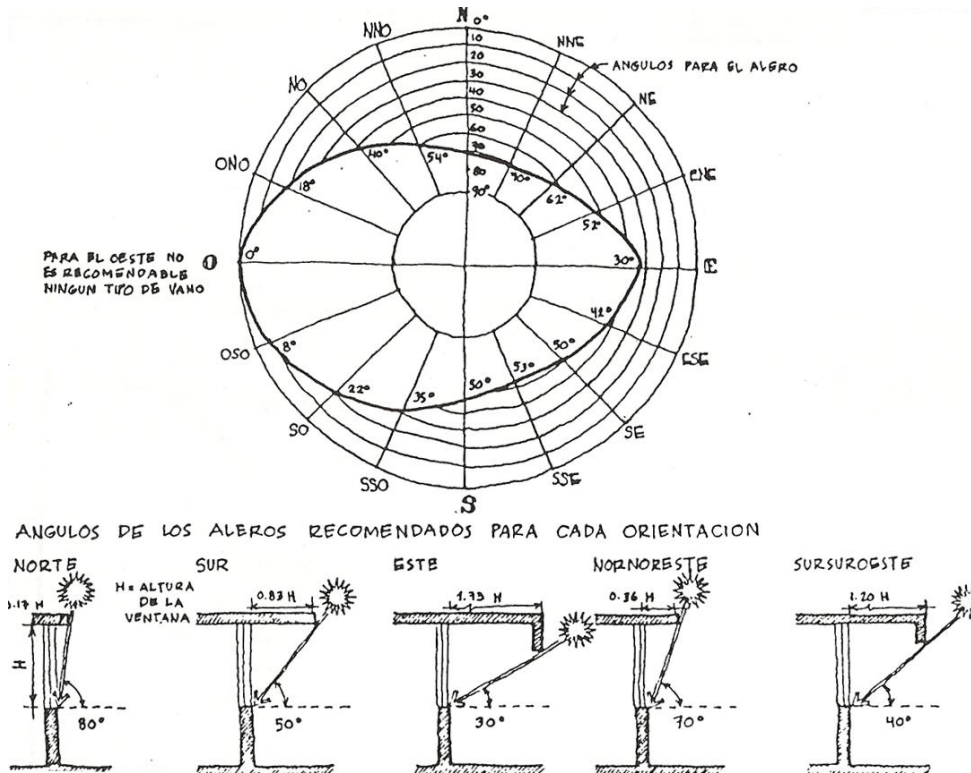
De forma semejante, se muestran algunos elementos de protección solar en exteriores, utilizados por la arquitectura tradicional para matizar la incidencia solar en orientaciones desfavorables a través de elementos cenitales o en situaciones con inclinación solar muy pronunciada.



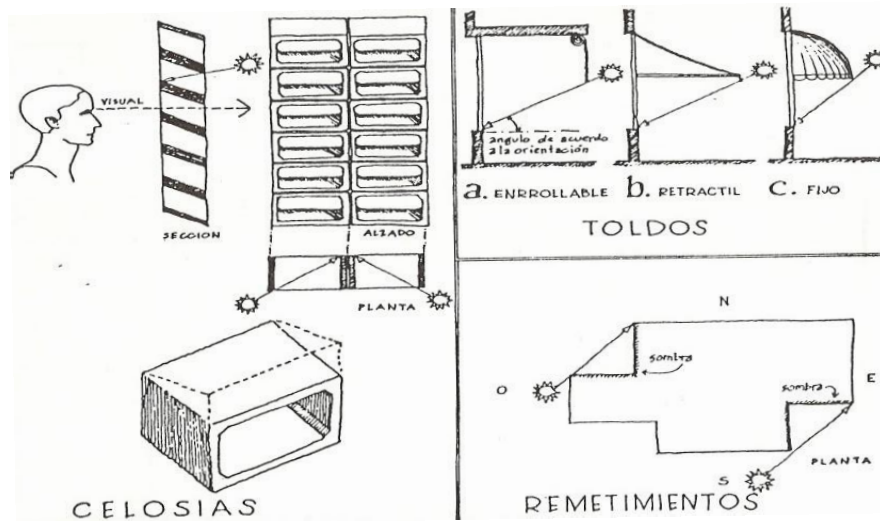
A continuación se muestran tanto en corte lateral como en planta la implementación de quiebrasoles, a fin de controlar la penetración solar en periodos determinados, para cada una de las principales orientaciones.



Se ejemplifican de forma semejante a los quiebrasoles, recomendaciones para la orientación y dimensionamiento de los parasoles para el espacio arquitectónico educativo, en sus principales orientaciones, tanto en corte como en planta.



De igual manera se muestran elementos de matizaje de la iluminación como celosías, toldos y remetimientos del proyecto mismo, al igual que la orientación de los mismos, como opciones viables de protección de la edificación respecto de la iluminación natural, afín de generar un abanico más extenso de posibilidades respecto del diseñador.







**Anexo “E” CONTROL SOLAR MEDIANTE VEGETACIÓN.**

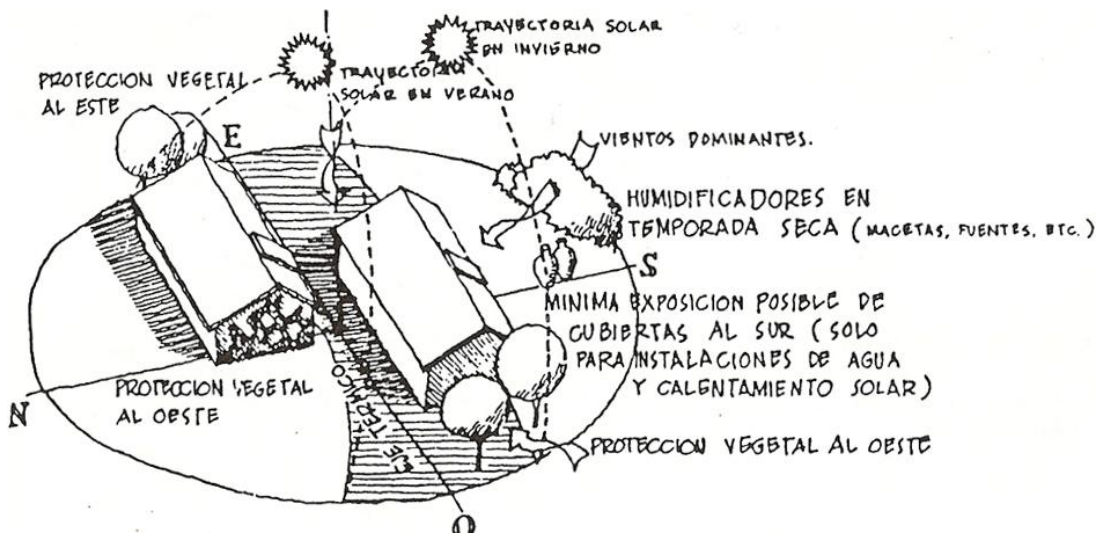
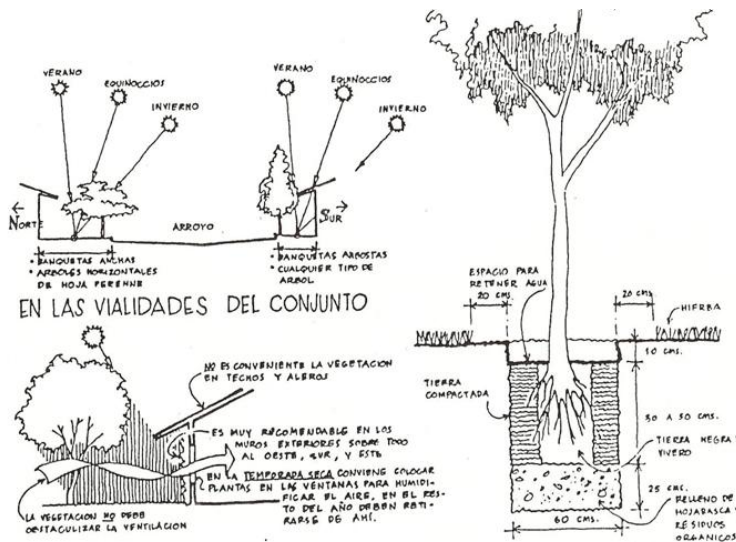
Este anexo se encuentra conformado principalmente por dos graficas que mencionan algunos de los tipos de vegetación, recomendados para el control de la iluminación natural mencionando criterios para su colocación como tiempo de crecimiento, duración del follaje, separación óptima entre dicha vegetación, así como beneficios adicionales como flores y/o frutos tanto en árboles y arbustos como en enredaderas.

