Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

EVALUACIÓN Y PERCEPCIÓN DE LUZ NATURAL EN NIÑOS EN ETAPA PREESCOLAR: REGIÓN DE LOS LAGOS.

EVALUATION AND PERCEPTION OF NATURAL LIGHT IN PRESCHOOL-STAGE CHILDREN: LOS LAGOS REGION.

María – José Pagliero C., Arquitecto

Universidad Del Bío Bío, Concepción.

E-mail: mjpaglieroc@gmail.com

Profesor Guía: Dr. Maria Beatriz Piderit M., Arquitecto, Departamento Diseño y Teoria de la Arquitectura,

Universidad Del Bío Bío, Concepción,

Facultad de Arquitectura Construcción y Diseño

Avda. Collao 1202, Casilla 5-C - CP: 4051381. Fono/Fax: (56-41)3111200

E-mail: mpiderit@ubiobio.cl

RESUMEN

En la primera parte de este estudio se realizó un análisis lumínico comparativo de aulas de dos jardines infantiles, evaluando su cumplimiento de iluminación base para el desarrollo escolar. La segunda parte consistió en una evaluación a través de encuestas de percepción de comportamiento de niños, a educadoras. Para la evaluación de deslumbramiento y contraste en el campo visual se utilizaron fotografías de alto rango dinámico. Además, se realizó un análisis de asoleamiento para solsticios y equinoccios. Con el fin de tener una predicción lumínica anual, se realizaron simulaciones con el software Velux Daylighthing Visualice. Los resultados obtenidos comprobaron la relevancia de la orientación en las aulas de jardines infantiles: siendo la mejor orientación, la Nororiente. Asimismo se sugirió un rango de iluminancia más permisivo que el utilizado en educación tradicional. La arquitectura pre-escolar requiere espacios diferentes, en constante contacto con la naturaleza y cambios lumínicos.

SUMMARY

In the first part of this study, a comparative light study was done on classrooms in two preschools, evaluating their compliance with base lighting for learning development. The second part consisted in an evaluation through surveys of educators about perceptions of behavior amongst the children. For the evaluation of glare and contrast in the field of vision, dynamic high-range photos were used. An analysis

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

of sunning at solstices and equinoxes was also done. With the aim of having an annual lighting prediction, simulations were done with Velux Daylight Visualizer software. The results obtained affirmed the relevance of orientation in preschool classrooms: with the best orientation, being Northeast. At the same time, a more permissive range of luminance than that used in traditional education was suggested. Preschool architecture requires different spaces, in constant contact with nature and light changes.

PALABRAS CLAVE

Luz natural – Confort visual infantes– Percepción de la luz– Arquitectura pre-escolar.

KEY WORDS

Natural light – Children's visual comfort– Light perception– Preschool architecture.

1. INTRODUCCIÓN.

El aprovechamiento de la luz solar logra espacios más confortables y relacionados con el medio ambiente, además es una estrategia pasiva que permite ahorrar luz artificial.

Numerosos estudios han concluido que la luz natural está directamente relacionada con los ciclos naturales de los seres humanos; el ciclo circadiano dura 24 horas y regula los momentos de vigilia y descanso. Es especialmente importante en niños, ya que ellos son aún más sensibles a sus cambios y variaciones (Agencia Chilena Eficiencia Energetica, 2012). El ciclo circadiano regula la hormona del estrés llamada *cortisol* y la *melatonina,* las cuales se asocian con la presencia de la luz del día, llegando a mayores niveles en la noche en reacción a la oscuridad, alcanzando su nivel máximo a media noche, y disminuyendo en la mañana. Estas hormonas se sintetizan e inhiben por la luz solar. En humanos, variaciones en los niveles de melatonina están relacionadas con alteraciones del sueño, depresión psicológica, alteraciones metabólicas, regulación del peso corporal, déficit de atención, hiperactividad (Castello, 2014).

El uso de la luz natural facilita el confort visual, evita la tensión ocular y dolores de cabeza (Agencia Chilena Eficiencia Energetica, 2012)· y estimula al niño al descubrimiento a través de la percepción. Es necesario hacer un buen uso de este recurso con el fin de evitar deslumbramientos, malos contrastes, brillos excesivos u otros que puedan afectar la vista y el confort. La Agencia Chilena de Eficiencia Energetica (2012) señala también que además de que la luz natural otorga el espectro de luz visible

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

completo, contribuye positivamente al proceso de aprendizaje; siendo importantes las vistas hacia el exterior, ya que proporcionan contacto con el entorno y relajan la visión por las vistas hacia lo lejano, lo cual permite cambios de distancia focal del ojo, que favorece su bienestar.

La luz natural es una fuente gratuita que puede otorgar un alto nivel de confortabilidad en el aula y autonomía energética de los requerimientos de luz artificial. Además de proporcionar una buena calidad de luz para las diferentes tareas visuales que se desarrollan, pues realza el color y la apariencia de los objetos (Agencia Chilena Eficiencia Energetica, 2012).

1.1. INFLUENCIA DE LA LUZ NATURAL EN LOS NIÑOS.

La luz natural influye en el desarrollo de los niños en diferentes etapas. Taner (1990) afirma que el aprendizaje y el desarrollo se pueden clasificar en tres etapas diferentes, desarrollo físico, cognitivo y socio-emocional. El desarrollo físico incluye las habilidades motoras y los problemas que están relacionados con la salud; el desarrollo cognitivo define como trabajan la forma y los procesos psicológicos en la mente las personas (Byrnes, 2001); y el desarrollo socio-emocional indica la evolución de las relaciones de las personas, sus conceptos de sí mismos y sus emociones (Erikson, 1963). Sin duda, el entorno físico afecta en gran medida los resultados de desarrollo, que tienden a englobar los logros académicos, cognitivos, sociales y desarrollos emocionales (Yacan, 2014).

En recién nacidos la luz está asociada a tratamientos de fototerapia, por ejemplo, para tratar la ictericia. Además, los bebés son observadores activos, se concentran en el descubrimiento y en adquirir conocimientos, reconocer y distinguir las diferencias de los objetos dentro de su entorno. Principalmente en niños la luz natural es la encargada de activar la absorción de vitamina D; su deficiencia puede causar raquitismo, deformidades óseas y fracturas, debilidad muscular, atrasos en el desarrollo, baja estatura, dificultad respiratoria, tétanos y falla cardiaca (Mojab, 2016).

En niños en edad escolar se han realizado estudios en escuelas que han demostrado la importancia de la luz natural; Kuller y Lindsten (1992) estudiaron aulas con y sin ventanas para todo un año académico, concluyeron que el trabajo en las aulas sin ventanas afectan el patrón básico de la hormona cortisol y por lo tanto podría tener un efecto negativo sobre la salud y la concentración de los niños (Yacan, 2014).

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Otros estudios indican que la luz día aplicada al diseño de iluminación en aulas favorece el rendimiento y confort de los estudiantes: los estudiantes ubicados en aulas con mayor cantidad de luz natural rinden entre un 20 y un 26% en pruebas estandarizadas en relación a aquellos ubicados en aulas con menor cantidad de luz natural (Mahone, 1999); antes, Nicklas & Bailey (1996), habían llegado a un rendimiento de un 14% superior en aulas con luz natural v/s luz artificial. Gelfand (2010) afirmó que la iluminación natural en las aulas podría conectar a los estudiantes con la naturaleza para promover directamente el estado anímico de los niños y maestros (Dehoff, 2011).

Yacan (2014), se planteó la hipótesis de que habría asociaciones entre las habilidades cognitivas de los estudiantes y las condiciones de luz natural de aulas en los centros de primera infancia. Los resultados revelaron que había una relación significativa entre la evolución cognitiva de los niños y las condiciones de luz diurna en aulas preescolares. Las habilidades cognitivas de los estudiantes en los salones con luz natural estaban más desarrolladas que las de los alumnos en las aulas sin luz natural.

La tabla N.1 muestra un resumen de los efectos que la luz natural en niños en edad pre-escolar:

TABLA N.1: Resumen de los efectos de luz natural en niños en edad pre-escolar. FUENTE: elaboración propia.

DESARROLLO COGNITIVO	DESARROLLO FÍSICO	DESARROLLO SOCIO - EMOCIONAL
Mejora los niveles de aprendizaje y concentración.	Absorción de Vitamina D.	Relación con el medio ambiente.
Relación con el entorno y medio ambiente.	Reducción fatiga visual.	Mejor ánimo, por la influencia de hormonas reguladas por la luz natural.
Vistas hacia lo lejano.	Regulación de ciclo circadiano.	
Distinción de objetos.	Regulación de Cortisol y Melatonina.	

En Chile, se ha avanzado bastante en estudios de eficiencia energética en edificios de educación, pero aún falta desarrollar estudios para etapa pre-escolar (jardines infantiles), por lo que se requieren

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

investigaciones que respondan a las necesidades específicas de esta edad, para así contribuir a una mejor calidad de vida y desarrollo de los niños a través de arquitectura más adecuada.

Dentro del período pre-escolar, el más importante en cuanto a desarrollo cognitivo es el de los tres primeros años; según Montessori (1998); es durante esta "primera infancia", de 0-3 años, cuando el niño tiene el poder de instruirse a si mismo. Por eso se elige analizar lumínicamente el nivel de niños entre 1-2 años (Sala Cuna Mayor) de dos jardines infantiles de la ciudad de Puerto Montt, Región de los Lagos. Asimismo, se aplican encuestas de percepción a las educadoras y técnicos de toda la región; para estudiar el comportamiento de los niños ante la luz natural y así corroborar su importancia en el diseño arquitectónico infantil.

El estudio se focaliza en la educación inicial, en los primeros años de vida del infante; la cual es la base fundamental para formar su personalidad, por tanto, es el momento preciso para inculcar la valoración de los recursos naturales y los conocimientos socializados en la naturaleza que ayudan al desarrollo del cuerpo y de la mente. German & Arias (2013) afirman también que el poco contacto con el medio ambiente incide negativamente en el aprendizaje y en el desarrollo integral de los niños y las niñas.

1.2. NORMATIVAS DE DISEÑO PARA ILUMINACIÓN.

En Chile, la O.G.U. y C incluye solo normativa estándar para establecimientos públicos y educacionales (MINVU, 2016), el Art. 455 se refiere a superficie de ventanas para tres grupos de regiones, no considera zona climática, ubicación geográfica, ni iluminancia mínima para cada recinto.

TABLA N.2: Normativa JUNJI (O.G.U.yC). FUENTE (JUNJI, 2013)

	Iluminación
	% mínimo
Regiones	
I a IV y XV	14%
V a VII y RM	17%
VIII a XII y XIV	20%

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

La Guía "Criterios de Diseño para Espacios Educativos" (MINEDUC, 2015), hace recomendaciones según zona climática, sobre la inclusión de criterios sustentables, referidos a confort térmico, visual, acústico, etc. Plantea que se debe estimar el aporte de luz natural, en factor de luz día, iluminación útil o autonomía de iluminación. Pide cumplimiento obligatorio en un mínimo de 2% de FLD en 75% de la superficie regularmente ocupada; o bien un nivel de iluminancia útil de 40% para la zona climática Sur Litoral (Puerto Montt). Además de estimar dos indicadores adicionales, asociados al control de deslumbramiento (DGP) y al acceso visual al exterior. Recomienda privilegiar orientación norte, elegir revestimientos interiores de alta reflectancia (colores claros), considerar bandejas y difusores solares, privilegiar ventanas horizontales superiores, considerar protecciones solares según orientación y velar por una luz uniforme.

