



UNIVERSIDAD DE CHILE  
Facultad de arquitectura y urbanismo  
Seminario de licenciatura: Tecnología  
Profesora guía: Mirtha Pallarés Torres  
Estudiante: Diego Carvajal Jorquera

# **EVALUACIÓN DE CONFORT LUMÍNICO Y VISUAL APLICADAS EN SALAS DE ESPERA EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD PRIMARIA.**

## RESUMEN

Esta investigación tiene por objetivo general evaluar el desempeño de la variable iluminación natural relacionada a la habitabilidad que asegure el confort lumínico y visual aplicado en cuatro casos de estudios pertenecientes a la atención primaria ubicados en las comunas de Maipú y Santiago.

Se trata de una investigación de campo que permite recoger los datos mediante luxometrías siguiendo los lineamientos dictados por la Certificación de Edificio Sustentable CES de entornos sanitarios en los recintos de salas de espera y sus áreas adyacentes de acceso público.

La artículo consta de una evaluación cualitativa del desempeño lumínico de los espacios; el desarrollo de simulaciones con intervalos horarios, para un año completo, con el objetivo de predecir los patrones de distribución de la luz natural a través del tiempo, tomando en cuenta las condiciones climáticas y la operación de los edificios; la comparación de las evaluaciones cualitativas con los resultados cuantitativos de los modelos de simulación, con el objeto de evaluar el potencial predictivo de diferentes indicadores del desempeño lumínico; para posteriormente contrastar con la recomendación y definición de los indicadores del desempeño lumínico más adecuados para describir los niveles de confort lumínico que se pueden esperar en espacios iluminados naturalmente.

### Palabras clave:

Confort lumínico-visual, Iluminación natural, desempeño lumínico, salas de espera, Santiago.

## ABSTRACT

The purpose of this research is to evaluate the performance of the natural lighting variable related to habitability that ensures lighting and visual comfort applied in four case studies pertaining to primary care located in the communes of Maipú and Santiago.

This is a field investigation that allows data to be collected using luxometries following the guidelines dictated by the CES Sustainable Building Certification of sanitary environments in the waiting room areas and their adjacent public access areas.

The article consists of a qualitative evaluation of the lighting performance of the spaces; the development of simulations with hourly intervals, for a full year, with the objective of predicting the distribution patterns of natural light over time, taking into account the climatic conditions and the operation of the buildings; the comparison of the qualitative evaluations with the quantitative results of the simulation models, in order to evaluate the predictive potential of different indicators of light performance; to later contrast with the recommendation and definition of the most suitable light performance indicators to describe the levels of light comfort that can be expected in naturally lit spaces.

### Key words:

Habitability, lightning-visual comfort, natural lightning, performance daylight, waiting rooms, Santiago.

## I. INTRODUCCIÓN

La tecnificación de los servicios de salud y su prioridad en infraestructura innovadora, modernización de las sociedades en su más amplio espectro y la coyuntural crisis sanitaria del covid-19 han determinado un cambio notable que tiende a crear nuevos problemas de salud en la población, evidenciando una de las mayores preocupaciones por crear entornos saludables que favorezcan el bienestar de los pacientes y sus familias durante la estancia y espera en los espacios sanitarios a manera de concebir un ambiente confortable y más humanizado.

En la actualidad, se discute mucho sobre la importancia de los aspectos de diseño, percepción espacial, humanización y habitabilidad de los ambientes hospitalarios por sobre los enfoques justamente técnicos-médicos y tradicionales. (Cedres, 2000)

En ese sentido, Las malas condiciones de habitabilidad pueden exponer a las personas a una serie de riesgos para la salud. (OMS, 2012) Las personas pasamos cerca de un 80% del tiempo al interior de un edificio o en un ambiente confinado, actualmente en situación de pandemia ha aumentado a más del 90% (CES, 2020). De igual manera, recurrentemente han aumentado las visitas a los establecimientos de salud en todos sus niveles, cuyo edificio o instalación hospitalaria impacta en la salud, el bienestar y la productividad de sus ocupantes.

Todo debe establecerse desde el concepto global de la salud. Hanlon (1974) cita que "la salud pública se dedica al logro común del más alto nivel físico, mental y social de bienestar y longevidad, compatible con el conocimiento y recursos disponibles en un tiempo y lugar determinados; con el propósito de contribuir al desarrollo de la vida del individuo y de la sociedad" (p.1). Entendiendo así, tal como prodece del preambulo de la Constitución de la

Organización Mundial de la Salud (1946) que la salud no es solamente la ausencia de enfermedad, sino el estado de completo bienestar físico, mental y social del individuo.

La salud es un derecho fundamental, en la que el Estado provee una atención igualitaria y libre a la población, al mismo tiempo que consagra un sistema de carácter mixto, es decir, público y privado (Figueroa, 2013)

En Chile, según la encuesta de la Superintendencia de Salud (2011) la gran mayoría de sus habitantes pertenece al sistema de salud público, alrededor de 80% de la población mientras que únicamente 20% cuenta con un sistema privado de salud. Existe la presunción de que todo lo privado es bueno y eficiente y lo público dañino; con claras diferencias a nivel de la prontitud de las atenciones de urgencia, trato administrativo, y la calidad de la infraestructura.

A pesar de que el perfil de los usuarios del sector privado transan aspectos tangibles como lo es la infraestructura por sobre el trato humano, existe una clara diferencia de los afiliados al sector público, quienes sitúan sus expectativas de satisfacción en la calidad humana del personal de salud y la atención más allá de las comodidades que pueda tener un establecimiento de salud.



Figura 1. Sala de espera zona de pediatría. CESFAM Pdta. Michelle Bachelet. Fuente: Fotografía del autor.

En términos generales, el sub-sector de la salud y en particular los establecimientos hospitalarios de la red enfrentan diversos problemas, entre los que podemos mencionar los de habitabilidad acústica, higrotérmica, lumínica y el deficiente uso de la energía, que en muchos casos proviene de un mal diseño de los mismos. (Discoli, 1990).

Lo anterior en gran medida se debe al desempeño de la construcción y su arquitectura. El desempeño energético de un edificio incluye el uso de la energía, la eficiencia energética y el consumo energético, que determina la demanda y consumo de electricidad, sistema de calefacción y refrigeración de los recintos (Hattz, Saelzer, Hempel y Gerber, 2012).

Todo espacio debe ser habitable, que es aquel recinto sometido a la ocupación de personas, de forma sostenida o eventual, y con requerimientos de confort higrotérmico, acústico, lumínico y visual resultando en una demanda energética activa o pasiva para proveer estas condiciones de confort.

Según CES (2020) en una conferencia, las condiciones ambientales al interior de los recintos tal como el acceso a vistas de calidad del exterior mejoran la función mental y de memoria, que se ven mejoradas entre un 10% y 25%; y las hospitalaciones entre un 8% y 5% mas cortas.

Estadísticamente y según la misma fuente, los "sistemas" de iluminación aumentan la productividad en un 23%, con mejor ventilación en un 11%, y un 3% por control individual de la temperatura.

Sin embargo, resulta vital proveer la calidad del ambiente interior que asegure la comodidad lumínico y visual, por medio de un diseño pasivo y sustentable que asegure criterios de confort y energía, específicamente relacionado la luz natural, promoviendo el bienestar de las personas que lo habitan y de las nuevas generaciones (Castilla, Álvarez, Berenguel, Pérez, Rodríguez, Gúzman, 2010)

El confort lumínico es imprescindible para el desarrollo de una calidad de vida saludable: la luz es el mayor sincronizador del ritmo circadiano, que regulan las funciones fisiológicas de los organismos a partir de la segregación de la melatonina, hormona del cuerpo que juega un rol importante en la regulación del sueño-vigilia, y es la responsable de la sensación de somnolencia, temperatura corporal, presión arterial, entre otros procesos celulares, neuroendocrinos y neurofisiológicos vitales para controlar el reloj biológico interno del cuerpo, permitiendo una mejor calidad de vida y una sensación de bienestar humano (Wurtman, 1975).



Figura 2. Los relojes biológicos anticipan y adaptan nuestra fisiología a diferentes fases del día. <https://www.investigacionyciencia.es/noticias/nobel-de-fisiologia-o-medicina-2017-para-la-cronobiologa-15681>

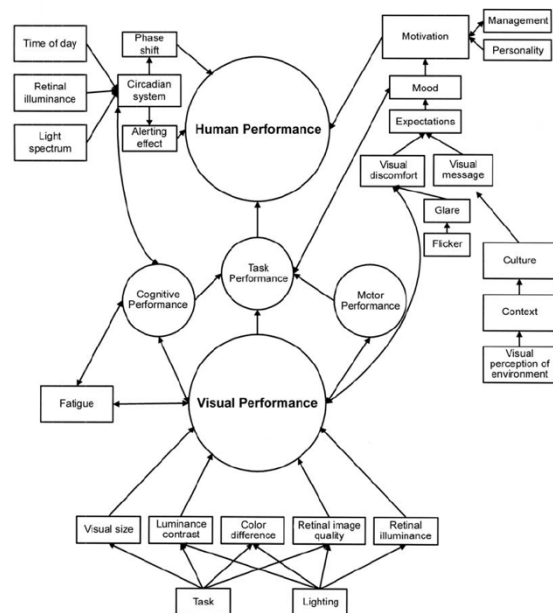


Fig. 3 A conceptual framework setting out the routes by which lighting can influence human performance. The arrows the direction of the effects (Boyce and Rea, 2001).

“La iluminación natural ha sido hasta el siglo XX parte integrante de la arquitectura, la aparición de la luz artificial provocó en cierta medida que fuera relegada a un segundo plano del proyecto. Sin embargo, la riqueza que aporta la luz natural a la arquitectura, unida a la necesidad de racionalizar el gasto energético de los edificios, la ha situado de nuevo en un lugar preferente a la hora de concebir el proyecto arquitectónico.” (Lechner; Norbert, 2001).

El acceso a la iluminación natural es una prioridad por sus beneficiosos aportes a la salud del paciente, en el que a partir de esta variable se generen espacios más agradables que tome en cuenta a los pacientes y al equipo médico. Tal como menciona Alexis Lagos (2019) en su seminario de licenciatura, la iluminación natural de los espacios que habita el ser humano tiene un rol protagónico en la salud y calidad de vida de este, se ha establecido que el organismo humano está sincronizado a luz solar y que esta produce beneficios psíquicos y bienestar en las personas (Rojas, 2017; Calvillo, 2010; Plummer, 2009; Navarro, 2018).

En consecuencia, cuando se ocasionan ciertas alteraciones en este “sensor biológico”, ciertas personas experimentan síntomas que podrían afectar directamente en su salud física y emocional. Por ende, un nivel reducido de luz solar pueden provocar trastornos, como los afectivos estacionales, alterando así el reloj interno del cuerpo y provocar sentimientos depresivos.

Complementando lo anterior, la luz solar puede actuar parecido a un antidepresivo natural, incrementando la motivación y así mismo mejorando el humor del individuo (Benedetti et al., 2001; Kliger y Levy, 2003; Keller et al., 2005).

Sin embargo, una iluminación deficiente contribuye a una baja calidad de vida, a padecer de deficiencias en el organismo y a una disminución de la serotonina

(neurotransmisor muy relacionado con el control de las emociones y el estado de ánimo) podría intervenir en provocar una depresión, en el estado de ánimo, así como interviniendo en los patrones del sueño y alteraciones en la rutina diaria. (Souza, 2019)

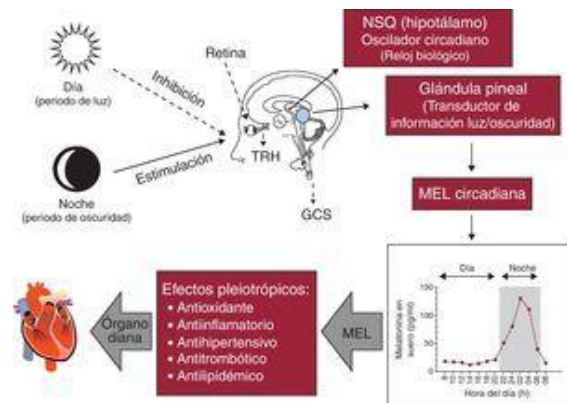


Figura 4. Regulación fisiológica de la melatonina por el entorno de luz/oscuridad detectado por la retina. Fuente: Revista española de cardiología. <https://www.revespcardiol.org/es-melatonin-and-cardiovascular-disease-myth-articulo-resumen-S0300893211008542?redirect=true>

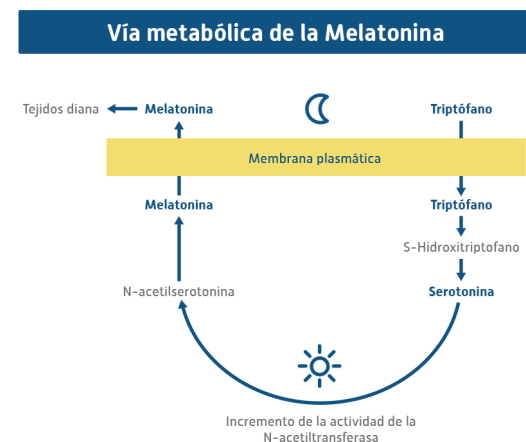


Figura 5. Vía metabólica de la melatonina. Fuente: Eapplus <https://www.eapplus.com/blog/que-es-la-melatonina-y-como-nos-ayuda-a-dormir-2/>

Dicho esto, la arquitectura como el arte que modifica el hábitat humano, no sólo debe integrar el ambiente construido y el entorno natural, sino también lograr espacios habitables, confortables y saludables, concibiendo un diseño pasivo bioclimático que se adapte a las situaciones externas ambientales, para así lograr el confort en el espacio interior (Edwards, 2006).

### ::: **Pregunta de Investigación:**

¿Cuál es la incidencia cualitativa y cuantitativa de la variable iluminación natural en la habitabilidad de los espacios de espera de los recintos de salud? ¿Cumplen estos espacios con los estándares mínimos de habitabilidad ligadas al confort lumínico y visual para asegurar el bienestar de las personas?

### ::: **Hipótesis:**

Las variables cualitativas y cuantitativas que contribuyen a la habitabilidad interior (aplicadas a nivel de certificaciones se centran en lumínico-visual) de los espacios de salud en Chile específicamente en establecimientos de atención primaria de la salud.

Dado la geometría, orientación, emplazamiento, materiales, entre otras variables es probable que estos establecimientos tengan un efecto desfavorable dado la distribución, direccionalidad e intensidad de la luz que ingresa a un espacio interior, motivo por el cual se evaluará con fichas de materiales y la incidencia de sus propiedades físicas las cuales dan mejor respuesta a la habitabilidad ligadas particularmente a la incorporación de la luz natural. Así mismo, las morfologías e infraestructuras innovadoras que permiten el innovador ingreso de luz natural y propiedades intrínsecas de los materiales, inciden de manera importante y permiten dar diversas soluciones a la conformación del espacio interior.

Entonces, a manera de hipótesis, se cuenta con los requerimientos necesarios básicos y mínimos de requerimientos técnicos actualizados aplicadas en la certificación LEED<sup>1</sup> y CES utilizadas en Chile centradas a la variable de iluminación natural de estos espacios dedicados al servicio de la atención primaria, como un modelo de salud que da respuestas al mundo moderno

### ::: **Objetivo general:**

**Comprobar** el desempeño de la variable iluminación natural las salas de espera en espacios de salud que asegure el confort lumínico-visual mediante el análisis de cuatro casos de estudio.

### ::: **Objetivos específicos:**

- **Conceptualizar** los términos de habitabilidad desde la iluminación natural y **caracterizar** los aportes de la iluminación natural a la salud de las personas.
- **Identificar** las variables, estándares, certificaciones y métricas estáticas y dinámicas de iluminación natural, y **seleccionar** casos estudio para el posterior análisis de las variables y métricas.
- **Comprobar** el desempeño lumínico-visual de los recintos, y **comparar** resultados para establecer estrategias básicas aplicadas a los casos de estudios en tanto al diseño del espacio interior.

*Nota: No fue posible la evaluación lumínica de certificación LEED debido a que el programa análisis de luz diurna solo ofrece un límite de dos tarjetas de puntuación LEEDv4, siguiendo IES LM-83.*

## II. **METODOLOGÍA**

### ::: **Enfoque teórico** | Primera parte

Esta parte consta de la revisión bibliográfica y de artículos para la indagatoria del estado del arte de iluminación natural en torno a subtemas: Salud, Habitabilidad y confort, dando a conocer los beneficiosos aportes de la iluminación natural y normativa que rige a los establecimientos de salud. Para ello se buscaron las bases de datos científicas y ponencias publicadas como tesis o manuales de evaluación. Revisión de catálogos de materiales con el fin de reconocer sus propiedades de reflectancia y transmitancia).

Así también se identifican magnitudes fotométricas y las metodologías de análisis cuantitativo: métricas estáticas y dinámicas para ser aplicadas en análisis de los resultados obtenidos en la simulación de gran exactitud.

### ::: **Trabajo de Campo** | Segunda parte

Esta parte recopila la información obtenida en en la Dirección de Obras Municipales (DOM) de Maipú y Santiago pudiendo así incorporar la información planimétrica de arquitectura, tales como plantas, elevaciones, cortes y ficha técnica.