De igual manera muestra un grafico con elementos ejemplo para la colocación de la vegetación dependiendo de la orientación, mencionando beneficios adicionales como disminución de temperatura, remate visual, aumento en la humedad y control de radiación solar.

NOMBRE COMUN	SEPARACION ENTRE PLANTAS	HOJAS		CRECIMIENTO			CARACTERISTICAS	
		CADUCA	PERENNE	RAPIDO	MEDIO	LENTO	FLORES	FRUTOS
ARAUCARIA	7 mts.		*			*		
AHRAYAN	8 mts.	*			*			*
CASUARINA	8 mts.		*		*		*	
GALEANA	6 mts.	*			*			*
MANGO CRIOLLO	5 mts.		*			*		*
MANCE	4 mts.	*		*				*
PALMA DE COCO	6 mts.		*			*	*	
PRIMAVERA	5 mts.	*			*		*	
ROSA MORADA	5 mts.	*			*		*	
TABACHIN	6 mts.	*			*		*	*
ALMENDRO	9 mts.	*			*			*
NARANJO AGRIO	4 mts.		*		*			
HULE	10 mts.		*	*				
LAUREL DEL TRÓPICO	4 mts.		*	*				
LLUVIA DE ORO	5 mts.	*			*		*	
AGUACATE	3 mts.	*			*			*
CAHUELO CRIOLLO	3 mts.	*			*			*
GUAYABO	3 mts.	*			*		*	*
LIMA	3 mts.	*			*		*	*
LIMÓN	6 mts.	*			*		*	*
MANDARINA	3 mts.	*			*		*	*
MANGO DIPLOMÁTICO	3 mts.		*			*		*
TORONJA	4 mts.	*			*			*
PLATANO	2 mts.	*		*				*

ENREDADERAS NOMBRE COMÚN	REQ. ENREJADO		TIPO DE HOJA		FOLLAJE	
	SI	NO	CADUCA	PERENNE	VERDE	EXUBERANTE
SIN VERGÜENZA	*			*		*
CISUS		*		*	*	
BUGAMBILIA	*			*	*	*
PASIONARIA	*			*	*	
LLAMARADA ROJA		*		*	*	
COPA DE ORO	*		*		*	
NOPIEDITA/ CHINCHE		*		*	*	

Tablas 26 y 27 obtenidas del libro Recomendaciones bioclimáticas para la arquitectura en la ciudad de colima de Gómez Azpeitia. 1990





## **ANEXO “F” FICHAS TECNICAS.**

- 1.- Indicador de luxes y de su uniformidad en el espacio.
- 2.- Indicador de reflexión de los distintos colores y materiales en muros, pisos y cielos y valor límite de deslumbramiento.
- 3.- Indicador de manejo de la ganancia lumínica en el espacio arquitectónico
- 4.- Indicador de control térmico.
- 5.- indicador de normas criterios y reglamentos internacionales aplicables a nivel local para el empleo de la iluminación natural.
- 6.- Indicador de efectos psicológicos del binomio luz-color.



INDICADORES DE ILUMINACION NATURAL EN ESPACIOS ARQUITECTONICOS EDUCATIVOS  
CONSTRUIDOS

FICHA TECNICA DE INDICADOR	NO. 1				
----------------------------	-------	--	--	--	--

CLAVE INCP1	<b>INDICADOR DE LUXES Y DE SU UNIFORMIDAD EN EL ESPACIO</b>
-------------	---

**TIPO** Diseño de las características propias del proyecto.  
**META** Obtener la cantidad de luxes en un recinto para conocer su eficacia según tabuladores de la SAI así como su uniformidad en su distribución dentro del espacio

<b>DEFINICION</b>	Obtención de luxes en un recinto, mediante método matemático para compararlos con los tabuladores de la sociedad americana de iluminación en parámetros mínimos, recomendados y óptimos, así como la uniformidad que tienen en el área del recinto dentro de periodos de uso determinados.
<b>IMPORTANCIA</b>	Mediante el conocimiento de los niveles de iluminación en luxes se conocen los excesos y deficiencias de los parámetros lumínicos en el recinto y se pueden conocer también el grado y distribución de la misma.
<b>APLICABILIDAD</b>	Conocer la iluminación natural en luxes, existente dentro del espacio construido o proyectado, así como la distribución lumínica dentro de él, mediante un método matemático a fin de manejar el menor número de variables.
<b>TIPOLOGIA</b>	El indicador es de carácter cuantitativo.