La "Guía de Diseño de Espacios Educativos" (Unesco, Mineduc, MOP, 2000), también hace recomendaciones referidas a la zona Sur Litoral; 350lx para todos los espacios habitables, orientación de preferencia N, O y E, ventanas medianas hacia el N y mínimas hacia el Sur, captación del sol a través de las fenestraciones y sugiere ejemplos de diseño para captar luz natural.

2. EVALUACIÓN DE LA LUZ NATURAL EN ESTABLECIMIENTOS PRE-ESCOLARES.

2.1. OBJETIVOS.

Este estudio tiene como objetivo general evaluar la iluminación natural en establecimientos pre-escolares de la JUNJI (Junta Nacional de Jardines Infantiles, Chile), con el fin de reconocer su importancia en niños y así avanzar en los principios del diseño arquitectónico infantil. Para dar cumplimiento a este objetivo, se propone estudiar la importancia de la luz natural en los niños, en base a bibliografía de arquitectura y educación; comprender la percepción -a través de la experiencia y observación- del profesional de sala para respaldar y entender cómo incide la luz natural en los niños; analizar el asoleamiento de las aulas para conocer su comportamiento de acuerdo a su orientación; evaluar la luz natural para conocer las condiciones de confort visual asociada al usuario principal (deslumbramiento y contraste) bajo condiciones de cielo real, y finalmente predecir el comportamiento lumínico anual (luminancia e iluminancia) en los diferentes recintos.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

2.2. MATERIALES Y MÉTODOS.

Para conocer la percepción de profesional de aula, de la incidencia de la luz natural en los niños, se aplicaron encuestas a todos los JUNJI de administración directa de la Región de los Lagos.

Para evaluar la luz natural se utilizan dos métodos, uno a través de evaluación in situ y otro a través de softwares:

A) Con el software Ecotect, se analizó el asoleamiento anual de ambos edificios, a través de la matriz 3x3: en solsticios y equinoccios en los 3 horarios de uso más relevantes: 8:00 – 12:00 – 17:00 hrs, para captar el recorrido del sol y entender el comportamiento de la luz en las fachadas del edificio y aulas estudiadas, según orientación.

B) Para predecir el comportamiento lumínico anual en las aulas estudiadas, se escogieron fechas y horarios claves que permitieron entender la incidencia de la luz y su comportamiento en el interior (Luminancia e Iluminancia). Para esto se modelaron las aulas en estudio (A, B y C) del nivel Sala Cuna Mayor en el software Sketchup para luego en el software Velux Daylighting Visualize, analizar en fechas claves, de manera de inferir el comportamiento anual, a las 8:00 – 12:00 y 17:00 horas, según recorrido del sol y horario de uso de los jardines infantiles. Se evaluó hasta una altura de 90cm, hasta el antepecho de las ventanas y suelo, por ser el área de acción de los niños de la edad estudiada. Se obtuvieron mapas de luminancia e iluminancia, bajo cielo intermedio, con vista a la altura de 90cm (altura niño) y desde un punto de visión panorámica en el acceso de cada aula.

IMAGEN N.1: Render VELUX DV - Interior Nivel Sala Cuna Mayor, Aulas A y B, J.I. Cerro Tronador y SC. Mayor J.I. Sueño de Colores, Aula C.

Fuente: Elaboración propia.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

C) Para evaluar la luz natural y confort visual del usuario principal, deslumbramiento y contraste, bajo condiciones de cielo real más característico de Puerto Montt; se analizaron las aulas a través de fotografía digital de alto rango dinámico (*método HDR, High Dinamic Range*), complementado con mediciones de iluminancia a través de un luxómetro. Se evaluaron 2 salas (A y B) del J.I.Cerro Tronador, de orientación Norponiente y Surponiente y una sala (C) del J.I.Sueño de Colores, principalmente bajo cielo cubierto y parcial; cielos más representativos, según (Piderit, Cauwert, & Diaz, 2014) y (Direccion Meteorologica de Chile, 2011-2014).

2.2.1 Medición en base a fotografía HDR.

El método de fotografía HDR (High Dynamic Range), permite cuantificar la luz natural basándose en fotografías digitales; es una herramienta precisa y fidedigna, con bajo porcentaje de error (10% aprox.), que otorga valores de luminancia a través de valores de pixeles (Inanici M. , 2005). Consiste básicamente en la captura de una serie de imágenes LDR (low dinamic range) bajo distintas exposiciones y distintas velocidades de obturación, para luego, a través de softwares, construir una sola imagen HDR (Inanici M. , 2005). La fotografía HDR es capaz de asimilar el espectro de luz que capta el ojo humano (Freeman, 2010). Este método otorga mapas de luminancia (falso color) de fácil estudio. Reconoce todos los elementos que inciden en la dinámica de la luz: elementos exteriores, materialidad, color, etc. En este estudio se utiliza la cámara digital Canon EOS 5D y lente ojo de pez SIGMA F3.5 EXDG (Inanici M. , 2009-2010).

Para realizar el levantamiento de cada escena de luz, se fijó la altura de la cámara a la altura promedio de observación de niños de 1-2 años (90cm), según Tabla de Crecimiento de la Organización Mundial de la Salud (http://www.who.int/childgrowth/standards/cht_lfa_boys_z_0_2.pdf), desde un punto de visión panorámica en el acceso a cada sala.

El siguiente ejemplo muestra una serie de 15 tomas a 1 1/3 stop, fijando la abertura según características lumínicas de la sala a la hora tomada; 8:00am - 12:00pm y 17:00pm, para abarcar el recorrido del sol y horario de uso; donde se eligen, en este caso, 9 de ellas con valores RGB entre 20 y

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

200 (Jacob, 2011) recitado de (Piderit, Cauwert, & Diaz, 2014) desde la foto más clara a la más oscura. Así mismo Beltrán & Martins (2005) recomiendan que "la exposición más larga no debe ser del todo blanca y la más oscura no debe ser del todo negra". Con estas 9 fotografías LDR, en el software Photosphere se logra una única imagen HDR, para luego obtener mapas de luminancia (False Color).

IMAGEN N.2 / IMÁGENES N.3: EQUIPOS IN SITU. / IMAGENES EJEMPLO MÉTODO HDR, f/11 - 05_10_2016 – 8hrs – AULA A. Secuencia de imágenes LDR e imagen HDR resultante.

FUENTE: Elaboración Propia.

Inmediátamente después de la toma de fotografías y en lugares claves por aula se tomaron mediciones de lux (luxómetro MINOLTA LS110); para obtener valores puntuales y precisos de iluminancia a cada hora medida, se analizaron estos datos según rango base y luego corroboraron con la información obtenida en la fotografía HDR.

2.3 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN LUMÍNICA.

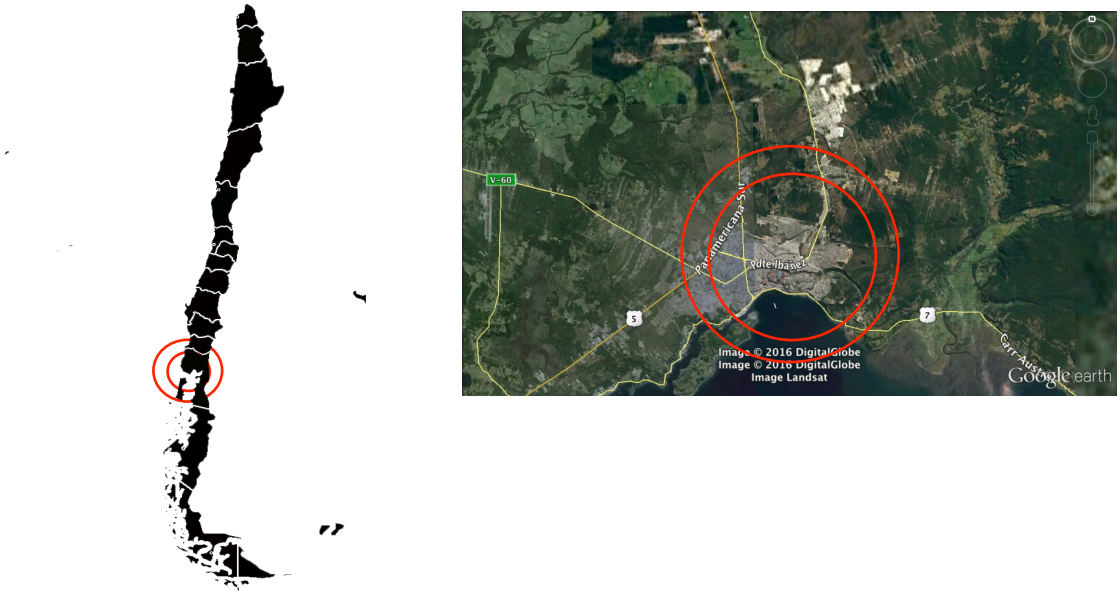
En esta investigación se evaluaron: Iluminancia (E - lux), Luminancia (L - cd/m2), Contraste, Confort visual, Superficie en rango (UDI - % de sala) y Uniformidad media (Umed); según métricas definidas en (Agencia Chilena Eficiencia Energetica, 2012), (Dubois, 2001) y (IDAE Guía Tecnica, 2005), orientadas a educación escolar.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

2.4. CASOS DE ESTUDIO.

La medición se realiza en la ciudad de Puerto Montt, ubicada frente al seno de Reloncaví, al final de la depresión intermedia, limitando por el Oeste con la Precordillera (wikipedia, 2016). Geográficamente se ubica a 41°28’ de latitud sur y 72°56’ de longitud oeste, a una altura promedio de 90m sobre el nivel del mar (Agencia Chilena Eficiencia Energetica, 2012). Presenta un clima oceánico, templado y lluvioso con influencia mediterránea (Agencia Chilena Eficiencia Energetica, 2012), precipitaciones abundantes (1800mm anuales aprox.) y constantes temperaturas, de escasa oscilación anual y diaria, que disminuyen entre octubre y abril, sin presentar una estación seca. Las temperaturas mínimas van de 0 a 6 °C y las máximas entre 8 a 12 °C, en verano las temperaturas van de 8 °C a 20 °C a 27 °C. (wikipedia, 2016). Los cielos en esta zona son mayormente nublados en un 46%, parciales e intermedios en un 32% y despejados en un 22% (iluminachile: http://iluminachile.ubiobio.cl/freqsky.php?c=puertomontt).

IMAGENES N.4: Ubicación Puerto Montt



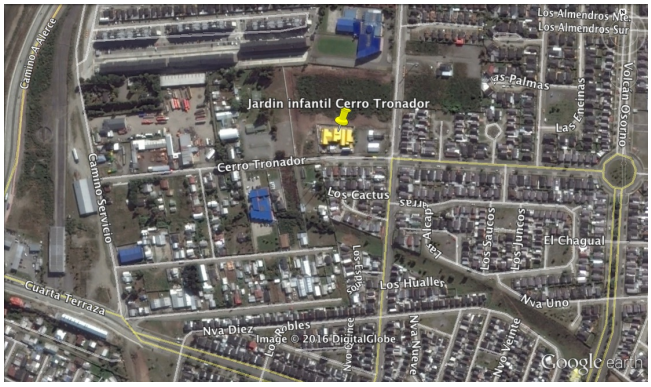
FUENTE: Elaboración propia / Google Earth.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

2.4.1. CASO 1: Aulas preescolar A y B.

Las aulas A y B (orientación Norponiente y Sur Poniente) pertenecen al Jardín Infantil Cerro Tronador (2016), ubicado en calle Cerro Tronador esquina Volcán Michimavida, sector Valle Volcanes, Puerto Montt.