En segundo lugar, se visitan los cuatro casos de estudio para generar un registro fotografico completo de la espacialidad del lugar, con el propósito de reconocer aspectos de color, mobiliario, materiales y dimensiones in situs; entrevistas a pacientes (Ver anexo 1) que describen aspectos psicoperceptuales de como perciben la iluminación natural en el lugar; y mediciones de iluminación en el lugar, que se realizan con un luxómetro modelo UT383 marca Unit-t (Ver anexo 6) en puntos estratégicos a las 12:00 del mediodía para obtener fotómetros de referencia -se excluyen puntos con iluminación artificial- para proceder a la calibración y posterior pruebas en el programa de análisis iluminación natural.

Para ello:

1. Se comprueba el calibrado de la fotocelda del luxómetro.
2. El instrumento se coloca a la altura de 1.2 m en puntos estratégicos, principalmente aquellos de ingreso de luz cenital o de muros cortinas.

### ::: **Enfoque práctico** | Tercera parte

Esta última parte consta de simulaciones por medio de dos softwares, Revit y LighStanza, el primero para el modelado y levantamiento volumétrico de las edificaciones; mientras que el segundo para el sometimiento del modelo a su comprobación lumínica-visual (cálculos de iluminación normal a nivel interior, modelado de productos de luz diurna, métricas anuales, análisis de deslumbramiento). Para ello:

1. Se realizan modelos de prueba para diferentes configuraciones de los parámetros de materiales, vistas, rangos de tiempo, fechas, entre otros.
2. Calibraciones en distintas calidades, y obtención de resultados finales.

### ∴ Selección de Casos

Los casos de estudio se ubican en la Región Metropolitana, Chile, ya que es donde existe una mayor tecnificación de los servicios de salud y un mayor avance tecnológico en las construcciones. Además, esto limita variables relacionadas principalmente a bases de datos del clima local (R.M. posee más est-climaticas).

En nuestro país existen tres niveles de atención, dependiendo de la complejidad de la atención y que pueden tener dependencia municipal o del Servicio de Salud respectivo. El enfoque de la investigación se centra en los servicios de **Atención Primaria**, que son los de primer contacto del tipo promocional, preventivo, curativo y de rehabilitación para la población inscrita. Estos muestran un creciente interés gubernamental como puerta de entrada a la salud, siendo aplicados en diversos países del mundo y que por lo demás, cada año se cuenta con nuevos centros de este tipo.

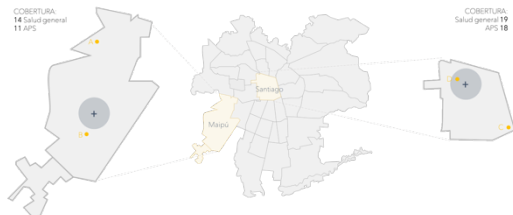


Fig. 5. Cobertura de establecimientos en Santiago y Maipú Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de planilla excel MINSAL 2014.

Se realizó una revisión aérea de los centros médicos en base al catastro de los establecimientos de salud de atención primaria en la planilla de MINSAL 2014. En base a criterios de: cobertura (que atiendan a una población a cargo de 2.000 entre 30.000 habitantes), de forma (como aquellos que cuenten con infraestructuras innovadoras en cuanto al ingreso de la radiación solar) y de ubicación (en que se consideraron las comunas de Maipú y Stgo, modelos centricos y periféricos, que son las que cuentan con mayor cobertura de establecimientos APS) se seleccionaron los referentes a Centros de Salud Familiar (CESFAM) enunciados a continuación:

#### Caso A: Centro de Salud Familiar CESFAM Dr. Iván Insunza (Mar de Chile 491, Maipú)



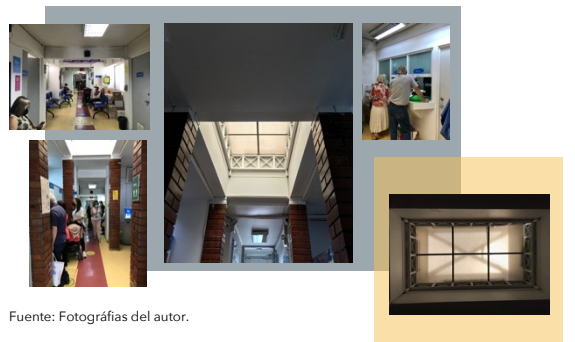
Fuente: Fotografías del autor.

#### Caso B: Centro de Salud Familiar CESFAM Pdta. Michelle Bachelet (Nueva San Martín 776, Maipú)



Fuente: Fotografías del autor.

#### Caso C: Centro de Salud Familiar CESFAM Padre Orellana (Padre Orellana 1708, Santiago)



Fuente: Fotografías del autor.

#### Caso D: Centro de Salud Familiar CESFAM Ignacio Domeyko (Cueto 543, Santiago)

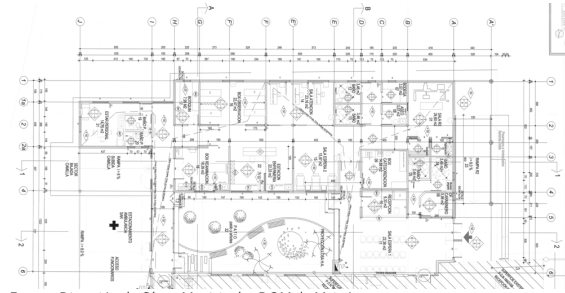


Fuente: Municipalidad de Santiago.



## ::: Planimetría | de los casos de estudio

### Caso A:



Fuente: Dirección de Obras Municipales DOM de Maipú.

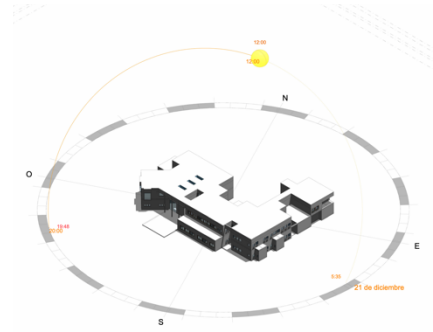
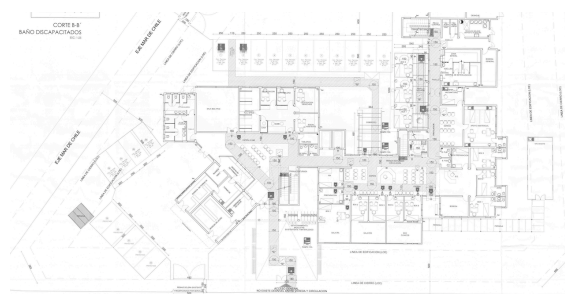


Figura 7. Modelo A Fuente: Elaboración propia a partir de planimetría obtenida en DOM.

### Caso B:



Fuente: Dirección de Obras Municipales DOM de Maipú.

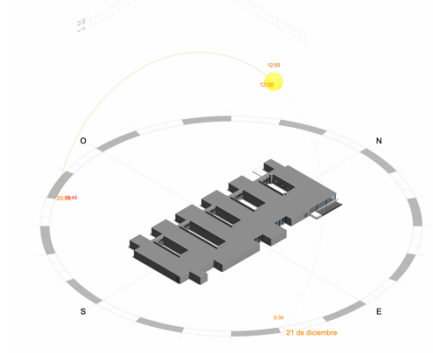
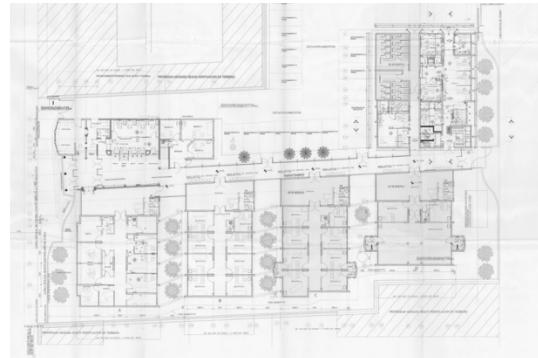


Figura 8. Modelo B Fuente: Elaboración propia a partir de planimetría obtenida en DOM.

### Caso



Fuente: Dirección de Obras Municipales DOM de Santiago.

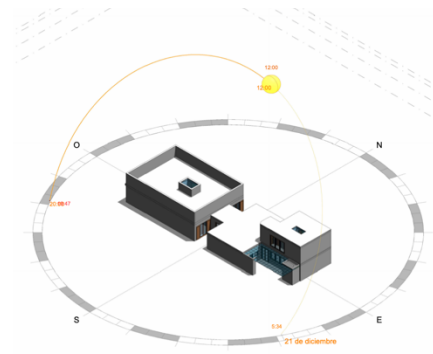
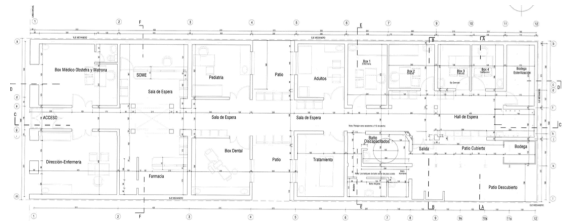


Figura 9. Modelo C Fuente: Elaboración propia a partir de planimetría obtenida en DOM.

### Caso D:



Fuente: Dirección de Obras Municipales DOM de Santiago.

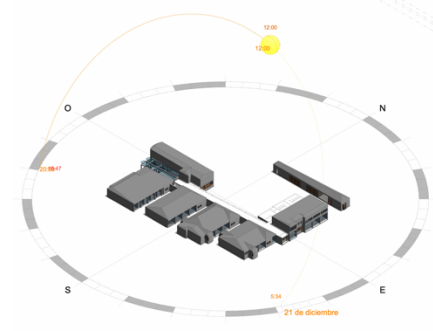


Figura 10. Modelo D Fuente: Elaboración propia a partir de planimetría obtenida en DOM.

### III. MARCO TEÓRICO

::: **Conceptos básicos** | iluminación natural

::: La Luz | Espectro electromagnético de la luz

La luz es tan solo una parte visible del espectro electromagnético que abarca la frecuencia infrarroja de onda corta (760nm rojo) y la radiación ultravioleta UV (380 nm violeta); lo que compone aproximadamente un 1% de la radiación solar (Köhler, 1959).

El término suele confundirse con el de iluminación, que se define como el flujo luminoso que incide sobre una superficie. (Mondelo, Gregori, barrau, 2016), esta posee dos componentes: la luz solar y el cielo luminoso, mediante la radiación directa e indirecta respectivamente (Mardaljevic, 2013).

Según Roldán (2016) la luz se emite mediante radiación directa del sol, sin fluctuaciones en su recorrido, y por medio de radiación indirecta del cielo, determinado por las condiciones climáticas del medio en que está, con ciertas variaciones en la dirección y dispersión de la luz solar, así como también, bajo condiciones en el cual es absorbida, reflejada y difractadas por partículas en suspensión, nubes, vapor de agua, gases, para finalmente ser devuelta al espacio o propagada como luz sola difusa en las superficies de los objetos, de acuerdo a los diversos fenómenos ondulatorios de la luz.

Según D'Alençon (2008) los fenómenos físicos de dispersión de la luz están definidos por: **reflexión, refracción, transmisión, difracción**, que por temas sintéticos serán definidos en la sección de anexos: glosario. Estos fenómenos actúan a nivel de confort lumínico y visual ya que tienen relación en el ingreso de luz a los espacios.

Figura 14. Diagramas de fenómenos de dispersión de la luz solar: reflexión, refracción y difracción. Fuente: Daniela Carter, 2018 en su tesis de Innovación y Generación de conocimiento.

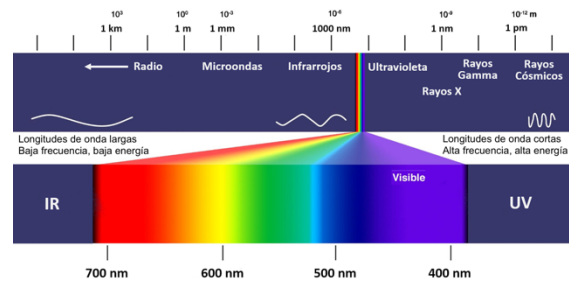


Figura 11. Espectro Electromagnético Fuente: <https://unmundointelectualblog.wordpress.com/2017/03/08/espectro-electromagnetico/>

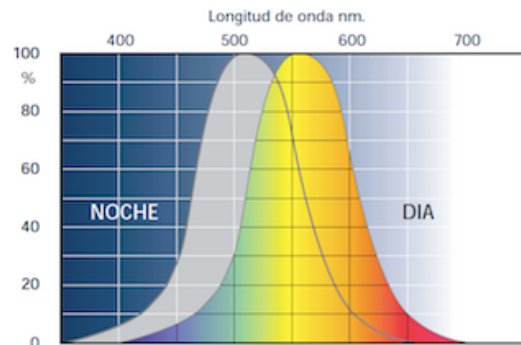


Figura 12. Curva media de la sensibilidad del ojo a las radiaciones monocromáticas. Fuente: Manual de iluminación INDAL.

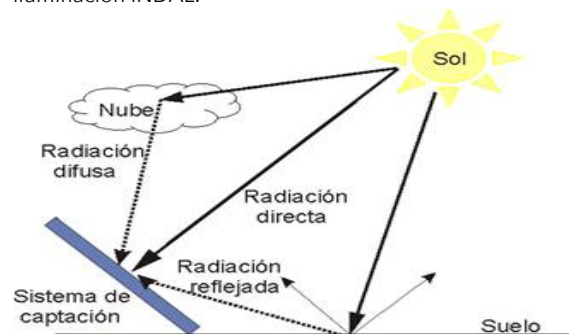
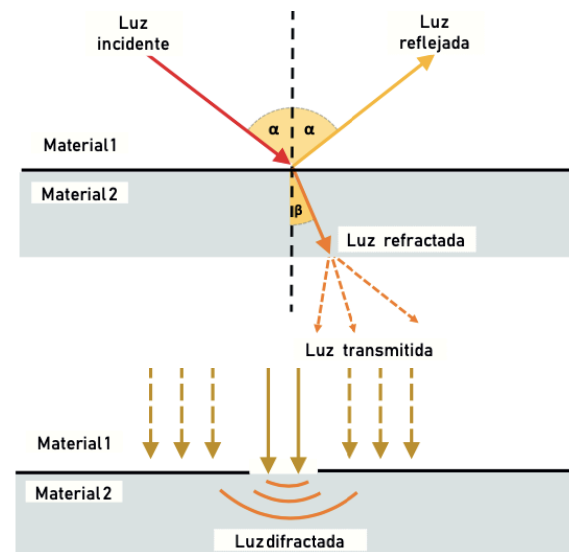


Figura 13. Componentes de la radiación solar terrestre. Fuente: monografías.com.



### ::: Habitabilidad | Confort lumínico y visual

El confort ambiental dice relación con el estado de percepción subjetivo del habitante que expresa un bienestar, salud y comodidad hacia el ambiente en que se habita, sin que exista alguna distracción o molestia que perturbe la actividad de las personas. Este concepto tan subjetivo está parametrizado científicamente clasificándose en diferentes tipos de confort, tantos como sentidos tenemos; el confort térmico, el confort acústico, el confort visual, entre otros. En síntesis, el confort ambiental vincula y considera los aspectos propiamente lumínicos que posee un espacio, y sus aportes beneficiosos para la salud.

El confort lumínico es imprescindible para el desarrollo de múltiples condiciones de vida saludable: la luz influye en los ritmos circadianos que regulan las funciones fisiológicas de los organismos a partir de la segregación de melatonina, hormona responsable de la sensación de somnolencia, temperatura corporal, presión arterial, entre otros procesos celulares de carácter neuroendocrinos, neurofisiológicos vitales para la vida y sensación del bienestar humano, porque permite desarrollar con regularidad sus actividades (Carter como citó a Wurtman, 1975, pp.16).

El confort visual, por su parte, es la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con las condiciones de iluminación interior, de forma tal que permitan cubrir las necesidades de trabajo y la salud de las personas. Y esta debe estar acorde a la funcionalidad de cada espacio. (CES, 2020)

Es importante mencionar que, el confort lumínico difiere del visual, el primero se relaciona con aspectos físicos, fisiológicos o psicológicos vinculados a la iluminación natural, mientras que el segundo se refiere a los niveles de contraste y de las variables de luminancia dentro de este espacio (Behrens, 2013).