**Metodología**

<b>FUENTES DE INFORMACION</b>	Diseño ambiental consiente, sección de la iluminación natural, Arq. Analia Gómez, enero 2005. Mediante la aplicación del método Evans 1986 y tabuladores de iluminación de la Sociedad americana de iluminación, en el manual de ergonomía f: Mapfre.						
<b>CÁLCULO Y VARIABLES</b>	<table border="0"> <tr> <td>CC componente celeste</td> <td>FCV fact. De correccion del vidrio</td> </tr> <tr> <td>CRE comp. de reflexion ext.</td> <td>FCM fact. De correccion del marco</td> </tr> <tr> <td>CRI comp. de reflexion int.</td> <td>FM factor de mantenimiento</td> </tr> </table> <p>F<sub>d<sub>p</sub></sub> factor de luz de día en el punto P (en porcentaje)  E<sub>p</sub> iluminación en el punto P (en lx)  E<sub>e</sub> iluminación producida por toda la bóveda celeste en un punto de un plano horizontal libre de obstrucciones (en lx)</p>	CC componente celeste	FCV fact. De correccion del vidrio	CRE comp. de reflexion ext.	FCM fact. De correccion del marco	CRI comp. de reflexion int.	FM factor de mantenimiento
CC componente celeste	FCV fact. De correccion del vidrio						
CRE comp. de reflexion ext.	FCM fact. De correccion del marco						
CRI comp. de reflexion int.	FM factor de mantenimiento						
<b>NIVEL DE APLICACIÓN</b>	A nivel general, dentro de los espacios arquitectónicos educativos						
<b>TEMPORALIDAD</b>	Al existir cualquier cambio significativo en la morfología del espacio, de su contexto físico o del funcionamiento del espacio, que modifiquen o alteren, las variables lumínicas mencionadas anteriormente.						



INDICADORES DE ILUMINACION NATURAL EN ESPACIOS ARQUITECTONICOS EDUCATIVOS CONSTRUIDOS

FICHA TECNICA DE INDICADOR	NO. 2				
----------------------------	-------	--	--	--	--

**CLAVE INCP2**      **INDICADOR DE REFLEXION DE LOS DISTINTOS COLORES Y MATERIALES Y VALOR LÍMITE DE DESLUMBRAMIENTO**

**TIPO** Diseño de las características propias del proyecto.  
**META** Conocer los distintos índices de reflexión de los colores y mat. Tanto en muros, pisos y cielos con su valor de deslumbramiento y la jerarquía que cada uno tiene en el espacio.

<b>DEFINICION</b>	Conocimiento de los índices de reflexión de los distintos elementos que conforman el espacio y la verificación de sus valores y jerarquía.
<b>IMPORTANCIA</b>	Conocer la reflexión de los acabados en el espacio, su grado de importancia y su nivel de deslumbramiento a fin de poder emplearlos como instrumentos que permitan la solución de poca luminosidad en el interior así como excesivo contraste.
<b>APLICABILIDAD</b>	Conocer la reflexión de los acabados del espacio educativo para su utilización como herramientas para el control de los niveles de iluminación así como sus índices de deslumbramiento
<b>TIPOLOGIA</b>	El indicador es de carácter cuantitativo.

**Metodología**

**FUENTES DE INFORMACION**      Parámetros de la Sociedad americana de iluminación, en el manual de ergonomía F. Mapfre, Factores de reflexión de colores y mat. Iluminados con luz blanca, en el manual de ergonomía del INSHT Diseño ambiental consiente de Arq. Analía Gómez y los índices de deslumbramiento, código IES 1968.

<b>CÁLCULO Y VARIABLES</b>		Mediante tablas con los niveles de reflexión de colores y materiales en pisos, cielos y muros y de índices de deslumbramiento según las labores a realizarse en el espacio y gráficos con los rangos de reflexión óptimos de reflexión.
----------------------------	--	---

**NIVEL DE APLICACIÓN**      A nivel general, dentro de los espacios arquitectónicos educativos interiores.

**TEMPORALIDAD**      Al existir cualquier cambio significativo en la morfología del espacio, de su contexto natural o artificial o del funcionamiento del espacio, que modifique o altere la cantidad, tipo, color o forma de iluminación natural en el recinto.



INDICADORES DE ILUMINACION NATURAL EN ESPACIOS ARQUITECTONICOS EDUCATIVOS CONSTRUIDOS

FICHA TECNICA DE INDICADOR

NO. 3



CLAVE INCS1

INDICADOR DE MANEJO DE LA GANANCIA LUMINICA EN EL ESPACIO ARQUITECTONICO CONSTRUIDO.

**TIPO** Diseño de control solar.

**META** Conocer el soleamiento en las principales fachadas, así como su duración, en un desglose en el plano vertical y horizontal, así como sus periodos de control, ganancia y bloqueo.

**DEFINICION**

Periodicidad de control de la incidencia solar en el interior del espacio, en base a la hora, orientación y estación del año para los criterios climáticos y geográficos dentro de los 22.3° de latitud 100.9° de longitud o similares.

**IMPORTANCIA**

Para la consideración de elementos de control de la incidencia solar o aberturas desde los comienzos de la conceptualización del espacio o se rehabilitación mediante el conocimiento de la ganancia lumínica tanto en el plano vertical como horizontal, al igual que de sus periodos de control, manejo y ganancia en las diversas orientaciones a lo largo del día y del año.

**APLICABILIDAD**

Para la determinación de la necesidad o no de control solar dentro del espacio educativo en base al horario de uso del espacio, las funciones a realizarse en él y a la ubicación de los vanos.

**TIPOLOGIA**

El indicador es de carácter cuantitativo.

Metodología

**FUENTES DE INFORMACION**

Tablas de datos climáticos de la Comisión Nacional del Agua y Tablas climáticas del M.D.B Arq. Jorge Aguillon Robles. elaboradas para la estación Meteorológica del Hábitat.

**CÁLCULO Y VARIABLES**

TEMPERATURAS MEDIAS POR HORA Y FACILIDAD HORIE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
01:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
02:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
03:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
04:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
05:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
06:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
07:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
08:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
09:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**NIVEL DE APLICACIÓN**

A nivel local, en todas las edificaciones que se encuentren ubicadas dentro de los 22.3°, de latitud, 100.9° longitud o semejantes.

**TEMPORALIDAD**

Cada vez que exista un cambio considerable en el contexto natural o artificial donde se emplaza el proyecto.



INDICADORES DE ILUMINACION NATURAL EN ESPACIOS ARQUITECTONICOS EDUCATIVOS  
CONSTRUIDOS

FICHA TECNICA DE INDICADOR

NO. 4



CLAVE INCC1

INDICADOR DE CONTROL TÉRMICO.

**TIPO** Diseño Climático-Contextual.  
**META** Conocer los niveles promedio de temperatura en momentos y fechas específicas a lo largo del año.

**DEFINICION** Relación de temperatura promedio por hora y fecha dentro de los 22.3° de latitud, 100.9° de longitud o semejantes, confrontados con los horarios de uso de los espacios educativos según la SEP así como el rango de confort local (entre los 19° c y 27°c).

**IMPORTANCIA** Conocimiento de los momentos de mayor y menor carga térmica para el proyecto, así como los periodos en que se encuentra dentro del confort (19° c y 27°c) y los horarios de uso en que se presentan.

**APLICABILIDAD** Para la búsqueda del equilibrio de la ganancia térmica y de la ganancia lumínica en el espacio arquitectónico educativo.

**TIPOLOGIA** El indicador es de carácter cuantitativo.

**FUENTES DE INFORMACION** Tablas de datos climáticos de la Comisión Nacional del Agua y Tablas climáticas del M.D.B Arq. Jorge Aguillón Robles, elaboradas para la estación Meteorológica del Hábitat. Así como los horarios de uso de las instalaciones en la SEP.