IMAGEN N.5: Emplazamiento Jardín Infantil Cerro Tronador



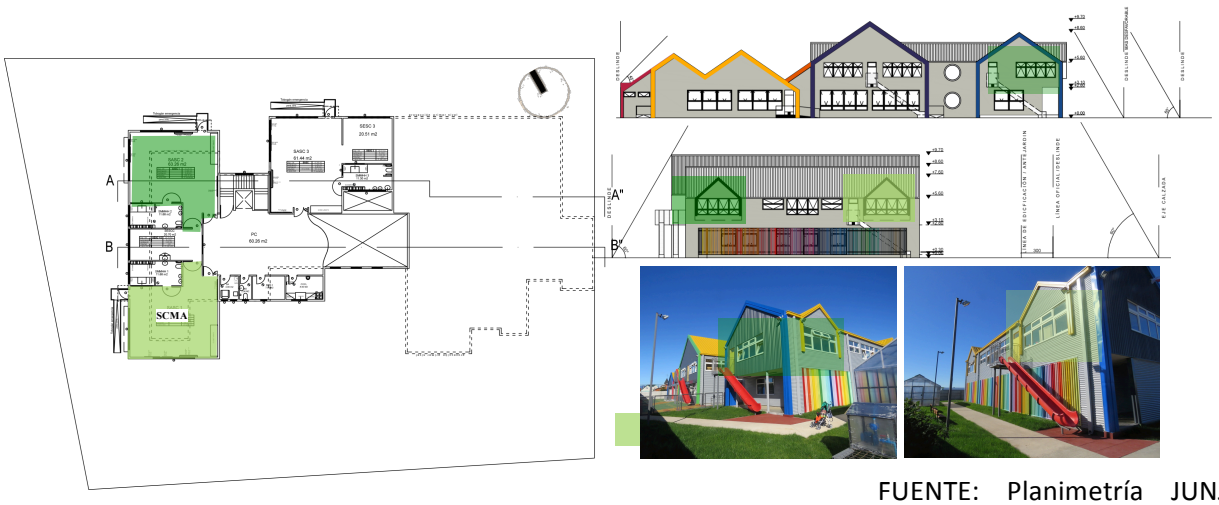
FUENTE: Google Earth

Estas aulas se ubican en el segundo nivel y están revestidas por su interior por planchas de volcanita y pavimento de piso vinílico, con ventanas de tipo termopanel con marco de PVC y contramarco de madera.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Planimetría e imágenes:

IMAGENES N.6: Planta de Arquitectura nivel 2, Jardín Infantil Cerro Tronador / Fachada Norte y Poniente / Fotos exteriores.



FUENTE: Planimetría JUNJI

AULA B AULA A

IMAGEN N.7: VISTAS GENERAL / PONIENTE / NORTE / SUR, ALTURA NIÑO, 02-09-2016, 16:10 hrs. / AULA A Y AULA B

Fuente: Elaboración Propia.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

2.4.2. CASO 2. Sala Pre-escolar C.

IMAGEN N.8: Emplazamiento Jardín Infantil Sueño de Colores.

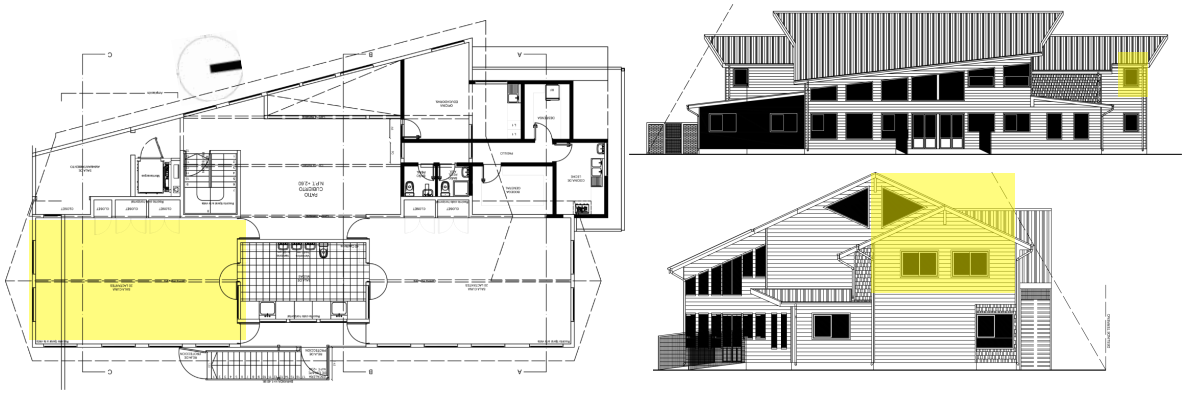
Fuente: Google Earth 2016

El aula C pertenece al Jardín Infantil Sueño de Colores (2008-2009), en cual se ubica en pasaje Los Copihues 429, Población La Rotonda, Puerto Montt. Esta aula se ubica en el segundo nivel y posee placa yeso cartón RF de 15mm por el interior, pintadas de blanco en el área superior y verde en el área inferior, pavimento de piso vinílico y ventanas de vidrio simple de 6mm con marco de aluminio de 5mm de espesor. Su orientación principal es Sur Oriente, aunque presenta una ventana de 1x1m en el fondo hacia el poniente.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Planimetría e imágenes:

IMAGEN N.9: Planta de Arquitectura NIVEL 2 / Elevación Poniente y Sur.



AULA C

FUENTE: Planimetría JUNJI

IMÁGENES N.10: VISTAS: GENERAL / ORIENTE / SUR / PONIENTE, J. I. SUEÑO DE COLORES, 05-09-2016, ALTURA NIÑO, 17:15 hrs

FUENTE: Elaboración Propia.

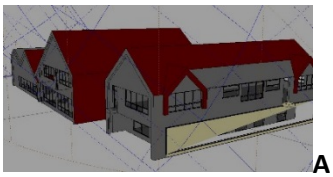
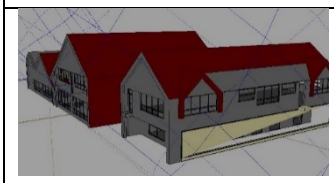
Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

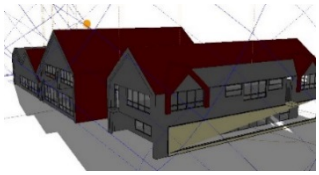
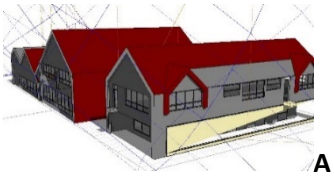
3.1. Matriz Asoleamiento: Caso 1, Aulas A y B.

De la tabla N.3 se observa para equinoccio: a las 8:00am la fachada norte, sur y poniente completamente en sombra; a las 12:00hrs la fachada norte se expone al sol y poniente sigue en sombra y a las 17hrs la fachada poniente y norte reciben sol y la sur sombra. Para el solsticio de invierno, a las 8:00hrs ambas aulas están en sombra. A las 12:00hrs la fachada Norte recibe sol y la Poniente sombra (aula B en sombra). A las 17:00hrs fachadas norte y poniente reciben sol, dado el ángulo solar más bajo (ambas aulas asoleadas). En el solsticio de verano, a las 8:00hrs. las fachadas están en sombra, a las 12:00hrs solo la fachada norte recibe sol, a las 17hrs la norte y sur en sombra y poniente al sol.

TABLA N.3: Análisis de asoleamiento Caso 1. FUENTE: Elaboración propia.

Jardín Infantil Cerro Tronador / Aula A / Aula B.		
 **A**	**A**	**A**
B	**B**	**B**
EQUINOCCIO - 21 MARZO/SEPTIEMBRE – 8 HRS	**EQUINOCCIO - 21 MARZO/SEPTIEMBRE – 12 HRS**	**EQUINOCCIO – 21 MARZO/SEPTIEMBRE – 17 HRS**
 **A**	**A**	**A**
B	**B**	**B**

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

SOLSTICIO INVIERNO - 21 JUNIO – 8 HRS	SOLSTICIO INVIERNO - 21 JUNIO – 12 HRS	SOLSTICIO INVIERNO - 21 JUNIO – 17 HRS
 A	A	 A
B	B	B
SOLSTICIO VERANO - 21 DICIEMBRE – 8 HRS	SOLSTICIO VERANO - 21 DICIEMBRE – 12 HRS	SOLSTICIO VERANO - 21 DICIEMBRE – 17 HRS

Según tabla N.3, el aula A de orientación norponiente posee el mejor asoleamiento, ya que recibe sol desde medio día, potenciándose con el sol de tarde. Dada la orientación y alta capacidad de reflexión de materiales interiores debería protegerse al menos las ventanas Norte con celosías horizontales de regulación manual. A inicios del día podría ser necesario el apoyo de luz artificial. El aula B de orientación surponiente recibe sol de tarde, el que dado el ángulo solar penetra por todo el recinto, a lo que ayuda la reflexión de los materiales (muros blancos y piso vinílico).

3.2. Evaluación lumínica, fotografía HDR: Caso 1, Aula A.

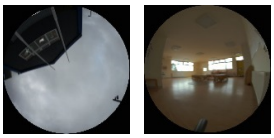
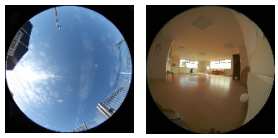
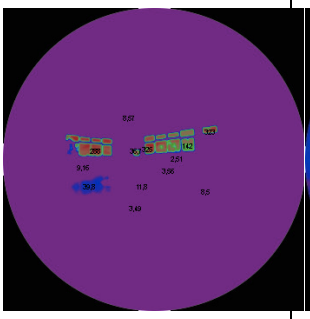
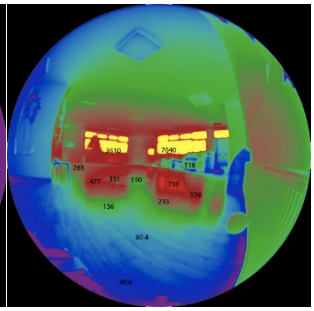
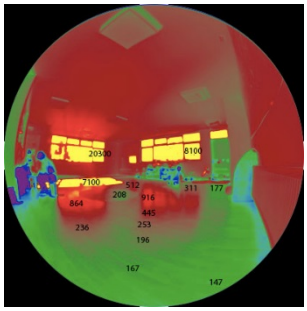
El siguiente análisis se realiza de acuerdo a la metodología antes descrita, se realizan mediciones en 2 días distintos, cercanos al equinoccio de primavera, septiembre 27 y octubre 5, bajo cielos variables.

La tabla 4 muestra que se recomienda luz artificial solo al inicio del día (L en rango 8%), donde el contraste tampoco es apto para reconocer los objetos en forma correcta (juguetes y libros en estante de niños). Desde las 12hrs la luminancia y el contraste cumplen con lo requerido. En la tarde al dirigir la vista hacia las ventanas, el adulto podría sentir deslumbramiento. Respecto al análisis de iluminancia y en relación a la iluminancia útil (tabla N.5) se concluye que es insuficiente durante todo el día (UDI<80% en rango). Antes de mediodía podría requerirse luz artificial (Emed 82,6lx), dependiendo de la tarea

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

encomendada a los niños y en la tarde podría requerirse el uso de control solar, principalmente en ventana norte (Emed: 2703lx).

TABLA N.4: Análisis de Luminancia Caso 1-A, 27-09-2016. FUENTE: Elaboración propia.