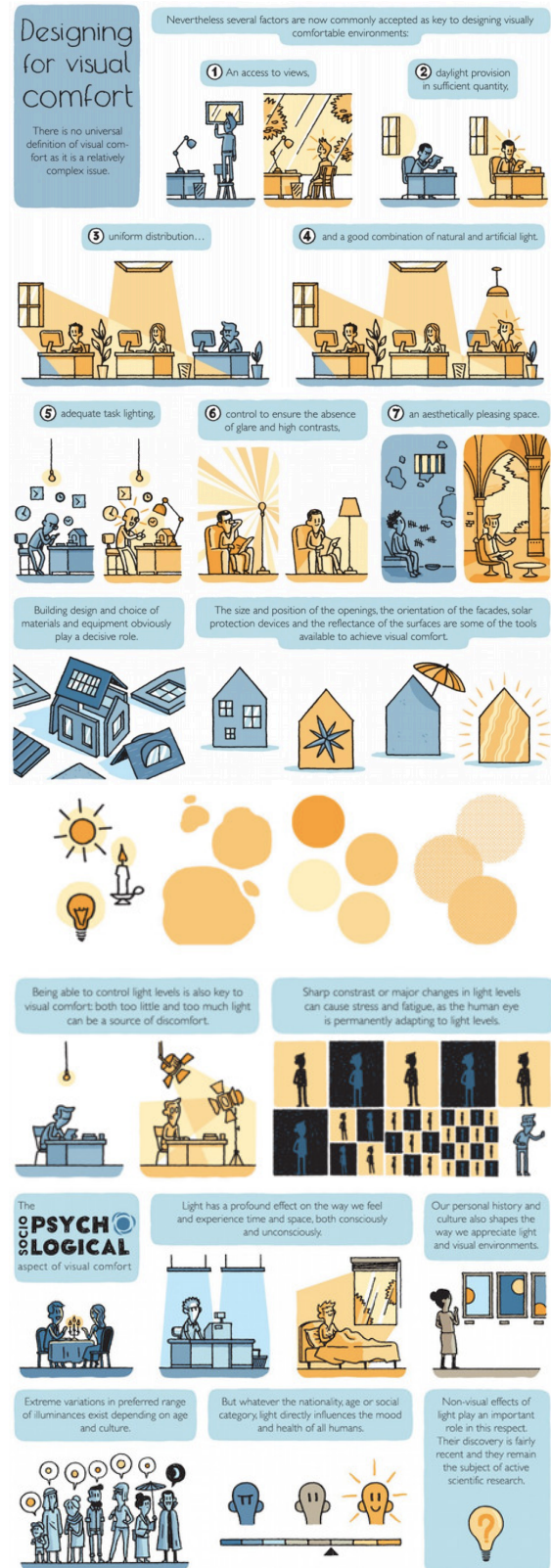


Figura 15. Diseño para confort visual / aspectos de confort visual. Fuente: ilustraciones por Elisa Géhin, imagen de Saint-Gobain.

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/911593/consejos-utiles-para-garantizar-el-confort-visual-en-el-diseno-arquitectonico>

El deslumbramiento se produce cuando la alta intensidad de la luz penetra en el ojo y la los tejidos de la retina no son capaces de regenerarse, a la velocidad adecuada. (Morente, s.f.) Esto implica que no hay paso del impulso nervioso al nervio óptico por lo que no se transmite nada al cerebro.

Existen dos tipos de deslumbramiento:

- **Deslumbramiento molesto** que produce fatiga
- **Deslumbramiento perturbador** que incapacita por un instante la visión

En cuanto a la forma de producirse pueden ser:

- **Directo:** proviene de las lámpara, luminarias, etc
- **Reflejado o indirecto:** producido por reflectancias elevadas de las superficies de alrededor.



**VISUAL COMFORT OR DISCOMFORT CAN BE ASSESSED BY MEASURING ILLUMINANCE LEVELS, I.E. ALL THE LUMINOUS POWER THAT REACHES IN A GIVEN POINT.**

Figura 16. Incomodidad visual puede ser causado por altos niveles de iluminancia. Fuente: ilustraciones por Elisa Géhin, imagen de Saint-Gobain. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/911593/consejos-utiles-para-garantizar-el-confort-visual-en-el-diseno-arquitectonico>

Es preciso considerar el aporte de la luz natural al interior del recinto de manera de proveer el confort visual pasivo, que asegure la entrada de luz natural mediante transparencias y el diseño de la arquitectura.

*Hoy en día es posible garantizar la iluminación natural (sabiendo controlar su incidencia en espacios), brindar confort térmico (asegurando la ventilación adecuada), ofrecer un paisajismo interior y exterior mediante el contacto físico y visual de terrazas y jardines (garantizando que no habrá riesgo de infección y contaminación para los pacientes), controlar el ruido (para que los espacios de recuperación sean más silenciosos). (Rojas, 2019, p.2)*

Para garantizar el comportamiento idóneo de estos espacios regularmente ocupados deben tener iluminación natural que estén en un rango entre 100lx y 2000lx, para las instalaciones hospitalarias, y ha de considerar algunas características de distribución que permitan esta iluminación natural, ya sean mediante el dimensionamiento de ventanas, distribución de los interiores, consideraciones de las alturas de las ventanas, considerar particiones y envolventes transparentes, de modo que permitan que la iluminación entre por la fachada de manera bajo condiciones y requerimientos previamente establecidos.

Según Meneses:

*El concepto de iluminación natural obedece a una práctica arquitectónica en la cual se logra iluminar un espacio a partir de la luz proveniente del sol. Debido a esto la iluminación natural implica el tratamiento de elementos de diseño arquitectónico en los cuales la luz natural, se convierte en un elemento susceptible de ser manipulado mediante dispositivos que permiten controlar el ingreso de la luz solar al interior de los espacios, caracterizándolos en función de la calidad de la iluminación lograda. (Meneses, 2015, p. 34)*

### ::: Métodos Estáticos

Este método de análisis de iluminación natural son lo que basan en cálculos mas específicos para una fecha y hora puntual, generalmente considerando condiciones de cielo estándar. Los indicadores de este tipo mas recurrentes son la Iluminancia, que en términos simples, es la medición de la iluminación interior, y el Factor de Luz Diurna (FLD), que relaciona el nivel de iluminación interior con el exterior.

En ese sentido, la iluminancia (E) es un índice que representa la forma de medir el nivel de iluminación interior en un lugar determinado, Roldán (2017) lo define como “la relación de flujo luminoso que recae sobre una superficie y el área de la misma.” Su unidad de medida es el lux (lx), que equivale a un lúmen/m<sup>2</sup>.

A su vez, es importante recalcar diferencia entre iluminancia y luminancia, la que refiere a la luz que llega al ojo humano, ya sea en forma directa desde la fuente luminosa o reflejada por un cuerpo. En términos formales, la luminancia se define como la relación entre la intensidad lumínica y la superficie proyectada aparentemente vista por el ojo humano en una dirección específica. (Ordoñez, 2021) (Lagos, 2020).

En el espectro de la iluminación natural, pues se trata comúnmente de luz solar directa o difusa que ingresa por los vanos en muros o cielos e incide sobre la superficie en estudio, o simplemente la luz que llega a esta área reflejada por otras superficies.

### ::: Métodos Dinámicos

Con el objetivo de mejorar las limitaciones que ofrecen los métodos estáticos es que se han venido desarrollando avances con distintos enfoques, que dan lugar a los métodos dinámicos en los que destaca el Modelado de Luz Diurna con Base en Datos Climáticos (CBDM, *Climate-Based Daylight Modeling*), o también como las métricas anuales de desempeño de luz diurna.

Estos métodos consideran las condiciones ambientales variantes del entorno en un rango horario hora a hora durante todo el año. Estos cuentan con una base de información de datos climáticos horarios (los archivos de datos climáticos horarios suelen ser representativos del sitio), por ello, este método es considerado uno de los más capaces de evaluar de manera dinámica bajo las condicionantes y variables. (Ordóñez, 2021).

Estos métodos ofrecen predicciones de indicadores absolutos, por ejemplo basados en la iluminancia, que son sensibles a la ubicación del edificio, a su forma y orientación. (Ordóñez, 2021).

A modo general, los principales métodos de análisis dinámicos incluyen la Autonomía de Luz Diurna DA, la Exposición Solar Anual ASE, y la Iluminancia Útil de Luz Diurna UDI, cuyas definiciones se enuncian en anexos: glosario.

Entre las etapas de la investigación más importantes se encuentran las siguientes:

1. Evaluación cualitativa del desempeño lumínico de los espacios.
2. Desarrollo de simulaciones con intervalos horarios, para un año completo, con el objetivo de predecir los patrones de distribución de la luz natural a través del tiempo, tomando en cuenta las condiciones climáticas y la operación de los edificios.
3. Comparación de las evaluaciones cualitativas con los resultados cuantitativos de los modelos de simulación, con el objeto de evaluar el potencial predictivo de diferentes indicadores del desempeño lumínico.
4. Recomendación y definición de los indicadores del desempeño lumínico más adecuados para describir los niveles de confort lumínico que se pueden esperar en espacios iluminados naturalmente.

## ::: Normativa y Certificaciones | ¿Qué recoge la norma?

Las certificaciones de sustentabilidad **LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design, 1993) es un sistema para certificar el diseño, la construcción y la operación de proyectos ambientalmente sostenible y **CES** (Certificación de Edificio Sustentable, 2014) es un sistema nacional que permite evaluar, calificar y certificar el comportamiento ambiental de edificios no residenciales en Chile, tanto nuevos como existentes, sin diferenciar administración o propiedad pública o privada aplicadas en nuestro país. Recientemente se han incorporado instalaciones hospitalarias cuyo apadrinamiento puede evaluar si cumplen con aquellos estándares propuestos por las mismas. Entre los años 2016 y 2017 se desarrolló un modelo "CES hospitales" avanzando continuamente en pilotos para mejorar dicho modelo.

Estas certificaciones asumen criterios y énfasis locales, reconocimiento del territorio nacional con un enfoque en la calidad del ambiente interior y diseño pasivo. Por ejemplo, hacia el sur por la latitud ha de considerarse la iluminación natural en meses de asoleamiento, acondicionamiento energético y calidad del aire.

El nivel mínimo de iluminancia está relacionado al tipo de actividad que se lleva a cabo en cada tipo de espacio. Es decir, por ejemplo, para espacios de circulación, se suele especificar valores mínimos en torno a los 100 lux, mientras que en espacios de estudio o de trabajo en aulas u oficinas se suele recomendar valores mínimos a los 300 y 500 lux (según NCh.Elec.4:2003).

En cuanto al recinto en estudio (salas de espera), diversas fuentes digitales y artículos web (Hospitecnia, 2016); (LEDBox, 2012); (GreenCenter, 2021) recomiendan valores entre 300 - 600 lux para un recinto de sala de espera en un entorno sanitario. Sin embargo, el Manual CES Hospitales, establece iluminancias mínimas de 200 lux para salas de espera, salas de personal y pasillo, así mismo la norma europea UNE 12464.1 que trata sobre iluminación para interiores y que recomienda el cumplimiento cuantitativo y cualitativo de los niveles de luz en cuanto al confort visual y al rendimiento de los colores.

En cuanto a la asociación gremial Cámara Chilena de la Construcción CChC, bajo el art. 11.3.2 que establece "el nivel mínimo según el tipo de local y tarea en él que se desarrolle, se determinará de acuerdo a lo señalado en la tabla N° 11.25" cuya tabla determina valores de iluminancia mínimas de 200 lux para salas de espera y 100 lux para pasillos en recintos educativos y asistenciales.

En tanto con el fin de proveer vistas de calidad al exterior, el Manual de Evaluación y Calificación "CES Hospitales" enuncia que el acceso visual al exterior debe ser al menos un 80% para habitaciones de hospitalización y cuidados intermedios, incluyendo las habitaciones en las unidades de cuidado o tratamiento intensivo. Para ello se considerará como vista al exterior el requerimiento de presencia de naturaleza (flora) o cielo, movimiento o distanciamientos de al menos 7.5 metros del exterior. CES (2020).

(ver anexo, p.37)

∴ **Estudio de Materiales** | parámetros

Para el análisis de la iluminación natural de los establecimientos de salud fue necesario identificar algunas propiedades físicas intrínsecas de los materiales utilizados en muros, pisos, ventanas y puertas, de manera de que los resultados del estudio sean más exacto y próximo a la realidad.

En los modelos se utilizaron los materiales que son indicados en la tabla 1, 2 y 3, en base a las propiedades de los dos priemros mencionados en la investigación "Caracterización geométrica y lumínica de los atrios incorporados en los edificios de Santiago de Chile" de la docente Jeanette Roldán:

Material	Espesor	Transmitancia	Reflectividad
Vidrio	10 mm	0,85	0,08
Hormigón armado	200 mm	0,00	0,28

Fuente: Elab. propia a partir de la revisión Roldan (2016).

Entre otros materiales empleados en el diseño de las edificaciones se encuentran los que se detallan a continuación, cuyos datos fueron obtenidos en fichas de catalogos de fabricantes y marcas típicamente conocidas, como Alumisan y Budnik (Ver anexo p.34-35)

Material	Espesor	Transmitancia % sin color
Polycarbonato Alveolar	32 mm	0,38

Fuente: Elab. propia a partir de ficha técnica (Anexo 3).

Este es utilizado en los lucernarios que permiten el ingreso de luz cenital al espacio interior.

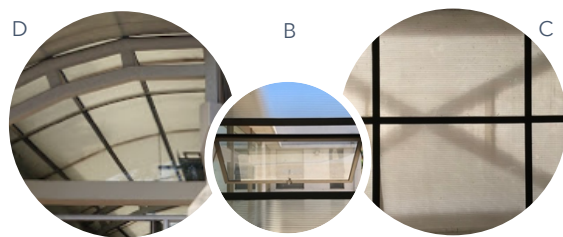


Fig. 17. Planchas policarbonato alveolar en casos estudio. Fuente: Fotografías del autor.

Baldosa Microvibrada de alta compresión en formato 40x40, es fabricada con base cemento gris o blanco. Este tipo de baldosas es utilizado principalmente en interiores, ya que es de fácil limpieza debido a su terminación pulida, exenta de porosidades, mientras que para exteriores otorgan relieve a su superficie entregando mayor resistencia al desplazamiento en un pavimento firme y antideslizante.

Material	Dimensión	Reflectancia Solar
Baldosa microvibrada	40x40	0,67

Fuente: Elab. propia a partir de ficha técnica (Anexo 4).

La capa del color, se encuentra formada por granulados de mármol, proporcionando a la baldosa una gran resistencia al desgaste.

La baldosa microvibrada lisa posee una gran gama de colores y diseños, los empleados en los casos de estudio son "rojo poroto", "amarillo arena" "crema fondo blanco" y "blanco grano arroz".

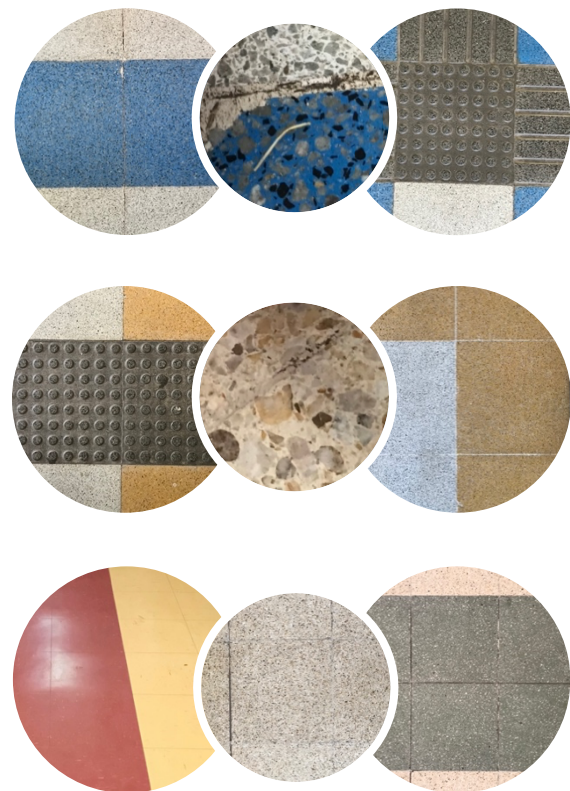


Fig. 18. Baldosas microvibradas en casos de estudio. Fuente: Fotografías del autor.

### ⋮ Configuración de Software | LighStanza

La aplicación seleccionada LighStanza (Version 4.75.4) utiliza el Revit Plugin (Version 6.2.1) para la exportación y uso del servidor de la nube del programa que genera los resultados. Este puede realizar cálculos técnicos y complejos por medio del motor Radiance (Version 5.2) en una versión de prueba gratuita del programa para estudiantes. Configurado con los ajustes de evaluación sugeridos por CES Hopitalés que detallan los criterios de desempeño lumínico. Algunos de ellos son enunciados a continuación:

- **Sitio:** La ubicación de los modelos son georeferenciados desde su dirección actual, la estación climática se configura de manera automática, que asigna una *Climate Station* más cercana al emplazamiento. El ángulo del norte está determinado por la orientación real del proyecto.
- **Grilla de iluminancia:** Rejilla horizontal a una distancia de 1.20 m sobre el suelo (altura visión del observador sentado), con una separación de 610 mm.
- **Materiales:** Según sus propiedades físicas anteriormente mencionadas.
- **Fecha y hora:** Se utilizan los periodos de solsticio de verano (21 de diciembre) ya que es cuando el sol alcanza su máxima declinación proyectando así la máxima latitud geográfica de la tierra y este será el día con mayor número de horas de luz del año y solsticio de invierno (21 de junio) que es cuando uno de los polos terrestres alcanzan su inclinación más distante del sol.
- **Periodo y ocupancia:** Se considera un periodo anual desde el 01 de enero al 31 de diciembre, en el horario de 08:00 a 18:00 que funcionan CESFAM.
- **Condiciones de cielo:** Se emplea bajo condiciones de cielo estandar.
- **Escala gráfica:** Se utiliza las escalas por defecto de diferentes colores de esquema para cada métrica.

- **Análisis de deslumbramiento y brillo luminoso:** Rejilla a una altura del observador 1.60 m, ubicado en el punto crítico de reconocimiento del mayor DGP en el año.