**CÁLCULO Y VARIABLES**

TEMPERATURA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
00.00	13.0	11.2	14.1	16.1	17.2	16.5	15.1	13.5	11.8	10.1	9.1	10.1	11.4
01.00	7.1	10.1	13.1	14.1	15.1	14.1	12.1	10.1	8.1	6.1	5.1	6.1	7.1
02.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
03.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
04.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
05.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
06.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
07.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
08.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
09.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
10.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
11.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
12.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
13.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
14.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
15.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
16.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
17.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
18.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
19.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
20.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
21.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
22.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
23.00	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
T. PROM	13.0	11.2	14.1	16.1	17.2	16.5	15.1	13.5	11.8	10.1	9.1	10.1	11.4
T. MAX	23.0	22.0	23.0	24.0	25.0	24.0	22.0	20.0	18.0	16.0	15.0	16.0	17.0
T. MIN	1.1	3.1	5.1	6.1	7.1	6.1	4.1	2.1	1.1	0.1	0.1	1.1	2.1
REL. HUM.	80	85	80	75	70	75	80	85	90	95	90	85	80

**NIVEL DE APLICACIÓN** A nivel local, en todas las instituciones que se encuentren ubicadas dentro de los 22.3° de latitud, 100.9° longitud.

**TEMPORALIDAD** Cada vez que exista un cambio considerable en el contexto donde se emplaza la obra, o en el proyecto mismo o cada 5 años para actualizar los cambios climáticos ocurridos en la localidad abarcando un periodo de 10 años a la fecha.



INDICADORES DE ILUMINACION NATURAL EN ESPACIOS ARQUITECTONICOS EDUCATIVOS  
CONSTRUIDOS

FICHA TECNICA DE  
INDICADOR

NO. 5



CLAVE  
INED1

INDICADOR DE NORMAS, CRITERIOS Y REGLAMENTOS.

**TIPO** Especificaciones de diseño según normas, reglamentos y/o criterios.

**METAS** Interpretación de especificaciones normativas locales y adaptación de criterios internacionales a las características locales.

**DEFINICION**

Especificaciones normativas y reglamentación de diseño para espacios arquitectónicos educativos interiores, en base a criterios locales o internacionales adaptados a nuestra localidad.

**IMPORTANCIA**

Como pautas de normatividad, reglamentación y/o criterios de diseño o rehabilitación del espacio a fin de optimizar el empleo de la iluminación natural en el recinto educativo.

**APLICABILIDAD**

Corroboración de los criterios tomados en el diseño o rehabilitación del espacio sean los correctos y se encuentren dentro de los parámetros que estos estipulan.

**TIPOLOGIA**

El indicador es de carácter cuantitativo.

**Metodología**

**FUENTES DE INFORMACION**

Departamento de Proyectos del IECE, INIFED, Departamento de Obras Publicas del estado de San Luís Potosí, Departamento de Obras de la UASLP, Norma DIM 5034 en Alemania.

**CÁLCULO Y VARIABLES**

Mediante la cotejacion del proyecto con las doce especificaciones de diseño que se marcan en el indicador.

**NIVEL DE APLICACIÓN**

A nivel local, dentro de los espacios arquitectónicos educativos interiores, en el estado de San Luís Potosí.

**TEMPORALIDAD**

Según actualizaciones que sufran, por parte del IECE, INIFED, Dpto. de Obras Publicas o de la universidad, así como la norma DIM 5034 (en Alemania).





**INDICADORES DE ILUMINACION NATURAL EN ESPACIOS ARQUITECTONICOS EDUCATIVOS**

**FICHA TECNICA DE INDICADOR**

**NO. 6**



**CLAVE INSE1**

**INDICADOR DE EFECTOS PSICOLÓGICOS DEL BINOMIO LUZ-COLOR.**

**TIPO** Diseño de Sensaciones Espaciales.

**META** Interpretación de criterios perceptuales y psicológicos de la tonalidad de la luz blanca y del color iluminada por ella en la iluminación natural dentro del espacio, educativo construido.

**DEFINICION**

Posibilidades de modificación de la percepción del espacio mediante el empleo de la iluminación natural matizada (fría, intermedia o cálida) la modificación de sus niveles y con su interacción con los colores del sitio.

**IMPORTANCIA**

Aplicación de la iluminación en sus distintos niveles, matizada o en conjunto con la paleta de colores del proyecto como herramientas de diseño del espacio.

**APLICABILIDAD**

Aplicación de las modificaciones preceptuales ocasionadas por la implementación de la luz natural en combinación de los colores dentro del espacio arquitectónico interior. Así como de las modificaciones que causan los distintos tipos y niveles de iluminación (fría, media y cálida) en su forma nat. como tamizada mediante elementos arquitectónicos.

**TIPOLOGIA**

El indicador es de carácter cuantitativo y cualitativo.

**Metodología**

**FUENTES DE INFORMACION**

Procedimientos de evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales, de Antonio Águila Soto, en su tercer capítulo "el color".

**CÁLCULO Y VARIABLES**

NIVEL DE ILUMINACIÓN LUX	ASPECTOS DEL COLOR		
	Grupo 1 Cálido	Grupo 2 Intermedio	Grupo 3 Frio
	Luz blanca-rojiza Locales residenciales	Luz blanca Locales de trabajo	Luz blanca azulada, niveles de iluminación elevados Terreas particulares, ambientes calurosos
≤ 500	agradable	neutra	fría
500-1000	↓	↓	↓
1000-2000	estimulante	agradable	neutra
2000-3000	↓	↓	↓
≥ 3000	no natural	estimulante	agradable

EFECTOS PSICOLÓGICOS DE LOS COLORES ILUMINADOS CON LUZ BLANCA			
COLOR	SENSACIONES DE DISTANCIA	TEMPERATURA	EFECTOS PSICOLÓGICOS
azul	lejanía	frio	relajante lentitud
verde	lejanía	frio-neutro	muy relajante reposo
rojo	proximidad	caliente	muy estimulante-exitacion
naranja	gran proximidad	muy caliente	exitante inquietud
amarillo	proximidad	muy caliente	exitante actividad
violeta	proximidad	frio	exitante agtacion

**NIVEL DE APLICACIÓN**

A nivel local, dentro de los espacios arquitectónicos interiores.

**TEMPORALIDAD**

Cada vez que exista un cambio considerable en el contexto donde se emplaza la obra, en el proyecto mismo o en los niveles de iluminación natural del mismo.