LUMINANCIA – cd/m2 (h niño) – Caso 1, Sala A – 27-09-2016			
CIELO / FOTO HDR			
CIELO	**CUBIERTO**	**DESPEJADO**	**PARCIAL**
HORA - Av	**8:00 HRS – f5**	**12:00 HRS – f5**	**17:00 HRS – f8**
FALSE COLOR			
ESCALA FC	**30:2000**	**30:2000**	**30:2000**
L mín – máx (cd/m2)	2,14 – 57	44,6 – 784	98,5 – 9180
L en rango (80%: 30-500 cd/m2)	8% - Inaceptáblemente oscura	85% - óptimo.	90%- óptimo.
CONTRASTE	1,7:1	3,3:1	3:1

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

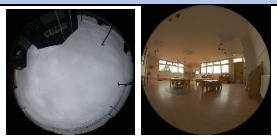
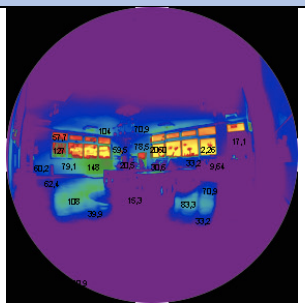
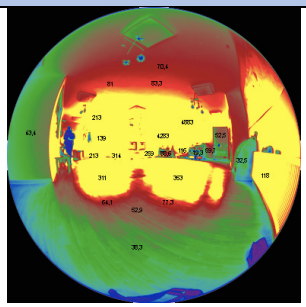
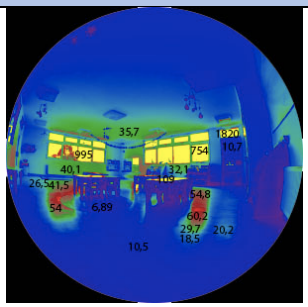
TABLA N.5: Análisis de Iluminancia Caso 1-A, 27-09-2016. FUENTE: Elaboración propia.

ILUMINANCIA – lx - Caso 1, Sala A – 27-09-2016			
PUNTOS / HORA	**8:00 HRS**	**12:00 HRS**	**17:00 HRS**
1	53,8		
2	69		
3	107		
4	100,7		
5		270	
6		275	2620
7		**1450**	**1680**
8			2455
9			4060
PUNTOS DE MEDICIÓN			
CIELO	**CUBIERTO**	**DESPEJADO**	**PARCIAL**
E mín. – máx.	53,8 – 107 lx	270 – 1450 lx	1680 – 4060 lx
Emed	82,6 lx	665 lx	2703 lx
Umed óptimo >0,5	0,65: óptimo	0,4: casi óptimo	0,62: óptimo
UDI (80%: 300-2000 lx)	insuficiente	insuficiente	demasiada luz.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

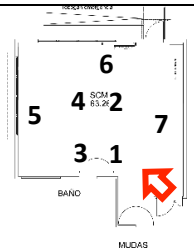
Para la medición 2, en los mapas de luminancias (Tabla N.6) se observa al inicio y término de la jornada, que estas son insuficientes para realizar tareas específicas de detalles (L en rango<80%), solo al medio día cumple con lo requerido. Durante todo el día el contraste entre muro y objeto permite el perfecto reconocimiento. La Tabla N.7 muestra que durante todo el día la iluminancia (Emed: entre 300-2000lx) y uniformidad son suficientes para el uso pre-escolar, ya que los rangos de 0,4 son cercanos a lo óptimo.

TABLA N.6: Análisis de Luminancia Caso 1-A, 05-10-2016. FUENTE: Elaboración propia.

LUMINANCIA – cd/m2 (h niño) - Caso 1, Sala A – 05-10-2016			
CIELO Y FOTO HDR			
CIELO	**PARCIAL**	**CUBIERTO**	**CUBIERTO**
HORA - Av	**8:00 HRS – f11**	**12:00 HRS – f11**	**17:00 HRS – f8**
FALSE COLOR			
ESCALA FC	**0:100**	**0:100**	**0:100**
L mín – máx (cd/m2)	14,9 – 190	44 – 466	9,7 – 112
L en rango 80%: 30-500 cd/m2)	40%	100%	40%
CONTRASTE (3:1)	3,6:1	4:1	4,5:1

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

TABLA N.7: Análisis de Iluuminancia Caso 1-A, 05-10-2016. FUENTE: Elaboración propia.

ILUMINANCIA – lx - - Caso 1, Sala A – 05-10-2016			
PUNTOS / HORA	**8 HRS**	**12 HRS**	**17 HRS**
1	298	**1017**	**432**
2	**553**	**1645**	**518**
3	**431**	**1552**	**522**
4	**762**	2387	**718**
5	**681**	2578	**627**
6	**726**	2165	**816**
7	222,3	**763**	221
PUNTOS DE MEDICIÓN			
CIELO	**PARCIAL**	**CUBIERTO**	**CUBIERTO**
E mín. – máx.	222,3 – 762 lx	763 - 2578 lx	221 – 816 lx
Emed	524,75 lx	1729,5 lx	550 lx
Umed óptimo >0,5	0,42: casi óptimo	0,44: casi óptimo	0,4: casi óptimo
UDI (80% 300-2000 lx)	72%: óptimo	57%	90%: óptimo

Esta aula A tanto para cielo cubierto y cielo parcial a despejado los rangos de L y E son aceptables. El contraste logrado es óptimo para distinguir objetos de manera correcta. En cambio, debido a la alta reflectividad de los materiales y a la luz norte, se generan brillos en el pavimento que afectan la uniformidad, los que podrían ser atractivos para los niños.

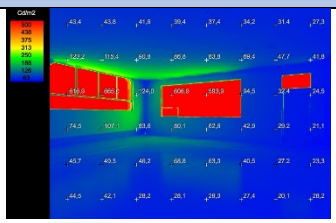
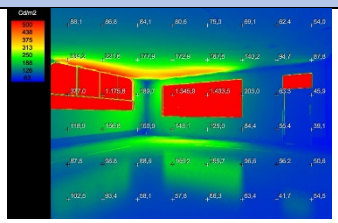
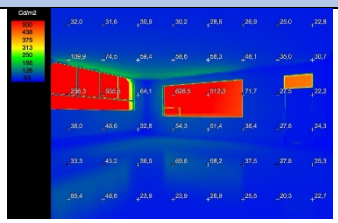
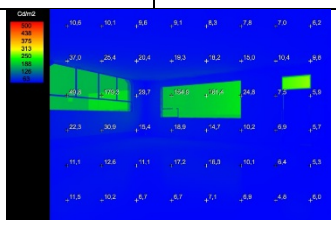
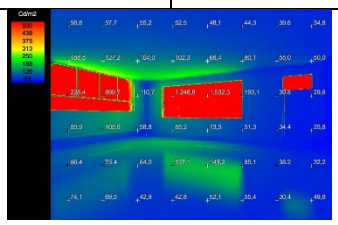
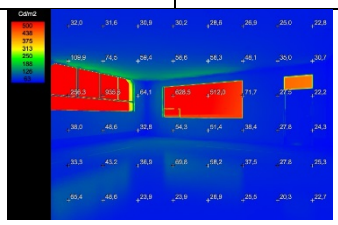
Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

3.3. Predicción anual de luz natural. Caso 1, Aula A.

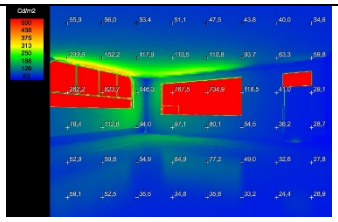
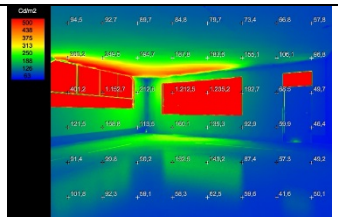
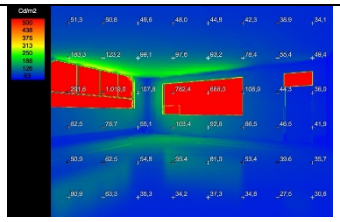
La tabla N.8 muestra el análisis hecho para las salas del caso 1, tanto para equinoccios y solsticios mediante el software Veluz Dighlighthing visualize, bajo cielo intermedio.

En general la sala posee niveles de luminancia aceptables, solo en el solsticio de invierno la sala se observa oscura al inicio y término del día. No hay problemas de deslumbramiento.

TABLA N.8: Análisis anual de Luminancia Caso 1-A. FUENTE: Elaboración propia.

LUMINANCIA, caso 1 - sala A						
HORA	**8:00**		**12:00**		**17:00**	
EQUINOCCIO OTOÑO / PRIMAVERA						
	L mín. – máx (cd/m2)	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**
	21,1 – 107,1	58%	39 - 165	100% óptimo.	22,7 – 69,8	58%
SOLSTICIO INVIERNO						
	L mín. – máx (cd/m2)	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**
	5,3 – 22,3	4,1% inaceptablemente oscura.	25,8 – 143,2	96% óptimo.	0,2 – 0,9	inaceptablemente oscura.

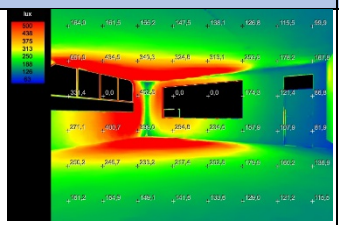
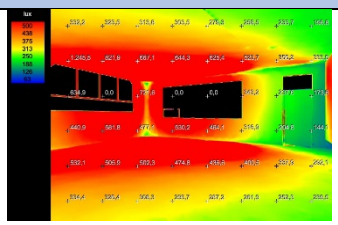
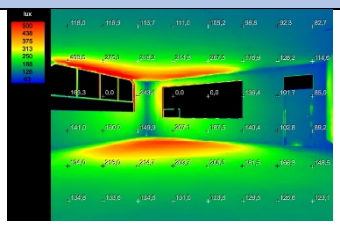
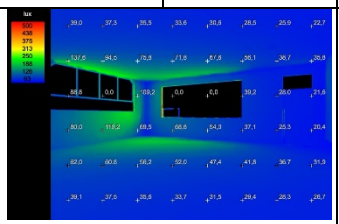
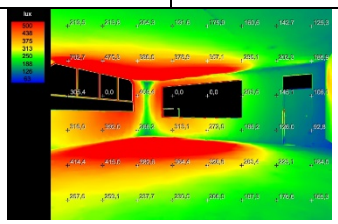
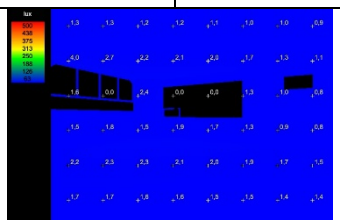
Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

SOLSTICIO VERANO						
	L mín. – máx (cd/m2)	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**
	24,4 – 97	83% óptimo.	41,6 – 160	100% óptimo.	30,6 – 103,4	96% óptimo.

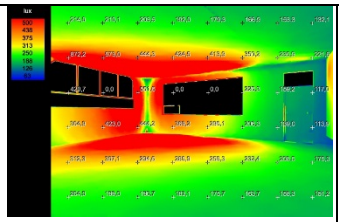
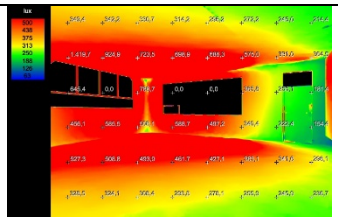
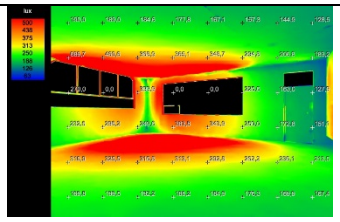
Tanto para equinoccios y solsticio de verano (tabla N.9) solo a medio día la iluminancia alcanza el rango requerido, por lo que se recomienda el uso de luz artificial si se requieren tareas específicas. La uniformidad es aceptable durante todo el período.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

TABLA N.9: Análisis anual de Iluminancia Caso 1-A. FUENTE: Elaboración propia.