The screenshot displays the LighStanza software configuration interface, organized into several sections:

- Sky Conditions:** Features three icons: a sun, a sun with a bar chart, and a cloud.
- Date and Time:** Shows a time range of 12 PM - 2 PM. Below this is a calendar grid with months (Jan to Dec) and days (1 to 31). The date 21 is highlighted.
- Metrics:** Includes buttons for ASE, sDA, sDS, Average, cDA, DA, and UDI.
- Period and Occupancy:** Shows a date range from Jan 01 to Dec 31. A horizontal slider is set between 8 AM and 6 PM. A "Reset to Default" button is present.
- Thresholds:** Lists several metrics with their respective values:
  - illuminance Target: 300 lux
  - UDI Illuminance Range: Low: 100 lux, High: 3000 lux
  - Use UDI Time Threshold:
  - sDA Time Threshold: 50 %
  - ASE Time Threshold: 250 hours
- Finder Settings:** Includes a search for glare in the area enclosed by the illuminance grid. The settings are: Sala de Espera A25, 1.60 m above the floor, and at points separated by 600 m.

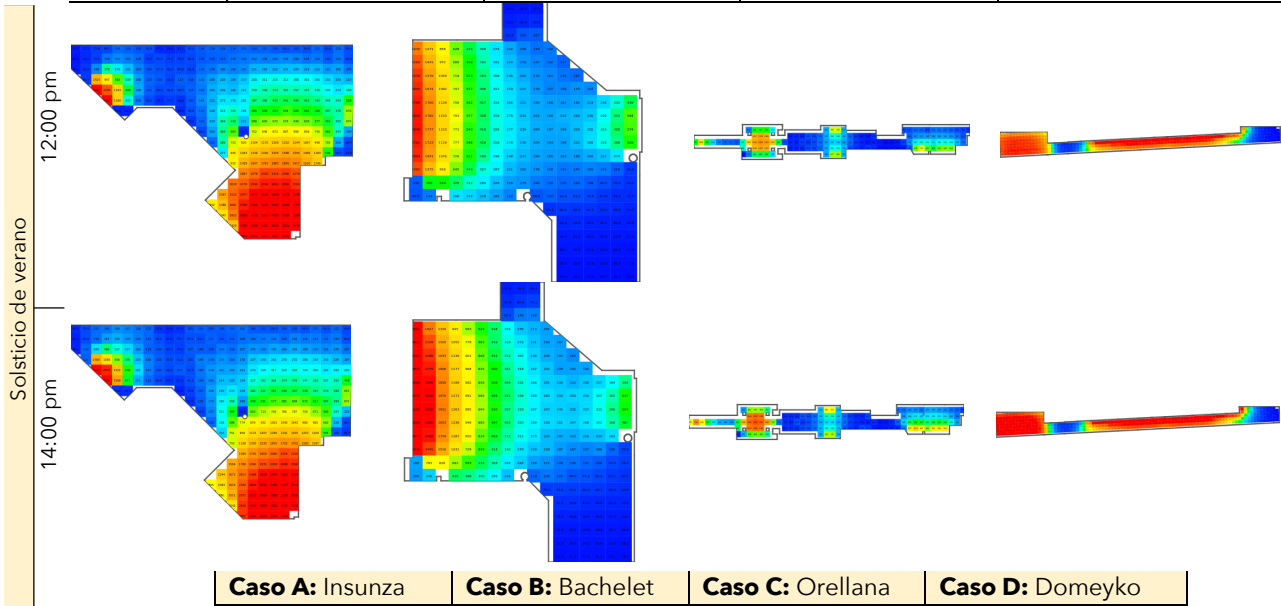
Figura 19. Configuración del software. Fuente: Capturas de LighStanza.



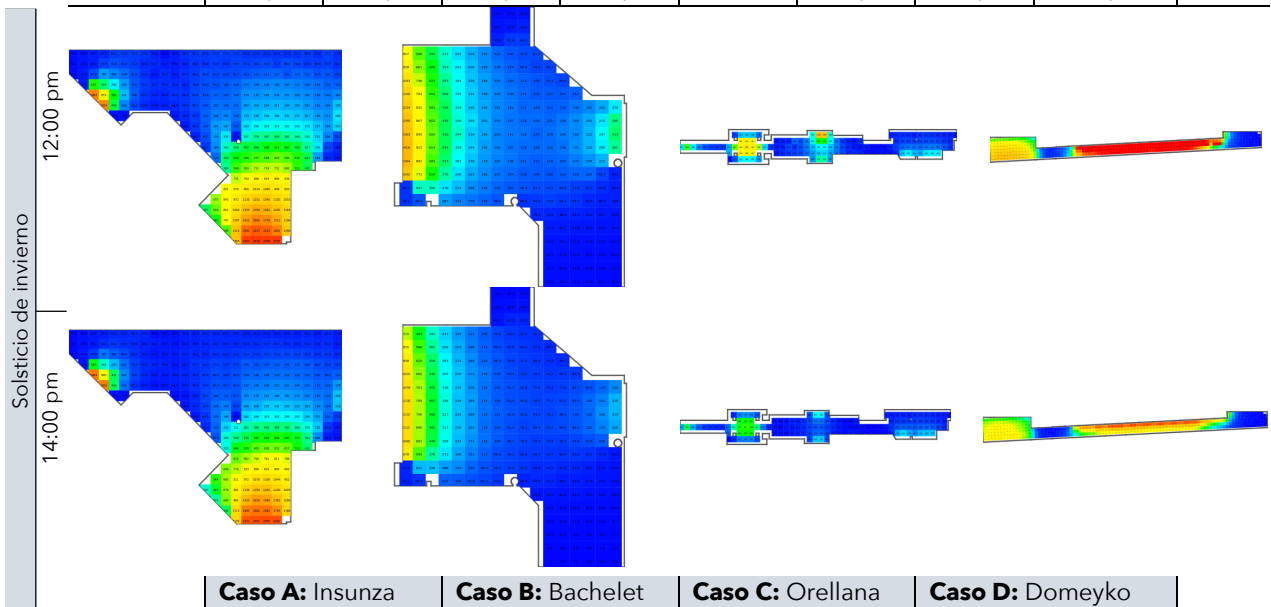
#### IV. RESULTADOS

::: Iluminancia | por método de cuadrícula

	<b>Caso A:</b> Insunza $\uparrow$ N	<b>Caso B:</b> Bachelet $\uparrow$ N	<b>Caso C:</b> Orellana $\uparrow$ N	<b>Caso D:</b> Domeyko $\uparrow$ N
Área	105	88	65,7	152,3
Nº sensores	292	229	137	360

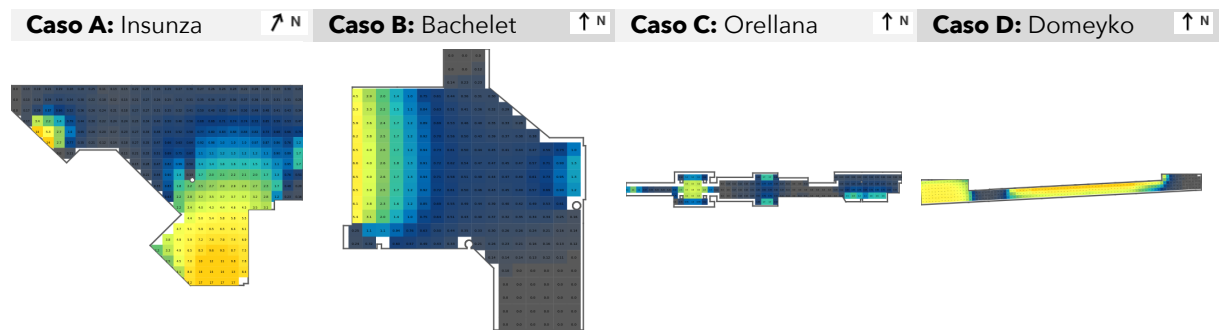


	<b>Caso A:</b> Insunza		<b>Caso B:</b> Bachelet		<b>Caso C:</b> Orellana		<b>Caso D:</b> Domeyko		hrs.
	12:00	14:00	12:00	14:00	12:00	14:00	12:00	14:00	
Promedio	967,6	839,8	424,2	667,9	312,9	419,3	1857,8	2303,5	lux
Prom./mín	36,6	20,8	28,4	36,2	24	20,4	182,2	141,7	lux
Máximo	7172,2	7370,7	2845,6	5131,0	1696,4	2268,6	5365,6	5892,4	lux
Mínimo	26,4	40,3	14,9	18,5	13	20,5	10,2	16,3	lux



	<b>Caso A:</b> Insunza		<b>Caso B:</b> Bachelet		<b>Caso C:</b> Orellana		<b>Caso D:</b> Domeyko		hrs.
	12:00	14:00	12:00	14:00	12:00	14:00	12:00	14:00	
Promedio	373,2	316,1	232,6	170,4	206,8	110,6	2735,8	729,7	lux
Prom./mín	32,1	32,5	24,6	28,7	22,5	21,9	388,9	194,8	lux
Máximo	2518,4	2350,1	1416,4	1117,5	1309,1	555,4	10981,7	2321,8	lux
Mínimo	11,6	9,7	9,4	5,9	9,2	5,1	7,0	3,7	lux

Factor de Luz Diurna | Average Illuminance

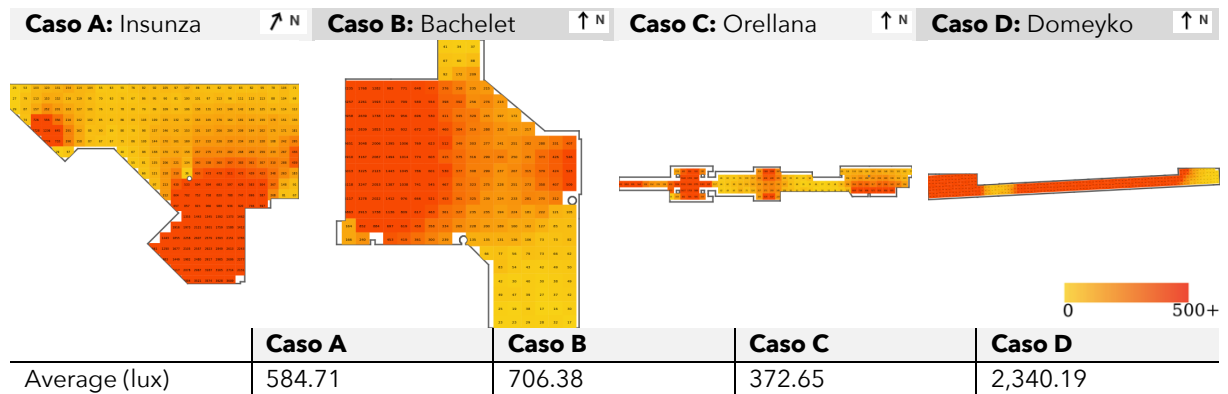


	Caso A	Caso B	Caso C	Caso D	
Promedio	2,2%	1%	0,7%	4,15%	%
Prom./mín	33,8	28,3	21,9	184,9	
Máximo	17,2%	6,6%	3,8%	11,8%	%
Mínimo	0,1%	0%	0%	0%	%

Los cielos de clima estándar tienen propiedades de cielo variable. El círculo naranja (☉) representa la irradiancia normal (ej. la luz desde el disco del sol). El círculo celeste (☁) representa la irradiancia horizontal difusa (ej. la luz del cielo). (Los valores están en  $W/m^2$ ).

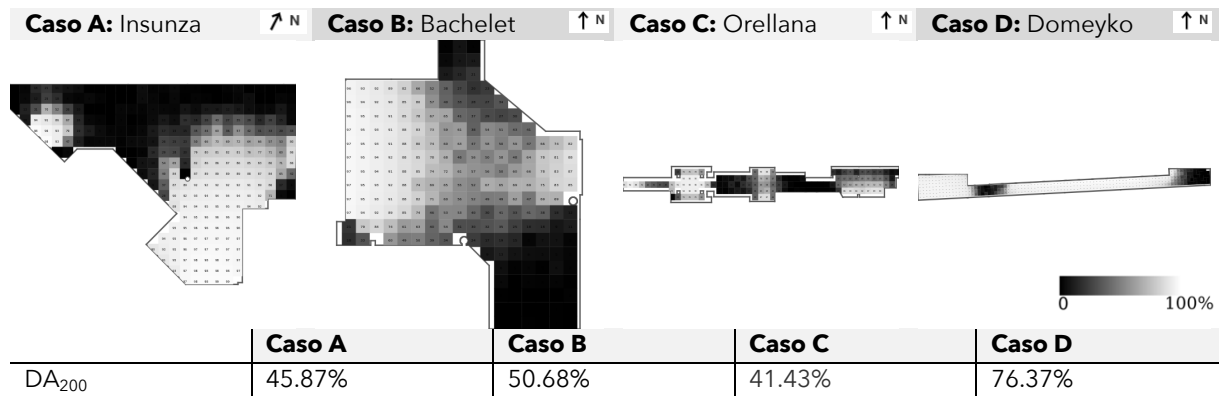
## ::: Iluminancia Anual

### ::: Promedio de Iluminancia | Average Illuminance



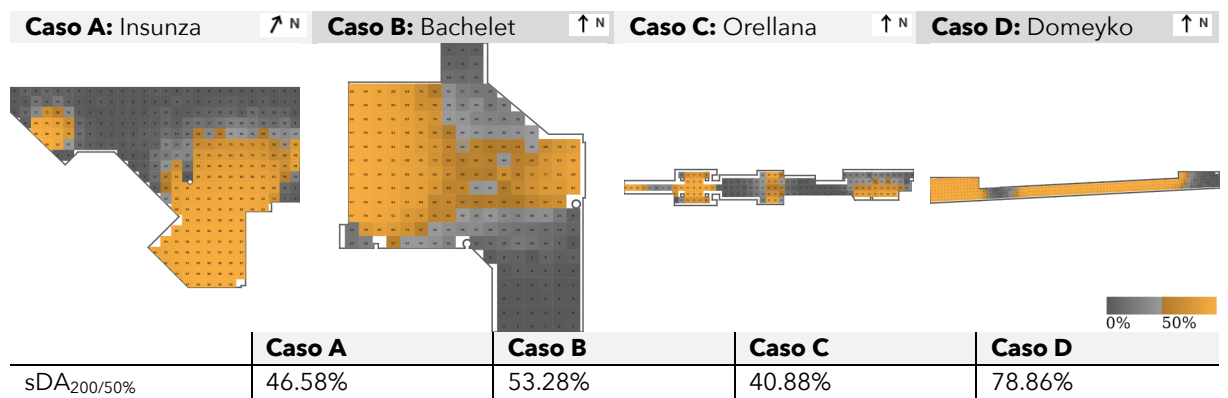
Este valor representa el promedio de iluminancia medido en lux.

### ::: Autonomía de Luz Diurna | DA, Daylight Autonomy



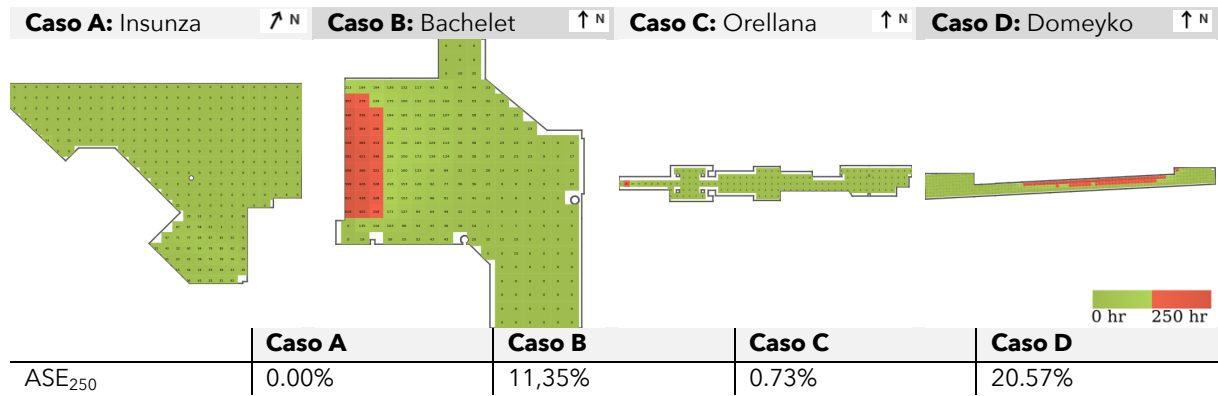
Este valor representa el porcentaje del promedio de las horas de ocupación que exceden o son iguales a 200lux.