**Anexo “G” FICHAS DE TRABAJO.**

1. Encuesta para maestros y alumnos de la institución.
2. Encuesta para el personal docente y de intendencia de la institución.
3. Ficha de registro de aplicación de reglamentación.
4. Ficha de registro de aplicación de sitios de análisis.
5. Ficha de registro de indicador



Proyecto:  
**LA ILUMINACION NATURAL EN  
LOS ESPACIOS ARQUITECTONICOS EDUCATIVOS**

Clave:

Clave  
Sección:

**ENCUESTA PARA MAESTROS Y ALUMNOS DE LA INSTITUCION.**

Datos generales:

Localización: \_\_\_\_\_  
Edificio: \_\_\_\_\_ Sección: \_\_\_\_\_

No.  
\_\_\_\_\_

¿Cual es el uso del espacio?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿Cual es la orientación u orientaciones de los vanos en el espacio?

¿Periodo de uso del espacio?

<input type="text" value="Por la mañana"/>	<input type="text" value="Por la tarde"/>	<input type="text" value="Todo el día"/>	<input type="text" value="Esporáticamente"/>
--	---	--	--

¿El espacio tiene relación con el exterior?

<input type="text" value="sí"/>	<input type="text" value="no"/>
---------------------------------	---------------------------------

¿Porque?

\_\_\_\_\_

¿Al realizar sus actividades, durante el día, en el espacio requiere encender la luz artificial?

<input type="text" value="sí"/>	<input type="text" value="no"/>
---------------------------------	---------------------------------

¿Porque?

\_\_\_\_\_

¿Al realizar sus actividades en el espacio requiere encender algún elemento de ventilación artificial?

<input type="text" value="sí"/>	<input type="text" value="no"/>
---------------------------------	---------------------------------

¿Porque?

\_\_\_\_\_

¿Dentro del espacio, existen elementos que interfieran en el paso de la luz o la ventilación?

<input type="text" value="sí"/>	<input type="text" value="no"/>
---------------------------------	---------------------------------

¿Cuales?

\_\_\_\_\_

¿Al utilizar el espacio abre la persiana?

<input type="text" value="sí"/>	<input type="text" value="no"/>
---------------------------------	---------------------------------

¿Porque?

\_\_\_\_\_



Proyecto:  
**LA ILUMINACION NATURAL EN  
 LOS ESPACIOS ARQUITECTONICOS EDUCATIVOS**

Clave:

Clave

Sección:

El contraste de la iluminación en el interior del espacio con respecto al exterior es:

Muy contrastante	Poco contrastante	imperceptible
------------------	-------------------	---------------

Con relación a la temperatura del exterior, la temperatura del espacio es:

Durante la mañana

No se ha percatado
--------------------

Mayor	Menor	Igual
-------	-------	-------

Por la tarde

No se ha percatado
--------------------

Mayor	Menor	Igual
-------	-------	-------

Durante el verano

No se ha percatado
--------------------

Mayor	Menor	Igual
-------	-------	-------

Durante el invierno

No se ha percatado
--------------------

Mayor	Menor	Igual
-------	-------	-------

¿El espacio cuenta con algún tipo de control solar?

si	no
----	----

¿Cual? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

La forma y dimensión de los vanos en el espacio tiene según su percepción el beneficio:

Estético	Funcional	Bioclimatico	Paisajístico	Otro
----------	-----------	--------------	--------------	------

¿Porque? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Considera que el aventanamiento es:

Insuficiente	Suficiente	excesivo
--------------	------------	----------

El aventanamiento ¿causa algún efecto negativo?

Si causa	No causa
----------	----------

¿Cuál? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

El aventanamiento ¿causa algún efecto positivo?

Si causa	No causa
----------	----------

¿Cuál? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



Proyecto:  
**LA ILUMINACION NATURAL EN  
LOS ESPACIOS ARQUITECTONICOS EDUCATIVOS**

Clave:

Clave  
Sección:

**ENCUESTA PARA EL PERSONAL DOCENTE Y DE INTENDENCIA DE LA INSTITUCION.**  
Datos generales:

Localización: \_\_\_\_\_  
Edificio: \_\_\_\_\_ Sección: \_\_\_\_\_

No.  
\_\_\_\_\_

Material con que está construida el edificio: Muros, piso, techo  
Orientación  
Vegetación predominante.

**Características particulares:**

1.Cuál es el uso específico del espacio- edificio:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Horario de uso del edificio.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Considera que el edificio cuenta con buena iluminación. Si\_\_ No\_\_  
¿Por qué?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Considera que el edificio es agradable en las diversas temporadas del año.  
primavera-verano; otoño e invierno. Si\_\_ No\_\_  
¿Por qué?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Considera que el espacio es más agradable en temporada de calor o de frío de: \_\_\_\_\_  
¿Por qué?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. Considera que el espacio cuenta con ventilación adecuada: Si\_\_ No\_\_  
¿Por qué?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7.- Cuales son los espacios que usted considera deficientes respecto de la iluminación temperatura y ventilación ¿porque? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Ficha de registro de aplicación

**EDIFICIOS TIPO DEL CAPCE Y DEL IECE**



Usos:

Niveles:

Clave:  
Hoja:

**IMAGEN DEL PROYECTO TIPO DEL CAPCE**

**ESPECIFICACIONES  
TÉCNICAS DEL IECE**

**OBSERVACIONES DEL PROYECTO TIPO Y SUS ESPECIFICACIONES PARA OBTENER LAS  
GENERALIDADES**



	<b>DATOS DE IDENTIFICACION</b>		
<b>PLANIMETRIA</b>	<b>UBICACIÓN Y CONTEXTO</b>		
	<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>LEVANTAMIENTO FOTOGRAFICO</b>			
	<b>OBSERVACIONES CONTEXTUALES</b>		
<b>OBSERVACIONES PARTICULARES</b>			
<b>OBSERVACIONES FINALES</b>			
		<b>TEMPORALIDAD</b>	



**INDICADORES DE ILUMINACION NATURAL EN ESPACIOS ARQUITECTONICOS EDUCATIVOS**

FICHA TECNICA DE INDICADOR

NO.



CLAVE

INDICADOR DE.

TIPO  
META

DEFINICION

IMPORTANCIA

APLICABILIDAD

TIPOLOGIA

**Metodología**

FUENTES DE INFORMACION

CÁLCULO Y VARIABLES

NIVEL DE APLICACIÓN

TEMPORALIDAD



**Libros:**

Aguillón Robles, (1996), Propuesta bioclimática para la vivienda en el estado de San Luis Potosí, México, editorial FAD Universidad de Colima.

Aguillón Robles, (2002), Soleamiento como herramienta de diseño, México, editorial ESDEPED FAH Universidad de San Luis Potosi.

Beltrán Quintanal Miguel, (1987), El sol en la mano: estudios de iluminación, orientación y relojes solares, México, editorial UNAM.

Buendía Júlbez José M<sup>a</sup>, Palomar Juan, Eguiarte Guillermo (2001), Luís Barragán, México, editorial RM, S.A. de C.V

García Chávez, José Roberto, (1987), Arquitectura Bioclimática y energía solar: Diseño solar bioclimático, México, editorial UAM

Gardner Carl y Molony Raphael, (2002), Luz reinterpretación de la Arquitectura, México, editorial MC GRAW HILL

Gómez Azpeitia, (1990), Recomendaciones bioclimáticas para la arquitectura en la ciudad de colima, México, editorial FAD Universidad de Colima.