ILUMINANCIA, caso 1 - sala A						
HORA	**8:00**		**12:00**		**17:00**	
EQUINOCCIO OTOÑO / PRIMAVERA						
	E mín. – máx. (lx)	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**
	81,9 – 400,7	195	144 – 581,8	372,7	89,2 – 216	157,14
	UDI (80% 300-2000 lx)	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**
	8,3%: insuficiente	0,42	66,6%	0,38	insuficiente	0,56: óptimo
SOLSTICIO INVIERNO						
	E mín. – máx. (lx)	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**
	20,4 – 116,2	46,7	92,8 – 415	262	0,8 – 2,3	1,65
	UDI (80% 300-2000 lx)	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**
	insuficiente.	0,44 casi óptimo.	33,3% presencia de contraste	0,35	insuficiente.	0,48 casi óptimo.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

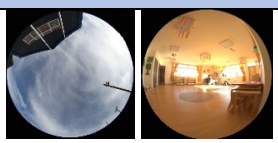
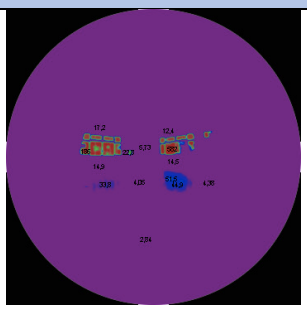
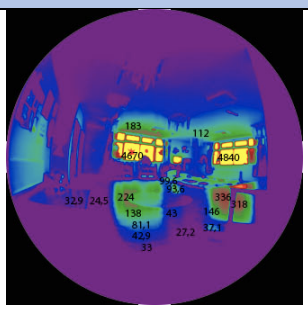
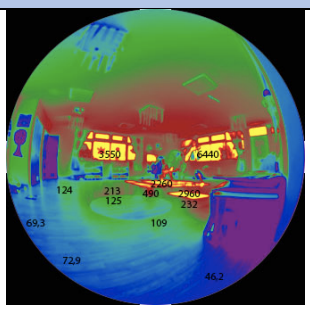
SOLSTICIO VERANO						
	E mín. – máx. (lx)	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**
	113,9 – 444,2	224,65	154,4 – 588,7	377,6	151,1 – 383,8	242,79
	UDI (80% 300-2000 lx)	**Umed (óptmo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptmo >0,5)**
	25% insuficiente	0,5 óptimo	67%	0,4 casi óptimo	25% insuficiente	0,62 óptimo.

3.4. Evaluación lumínica, fotografía HDR: Caso 1, Aula B.

Según lo que se observa en la tabla N.10 se recomienda luz artificial solo al inicio del día. Durante todo el día el contraste es apto para reconocer los objetos en forma correcta. En la tarde al dirigir la vista hacia las ventanas, los adultos podrían sentir deslumbramiento; los reflejos solares del piso de la ventana norte se situan en una superficie menor de la sala, por lo que caen en el rango de “imperceptibles”. Según los siguientes resultados (tabla N.11), UDI es insuficiente solo al inicio del día, por lo que se recomienda luz artificial dependiendo de la tarea encomendada. Durante la tarde se requiere control solar en la ventana poniente. La luz es uniforme durante todo el día.

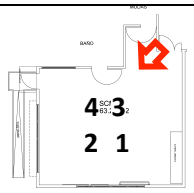
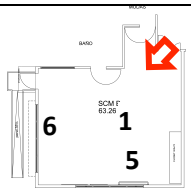
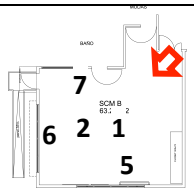
Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

TABLA N.10: Análisis de Luminancia Caso 1-B. 27-09-2016. FUENTE: Elaboración propia.

LUMINANCIA – cd/m2 (h niño) - Caso 1, Sala B – 27-09-2016			
CIELO Y FOTO HDR			
CIELO	**CUBIERTO**	**DESPEJADO**	**PARCIAL**
HORA - Av	**8:00 HRS – f5**	**12:00 HRS – f8**	**17:00 HRS – f8**
FALSE COLOR			
ESCALA FC	**30:2000**	**30:2000**	**30:2000**
L mín – máx (cd/m2)	1,73 - 63,8	9,27 – 336	63 – 2843
L en rango (80%: 30-500 cd/m2)	15%	50%	70%
CONTRAST E (3:1)	2,8:1	4:1	3:1

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

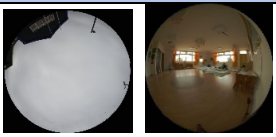
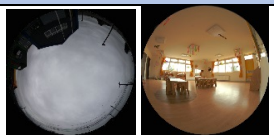
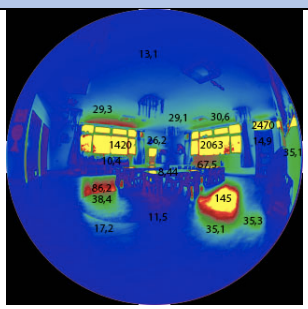
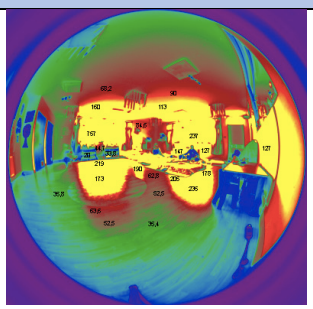
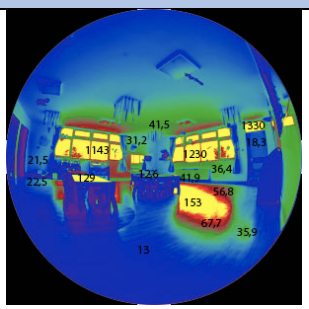
TABLA N.11: Análisis de Iluminancia Caso 1-B. 27-09-2016. FUENTE: Elaboración propia.

ILUMINANCIA - lx - Caso 1, Sala B – 27-09-2016			
PUNTOS / HORA	**8:00 HRS**	**12 HRS**	**17 HRS**
1	118,2	**510**	**1384**
2	120,2		3370
3	59,7		
4	79,5		
5		**567**	**1500**
6		**438**	**1400**
7			**1000**
PUNTOS DE MEDICIÓN			
CIELO	**CUBIERTO**	**DESPEJADO**	**PARCIAL**
E mín – máx (lx)	59,7 – 120,2	438 - 567	1000 – 3370
Emed (lx)	94,4	505	1730
Umed	0,63 : óptimo	0,86: óptimo	0,57: óptimo
UDI (80% 300-2000 lx)	Insuficiente	óptimo	85%: óptimo

Para el día de medición 2, solo a medio día la luminancia (tabla N.12) queda dentro del rango requerido. El contraste es correcto para que los niños distingan en forma correcta sus juguetes y libros. No hay riesgo de deslumbramiento a nivel de los niños, solo a nivel de adultos al mirar las ventanas, pero la superficie es menor como para requerir control solar. A las 8:00hrs (tabla N.13) no se alcanzan los valores requeridos para UDI en las áreas hacia el interior de la sala (puntos 1, 7 y 8), sin embargo en todo el resto de la sala sí, por lo que no debería requerirse luz artificial. La uniformidad es aceptable durante todo el día.

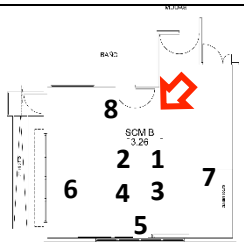
Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

TABLA N.12: Análisis de Luminancia Caso 1-B. 05-10-2016. FUENTE: Elaboración propia.

LUMINANCIA – cd/m2 (h niño) - Caso 1, Sala B – 05-10-2016			
CIELO Y FOTO HDR			
CIELO	**PARCIAL**	**CUBIERTO**	**CUBIERTO**
HORA - Av	**8:00 HRS – f11**	**12:00 HRS – f11**	**17:00 HRS – f11**
FALSE COLOR			
ESCALA FC	**0:100**	**0:100**	**0:100**
L mín – máx (cd/m2)	5,8 – 543	42 – 461	7,65 - 157
L en rango (80%: 30-500 cd/m2)	30%	100%	40%
CONTRASTE(3:1)	7:1	4,3:1	2:1

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

TABLA N.13: Análisis de Iluminancia Caso 1-B. 05-10-2016. FUENTE: Elaboración propia.

ILUMINANCIA – lx - Caso 1, Sala B – 05-10-2016			
PUNTOS / HORA	**8 HRS**	**12 HRS**	**17 HRS**
1	211,5	**355**	**455**
2	**423**	**950**	**659**
3	**313**	**1165**	**532**
4	**607**	**1427**	**470**
5	**441**	**1663**	**485**
6	**341**	**1592**	**725**
7	178	**407**	205,3
8	200	**427**	**392**
PUNTOS DE MEDICIÓN			
TIPO DE CIELO	**PARCIAL**	**CUBIERTO**	**CUBIERTO**
E mín – máx (lx)	200 – 607	407 - 1663	392 – 725
Emed (lx)	387,78	1140,8	560,4
Umed	0,5 casi óptimo	0,35 casi óptimo	0,37 casi óptimo
UDI (80% 300-2000 lx)	60%: entre insuficiente óptimo	100%: óptimo	90%: óptimo

El aula B de orientación surponiente recibe sol de tarde. La luminancia alcanza valores aceptables a las 12hrs durante todo el año, por lo que se sugiere apoyo de luz artificial principalmente al inicio del día, tanto en los equinoccios como en invierno. En este caso la Uniformidad cumple de mejor manera que la

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

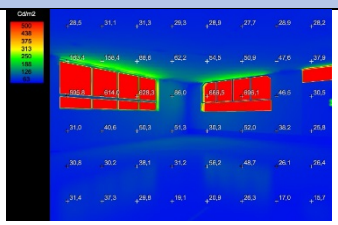
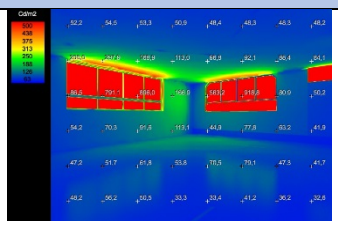
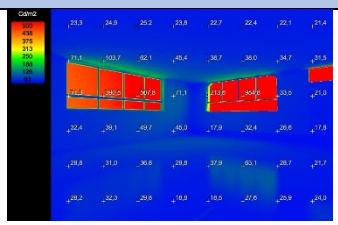
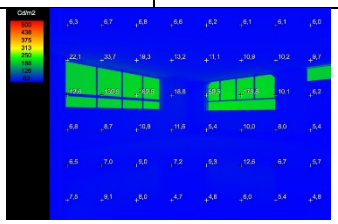
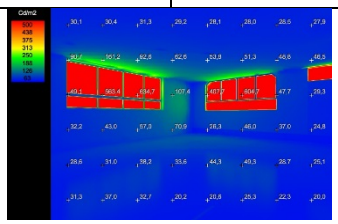
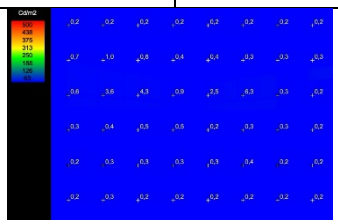
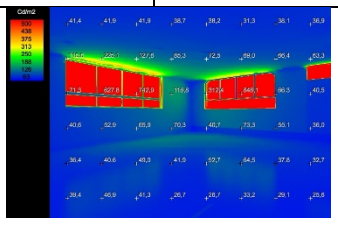
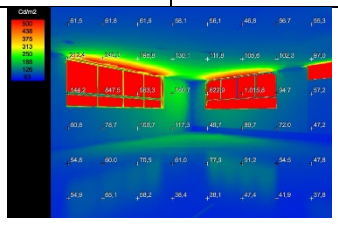
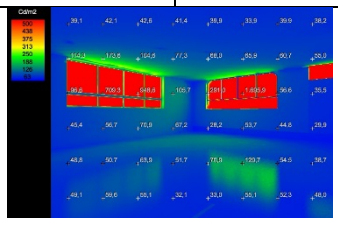
sala A, ya que la luz poniente al ser más horizontal penetra de mejor manera en el interior de la sala y no genera demasiada reflexión.