### ::: Autonomía Espacial de Luz Diurna | sDA, Spatial Daylighting Autonomy



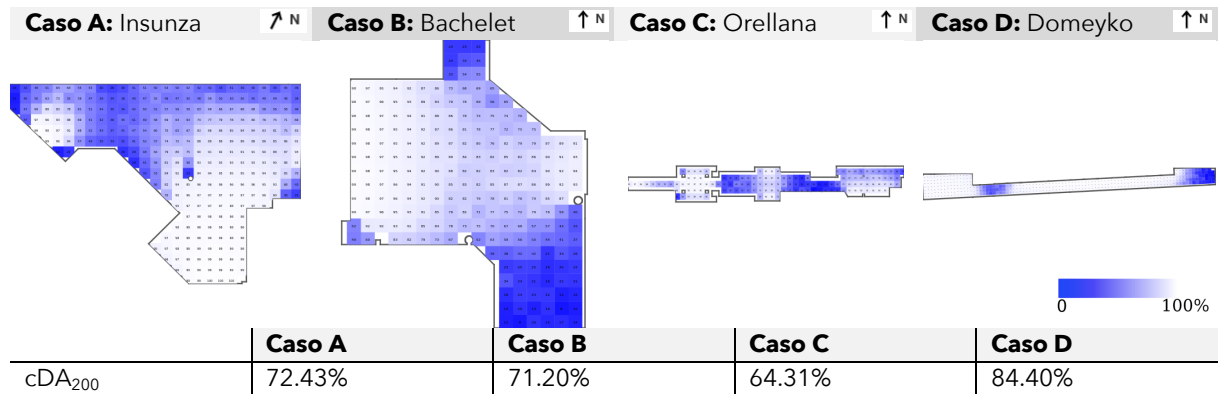
Este valor representa el porcentaje de los puntos de análisis que son mayor o igual a 200 lux por más o igual al 50% de las horas.

::: **Exposición Solar Anual** | ASE, Annual Sunlight Exposure



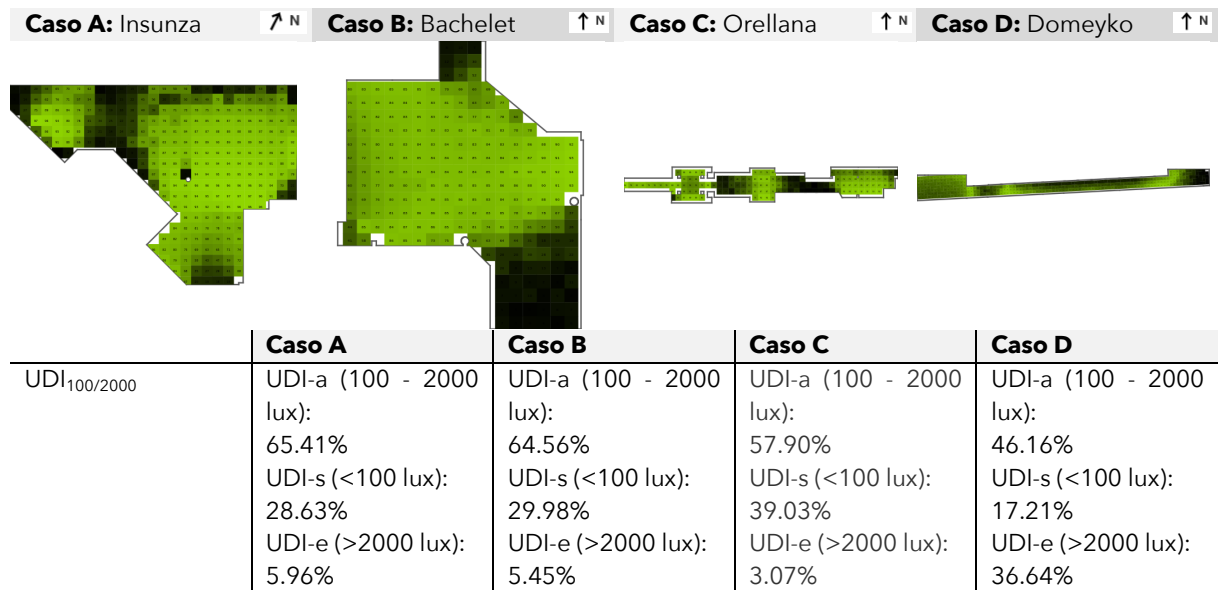
Este valor representa el porcentaje los puntos de análisis mayor o igual a 1.000 lux por más o igual de 250 horas por año.

::: **Autonomía Continua de Luz Diurna** | cDA, Continuous Daylight Autonomy



Este valor representa el porcentaje del promedio de horas mayores o igual a 200 lux (con crédito parcial).

::: **Iluminancia Útil de Luz Diurna** | UDI, Useful Daylight Illuminance



Este valor representa el porcentaje del promedio de las horas que: UDI-a: Entre 100 y 2000 lux  
 UDI-s: Bajo 100 lux  
 UDI-e: Sobre 2000 lux

**:: Análisis de Deslumbramiento | DGP, Daylight Glare Probability**

**:: Buscador de deslumbramiento | Glare Finder**

Fueron tomadas 26 lecturas en diferentes direcciones a cada punto y la lectura más alta DGPs fue escogida para cada hora. Entonces, los valores son el promedio a cada punto por cada hora del día, y el punto con el más alto promedio es elegido como el Hotspot (punto crítico). Estos se presentan a continuación para cada caso, con las vistas hacia el peor deslumbramiento desde el punto crítico:

**Caso A:**

**Día con el más alto promedio DGP: 20 de diciembre**

**Promedio DGP: 70,80%; Max DGP: 83,62%**



08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	
<b>82,72%</b>	<b>80,88%</b>	<b>83,62%</b>	<b>76,65%</b>	<b>72,77%</b>	<b>75,62%</b>	<b>77,23%</b>	<b>70,14%</b>	<b>61,71%</b>	<b>54,73%</b>	<b>42,76%</b>	
DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	
<b>9,9%</b>				<b>0,8%</b>				<b>1,5%</b>		<b>87,8%</b>	
■ Imperceptible 0 - 35 %				■ Perceptible 35 - 40 %				■ Disturbing 40 - 45 %		■ Intolerable 45 % +	

**Caso B:**

**Día con el más alto promedio DGP: 8 de noviembre**

**Promedio DGP: 50,45%; Max DGP: 100,0%**

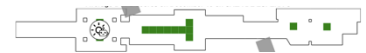


08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	
<b>19,44%</b>	<b>25,69%</b>	<b>29,05%</b>	<b>30,10%</b>	<b>32,58%</b>	<b>31,97%</b>	<b>56,52%</b>	<b>86,91%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>42,73%</b>	
DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	
<b>81,2%</b>				<b>5,3%</b>				<b>2,3%</b>		<b>11,3%</b>	
■ Imperceptible 0 - 35 %				■ Perceptible 35 - 40 %				■ Disturbing 40 - 45 %		■ Intolerable 45 % +	

**Caso C:**

**Día con el más alto promedio DGP: 19 de diciembre**

**Promedio DGP: 38,10%; Max DGP: 45,85%**



08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	
<b>28,60%</b>	<b>35,23%</b>	<b>40,58%</b>	<b>43,53%</b>	<b>45,61%</b>	<b>45,85%</b>	<b>44,00%</b>	<b>40,78%</b>	<b>36,40%</b>	<b>31,53%</b>	<b>26,97%</b>	
DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	
<b>100,0%</b>				<b>0,0%</b>				<b>0,0%</b>		<b>0,0%</b>	
■ Imperceptible 0 - 35 %				■ Perceptible 35 - 40 %				■ Disturbing 40 - 45 %		■ Intolerable 45 % +	

**Caso D:**

**Día con el más alto promedio DGP: 25 de junio**

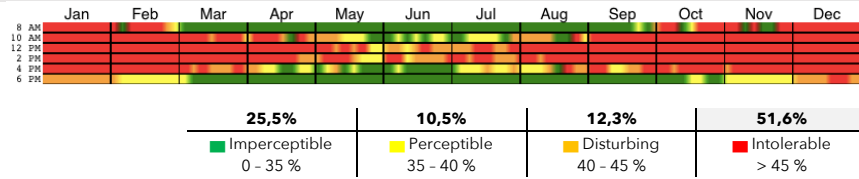
**Promedio DGP: 64,70%; Max DGP: 100,0%**



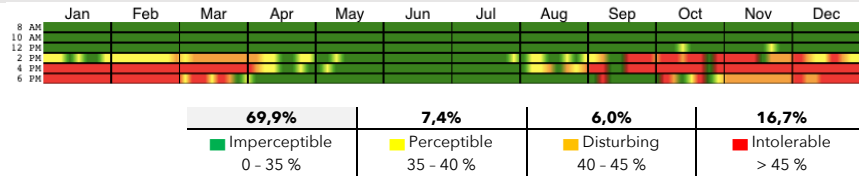
08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	
<b>0,46%</b>	<b>31,86%</b>	<b>64,78%</b>	<b>93,06%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>89,40%</b>	<b>79,51%</b>	<b>100,0%</b>	<b>39,15%</b>	<b>13,43%</b>	
DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	DGP	
<b>67,6%</b>				<b>1,4%</b>				<b>1,4%</b>		<b>29,5%</b>	
■ Imperceptible 0 - 35 %				■ Perceptible 35 - 40 %				■ Disturbing 40 - 45 %		■ Intolerable 45 % +	

:: **Deslumbramiento Anual** | Annual Glare DGP

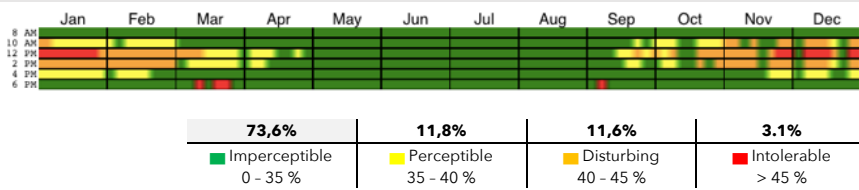
**Caso A: Insunza**



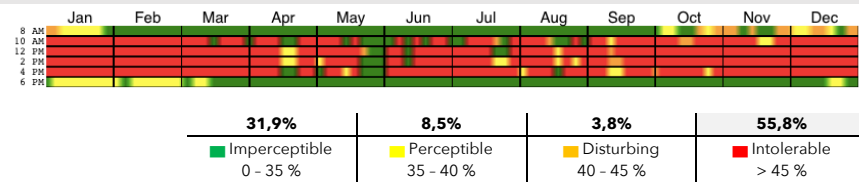
**Caso B: Bachelet**



**Caso C: Orellana**



**Caso D: Domeyko**



## V. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo reflejan la importancia del estudio de los niveles de iluminancia al interior de las edificaciones, en función de la orientación de las fachadas, los materiales empleados, las características climáticas particulares de cada región, las propiedades físicas, ópticas y geométricas de los sistemas de control solar y específicamente del confort visual de los ocupantes.

Los resultados obtenidos de las simulaciones de la presente investigación dan cuenta de la importancia del estudio de los elementos se concluye que:

El estudio de iluminancia por el método de cuadrícula da cuenta que el caso D es el que tiene valores de iluminancia promedio más altos (2303,5 lux) a las 14 horas en el solsticio de verano, que representa más del doble de los niveles del caso A gracias a su geometría extendida. Aún así, es el caso A el que alcanza los valores máximos de iluminancia (7370,7lux), gracias a su morfología poligonal compacta que permite el ingreso de radiación solar a través de un muro cortina en la fachada principal y luz cenital proveniente desde las distintas lucernarios de luz en el segundo nivel, y que conforman un espacio de doble altura mayormente iluminado.

El caso C es el que obtiene los menores valores promedio de 313lux y 419lux a las 12:00 y 14:00 respectivamente, no obstante, la iluminación es parcial obteniendo espacios con iluminancias inferiores de 13lux, muy por debajo de los distintos estándares recomendados para salas de espera y pasillos. Es por esto, que la edificación sugiere una mayor demanda energética en cuanto a iluminación artificial, pues esta evidenció el uso predominante de iluminación artificial, siendo infima la cantidad de luz que ingresa por las ventanas de policarbonato translúcido.

En solsticio de invierno, el caso D mantiene su alto rendimiento en cuanto al promedio de

iluminancias, esto dado por su geometría extendida, que propicia grandes aperturas vidriadas al exterior, no obstante, es el que posee bajos valores mínimos cercanos a los 4lux.

Es importante destacar que en la época de verano e invierno, se aseguran iluminancias superiores a los 200 lx medidos al mediodía, cumpliendo con la normativa en al menos ese rango horario, aunque estos niveles debiesen superar significativamente los 200 lux recomendados. En tanto al promedio de los niveles de iluminación es el caso D que posee promedios por sobre de los 2300 lux.

En cuanto al Factor de Luz Diurna (FLD) los casos B y C poseen una calificación de iluminación deficiente, por debajo de los umbrales aceptables, mientras que, los casos A y D poseen una iluminación aceptable.

En relación al índice DA, es preciso mencionar que el caso D supera el 75% del promedio de las horas de ocupación que exceden o son iguales a 200 lux.

En tanto a sDA, es preciso mencionar que el caso B y D son los que cuentan con los porcentajes más altos, de los puntos de análisis que poseen 200 lux o más por al menos 50% de las horas.

En ese sentido, el caso D posee una calificación buena, mientras que los casos restantes están por debajo de lo aceptable (según CES).

En lo que concierne al indicador ASE, es necesario mencionar que el caso A obtiene 0%, es decir, ninguno de sus fotómetros reconoce niveles de iluminancia mayores o iguales a 1000 lux por 250 horas o más al año. El caso C se encuentra cercano al valor, resultando el fotómetro de la fachada principal el que obtiene iluminación de 1000 lux al menos 250 horas al año.

Respecto al indicador cDA, se obtienen valores superiores al 70%

En consideración a el manual de evaluación lúminica" CES Hospitales" el caso A y B califican bueno ( $\geq 60$ ), mientras que los casos C y D califican aceptable y inferior (sin referencia en la tabla) respectivamente.

En tanto a sus indicadores específicos el que posee menores niveles de iluminancias es el caso C (mayor cantidad de fotómetros bajo los 100 lux), mientras que el caso D da cuenta de mayores niveles de iluminación sobre los 2000 lux.

En relación al deslumbramiento, un rango de ocupación de 10 horas que abarca de 8am a 6pm, se tienen 3650 horas de iluminación, en las que la probabilidad de deslumbramiento intolerable para el caso D es la mayor, alcanzando un 55,8 de brillo intolerable distribuidos similiarmente durante todo el año. Seguido por el caso A, que tiene un 51,6% de probabilidad de brillo intolerable, 1884 horas de incomodidad visual distribuidas entre los mese de octubre a febrero.

Ambos casos aumentan el riesgo de discomfort visual y sobrecalentamiento que se da cuando ingresa demasiada radiación solar al interior del edificio

El caso B tiene un 16,7% de brillo intolerable hacia horarios pasados del medio día, mientras que, el caso C posee el menor valor de brillo intolerable, con 3,1% de que exista un brillo excesivo y alto contraste de luminancias, disperso en los meses de noviembre a enero.

A groso modo, se podrian establecer soluciones alternativas como aleros o persianas que controlen el ingreso de radiación, si bien en el caso B cuenta con aleros, estos pudiesen contraerse en un 20% para permitir mayor radiación solar; en el caso C al ser de un solo nivel pudiesen incorporarse lucernarios que permitan el ingreso de luz cenital, esta deja iluminar espacios dónde es

imposible tener una ventana que de directamente al exterior, de igual manera pudiesen modificarse el % de translucidez de las ventanas existentes debido a que es poca la luz que atraviesa por ellas.

En los casos A y D (que cuentan con altos promedios de iluminancia) se pudiesen establecer el uso de persianas 5%, policarbonatos de espesore 25mm (44%) 32mm (38%), filtros UV y de transparencia, en concordancia a la revisión de catálogos de vidrios y cristales.

Se puede deducir entonces, que la incorporación de persianas 5% que regulen el ingreso de radiación solar en aperturas de ventanas y tragaluz pueden reducir significativamente la concentración de luminancias y contrastes luminosos; así también responden como una solución a los casos A y D cuyos DGP son calificados intolerables.

Como crítica a los métodos: puede parecer que cDA proporcione valores ficticios, ya pueden surgir problemas asociados a la abundancia de iluminación, ya que no es detallado, como ejemplo cDA50%, en pudiese ser que el espacio tenga elevados niveles iluminación durante una menor cantidad de horas o menores niveles de iluminación durante mas horas, es por ello que es necesario el uso de las distintas métricas usadas para la evaluación dinámica.

Así también, se cuestiona el método ASE que al ser analizado en valores de iluminancia y no de luminancia, no puede ser considerado técnicamente para presagiar brillo luminoso alto u deslumbramiento.

En cuanto a la norma, -a criterio meramente personal- se considera que las iluminancias recomendadas para los recintos de salas de espera por distintas guías de diseño de establecimientos de baja complejidad, manuales de certificaciones que aplican a nivel nacional, y asociaciones gremiales pueden ser bajos, esto dado que el mundo



moderno presenta avances significativos en la innovación de nuevos aparatos de iluminación, y que considera una dependencia luminosa; así que resulta vital proveer el diseño pasivo en cuanto a iluminación natural, de espacios aún más iluminados que consideren las condicionantes del entorno, ya que esto aumentará la vida útil del edificio y consumos energéticos eficientes.

Finalmente, es importante relevar el conocimiento adquirido por medio de esta

investigación en un periodo que se debió interiorizar en los aspectos cuantitativos y cualitativos de la iluminación y el clima local. Este trabajo es el puntapié para un futuro mejoramiento de esta evaluación que puede plantear un desarrollo en una tesis de investigación. Además de los conocimientos nuevos acerca de programas de modelo y análisis de iluminancias, que expande las limitaciones como estudiante para ser aplicados en los futuros proyectos.