Giovoni Baruch, (1969), Man, climate and architecture, USA, editirialElselver publishing company limited.

Izard Jean Louis, (1983), Arquitetctura bioclimática, tecnología y arquitectura, México, editorial Gustavo Gili Lane.

Publicing Company, (1997), Iluminación residencial, México, editorial Trillas

Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew y Szokolay, (1977), Viviendas y edificios en zonas cálidas tropicales, Madrid, editorial Paraninfo.

Neufert Peter, Planungs-AG Neufert Mittmann Graf (2002), Arte de proyectar en arquitectura Neufert, México, editorial GG/México.

Olgay Victor, (1998), Arquitectura y clima: Manual para arquitectos y urbanistas, México, editorial Gustavo Gili

Olgay Victor, (1963), Diseñando con el clima, USA, editorial Princeton university press.



Olgyay Victor, (1973), Design whit climate, bioclimatic approach to architectural regionalism,, USA, editorial Princeton university press.

Olgyay y Olgyay (1977), Solar control and shading devices, México, editorial Gustavo Gili

Rodríguez Alvarado Salvador, (2001), Graficas Solares, USA, editorial Universidad de Princeton.

### **Tesis de grado**

Murgía Sánchez Laura, (2002), La luz en la arquitectura, su influencia sobre la salud de las personas, estudio sobre la variabilidad del alumbrado artificial en oficinas, España, editorial ETSAB-UPC.

Tarín Mendoza Pedro Alejandro, (2000), Elementos de iluminación para el diseño arquitectónico, México, editorial UASLP

### **Fuentes Electrónicas**

Bauhaus, un camino clave en el diseño moderno (n.d), obtenida el 11 de Junio del 2008, de <http://www.enplenitud.com/nota.asp?articuloID=1616>

Color, arquitectura y estados de ánimo, (n.d) obtenida el 11 de Junio del 2008, de <http://www.monografias.com/trabajos5/colarq/colarq2.shtml>

Concepto, tipologías y metodología de formulación de indicadores de proyectos, (n.d) obtenida el 09 de enero del 2008, de <http://www.cepis.org.pebvsapiecursogerenciamod4.pdf>

Conjunto de indicadores básicos del desempeño ambiental, (n.d), obtenida el 11 de diciembre del 2008, de [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/cd\\_indicadores08/indicadores\\_2008/00\\_conjunto/marco\\_conceptual2.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/cd_indicadores08/indicadores_2008/00_conjunto/marco_conceptual2.html)

Efectos beneficiosos del sol , (2001), obtenida el 22 de septiembre del 2005, de <http://www.mundobelleza.com/Consejos%20belleza/bronceado/efectos%20beneficioso/beneficiososol.htm>

Efectos no ópticos de la luz sobre el ser humano, (mayo, 2002) obtenida el 16 de Julio del 2006 de [www.revistadyna.com/dyna/Descarga.asp?idMenu=0&Tipo=1&IdDoc=&Id=373](http://www.revistadyna.com/dyna/Descarga.asp?idMenu=0&Tipo=1&IdDoc=&Id=373)

Edificios enfermos: su importancia e impacto en las empresas, (n.d), obtenida el 21 de octubre del 2007 de [http://www.accionse.cl/home/boletin\\_\(70\).html#TT](http://www.accionse.cl/home/boletin_(70).html#TT)



Evaluación del Deslumbramiento Molesto en Instalaciones Industriales de Iluminación Interior, (2001), obtenida el 19 de septiembre del 2005, de <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=908>

Frank Lloyd Wright, (n.d) obtenida el 20 de octubre del 2007 de <http://homepages.mty.itesm.mx/al980534/franklloydwright.html>

Iluminación de trabajo, (n.d), obtenida el 12 de octubre del 2007 de <http://www.jmcprl.net/GLOSARIO/ILUMINACION%20Y%20TRABAJO.htm>

Iluminación eficaz, calidad y factores humanos, (n.d), obtenida el 18 de octubre del 2007 de <http://www.herrera.unt.edu.ar/dllyv/publicaciones/manualeli/cap03.pdf>

Impacto sanitario en la iluminación, (n.d), obtenida el 18 de octubre del 2007 de <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=668>

Indicadores: Clasificación, (n.d), obtenida el 11 de diciembre del 2008, de <http://www.google.com.mx/search?hl=es&q=INIDCADORES+CLASIFICACION&meta=>

Indicadores de desarrollo sostenible urbano, (n.d), obtenida el 18 de octubre del 2007 de <http://www.eumed.net/tesis/jmc/cap03.pdf>

Influencia de la iluminación en la salubridad, (n.d), obtenida el 22 de <http://www.arqcon.com.ar/pprof/pptecnica.htm>

Instituto nacional de la infraestructura física educativa, (29 de agosto del 2008), obtenida el 25 de Septiembre del 2008 de <http://www.inifed.gob.mx/templates/normas.htm>

La luz en la arquitectura, su influencia sobre la salud de las personas, (n.d), obtenida el 22 de <http://www.tesisexarxa.net/TDX-0115103-121936/index.html>

La luz: un potente resorte para la exaltación sensorial, (n.d), obtenida el 22 de septiembre del 2005, [http://www.iguzzini.com/photos/highres/txt\\_incontroluce/Incontroluce9ES.pdf](http://www.iguzzini.com/photos/highres/txt_incontroluce/Incontroluce9ES.pdf)

Laboratorio de ambiente humano y vivienda, (n.d), obtenida el 26 de agosto 2007 de <http://www.cricyt.edu.ar/lahv/xoops/html/modules/freecontent/index.php?ide=10>

Louis Kahn: "Un espacio implica la conciencia de las posibilidades de la luz", (n.d), obtenida el 11 de Junio del 2008, de <http://www.arquimaster.com.ar/arquitectos/arqdestacado01.htm>

Luz constante y reloj biológico, (2003), obtenida el 22 de septiembre del 2005, de <http://www.solociencia.com/biologia/05041804.htm>



Luz Natural e Iluminación de Interiores, (n.d), obtenida el 18 de octubre del 2007 de <http://www.herrera.unt.edu.ar/dllyv/publicaciones/manualeli/cap11.pdf>

Patologías ambientales y edificios enfermos, (17 de septiembre del 2001), obtenida el 21 de octubre del 2007 de <http://www.revistainterforum.com/espanol/articulos/091701Naturalmente.html>

Procedimientos de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales, (n.d), obtenida el 18 de octubre del 2007 de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd49/aguilasoto.pdf>

Propuesta de indicadores para la sostenibilidad de las infraestructuras, (n.d), obtenida el 18 de octubre del 2007 de [http://www.ciccp.es/biblio\\_digital/Icitema\\_III/congreso/pdf/020504.pdf](http://www.ciccp.es/biblio_digital/Icitema_III/congreso/pdf/020504.pdf)