3.5. Análisis lumínico interior: predicción anual. Caso 1, Aula B.

Según tabla 14, en los equinoccios sólo a medio día se alcanzan los niveles requeridos de luminancia (100%). En el solsticio de invierno no se alcanza el rango mínimo. En el solsticio de verano la luminancia es óptima para cualquier tarea. Según tabla N.15, la iluminancia sólo se cumple en la mitad de la superficie en el solsticio de verano (Emed:309,3 lx), a medio día. La uniformidad es óptima durante todo el año.

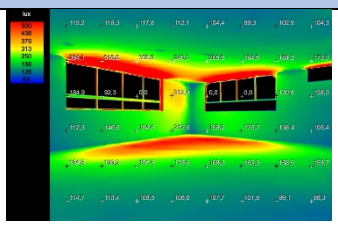
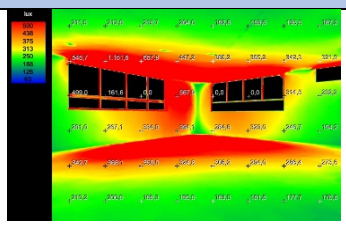
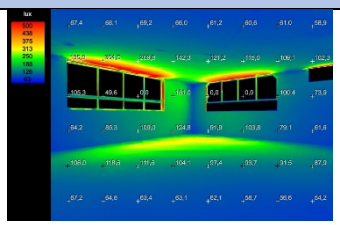
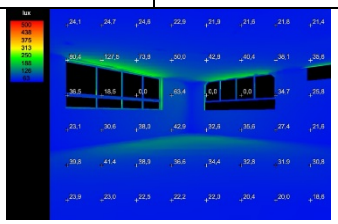
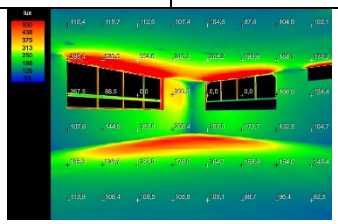
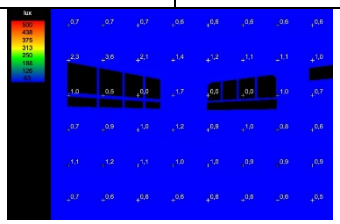
Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

TABLA N.14: Análisis anual de Luminancia Caso 1-B. FUENTE: Elaboración propia.

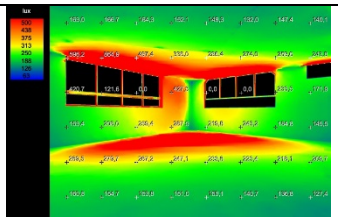
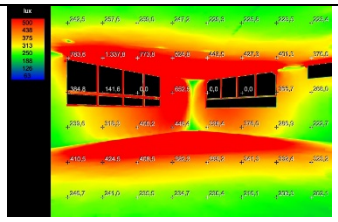
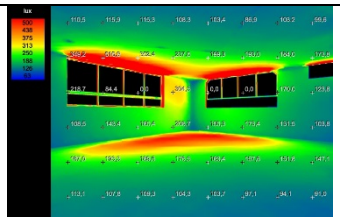
LUMINANCIA, caso 1 - sala B						
HORA	**8:00**		**12:00**		**17:00**	
EQUINOCCIO OTOÑO / PRIMAVERA						
	L mín. – máx. (cd/m2)	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx. (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx. (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**
	15,7 – 56,2	62,5% casi óptimo.	33,3 - 113	100% óptimo.	17,8 - 63	41,6%
SOLSTICIO INVIERNO						
	L mín. – máx. (cd/m2)	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx. (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx. (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**
	4,6 – 12,6	inaceptablemente oscura	20 – 70,9	58%	0,2 – 0,5	inaceptablemente oscura.
SOLSTICIO VERANO						
	L mín. – máx (cd/m2)	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx. (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx. (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**
	25,6 – 73,3	83% óptimo.	37,8 – 117,3	100% óptimo.	28,2 – 129,7	92% óptimo.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

TABLA N.15: Análisis anual de Luminancia Caso 1-B. FUENTE: Elaboración propia.

ILUMINANCIA, caso 1 - sala B						
HORA	**8:00**		**12:00**		**17:00**	
EQUINOCCIO OTOÑO / PRIMAVERA						
	E mín. – máx. (lx)	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**
	96,3 – 212,5	144,75 lx	170,8 – 394,1	263,6	54,2 – 124,8	54,2 – 124,8
	UDI (80% 300-2000 lx)	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**
	insuficiente	0,66 óptimo.	33,3% entre insuficiente y óptimo.	0,64 óptimo.	insuficiente	0,64 óptimo
SOLSTICIO INVIERNO						
	E mín. – máx. (lx)	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**
	18,6 – 42,9	29,62	92,5 – 208,4	142,1	0,6 – 1,2	0,83
	UDI (80% 300-2000 lx)	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**
	insuficiente	0,62 óptimo	insuficiente	0,65 óptimo	insuficiente	0,72 óptimo.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

SOLSTICIO VERANO						
	E mín. – máx. (lx)	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**
	127,4 – 287,9	201	202,1 – 448,4	309,3	91 – 208,7	141,1
	UDI (80% 300-2000 lx)	**Umed (óptmo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptmo >0,5)**
	insuficiente	0,63 óptimo	54,16%	0,65 óptimo	insuficiente	0,64 óptimo

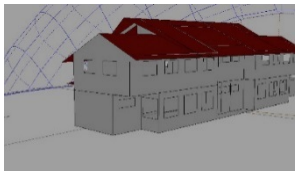
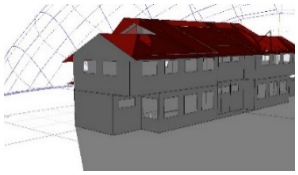
3.6. Matriz Asoleamiento: Caso 2, Aula C.

Del análisis de asoleamiento de la tabla N.16, para equinoccios se observa que a las 8:00 y 12:00hrs recibe sol solo por la fachada Este; a las 17:00hrs las fachadas Este y Sur en sombra, sin embargo la ventana poniente, recibe sol en el fondo de la sala al atardecer. Esta sala también posee una ventana vertical de techo (en las cerchas) de orientación Sur. En el solsticio de invierno a las 8:00hrs ambas fachadas Sur y Este en sombra, a las 12:00hrs el sol entra por la fachada este, a las 17:00 sol de fondo por la fachada poniente. En el solsticio de verano a las 8:00hrs las fachadas Sur y Este reciben sol, a las 12:00hrs el sol solo entra por la fachada Este; y a las 17:00hrs las fachadas Sur y Oeste reciben sol y la Este queda en sombra.

Aula de orientación más desfavorable. Esta sala recibe luz oriente al medio día y durante todo el día en verano. La ventana pequeña que da hacia el oeste y la ventana sur entre cerchas, influyen en el fondo de la sala y de manera indirecta, aportando a la luminosidad total.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

TABLA N.16: Análisis de asoleamiento Caso 2. FUENTE: Elaboración propia.

C) Jardín Infantil Sueño de Colores.		
EQUINOCCIO - 21 **MARZO/SEPTIEMBRE – 8 HRS**	**EQUINOCCIO - 21** **MARZO/SEPTIEMBRE – 12 HRS**	**EQUINOCCIO – 21** **MARZO/SEPTIEMBRE – 17 HRS**
		
SOLSTICIO INVIERNO - 21 **JUNIO – 8 HRS**	**SOLSTICIO INVIERNO - 21** **JUNIO – 12 HRS**	**SOLSTICIO INVIERNO - 21** **JUNIO – 17 HRS**
SOLSTICIO VERANO - 21 **DICIEMBRE – 8 HRS**	**SOLSTICIO VERANO - 21** **DICIEMBRE – 12 HRS**	**SOLSTICIO VERANO - 21** **DICIEMBRE – 17 HRS**

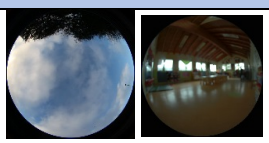
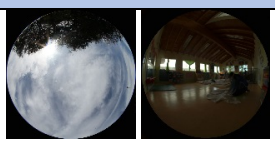
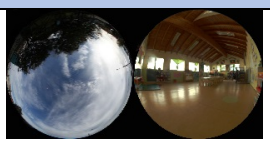
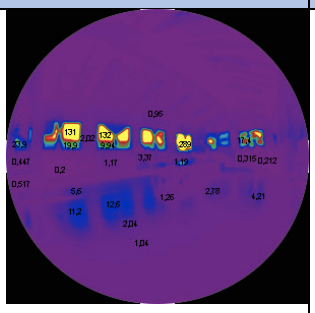
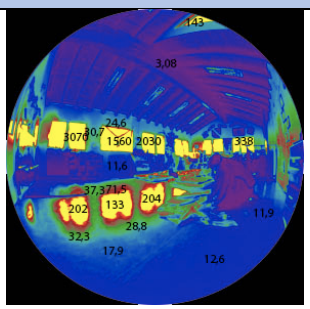
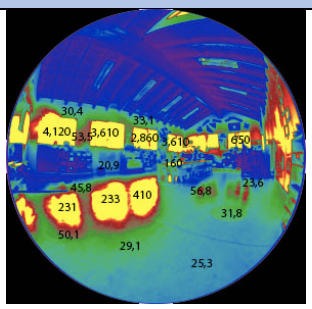
3.7. Evaluación lumínica, fotografía HDR: Caso 2, Aula C.

Según la tabla N.17 a las 8:00hrs se recomienda luz artificial, ya que la luminancia no llega a los valores requeridos. A medio día y en la tarde solo el 50% de la superficie alcanza el rango recomendado, por lo que se recomienda un reestudio del tamaño y tipo de ventanas. El contraste es óptimo al inicio y término

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

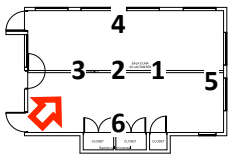
del día. Solo al inicio del día (tabla N.18) se recomienda el uso de luz artificial (Emed<200lx). Cumple con UDI desde medio día, la uniformidad es óptima solo al término de la jornada, aunque el valor de 0,4 a las 8:00hrs dada la actividad pre-escolar también sería aceptable.

TABLA N.17: Análisis de Luminancia Caso 2. 28-09-2016. FUENTE: Elaboración propia.