## VI. REFERENCIAS | Libros / artículos

### ::: Bibliografía

**Becerra, C.** (13 de abril de 2020). *¿Que va a hacer la atención primaria con la sala de espera vacía?* Nuevas oportunidades en tiempos de pandemia. <http://familiarcomunitaria.cl/FyC/2020/04/13/que-va-a-hacer-la-atencion-primaria-con-la-sala-de-espera-vacia-nuevas-oportunidades-en-tiempos-de-pandemia/>

**Bustamante, W., Encinas, F., Otarola, R., & Pino, A.** (2012). *Análisis de estrategias para confort térmico y lumínico de edificios en diferentes climas de la zona central de Chile.* *Arq (santiago)*, (82), 112-115. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962012000300019>

**Boland, R. & Young, M.** (1982). *La estrategia, el costo y el progreso de la atención primaria de salud.* *Bol of sanit Panam* 93(6),1982. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/15959/v93n6p550.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>

**Carter, D.** (2018). *Lineamientos de confort lumínico y visual de pieles paramétricas aplicadas en atrios de edificios públicos. Tesis de innovación y generación de conocimiento (i+d).*

**Cedres, S.** (2000). *Humanización y Calidad de los Ambientes Hospitalarios.* *Revista de la Facultad de Medicina*, 23(2), 93-97. Recuperado en 02 de agosto de 2021, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_artext&pid=S0798-04692000000200004&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_artext&pid=S0798-04692000000200004&lng=es&tlng=es).

**Certificación de Edificio Sustentable.** (7 de agosto de 2020). *La evolución de la edificación certificada en Chile. Menos consumo de energía, emisiones de CO2 y residuos. Estos son los objetivos clave de las*

*certificaciones chilenas para la industria de la construcción.* CES.

<https://certificacionsustentable.cl/la-evolucion-de-la-edificacion-certificada-en-chile/>

**Casas, D., Rodríguez, A., & Casas, I.** (2013). *Atención primaria en salud: concepto o utopía. Primary health care, concept or utopia.*

<https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Perspectivas/Comentario/5667?ver=sindise no>

**Collins, P., Coren, J., Dinzeo, T., & Lehrman, S.** (s.f.). *Improving the Waiting Room Experience.* Adding a touch of tech, a dose of education, and plenty of creature comforts to your waiting room can make it more palatable for patients. <https://www.aafp.org/fpm/2020/0100/fpm20200100p14.pdf>

**Devlin, A. S., & Arneill, A. B.** (2003). *Health Care Environments and Patient Outcomes. A review of the Literature. Environment and Behavior*, 35(5), 665-694.

**Gutiérrez, R.** (2017). *La humanización de (en) la Atención Primaria.* *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 10(1), 29-38. Recuperado en 03 de agosto de 2021, de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1699-695X2017000100005&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2017000100005&lng=es&tlng=es).

**Hamilton, D.** (2004). *Certification for evidence-based projects. Healthcare Design*, 4, 43-46.

**Hildebrandt Gruppe.** (22 de septiembre de 2015). *Leed para arquitectura hospitalaria. Eficiencia energética.* [http://www.hildebrandt.cl/leed-para-arquitectura-hospitalaria/?utm\\_medium=twitter&utm\\_source=Socia](http://www.hildebrandt.cl/leed-para-arquitectura-hospitalaria/?utm_medium=twitter&utm_source=Socia)

**Lagos, A.** (2020). La evolución en el uso de iluminación natural en condominios de carácter social y su influencia en la calidad de vida de los residentes (Periodo 1980-2020). Seminario de Investigación. Universidad de Chile.

**Mardaljevic, J.; Heschong, L. y Lee, E.S.** (2009) Daylight metrics and energy savings. Environmental Energy Technologies Division. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory. Publicación Lighting Research and Technology, SAGE Journals, CIBSE. Londres, Inglaterra. Link: <http://gaia.lbl.gov/btech/papers/4585.pdf>

**Meneses, E.** (2015). La representación de la luz natural en el proyecto arquitectónico. Tesis presentada para obtener el título de doctor por la Universitat Politècnica de Catalunya.

**Monsalve, P.** (Octubre de 2013). La calidad ambiental de los espacios arquitectónicos para el hombre. *Perspectiva*, 2(3). Recuperado a partir de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/perspectiva/article/view/17735>

**Pierson, C. ; Wienold, J. y Bodart, M.** (2017) Discomfort glare perception in daylighting: influencing factors. *Energy Procedia* N°122, Páginas 331-336. Conferencia CISBAT Lausanne, Switzerland. Link: <https://www.researchgate.net/publication/319635724>

**Rockcastle, S. y Andersen, M.** (2014) Measuring the dynamics of contrast & daylight variability in architecture: A proof-of-concept methodology. *Building and Environment* N° 81, Páginas 320-333. Editorial Elsevier, California. USA. [https://www.researchgate.net/publication/264559293\\_Measuring\\_the\\_Dynamics\\_of\\_Contrast\\_Daylight\\_Variability\\_in\\_Architecture\\_A\\_Proof\\_of\\_Concept\\_Methodology](https://www.researchgate.net/publication/264559293_Measuring_the_Dynamics_of_Contrast_Daylight_Variability_in_Architecture_A_Proof_of_Concept_Methodology)

**Roldán, J.** (2016) Caracterización Geométrica y Lumínica de los Atrios Incorporados en los Edificios de Santiago de Chile. Tesis Doctoral Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Departamento de Construcción y Tecnologías Arquitectónicas. Madrid, España. Link: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=114655>

**Seisamed.** (11 de mayo de 2020). *Diseño de la iluminación en un laboratorio clínico*. <https://www.seisamed.com/diseño-de-la-iluminación-en-un-laboratorio-clínico>

**Soto, P.** (2017) Lineamientos sostenibles de iluminación natural aplicados a espacios de estudio de bibliotecas universitarias. Seminario de Investigación de Arquitectura, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

**Van Den Wymelenberg, K. y Inanici, M.** (2014). A critical investigation of common lighting design metrics for predicting human visual comfort in offices with daylight. Artículo en *Revista Leukos* N° 10, Volumen 3, páginas 145-164. <https://faculty.washington.edu/inanici/wymelenbergInanici2014.pdf>

**Wienold, J.** (2009) Dynamic Daylight Glare Evaluation. IBPSA Conference Building Simulation, Glasgow, Scotland. Link: [http://www.ibpsa.org/proceedings/BS2009/BS09\\_0944\\_951.pdf](http://www.ibpsa.org/proceedings/BS2009/BS09_0944_951.pdf)

**Wienold, J.** (2009) Glare analysis and metrics. Presentación para Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, ISE. Link: [https://www.radiance-online.org/community/workshops/2013-golden-co/wienold\\_glare\\_rad\\_ws2013.pdf](https://www.radiance-online.org/community/workshops/2013-golden-co/wienold_glare_rad_ws2013.pdf)

**Wurtman, R.** (1975) The effects of the light on the human body. *Scientific American*. [https://www.researchgate.net/publication/22010814\\_The\\_Effects\\_of\\_Light\\_on\\_the\\_Human\\_Body](https://www.researchgate.net/publication/22010814_The_Effects_of_Light_on_the_Human_Body)

### ::: Manuales digitales

**Certificación de Edificio Sustentable.** (7 de agosto de 2020). *CES Hospitales. Evaluación y calificación.*

[https://certificacionsustentable.cl/wp-content/uploads/2020/03/33975\\_Manual\\_CES\\_Hospitales.pdf](https://certificacionsustentable.cl/wp-content/uploads/2020/03/33975_Manual_CES_Hospitales.pdf)

**Leadership in Energy and Environmental Design, LEED.** (2014). LEED v4 para diseño y construcción de interiores. <http://www.spaingbc.org/files/LEED%20v4%20ID+C%20ESP.pdf>

### ::: Sitios Web

**Asociación Chilena de Arquitectura y Especialidades Hospitalarias.**

<https://www.aarquhos.cl>

**Salud Responde.**

<https://saludresponde.minsal.cl/establecimientos-de-salud/>

**Servicio de Salud Metropolitano Norte.**

[https://www.ssmn.cl/atencion\\_primaria.ajax.php](https://www.ssmn.cl/atencion_primaria.ajax.php)

**Departamento de Estadísticas e Información de Salud.**

<https://deis.minsal.cl>

**Hospitecnia.**

<https://hospitecnia.com/arquitectura/disenoy-reflexion/disenoreduccionestres-salas-espera-hospital-epoca-covid19/>

## VII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco desmesuradamente a mi familia por brindarme un apoyo incondicional en toda la etapa de mi formación académica, especialmente a mi abuela que su anhelo es verme titulado, agradezco a mis amistades de la etapa escolar y aquellas quienes han se han incorporado a mi vida en mi trayecto universitario y que han sido una parte importante en mi crecimiento como persona, profesional y adquirir la confianza necesario en todo ámbito.

Agradezco a la multitud de profesores de la facultad quienes me han inculcados los conocimientos necesarios para llegar hasta donde estoy hoy, y de quienes he recibido cada crítica de la mejor manera para mejorar de la mejor manera posible en las distintas disciplinas. Agradezco a la profesora Mirtha Pallarés quien ha tenido una enorme paciencia en mi proceso, por ser tan seca, por su amabilidad y por aguantar todo el estrés que puede provocar un estudiante de arquitectura. A Daniela Carter quien conocí en

una asignatura y desde entonces me ha guiado y aportados con sus conocimientos. Agradezco inmensamente a aquellas personas fueron parte de la elaboración de este Seminario de Licenciatura, por su ayuda en la obtención de fotos, planos, permisos, e información para la realización de esta investigación y que hicieron lo posible para que pudiese llegar a un buen puerto, a:

Alejandra Canales (Administrativa - Atención a público / Departamento de gestión y procesos / Dirección de Obras Municipales de Maipú), Rubén Robilliard (jefe archivo técnico de obras / Dirección de Obras Municipales de Santiago), Jennifer Cabrera (Sub-directora CESFAM Padre Orellana), Álvaro Méndez (Subdirector Administrativo de Dirección de Salud), personal médico, de atención y pacientes de los distintos establecimientos visitados que aportaron a la investigación.

Por último, a mis dos mascotas, a Toby cuyos paseos son una terapia para descargar el estrés universitario, y a Muñeca que se fue en el proceso de esta investigación.

## VIII. APÉNDICES

::: **Glosario de software** | Conceptos básicos e instrumentos de medición

**Estructuras de grilla:** Una cuadrícula espacial es una distribución de elementos geométricos que divide un espacio bidimensional en módulos regulares y consecutivos. Cada elemento del espacio se coloca en una de las celdas o vértices, que se utiliza como base para la construcción, normalización y racionalización de elementos gráficos. Se plantea sobre una retícula ortogonal que genera módulos cuadrados ( $a \times a$ ) y constituyen la unidad de medida.

Hay diferentes tipos de rejillas:

1. Estructura de grilla orientada a la superficie:
2. Estructura de grilla trabajada mediante modelo de espacio lleno o del tipo molecular.

**Plugin:** Un complemento es una aplicación (o programa informático) que se relaciona con otra para agregarle una función nueva y generalmente muy específica. Esta aplicación adicional es ejecutada por la aplicación principal e interactúan por medio de la interfaz de programación de aplicaciones.

**Layers:** Las capas son un patrón de software usada en la gran mayoría de sistemas. Se centra en una distribución jerárquica de los roles y responsabilidades proporcionando una separación efectiva de los elementos (cada cual se encarga de lo que le corresponde).

**Luxómetro:** Instrumento que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. Su unidad de medida es el lux (lx). Este contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos que son interpretados y representados en una pantalla.

::: **Glosario de iluminación** | Conceptos básicos y métricas estáticas utilizadas

**Azimut:** Ángulo que forma con el sur (en hemisferio norte) o con el norte (en hemisferio sur), la proyección sobre el plano horizontal de la línea recta que une la posición del Sol con el punto de observación, medido en sentido horario en el hemisferio norte y en sentido contrario en el sur, utilizando las proyecciones sobre el plano horizontal del punto de observación, y su valor es negativo durante la mañana (dirección Este), 0o ó 180o al mediodía (dependiendo de los valores relativos de la declinación solar y la latitud local), y positivo después del mediodía (dirección Oeste). (Beckers, 2004)

**Brillo Luminoso:** Cantidad de luz emitida o reflejada por un objeto de acuerdo con sus propiedades.

**Campo visual:** Extensión del espacio físico visibles desde una posición dada.

**Confort visual:** Manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con las condiciones de iluminación interior, de forma tal que permitan cubrir las necesidades de trabajo y la salud de las personas. Debe estar acorde a la funcionalidad de cada recinto.

**Contraste:** Sensación subjetiva de la diferencia en apariencia de dos partes de un campo visual.

**Deslumbramiento:** Incomodidad de la visión producida cuando las partes del campo visual son muy brillantes en relación a las cercanías a las que el ojo está adaptado.

**Difracción de la luz:** Fenómeno ondulatorio que depende de la longitud de la onda y el diámetro de apertura de las ranuras o aberturas de la superficie en la cual la luz penetra.

**Eficacia luminosa:** Cantidad de lúmenes por watts (lm/w) que emite una fuente de luz, en el caso del sol, depende de la altitud y las condiciones atmosféricas.

**Entorno visual:** Espacio que puede ser visto desde una posición moviendo la cabeza y los ojos.

**Factor Luz Día (FLD):** Es el porcentaje de iluminación disponible a partir de la iluminancia horizontal proveniente desde la bóveda celeste, en un punto en el interior de un recinto y aquellas luminosidades resultantes de las reflectancias del entorno inmediato, así como aquellas en el interior del recinto.

**Flujo Luminoso:** Potencia de luz entregada desde una fuente luminosa. Se mide en lumen (lm)

**Iluminación Directa:** Iluminación en la cual el rayo de luz se dirige desde la fuente (luminaria) hacia la superficie, sin mediar obstáculo alguno.

**Iluminación Indirecta:** Iluminación en la cual el rayo de luz se ve interrumpido por obstáculos, por lo que la luz que ilumina los objetos o superficie proviene de la reflexión de la luz en otros objetos o en los paramentos del recinto.

**Iluminancia:** Densidad de flujo luminoso sobre una superficie por unidad de área. Corresponde a la densidad de longitud de onda, correlacionada con la percepción humana de brillo luminoso [lux (lx)]= 1 [lm/m<sup>2</sup>]

**Intensidad Luminosa:** Relación entre el flujo luminoso emitido en un ángulo infinitesimal, cuyo eje es la dirección en dicho ángulo. Se mide en candela (cd) = 12,56 lúmenes.

**Luminancia:** Medición física de la claridad o brillo fotométrico. Cantidad de luz que emite, transmite o refleja una superficie en dirección a los ojos. Se mide en (cd/m<sup>2</sup>).

**Luz:** Parte del espectro electromagnético visible o percibido por el ojo humano. Abarca la radiación infrarroja de onda corta y la radiación ultravioleta de longitud de onda entre 760 nm (rojo) y 380 nm (violeta). Posee longitud de onda variable, por ende, es de carácter dinámico.

**Reflexión de la luz:** Es el cambio de dirección de una onda luminosa. Puede ser especular (ángulo de incidencia es igual al ángulo reflejado cuando la superficie es lisa) y dispersa o difusa (rayo incidente es reflejado en múltiples ángulos, debido a la textura o rugosidad de la superficie). Ésta última es la que corresponde a la mayoría de los materiales.

**Refracción de la luz:** Es el efecto que ocurre entre materiales transparentes de diferentes densidades, por el cual varía la dirección de la onda luminosa, según el índice de refracción de los materiales, tales como: aire, vidrio, agua, entre otros.

**Transmisión de la luz:** Absorción de la onda luminosa a través de materiales o superficies transparentes y translúcidas, que varía según la longitud de la onda y el espesor del filtro luminoso.

::: **Glosario de iluminación** | Métricas dinámicas utilizadas

**Autonomía de luz diurna DA (Daylight Autonomy):** Es una métrica de disponibilidad de la luz del día que corresponde al porcentaje del tiempo ocupado cuando la iluminación objetivo en un punto de un espacio se cumple con la luz del día (Reinhart, 2001).

**Autonomía Lumínica Espacial sDA (Spatial Daylight Autonomy):** Es la cantidad de espacio que recibe suficiente luz del día. Específicamente, describe el porcentaje de área de piso que recibe al menos 300 lux durante al menos el 50% de las horas ocupadas anuales. (Sterner, 2017).

**Exposición Solar Anual ASE** (*Annual Sun Exposure*): Es la cantidad de espacio que recibe demasiada luz solar directa, lo que puede causar incomodidad visual (deslumbramiento) o aumentar las cargas de enfriamiento. Específicamente, ASE mide el porcentaje de área de piso que recibe al menos 1000 lux durante al menos 250 horas ocupadas por año. (Sterner, 2017).

**Iluminancia Diurna Útil UDI** (*Useful Daylight Illuminance*): Es una métrica de disponibilidad de luz diurna que corresponde al porcentaje del tiempo ocupado cuando la luz del día alcanza un rango objetivo de iluminancias en un punto de un espacio.

**Autonomía de luz diurna continua cDA** (*Continuous Daylight Autonomy*): La fracción de tiempo en una simulación anual en la que un punto de análisis alcanza o excede un nivel de iluminancia especificado, con crédito proporcional otorgado por contribuciones de luz( natural que cumplen parcialmente este nivel. (Illuminating,2020).