Sobre indicadores de sustentabilidad urbana y observatorios, (diciembre 2005), obtenida el 28 de noviembre del 2007 de <http://www.rniu.buap.mx/edit/revistas/contenido.php?id=68>

Teorías temáticas de la arquitectura, (3 de agosto del 2007) obtenida el 20 de octubre del 2007 de <http://www2.uiah.fi/projects/metodi/23k.htm>

Trastorno Afectivo Estacional (TAE), (junio 2001), obtenida el 19 de septiembre del 2005, de <http://www.carenewengland.org/body.cfm?id=170&chunkiid=23796>

### **Revistas**

CADMEXICO Centro de arquitectura y diseño, La luz como elemento constructivo, (febrero 2006), revista ambientes por obras N° 7, p 6, 64,70

Revista analítica de arquitectura, Ramón Vargas Salguero, Conceptos fundamentales de la práctica arquitectónica, (1988) pp. 13

### **Talleres**

Jorge Aguillón Robles, Curso-taller Soleamiento como herramienta de diseño, (2002), Facultad del Hábitat, Universidad autónoma de San luís potosí.

### **ALTITUD**

Distancia vertical a un origen determinado, considerado como nivel cero, para el que se suele tomar el nivel medio del mar. En la meteorología la altitud es un factor de cambios de temperatura puesto que provoca que se disminuya aproximadamente 1 °C cada 180 m.

### **AZIMUT**

Ángulo que con el meridiano forma el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o del globo terráqueo.

### **CAMPO VISUAL**

Espectro o área de observación del usuario dentro de criterios de acotación fisiológicos basados en el sentido de la vista así como en la relación de este con el resto de los sentidos (pues los sentidos rara vez funcionan de forma independiente en su totalidad).

### **CENIT**

Intersección entre la vertical del observador y la esfera celeste. Es decir: si se imagina una recta que pasa por el centro de la Tierra y por nuestra ubicación en su superficie, el cenit se encuentra sobre esa recta, por encima de nuestras cabezas. Es el punto más alto del cielo.

### **CIELO RASO**

Parte superior construida, del espacio arquitectónico con cualquier tipo de recubrimiento.

### **CICLOS CIRCADIANOS**

Ciclo de 24 horas, durante el cual se acoplan los ritmos biológicos y bioquímicas del hombre, que se repiten periódicamente.

### **COMFORT**

Estado subjetivo, de comodidad del usuario en un espacio determinado, basado en el saneamiento de las necesidades y requerimientos tanto del usuario como del espacio mismo, para la realización de una actividad dada, dentro de parámetros definidos.

### **COMPONENTE CELESTE**

Superficie del cielo visible, desde un punto considerado y en su ángulo medio de altitud (es decir la luminancia del cielo a ese ángulo). Tomando en cuenta tamaño y posición del vano o abertura, con el punto considerando espesor del marco del vano o profundidad de la abertura, existencia o inexistencia así como la calidad del cristal y la limpieza del mismo al igual que obstrucciones externas.

### **COMPONENTE DE REFLEXION EXTERNA**

Área de las superficies externas visibles desde el punto de vista considerado y reflectancia de estas mismas superficies.



### **COMPONENTE DE REFLEXION INTERNA**

Tamaño de la habitación en relación de las superficies de la pared, con respecto ala del vano o abertura y reflectancia de estas superficies interiores.

### **CONTRASTE**

Distinguibilidad entre dos superficies, objetos o elementos.

### **CRITERIOS FISIOLÓGICOS**

Son todas aquellas funciones orgánicas físicas del individuo, que se alteran ya sea de forma positiva o negativa, al interactuar con el espacio en cuestión.

### **CRITERIOS PERCEPTUALES**

Son todas aquellas funciones de apreciación del espacio por parte del individuo que interactúa en él, pudiendo ser dichas alteraciones positivas o negativas.

### **CRITERIOS PSICOLÓGICOS**

Son todas aquellas funciones de interrelación del espacio y de la psique del individuo que interactúa en él, pudiendo ser dichas alteraciones positivas o negativas en niveles de productividad y desempeño.

### **CROMOTERAPIA**

Utilización de los colores como elementos y/o herramientas que generen el bienestar del usuario tanto a un nivel psicológico como fisiológico.

### **DESLUMBRAMIENTO**

Exceso de reflexión lumínica, en los acabados del mobiliario y del contexto interno y externo del espacio arquitectónico, que ocasiona discomfort dentro de los usuarios del espacio arquitectónico al no permitir la correcta apreciación de los mismos por un contraste excesivo.

### **DIURNO**

Agrupación de horas según la existencia de la iluminación del sol, desde la aparición del sol hasta su puesta,

### **DOMOPATIA**

Problemática en el confort, o en aspectos psicológicos, fisiológicos o preceptuales del usuario al encontrarse dentro un espacio arquitectónico mal resuelto respecto de su contexto natural, respecto del uso que le de él usuario así como del tiempo y periodizad de permanencia en él.

### **ECOSISTEMICO**

Línea de pensamiento y estrategia metodológica que permite analizar y modelar el complejo sistema de interrelaciones entre dos más elementos.



### **EDIFICIOS ENFERMOS**

Problemática reconocida por la OMS desde 1986, como construcciones causantes de domopatias en sus distintos rangos, a los usuarios que emplean estas instalaciones tanto de forma prolongada como esporádica en los criterios fisiológicos, psicológicos o preceptuales.

### **EFEECTO NO OPTICO**

Son todos aquellos, que modifican ya sea de forma positiva o negativa, las funciones orgánicas del individuo, que interactúa con el espacio en cuestión, tales efectos van desde la fatiga, el estrés y el estado de ánimo hasta fenómenos complejos como los edificios enfermos, alteraciones en los ritmos biológicos y efectos graves en la salud del individuo.

### **EFEECTO OPTICO**

Son las modificaciones preceptuales, que sufre implícitamente el espacio, de manera positiva o negativa en el cual se modifica alguno de sus factores, en este caso el lumínico que varía desde la apreciación de sus dimensiones y proporciones, temperatura, grado de adaptabilidad del individuo, efectos y sensaciones.

### **FACTOR DE LUZ DIURANA PUNTUAL**

Cantidad de iluminación existente, en un punto establecido de trabajo a una altura de .80cm y a 2mts del vano o perforación analizar.

### **FOLLAJE PERENNE Y CADUCO**

El follaje de la vegetación es el resultado de la adaptación de la planta al medio ambiente circundante, por lo cual existen dos tipos principales de los cuales el diseñador por echar mano, el primero de ellos (perenne) mantiene sus hojas a lo largo de todo el año y entre sus principales representantes se encuentran las confieras, lo eucaliptos nogales y almendros por mencionar algunos, el segundo de ellos (caduco) mantiene sus hojas solo de forma estacional al llegar el invierno y lo recuperan en la primavera, dentro de sus principales representantes podemos encontrar el durazno, el abedul, el fresno americano entre otros.