LUMINANCIA – cd/m2 (h niño) – caso 2 – 28-09-2016			
CIELO Y FOTO HDR			
CIELO	**PARCIAL**	**CUBIERTO**	**CUBIERTO**
HORA - Av	**8:00 HRS – f3,5**	**12:00 HRS – f8**	**17:00 HRS – f8**
FALSE COLOR			
ESCALA FC	**0:100**	**0:100**	**0:100**
L mín – máx (cd/m2)	0,75 – 14,6	10,3 – 383	23,6 – 485
L en rango (80%: 30-500 cd/m2)	0%	55%	50%
CONTRASTE (3:1)	5:1	1,7:1	3,7:1

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

TABLA N.18: Análisis de Iluminancia Caso 2. 28-09-2016. FUENTE: Elaboración propia.

ILUMINANCIA – lx - caso 2 – 28-09-2016			
PUNTOS / HORA	**8 HRS**	**12 HRS**	**17 HRS**
1	**29,5**	**779**	**406**
2	**25,14**	**675**	**365**
3	**20,73**	**656**	**367**
4	**70,1**	**390**	**190,1**
5	**106,4**	**689**	**400**
6	**180,3**	**185**	**286,5**
PUNTOS DE MEDICIÓN			
CIELO	**PARCIAL**	**CUBIERTO**	**CUBIERTO**
E mín – máx (lx)	18,3 – 106,4	185 - 779	190,1 – 406
Emed (lx)	45	562	335,76
Umed	0,4: casi óptimo	0,33: casi óptimo	0,57: óptimo
UDI (300-2000 lx)	Insuficiente	85%: óptimo	80%: casi óptimo

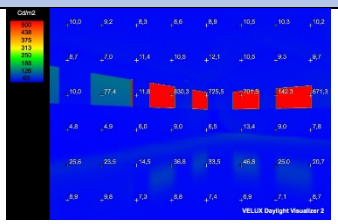
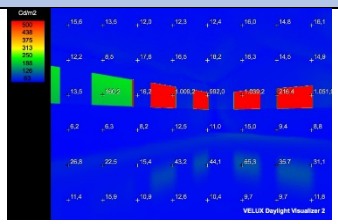
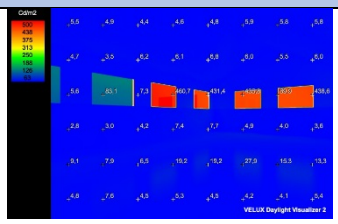
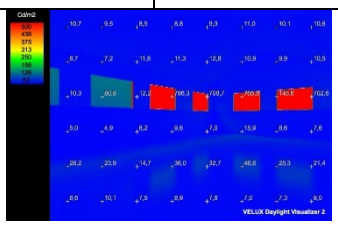
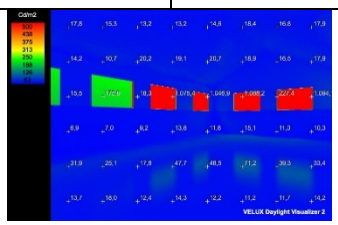
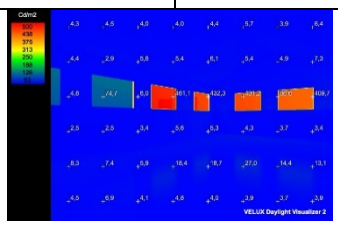
Esta Aula, según análisis anterior (tablas N.17 y 18), bajo condiciones de cielo variables (parcial a cubierto), cumple con iluminancia desde medio día, el contraste y uniformidad son óptimos solo al inicio y término de la jornada. Lo anterior puede mejorarse disminuyendo el material didáctico y adornos de muros y techo, ya que estos afectan la reflectividad del ambiente.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

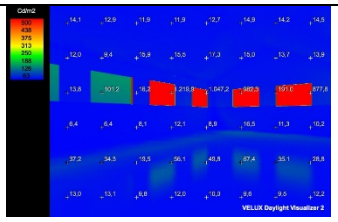
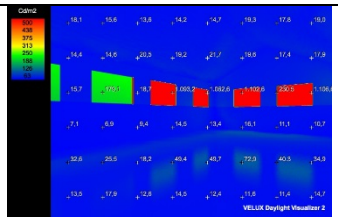
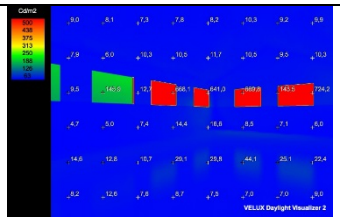
3.8. Análisis lumínico interior: predicción anual. Caso 2, aula C.

Se analiza iluminación, según parámetros vistos anteriormente. Como se ve en las tablas N.19 y N.20, esta sala, debido a su desfavorable orientación, no alcanza niveles de luminancia ni iluminancia requeridos. La uniformidad si cumple. Podría mejorarse la condición de la sala reestudiando el tamaño de las ventanas, y abatiendo las ventanas Este existentes, de forma horizontal hacia el norte de manera de permitir la entrada de luz Norte.

TABLA N.19: Análisis anual de Luminancia Caso 2. FUENTE: Elaboración propia.

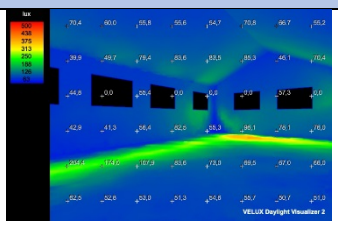
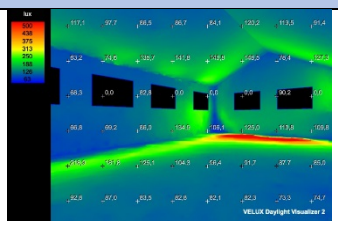
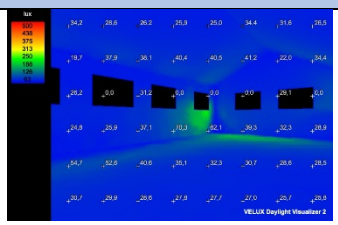
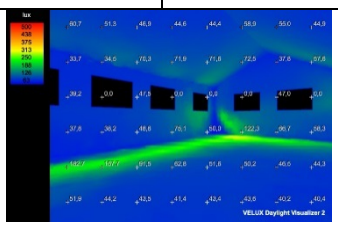
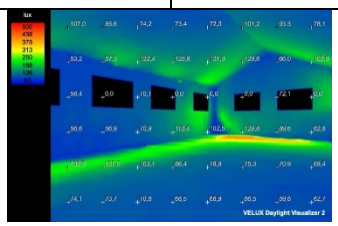
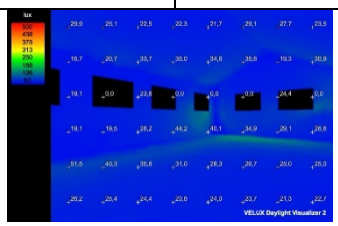
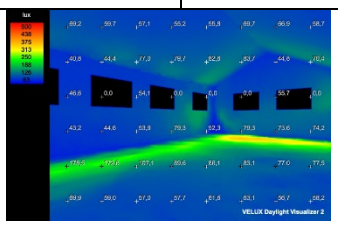
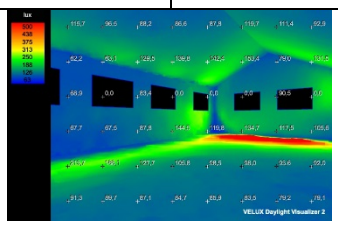
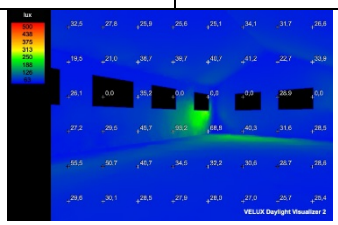
LUMINANCIA, caso 2						
HORA	**8:00**		**12:00**		**17:00**	
EQUINOCCIO OTOÑO / PRIMAVERA						
	L mín. – máx. (cd/m2)	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx. (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx. (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**
	4,8 – 46,8	12,5% inaceptablemente oscura	6,2 – 44,1	20% inaceptablemete oscura	2,8 – 27,9	0% inaceptablemente oscura
SOLSTICIO INVIERNO						
	L mín. – máx. (cd/m2)	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín – máx (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín – máx (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**
	5 – 46,6	12,5% inaceptablemente oscura	6,9 – 71,2	25% inaceptablemente oscura	2,5 – 27	0% inaceptablemente oscura

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

						
SOLSTICIO VERANO	**L mín. – máx (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx. (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**	**L mín. – máx. (cd/m2)**	**L en rango (80%: 30-500 cd/m2)**
	6,4 – 56,1	25% inaceptablemente oscura	7,1 – 72,9	25% inaceptablemente oscura	4,7 – 44	4,16% inaceptablemente oscura

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

TABLA N.20: Análisis anual de Iluminancia Caso 2. FUENTE: Elaboración propia.

ILUMINANCIA, caso 2						
HORA	**8:00**		**12:00**		**17:00**	
EQUINOCCIO OTOÑO / PRIMAVERA						
	E mín. – máx. (lx)	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**
	42,9 – 204,4	75,23	66,8 – 218,9	102,41	24,8 – 70,3	35,29
	UDI (80% 300-2000 lx)	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**
	insuficiente	0,57 óptimo	insuficiente	0,65 óptimo	insuficiente	0,7 óptimo
SOLSTICIO INVIERNO						
	E mín. – máx. (lx)	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**	**E mín. – máx. (lx)**	**Emed (lx)**
	37,8 – 182,7	63,87	56,6 – 129,8	86,6	19,1 – 44,2	29,15
	UDI (80% 300-2000 lx)	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**
	insuficiente	0,59 óptimo	insuficiente	0,65 óptimo	0,65 óptimo	insuficiente
SOLSTICIO VERANO						

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

	E mín. – máx. (lx)	Emed (lx)	E mín. – máx. (lx)	Emed (lx)	E mín. – máx. (lx)	Emed (lx)
	43,2 – 178,5	77,29	67,5 – 213,7	105,95	25,4 – 93,2	37
	UDI (80% 300-2000 lx)	**Umed (óptmo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptimo >0,5)**	**UDI (80% 300-2000 lx)**	**Umed (óptmo >0,5)**
	insuficiente	0,56 óptimo	insuficiente	0,63 óptimo	insuficiente	0,68 óptimo

3.9 PERCEPCIÓN DEL USUARIO: ENCUESTAS PROFESIONAL DE SALA.

Se desarrolló una encuesta cerrada y abierta (de alternativas, evaluación y desarrollo) (Universidad de Alcala, s/f), con preguntas referidas principalmente al comportamiento de los niños ante la luz natural, según experiencia de las educadoras; agrupadas principalmente en su preferencia (A) y en el comportamiento de los niños (B). Aplicada a todos los jardines infantiles JUNJI de administración directa de la Región de Los Lagos; y se distribuidas vía mail. De un total de 156 respuestas de 296 personas encuestadas, se obtuvieron los siguientes resultados relevantes:

(A) PREFERENCIA DE EDUCADORAS.

Al preguntar sobre la importancia de la luz natural en jardines infantiles el 100% respondió que Si, y luego al definir por qué, las respuestas se refierieron a temas de ahorro energético, a educación medioambiental; a observar e identificar de mejor manera el entorno, a ayudar a la visión, a reconocer de mejor manera los objetos de la sala; a un mejor desarrollo cognitivo y a la absorción de vitamina D.