**ANEXOS** | Archivos, entrevistas y/o artículos adjuntos

::: **ANEXO 1:** Encuesta

1. ¿Cuál es el tiempo aproximado de su espera a la atención?
2. ¿Es usted residente en esta comuna? (\*)
3. ¿Cuenta usted con alguna discapacidad visual?
4. ¿Cuál es su rango etario? (\*)
5. ¿Como percibe la iluminación natural en este recinto? ¿Buena, regular o mala, Por qué?
6. En una escala de 1 a 10 (siendo 1 muy mala y 10 muy buena), cómo evaluaría el desempeño de la iluminación natural.
7. En ciertas situaciones el estado anímico esta relacionado a los niveles de iluminación que se percibe. ¿Cómo se siente en este espacio en relación a la iluminación natural?
8. ¿Por qué usted se ubica en este punto, incide la iluminación natural en la ubicación que usted adopta? ¿la iluminación es la que determina donde usted se sienta?
9. ¿Con qué frecuencia asiste a este establecimiento?

(\*) Pregunta no obligatoria

*Nota: Las respuestas de las encuestas no fueron colocadas en la sección de resultados por motivos sintéticos y de formato.*

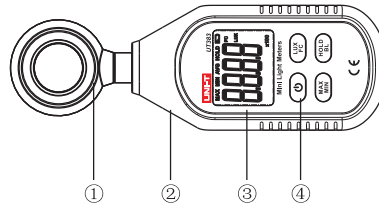
P/N: 110401107885X

**UNI-T.**

# UT383

## Mini Light Meters

### Operating Instruction



#### 1. Introduction

UT383 is a stable, safe, reliable mini digital light meter, widely used in lightening enterprises, agriculture and animal husbandry, mining enterprises, laboratory, office, household, street lights construction and others.

This operating manual includes relevant safety information and warnings. Please read this manual carefully and observe all the cautions strictly.

**Warning:**

Before using the product, please read the operation safety rules carefully.

#### 2. Out of the Box

Open the packing box and take out the meter. Please check carefully if any items are missing or damaged.

1. Main Unit-----1
2. Operating manual ----- 1

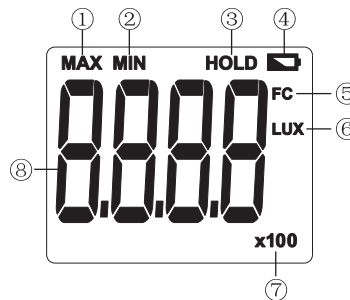
#### 3. Operation Safety

1. Please check the meter and the accessories before using and beware of any damage or abnormal phenomenon. If you find the case is damaged or the LCD shows nothing, or you consider that the meter could not work properly anymore, please stop using it.
2. Observe the operating instructions while measuring.
3. Do not open the meter at will or change internal wiring to avoid damages to the meter.
4. When the LCD displays "☐", replace the battery timely. Remove the battery if the meter is not used for a long time.
5. Do not store or use the meter in high temperature, high humidity, flammable, combustible, or strong electromagnetic environment.
6. Please use soft cloth and neutral detergent to clean the case for maintenance. Do not use grinding agent and solvent to avoid case corrosion and damaging the meter.

#### 4. Product Outlook

1. Illumination transducer
2. Meter case
3. LCD display
4. Function keys

#### 5. Display Interface



1	Maximum measurement	5	Foot candle
2	Minimum measurement	6	Lux
3	Data hold	7	Value*10 or value*100
4	Low battery	8	Illumination value

#### 6. Key Function and Setup

1. ON/OFF: Short press once to start up; short press again to power off.  
Note: Product's auto power off feature can be disabled: Press and hold "HOLD" and then press "ON/OFF" key to enable/disable auto power off, LCD will display "APO OFF" to indicate status.
2. LUX/FC: Unit conversion key: Short press this key to select Lux or Foot candles.
3. MAX/MIN: Pressing this key can select maximum, minimum or normal value measurement; select maximum and the meter will always show the maximum reading; select minimum and the meter will always show the minimum reading.
4. HOLD/BL: HOLD: Short press this key to hold measurement; short press this key again to exit data hold and continue normal measurement.  
BL: Long press this key to turn on backlight; long press this key again to turn off backlight.




## 7. Technical Specifications

### 1. Illumination

Function	Range	Resolution	Accuracy	Description
Illumination	0~9999 Lux	1 Lux	$\pm(4\%rdg + 8dgts)$	(regulate in the standard of 2856K color temperature flat lamp) Note: 1FC=10.76 Lux
	$\geq 10000$ Lux	10 Lux	$\pm(5\%rdg + 10dgts)$	
Range	0~199,999 Lux			Auto-ranging
Sampling Time			0.5s	Refresh sampling in 0.5s
Overload Indication			OL	Shows "OL"
MAX/MIN Measurement			MAX/MIN	Shows "MAX/MIN"
Data Hold			HOLD	Shows "HOLD"
Backlight			BL	Manually on and off
Auto Power Off			5mins	Automatically power off after 5mins without operation
Low Battery			3.0~3.5V	Shows low battery prompt when power is 3.0~3.5V

### 2. General Type

- LCD: 4 digits LCD display. The max display is 9999
- Overload indication: When illumination is over 199,999 Lux, "OL" will be displayed
- Battery low power display: Prompt "  ". New battery should be replaced in time
- Sampling rate: 2/s
- Sensor type: Silicon photocell
- Impact strength: Can withstand the impact of landing from 1 meter height
- Battery requirement: 1.5V batteries (AAA) x3
- Product size: 160x50x28mm
- Weight: 118g


### 3. Environment Specification

- Indoor use
- Altitude height: 2000m
- Safety: EN61326-1
- Pollution level: 2
- Working temperature and humidity:  
0°C~40°C (not greater than 80%RH)  
40°C~50°C (not greater than 45%RH)
- Storage temperature and humidity:  
-20°C~60°C (not greater than 75%RH)

### 4. Electrical Specifications

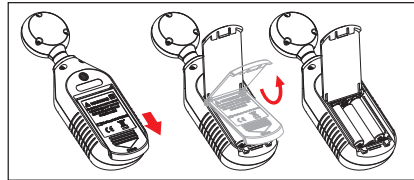
- Accuracy: 0~9999Lux,  $\pm(4\%rdg + 8dgts)$   
 $\geq 10000$ Lux,  $\pm(5\%rdg + 8dgts)$
- Environment temperature: 23°C $\pm$ 3°C
- Environment humidity:  $\leq 80\%$ RH

### 5. General Maintenance

-  Warning: please do not open the case of meter to avoid affecting device accuracy or damage to the meter.
- Maintenance and service of the meter should be accomplished by professional personnel or designated maintenance department.
  - Clean the case by dry cloth periodically, detergent with abrasive or solvent composition shall not be used.

### 6. Battery Installation and Replacement

- The meter uses 3 pieces of AAA 1.5V batteries. Please see figure below for steps of battery installation and replacement.



**UNI-T**

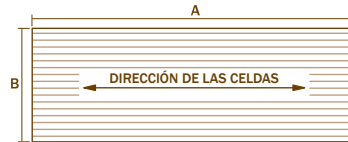
UNI-TREND TECHNOLOGY (CHINA) CO., LTD.

No.6, Gong Ye Bei 1st Road,  
Songshan Lake National High-Tech Industrial  
Development Zone, Dongguan City,  
Guangdong Province, China  
Tel: (86-769) 8572 3888  
<http://www.uni-trend.com>

**POLICARBONATO Y METACRILATO**



**POLICARBONATO CELULAR**



**APLICACIONES**

Las planchas de policarbonato celular son ideales para: Cubiertas y paredes laterales en edificios industriales, Invernaderos, Cubiertas de piscinas, Bandas luminosas, bóvedas en cañón y lucernarios, Terrazas y cubiertas para coches, Verandas, Aleros y antepechos de balcones, Paredes de separación, Cubiertas de estadios deportivos y muchas otras aplicaciones.

**VENTAJAS**

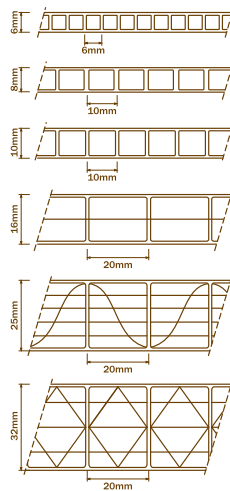
Transparencia alta y duradera gracias a su protección contra rayos UV, estándar a doble cara. Transmitancia excelente. Resistencia a las influencias meteorológicas muy buena. Aislamiento térmico eficaz. Alta resistencia a impactos y a temperaturas desde -40°C hasta +100°C. Se curva fácilmente en frío. Fácil manipulado con herramientas clásicas. Montaje sencillo. Peso reducido. Alta rigidez.

MEDIDAS PLANCHAS (AxB)	TRANSPARENTE					BLANCO						BRONCE						
	6	8	10	16	25	32	6	8	10	16	25	32	6	8	10	16	25	32
6.000 x 1.200 mm	☐	☐	X	X	☐	☐	☐	☐	X	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7.000 x 1.200 mm	☐	☐	X	X	☐	☐	☐	☐	X	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3.000 x 2.100 mm	X	X	X	X	☐	☐	X	X	X	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6.000 x 2.100 mm	X	X	X	X	☐	☐	X	X	X	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6.000 x 1.050 mm	☐	☐	☐	X	☐	☐	☐	☐	☐	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7.000 x 2.100 mm	☐	X*	X	X	☐	☐	☐	X*	X	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

(X): Medidas disponibles en Stock habitual

(\*) : Solo bajo pedido, plazo entrega 10 días

(☐): Consultar disponibilidad



DATOS TÉCNICOS	GROSOR DE PLANCHAS (C)					
	6	8	10	16	25	32
ESTRUCTURA	2RS	2RS	2RS	3TS	6RS	5X
PESO (kg/m <sup>2</sup> )	1,3	1,5	1,7	2,7	3,5	3,8
TRANSMITANCIA (%) SIN COLOR	82	82	80	76	44	38
VALOR DE AISLAMIENTO TÉRMICO (W/m <sup>2</sup> K)	3,5	3,3	3,0	2,4	1,5	1,4
COMPORTAMIENTO AL FUEGO SEGÚN NORMA EN 13501-1	B - s2, d1	B - s2, d1	B - s2, d0	B - s2, d0	B - s2, d1	B - s2, d1
ANCHURA (A) (mm)	2.100	1.250 2.100	1.250 2.100	980 2.100	980 2.100	1.250

NOTA: Todas las medidas están en mm. Para otras dimensiones y modelos no dude en consultarnos.

### Resultados de ensayo

N°	Tipo	Reflectancia Solar	Emisividad Térmica	Coeficiente SRI		
				Viento Bajo	Viento Medio	Viento Alto
1	Baldosa Lisa sin Pulir, con Fragua, Blanco Perla Amaz	0,67	0,95	83	83	83

Nota: Ensayo realizado por DICTUC S.A. en Informe 1117154 Julio 2013.



Edificio DeLotto Certificado Leed 2013.



Baldosa Lisa sin pulir con fragua, Blanco Perla Amaz

Fuente: <http://www.especificar.cl/fichas/baldosas-microvibradas>

Nota: No fue posible obtener archivo original debido a caída temporal del sitio.

### **Ficha Tipo CESFAM Dr. Iván Insunza**

Consultorio salud (escala básica)

Construcción nueva:

Urbano  Rural

Fecha de Construcción: 26.07.2007

Orientación: Sur-poniente

#### 1. Identificación:

Propietario: Servicio de Salud Metropolitano Central

Representante legal: Jorge Lastra Torres

Rut: 61.608.600-6

Rol de Avalúo: 2303-0001

Ubicación: Mar de Chile N°491. Comuna de Maipú, Región Metropolitana.

#### 2. Profesionales a cargo:

**Arquitecto:** John Bauerle Blandford

**Supervisor:** John Bauerle Blandford

**Calculista:** Demetrio Concha Larraín

**Constructor:** Hernán Fernández Carrasco

#### 3. Superficies:

**Primer piso:** 1039.72 (27.8%)

**Segundo piso:** 837.31

**No edificado:** 2704.28

#### 4. Detalles y materiales:

**Ventanas:** incluye ventanas de corredera, de abatir, de proyección, de guillotina (pasamuros), detalles de perfiles, elevaciones, dimensiones y tipología; ventanas con celosías; detalles y dimensiones de celosías de ventilación de entretechos y pisos mecánicos; lucarnas, tragaluces.

**Puertas:** las planimetría incluye detalles de celosías, guarniciones, mirillas, ubicación de cerraduras, manillas de paleta y rótulos; elevaciones, dimensiones y tipología, tanto en puertas de madera como metálicas, puerta-ventanas, plegables, correderas y otras;

**Piso:** baldosa microvibrada lisas pulidas 40x40 color terrazo y crema.

#### Observaciones:

Las salas de espera públicas están conectadas al exterior, y estas no son mediterráneas. Estos espacios poseen una estructura de muros y pilares que permiten la flexibilidad interior y que otorgan la resistencia al sismo e indeformidad y llenos o vacíos para el necesario juego interior/exterior.

La morfología del edificio es consecuente con su entorno, tanto el interior como el exterior del mismo. Los revestimientos interiores de las salas de espera poseen brillos controlados y los revestimientos que se emplean expresan firmeza y durabilidad, con texturas sensibles al tacto.

En cuanto a la aplicación del color, se evidencia la utilización de texturas, colores y sus combinaciones, en muros, pavimentos y cielos, así también como en mobiliario y señaléticas, generando así un espacio cálido y saludable para los usuarios. Se evidencia una intencionalidad de texturas en las áreas públicas, pasillos, esperas, estares y halles, que favorecen la orientación de los usuarios.

Por su parte, incorpora soluciones de diseño pasivo, es decir aquellas que adoptan ventajas de los recursos naturales, específicamente se destaca el aprovechamiento de la luz natural, del clima local y de las propiedades intrínsecas del diseño de materiales, etc.

El hall de acceso del primer nivel posee doble altura, lo que permite un diseño eficiente para la entrada de luz tanto del muro cortina orientado hacia el acceso, y las aperturas en el cielo del segundo nivel, una aplicación que otorga mayor iluminación ambiental para el espacio de la espera. Utiliza tecnología avanzada para vidrios y muros cortinas, particularmente aquel muro cortina ubicado en la fachada principal que permite mejorar el comportamiento lumínico y visual con altos valores de iluminancia promedio revisados anteriormente.