### **FOTOMETRIA**

Referencia a la intensidad de la luz y los métodos para medirla.

### **GNOMOM**

Objeto alargado cuya sombra se proyectaba sobre una escala graduada para medir el paso del tiempo.

### **ILUMINACION EN ARQUITECTURA**

Es la cantidad de luz necesaria para satisfacer los requerimientos y necesidades físicas y psicológicas del usuario con la intensidad puntual necesaria según el tipo de actividad a realizarse, consiguiendo la integración y rompiendo la monotonía de los espacios interiores y exteriores



### **INCLINACION SOLAR**

Grado de inclinación con la que llegan los rayos solares a las orientaciones de la edificación la cual varía según la ubicación geográfica, la época del año y la hora expresada generalmente en grados.

### **INDICADOR**

Características de la realidad que se prestan a la medición, resultando de la definición operativa de un concepto (variable); que permiten traducir en términos concretos conceptos abstractos al relacionar el mundo de los conceptos con el mundo de los hechos.

### **LUMEN**

Unidad de medida estándar, para la iluminación natural, representada como (Lm) equivalente a una candela (cantidad de luz emitida por una vela), relacionada directamente con las dimensiones del espacio y por tanto expresada como Lm/m<sup>2</sup>.

### **MODELO**

Representación simplificada de la realidad, esquemática o conceptual, que representa una teoría o hipótesis de cómo dicho fenómeno funciona, organizando la información para un fin determinado.

### **NADIR**

Intersección entre la vertical del observador y la esfera celeste. Es decir: si imaginamos una recta que pasa por el centro de la Tierra y por nuestra ubicación en su superficie, el nadir se encuentra sobre esa recta, por debajo de nuestros pies. En dirección contraria se encuentra el cenit.

### **ORIENTACION**

Ubicar en el horizonte un rumbo geográfico, principalmente el oriente y con este relacionar la rosa de los vientos con el lugar en particular.

### **SOLEAMIENTO**

Cantidad de incidencia solar tanto vertical como horizontal en cada una de las orientaciones de la edificación (la cual varía según la ubicación geográfica, la época del año y la hora expresada generalmente en Lm/m<sup>2</sup>).

### **UNIFORMIDAD LUMINICA**

Homogeneidad en la distribución lumínica dentro del espacio arquitectónico, en luxes.

### **ORGANICISTA**

Orientación de la psicología de simplificar esquemas de pensamiento a través de la agrupación de términos, a fin de llegar a un abstracto de más sencillo entendimiento y de retención más extenso.

### **VANOS**

Perforación o articulación que permite el paso de la iluminación natural y ventilación al espacio arquitectónico.



**ACRONIMOS DE LA INVESTIGACION.**

<b>CAPFCE</b>	Comité administrador del programa de construcción de escuelas.
<b>CNA</b>	Comisión nacional del agua.
<b>DPCSD</b>	Departamento de Coordinación de Políticas y Desarrollo Sostenible.
<b>EPA</b>	Agencia de protección ambiental.
<b>FH</b>	Facultad del Hábitat.
<b>IECE</b>	Instituto Estatal de Construcción de Escuelas.
<b>IIPH</b>	Instituto de investigación y posgrado del hábitat.
<b>INIFED</b>	Instituto estatal de la infraestructura física educativa.
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud.
<b>OP</b>	Obras Públicas del municipio de San luís Potosí.
<b>OUL-SLP</b>	Observatorio Urbano local de San luís Potosí.
<b>SEP</b>	Secretaria de Educación Pública.
<b>SMA</b>	Sistema de Mejoramiento Ambiental.
<b>SAI</b>	Sociedad Americana de Iluminación.
<b>UASLP</b>	Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
<b>UNEP</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.



## INDICE DE CUADROS, TABALAS Y FIGURAS.

**Cuadro. 1.0** Metodología de investigación utilizada y resultados.

**Cuadro. 2.0** Análisis de las fuerzas en juego.

**Cuadro. 3.0** Actores significativos del proyecto.

**Cuadro. 4.0** Ecosistema del proyecto.

**Cuadro. 5.0** Marco estratégico del proyecto.

**Cuadro. 6.0** Tipos de vidrio en fachada.

**Figura. 1.0** Transmisión, reflexión y absorción de la luz.

**Figura. 1.1** Elemento trisitemico de calidad de la iluminación.

**Figura. 1.2** Corte y planta de ángulo de incidencia solar

**Figura. 1.3** Grafica de Evans, para la distribución del componente directo

**Figura. 1.4** Estimación del coeficiente de reflexión externa, basado en el sistema Evans.

**Figura. 1.5** Estimación del componente celeste, basado en el sistema Evans.

**Figura. 1.6** Orden de importancia de la luminosidad según la SAI.

**Figura. 1.7** Porcentaje de reflectancias por superficie según la SAI.

**Figura. 1.8** Protecciones a utilizar según orientación de la fachada.

**Tabla. 1** Coeficiente de reflexión interna.

**Tabla. 2** Factores de corrección para coeficientes de reflexión interna.

**Tabla. 3** Factores de corrección para la iluminación natural.

**Tabla. 4** Factor de reflexión en paredes.

**Tabla. 5** Niveles de iluminación para instalaciones educativas.

**Tabla. 6** Reflectancias por superficie.

**Tabla. 7** Factor de reflexión en piso.

**Tabla. 8** Factor de reflexión en cielo raso.

**Tabla. 9** Factor de reflexión en paredes.

**Tabla. 10** Factor de reflexión de distintos colores iluminados con luz blanca.



**Tabla. 11** Limite de deslumbramiento.

**Tabla. 12** Ganancia, control o bloqueo de la ganancia lumínica en fachada norte.

**Tabla. 13** Ganancia, control o bloqueo de la ganancia lumínica en fachada sur.

**Tabla. 14** Ganancia, control o bloqueo de la ganancia lumínica en fachada este.

**Tabla. 15** Ganancia, control o bloqueo de la ganancia lumínica en fachada oeste.

**Tabla. 16** Horario de asoleamiento por fachada.

**Tabla. 17** Ganancia, control o bloqueo de la ganancia térmica.

**Tabla. 18** Normativas, criterios y reglamentos aplicables a nivel local.

**Tabla. 19** Efectos psicológicos de los colores iluminados con luz blanca.

**Tabla. 20** Aspectos del color.

**Tabla. 21** Calificación de recintos basado en los indicadores de diseño.

**Tabla. 22** Puntuación y resultado de los recintos basado en los indicadores de diseño.

**Tabla. 23** Princip. Criterios de selección y requerimientos para la elaborar indicadores.

**Tabla. 24** Tipos de vidrio en fachada.

**Tabla. 25** Nuevas tendencias en el acristalamiento.

**Tabla. 26** Árboles y arbustos para protección y control solar.

**Tabla. 27** Enredaderas para protección y control solar.