# ARQ. CAI 1.1

## Confort Visual Pasivo

ARQ. CAI 1.1	Confort Visual Pasivo: Luz Natural	8 puntos																							
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aporte luz natural: Factor Luz Día / Iluminancia útil [%] / Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (sDA300/50%)</li> <li>Índice probabilidad de deslumbramiento por luz natural (DGP)</li> </ul>																								
Ámbito	Todos los recintos regularmente ocupados del edificio																								
Definición	<p>El confort visual es la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con las condiciones de iluminación interior, de forma tal que permitan cubrir las necesidades de trabajo y la salud de las personas. Debe estar acorde a la funcionalidad de cada recinto.</p> <p>Factor Luz Día: Medida de iluminancia de luz natural interior en una posición dada, expresada como un porcentaje de las iluminancias exteriores</p> <p>Iluminancia útil: Porcentaje (%) del tiempo en que el plano de trabajo está dentro de un rango de iluminancia recomendada para el espacio o tarea visual.</p> <p>Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (sDA): Se define como el porcentaje (%) del área de análisis que está dentro de los niveles de iluminación natural adecuados dentro de un período de operación determinado a lo largo del año.</p>																								
Objetivo	<p>Maximizar el aporte de luz natural a través de los elementos transparentes de la envolvente del edificio, para aumentar los niveles de confort visual y disminuir los consumos energéticos en iluminación artificial.</p> <p>Controlar el deslumbramiento de los usuarios producto del ingreso de la luz natural.</p>																								
Requerimientos obligatorios	Ver 1R1: "Factor Luz Día o Iluminancia útil mínimos"	<b>O</b>																							
Requerimientos voluntarios		<b>V</b>																							
<p><b>2.1.1 Aporte de luz natural. 7 puntos</b></p> <p><b>Opción 1: Cálculo de Factor Luz Día (FLD)</b></p> <p>Se deberá verificar el cumplimiento del factor luz día dentro de los rangos óptimos establecidos para al menos un 75% de la superficie de los recintos regularmente ocupados.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivel</th> <th>Rangos</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bueno</td> <td>≥ 5,0 y ≤ 10,0</td> <td>3,5</td> </tr> <tr> <td>Aceptable</td> <td>&gt;2,0 y &lt;5,0</td> <td>1,5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: Valores de sobre-iluminación, es decir FLD &gt; 10, no obtendrán puntaje.</p>			Nivel	Rangos	Puntaje	Bueno	≥ 5,0 y ≤ 10,0	3,5	Aceptable	>2,0 y <5,0	1,5														
Nivel	Rangos	Puntaje																							
Bueno	≥ 5,0 y ≤ 10,0	3,5																							
Aceptable	>2,0 y <5,0	1,5																							
<p><b>Opción 2: Cálculo de iluminancia útil</b></p> <p>Se deberá corroborar el cumplimiento de la iluminancia útil para al menos un 75% de los recintos regularmente ocupados del edificio dentro de su horario de operación en un año completo, mediante programa computacional, de acuerdo a las distintas zonas climáticas de emplazamiento del proyecto.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nivel</th> <th colspan="3">Rango (zonas según NCh1079-Of.2008)</th> <th rowspan="2">Puntaje</th> </tr> <tr> <th>NL – NVT - ND - An</th> <th>CL-Cl</th> <th>SL-SI-SE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy bueno</td> <td>≥80%</td> <td>≥70%</td> <td>≥60%</td> <td>7,0</td> </tr> <tr> <td>Bueno</td> <td>≥70%</td> <td>≥60%</td> <td>≥50%</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>Aceptable</td> <td>≥60%</td> <td>≥50%</td> <td>≥40%</td> <td>1,5</td> </tr> </tbody> </table>			Nivel	Rango (zonas según NCh1079-Of.2008)			Puntaje	NL – NVT - ND - An	CL-Cl	SL-SI-SE	Muy bueno	≥80%	≥70%	≥60%	7,0	Bueno	≥70%	≥60%	≥50%	4,0	Aceptable	≥60%	≥50%	≥40%	1,5
Nivel	Rango (zonas según NCh1079-Of.2008)			Puntaje																					
	NL – NVT - ND - An	CL-Cl	SL-SI-SE																						
Muy bueno	≥80%	≥70%	≥60%	7,0																					
Bueno	≥70%	≥60%	≥50%	4,0																					
Aceptable	≥60%	≥50%	≥40%	1,5																					
<p><b>Opción 3: Cálculo de Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (Spatial Daylight Autonomy)</b></p> <p>Se deberá corroborar el cumplimiento de la Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (sDA300/50%) para los porcentajes de superficie definidos en el nivel "aceptable" de la tabla, para los recintos regularmente ocupados del edificio, en un año completo, mediante programa computacional de acuerdo a las distintas zonas climáticas de emplazamiento del proyecto.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nivel</th> <th colspan="3">Rango (zonas según NCh1079-Of.2008)</th> <th rowspan="2">Puntaje</th> </tr> <tr> <th>NL – NVT - ND - An</th> <th>CL-Cl</th> <th>SL-SI-SE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy bueno</td> <td>≥95%</td> <td>≥90%</td> <td>≥85%</td> <td>7,0</td> </tr> <tr> <td>Bueno</td> <td>≥80%</td> <td>≥75%</td> <td>≥70%</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>Aceptable</td> <td>≥60%</td> <td>≥55%</td> <td>≥50%</td> <td>1,5</td> </tr> </tbody> </table>			Nivel	Rango (zonas según NCh1079-Of.2008)			Puntaje	NL – NVT - ND - An	CL-Cl	SL-SI-SE	Muy bueno	≥95%	≥90%	≥85%	7,0	Bueno	≥80%	≥75%	≥70%	4,0	Aceptable	≥60%	≥55%	≥50%	1,5
Nivel	Rango (zonas según NCh1079-Of.2008)			Puntaje																					
	NL – NVT - ND - An	CL-Cl	SL-SI-SE																						
Muy bueno	≥95%	≥90%	≥85%	7,0																					
Bueno	≥80%	≥75%	≥70%	4,0																					
Aceptable	≥60%	≥55%	≥50%	1,5																					

2.1.2 Deslumbramiento. 1 punto		
<p>Junto con el cálculo de aporte de luz natural en base a cualquiera de las tres opciones descritas anteriormente, se podrá demostrar como el edificio controla el deslumbramiento por efecto de la luz natural de los espacios regularmente ocupados y que tengan acceso a luz natural, mediante el cumplimiento del índice de probabilidad de deslumbramiento (DGP) dentro de los siguientes rangos</p>		
Nivel	Rangos	Puntaje
Imperceptible	≤ 35%	1
Perceptible	> 35% y ≤ 40%	0,5
Condiciones de evaluación		
<p><b>Aporte de luz natural:</b>  <b>Opción 1: Cálculo de Factor Luz Día (FLD)</b>                      Para el cálculo de Factor Luz Día, se podrá utilizar un programa informático especializado.</p> $D = \frac{T \cdot AW \cdot \Theta}{A \cdot 2(1 - R)} \%$		
<p><b>Opción 2: Cálculo de Iluminancia útil</b>                      Mediante cálculos realizados con programa informático especializado o la herramienta de cálculo. El cálculo de iluminancia útil se basa en el rango estándar de 100 lux a 2000 lux implícitamente en los programas informáticos.</p> <p><b>Opción 3: Cálculo de Autonomía de iluminación natural del espacio (Spatial Daylight Autonomy)</b>                      Realizar una simulación computacional horaria entre las 08:00 y las 18:00 hrs, de enero a diciembre con programa informático especializado, para calcular el porcentaje de la superficie de las áreas regularmente ocupadas que cumplen con la autonomía de iluminación natural del espacio (sDA300/50%)</p> <p>Para la evaluación del FLD o Iluminancia útil, se evaluará el cumplimiento para cada recinto regularmente ocupado del edificio, tanto en recintos perimetrales como en recintos ubicados hacia el interior. Luego se debe sumar la superficie de los recintos que cumplen con el requerimiento y posteriormente calcular su porcentaje respecto al total de las áreas regularmente ocupadas, de este modo se verifica el porcentaje de superficie exigida de un 75%. Para el cálculo del FLD se deberán tener en consideración las limitantes de su utilización como indicador, descritos en el presente manual.</p>		
<p><b>Deslumbramiento:</b>                      El cálculo del índice probabilidad de deslumbramiento por luz natural DGP (Daylighting Glare Probability) debe ser determinado por medio de software especializado, basándose en los siguientes parámetros: iluminancia vertical en los ojos, brillo de la luminancia de la fuente, ángulo sólido del brillo e índice de posición de la fuente de encandilamiento. Ver metodología en el punto 7 del <b>Apéndice 14</b>.</p> <p>Ver características del Programa informático especializado para cálculo de Factor Luz Día, Iluminancia útil y Deslumbramiento en el <b>Apéndice 15: Características de programas especializados de simulación de Energías Renovables e Iluminación Artificial</b>.</p>		



Inst. CAI. 12	Confort visual activo: Condiciones de diseño mínimas	1 punto
(2,0 puntos para edificios ubicados en las zonas climáticas SL, SI, SE, An)		
Indicadores	Iluminancia mínima [lux] Uniformidad media (Um) Deslumbramiento [UGR] de las luminarias Rendimiento cromático [IRC] de las fuentes lumínicas	
Ámbito	Las luminarias de los recintos regularmente ocupados del edificio, según definición del Apéndice 1. Las luminarias exteriores en las Regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.	
Definición	La iluminancia es el flujo incidente por unidad de área en una superficie iluminada. La uniformidad media es la relación entre la iluminancia del área de tarea y la iluminancia de los espacios circundantes. El deslumbramiento es la incomodidad en la visión producida cuando partes del campo visual son muy brillantes en relación a las cercanías a las que el ojo está adaptado. El rendimiento cromático es la habilidad de una fuente de luz para reproducir un color relativamente a ese mismo color iluminado por una fuente de luz patrón.	
Objetivo	Los sistemas de iluminación artificial deberán diseñarse y calcularse de tal forma que cumplan con los valores mínimos e iluminancia, uniformidad, control del deslumbramiento y rendimiento cromático.	
Requerimientos obligatorios	Ver 13R: "Nivel mínimo de iluminancia, rendimiento cromático y deslumbramiento"	O
Requerimientos voluntarios		V
<p><b>Alumbrado Interior:</b></p> <p>El proyecto de iluminación artificial deberá contar un 100% de la superficie de los espacios regularmente ocupados con luminarias que posean las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplen con el nivel mínimo de iluminancia (luxes) indicados en la NCh Elec.4:2003. Los valores a cumplir serán los medios de los análisis de los recintos.</li> <li>• Cumplen con una uniformidad media (Um) de áreas circundantes inmediatas <math>\geq 0,5</math></li> <li>• Poseen un Índice de rendimiento cromático (IRC) <math>\geq 80</math>, de las luminarias instaladas en los espacios regularmente ocupados del edificio. Se exceptúan luminarias diseñadas para usos especiales que no requieren la realización de tareas de detalle.</li> <li>• Poseen Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR o Unified Glare Rating) <math>\leq 22</math>.</li> </ul> <p>Para recintos definidos como oficinas, salas de reunión, enfermerías, box de atención, bibliotecas, salas de clase y laboratorios, UGR <math>\leq 19</math>. (según EN 12464-1)</p> <p><b>Alumbrado Exterior:</b></p> <p>Para el alumbrado exterior de los edificios ubicados en las Regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, se deberá dar cumplimiento a lo señalado en el Decreto 43: "Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica", en especial a sus artículos 6° y 7°<sup>23</sup>.</p> <p>Se recomienda el cumplimiento de lo anterior para otras regiones del país.</p>		
<p><b>Condiciones de evaluación</b></p> <p>Los valores de iluminancia mínima serán los valores medios del análisis del recinto, medido en el plano horizontal a una altura de 85 cm del nivel del piso terminado de acuerdo a lo dispuesto en el Apéndice 14. </p> <p>La uniformidad media se calculará en función de los valores de iluminancia media y mínima para cada recinto de acuerdo a la siguiente fórmula:</p> $Um = E_{min} / E_m$ <p>Los datos de UGR a utilizar serán en función de la separación de altura correspondiente, y junto a los datos de IRC, deben ser seleccionados del esquema de la luminaria proporcionado por el fabricante de la luminaria.</p> <p>Para la evaluación de los índices UGR y rendimiento cromático IRC, deberán considerarse todas las luminarias de los recintos regularmente ocupados. Cada luminaria deberá cumplir con los requerimientos establecidos. En el caso que existan más de un tipo de luminaria en un recinto se considerará la característica lumínica de la luminaria más desfavorable en la evaluación del recinto.</p> <p>Ver características del Programa informático especializado para cálculo de iluminancia en el Apéndice 15: Características de programas especializados de simulación de Energías Renovables e Iluminación Artificial. </p>		

<sup>23</sup> El Decreto 43 es vigente a partir del 03.05.2013 y reemplaza al D.S. N°686/98. Para edificios existentes construidos antes del 03.05.2013, el Decreto 43 será aplicable a partir del 03.05.2018.

## 2. Valores de referencia<sup>31</sup>

Tabla 16: Valores de referencia para tasas de ocupación y cargas internas.

RECINTOS	RÉGIMEN			TASA DE OCUPACIÓN		TASAS DE VENTILACIÓN		ILUMINANCIA [Lux]	CARGAS INTERNAS			
	Horario de lunes a viernes		Vacaciones	Pers/100m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /pers	L/s persona	L/s m <sup>2</sup>		[W/pers]	Personas [W/m <sup>2</sup> ]	Equipos [W/m <sup>2</sup> ]	Iluminación [W/m <sup>2</sup> ]
	Entrada	Salida										
<b>General</b>												
Oficinas	8	18	A	10	10,0	2,5	0,3	400	82	8,20	15,3	12
Salones de reuniones	8	18	A	125	0,8	2,5	0,3	500	82	102,50	0	14
Estacionamientos	8	18	A	0	0	0	-	75	164	0	0	2
Bodegas, Archivos	8	18	A	2,5	40	0	0,6	150	98,4	2,46	0	Entre 3 y 10
Bibliotecas	8	18	A	25	4,0	3,8	0,3	400	131,2	32,80	1,4	13
Pasillos	8	18	A	0	0	0	0,3	50	-	0	0	5
Salones, auditorios	8	16	B	200	0,5	3,8	0,3	300	82	164,00	0	15
Camarines, gimnasios	8	16	B	25	4,0	-	1,5	200	287	71,75	0	15
Casino, uso múltiple	12	14	B	100	0,91	3,8	0,9	400	82	90,11	0	13
Cocina	8	16	B	6,6	15	n/a	n/a	300	147,6	9,84	49,5	13
<b>Salud</b>												
Sector ambulatorios y diagnóstico	8	17	n/a	16,6	6,0	5	0,9	300	131,2	21,87	15,3	11
Sector Habitaciones	0	24	n/a	12,5	8,0	5	0,9	300	82	10,25	0	8
Oficinas administrativas	8	17	n/a	10,0	10,0	2,5	0,3	400	82	8,20	15,3	12
Área tratamiento	8	17	n/a	5,0	20,0	8	1,2	1000	131,2	6,56	0	16
Salas de espera	8	17	n/a	12,5	0,8	5	0,9	200	82	102,50	0	14
Consultas	8	17	n/a	33,3	3,0	5	0,9	300	82	27,33	15,3	9

## 6. Reflectancia para elementos interiores.

Tabla 44: Valores estándar de reflectancia para elementos interiores.

Elemento Interior	Factor de reflectancia
Cielo	0,7
Paredes	0,5
Suelo	0,2
Mobiliario	0,35

Fuente: Adaptación de la tabla 1 CIBSE Lighting Guide 7.

Tabla 45: Valores estándar de reflectancia para terminaciones interiores

Terminación Interior	Factor de reflectancia
Papel blanco	0,8
Acero inoxidable	0,4
Pavimento de cemento	0,4
Alfombra (crema)	0,35
Alfombra (colores oscuros)	0,35
Madera (clara)	0,4
Madera (colores oscuros)	0,2



Tabla 39: Valores límite de iluminancia para los recintos que no aparecen en la NChElec.4:2003

EDIFICIOS DE OFICINAS			
Recintos	E_m (lux)	Recintos	E_m (lux)
Archivo, copias, etc.	300	Dibujo técnico	750
Áreas de circulación y pasillos	100	Puestos de trabajo de CAD	500
Escaleras, ascensores, plataformas	150	Salas de conferencias y reuniones	500
Mostrador de recepción	300	Escritura, escritura a máquina y tratamiento de datos	500
EDIFICIOS DE SEGURIDAD			
Recintos	E_m (lux)	Recintos	E_m (lux)
Servicios y Cuartos de baño	200	Talleres	300
Celdas	200		
EDIFICIOS DE EDUCACIONALES (Nota: Evitar reflexiones especulares en la pizarra)			
Recintos	E_m (lux)	Recintos	E_m (lux)
<b>Jardines de infancia, guarderías:</b>		<b>Aula taller:</b>	
Sala de juegos	300	Trabajo fino	500
Guardería	300	Trabajo no fino	300
Sala de manualidades	300	<b>Salón de actos:</b>	
<b>Aula de enseñanza:</b>		General	200
General, trabajos manuales, etc.	300	Escenario	700
Pizarra (plano vertical) *	500	Sala de profesores	300
<b>Aula de informática:</b>		<b>General:</b>	
General	500	Aulas de prácticas y laboratorios	500
Pizarra (plano vertical) *	300	Escalera	150
<b>Aula de dibujo:</b>		Hall de entrada	200
General	750		
Pizarra (plano vertical) *	300		
EDIFICIOS DE SALUD			
Recintos	E_m (lux)	Recintos	E_m (lux)
Salas de espera	200	<b>Sala de Scanner:</b>	
<b>Zona de la cama:</b>		Iluminación general	300
Iluminación de lectura	300	Examen y tratamiento	50
Iluminación de reconocimiento	800-1000	<b>Salas de uso general:</b>	
Servicios	200	Sala de espera, personal y pasillo	200
<b>Salas de tratamiento y reconocimiento en general:</b>		<b>Sala de Parto:</b>	
Iluminación general	500	Iluminación general	300
Luz de reconocimiento	>1000	Examen y tratamiento	1000

Fuente: Adaptación de EN 12464-1 y TDRe (CITEC UBB)

### ::: Características de la grilla de análisis para el cálculo de iluminancia.

El número mínimo de fotoceldas a considerar para las mediciones, será en función del índice local (k), definiendo la grilla de cuadrículado simétrico. La fórmula expresada es:

$$K = L * A / H * (L + A)$$

Donde:

L= Longitud del local, en metros

A= Anchura del local, en metros

H= Distancia del plano de trabajo a la luminaria, en metros

Índice del local	Nº de puntos
K < 1	4
K ≥ 1 y < 2	9
K ≥ 2 y < 3	16
K ≥ 3	25

Fuente: Manual CES Hospitalares.

### ::: Requerimientos de Factor Luz Día (FLD)

Nivel	Rangos
Bueno	≥ 5,0 y ≤ 10,0
Aceptable	> 2,0 y < 5,0

Fuente: Manual CES Hospitalares.

### ::: Cálculo del deslumbramiento índice DGP.

El cálculo del índice de probabilidad de deslumbramiento DGP se determina por medio de software especializado en iluminación de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$DGP = 5,87 \times 10^{-5} \times E_v + 9,18 \times 10^{-2} \times \log \left( 1 + \sum_i \frac{L_{s,i}^2 \times w_{s,i}}{E_v^{1,87} \times P_i^2} \right) + 0,1$$

Donde: E<sub>v</sub> = Iluminancia vertical en el ojo [lux]

L<sub>s</sub> = Iluminancia de la fuente [cd/m<sup>2</sup>]

W<sub>s</sub> = Ángulo sólido de la fuente [sr]

P = Posición del observador [-]

©  
Diego Ignacio Carvajal Jorquera  
*Diego.carvajal@ug.uchile.cl*

Artículo de seminario de licenciatura 2021