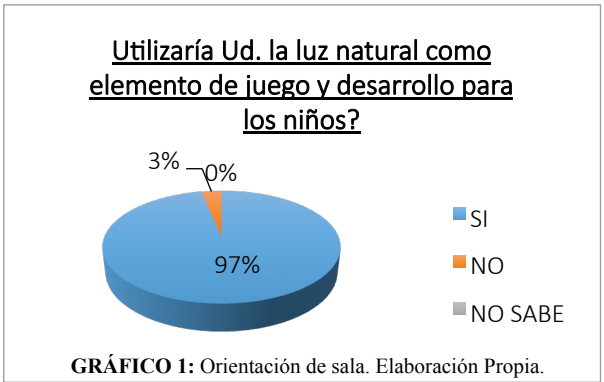


GRÁFICO 1: Orientación de sala. Elaboración Propia.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Un 97% indica que utilizaría luz natural como elemento cotidiano dentro del juego y desarrollo de los niños, porque: despierta los sentidos y sensaciones, fomenta la atracción, imaginación y curiosidad por lo novedoso; incita a la exploración y crea distintos ambientes. Señalan que los niños se interesan mucho por los cambios de luminosidad, los atrae, tranquiliza y alegra. Es importante para su desarrollo cognitivo y aprendizaje de conceptos como luz y sombra, día y noche, formas, colores, reflejos y tamaños. Estimula la vista aumentando las conexiones neuronales.

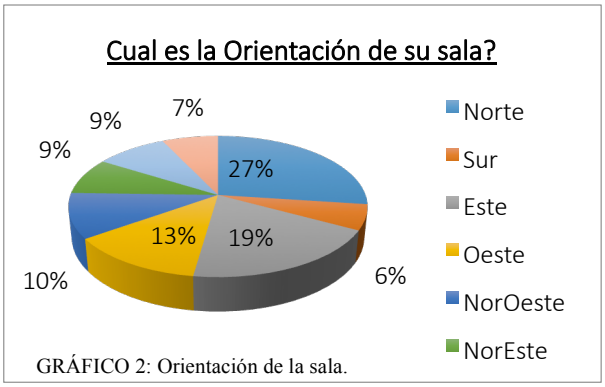


GRÁFICO 2: Orientación de la sala.

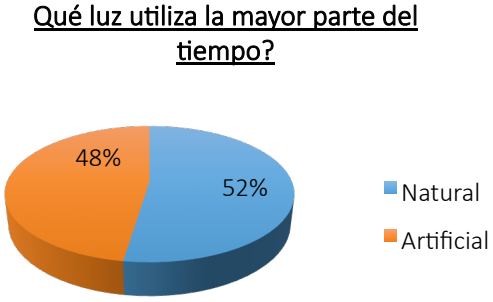


GRÁFICO 3: Luz más utilizada.

De las salas de los JUNJI, Los Lagos, un 27% tiene orientación principal Norte, un 19% Este, un 13% Oeste, un 10% NorOeste, un 9% y un 9% NorEste y SurOeste, un 7% Sureste y un 6% Sur. El 46% de orientación N, NO y NE, establece que en la región de Los Lagos sí existe una preocupación por elegir una mejor orientación para el diseño de jardines infantiles; lo que contrasta con el 22% de salas orientadas hacia el S, SO y SE. Así mismo un 19% de salas tendrían luz de mañana y un 13% de salas tendrían luz de tarde.

Se desprende además lo siguiente:

a) De las salas orientadas principalmente al Norte, NorOeste y NorEste, 63,3% de ellas prefieren el uso de luz natural, 28,1% de ellas el uso de luz artificial, y 5,6% prefieren utilizar ambos.

b) De las salas orientadas principalmente al Sur, SurOeste y SurEste, 20,5% de ellas prefieren el uso de luz natural, 73,5% de ellas el uso de luz artificial, y 5,8% prefieren utilizar ambos.

c) De las salas orientadas principalmente al Este, 60% de ellas prefiere el uso de luz natural y 40% de ellas el uso de luz artificial.

d) De las salas orientadas principalmente al Oeste, 35% de ellas prefieren el uso de luz natural y 50% de ellas el uso de luz artificial, y 15% prefieren utilizar ambos.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Existe una relación en el uso de luz natural v/s luz artificial en salas orientadas principalmente al N, NO y NE (63% y 28%) y salas orientadas principalmente al S, SO y SE (20,5% y 73%). De las salas orientadas al E y O también se observa una tendencia a preferir la luz natural cuando se tiene acceso a más luz de mañana.

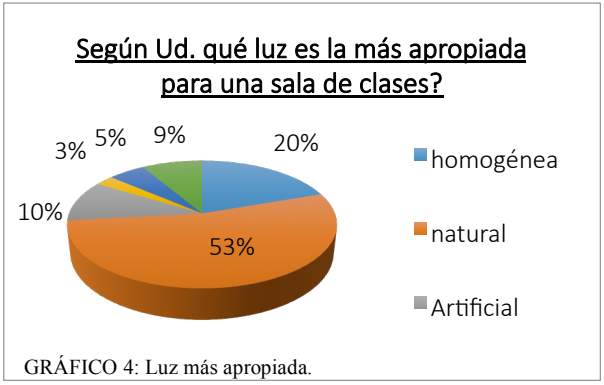


GRÁFICO 4: Luz más apropiada.

Un 53% de las encuestadas prefieren la luz natural para la sala de clases en la cual trabajan, luego identifican una luz homogénea, y luego destacan la luz artificial y brillos y contraste en casi un mismo lugar.

(B) COMPORTAMIENTO DE LOS NIÑOS.

Al consultar a las educadoras acerca de la influencia de la luz en el comportamiento de los niños según su observación se tiene lo siguiente:

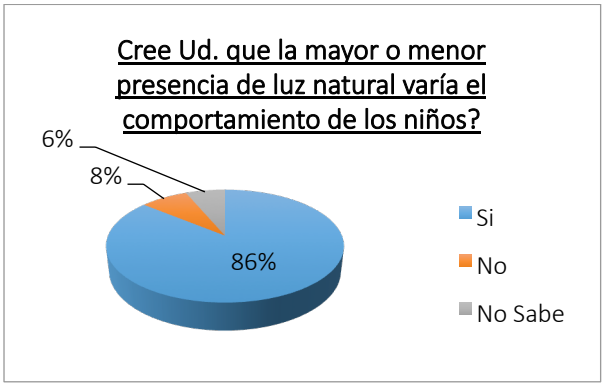


GRÁFICO 5: Comportamiento de los niños según la luz.

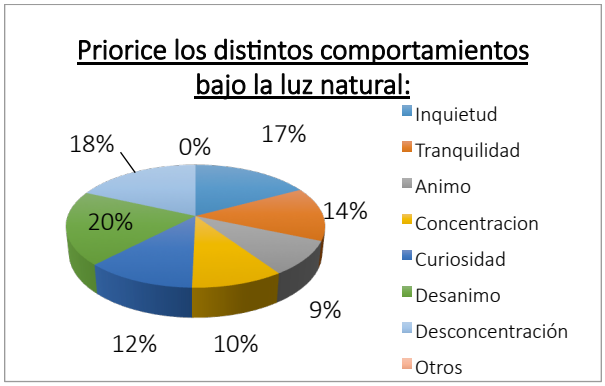


GRÁFICO 6: Priorización de comportamiento de los niños según la luz.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

La mayoría (86%) comparte la opinión que la luz natural sí varía el comportamiento de los niños. Al ordenar por prioridad, el *ánimo* queda en primer lugar, seguido por la *concentración*, luego la curiosidad y *tranquilidad*, dejando en los últimos lugares la *inquietud*, *desconcentración y el desánimo.*

Al sacar la *moda* (valor más frecuente) esta información se corrobora, quedando el *ánimo* en el número 1, en el lugar 2 *concentración* y *curiosidad*, en el 4 la *tranquilidad*, 5 la *inquietud*, 6 d*esconcentración* y 7 *desánimo*.

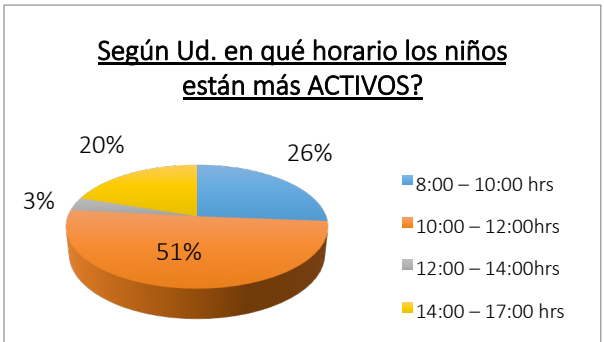


GRÁFICO 7: Horario de mayor actividad de los niños.

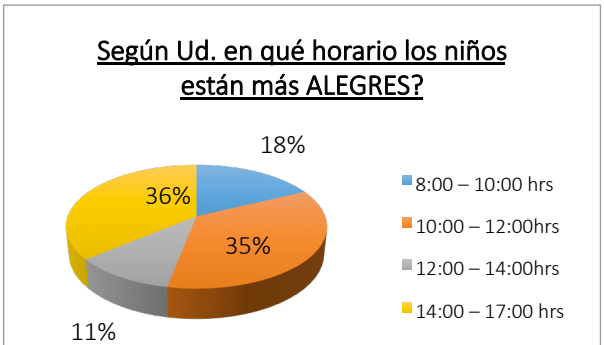


GRÁFICO 8: Horario de mayor alegría de los niños.

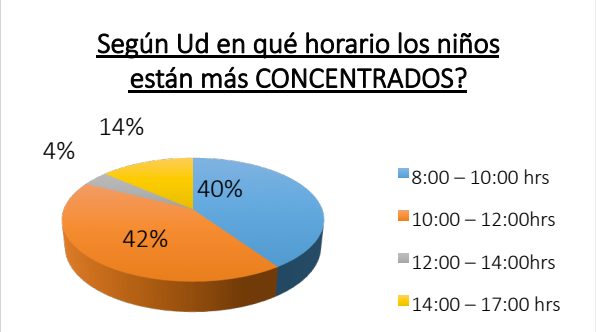


GRÁFICO 9: Horario de mayor concentración de los niños.

Entre 10-12hrs (medio día) es la hora en que los niños están más activos. La concentración sin embargo se potencia durante toda la mañana, de 8:00 – 12:00 hrs. Y la alegría se daría principalmente de 10:00 a 12:00 hrs y de 14:00 a 17:00hrs. O sea, cuando la luz es más intensa los niños están más activos; con la luz de mañana (antes de mediodía) los niños en general estarían más concentrados. La alegría al parecer no tendría demasiada relación con la variación lumínica. Todo esto corrobora la importancia del uso de luz natural en la arquitectura infantil, como aporte en su desarrollo.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Así mismo, al diferenciar el comportamiento de los niños en días despejados se tiene lo siguiente: mayor concentración, disposición para trabajar y aprender y mayor felicidad; más activos, más curiosos y entusiasmados; con ganas de salir al patio. Mayor creatividad. Más observadores, atentos al clima; mayor energía, se concentran y aprenden de mejor manera, y se contactan con la naturaleza, con el día y la noche y las estaciones del año. También se mencionó que con la luz natural los bebés cuando están enfermos con luz natural no se estresan tanto como con luz artificial, con la cual se ponen más irritables.

Y en días nublados se observan más inquietos, desanimados y ansiosos, gritan más. Más somnolientos, desganados y regalones. Más sensibles y desconcentrados por la falta de luz. Menos participativos y más irritables y agresivos.

IMAGENES N.11: "NIÑO SIGUIENDO LA LUZ"

FUENTE: Elaboración Propia.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

4. CONCLUSIONES.

Con respecto al estudio de asoleamiento, al comparar las orientaciones de las 3 aulas estudiadas (NP-SP-SO), se tiene que el mejor comportamiento la tuvieron las salas NP y SO, (caso 1A y caso 2C), ya que en el caso del aula A (NP) recibe la mayor parte del año sol directo (sol norte principalmente), y el aula C (SO) recibe sol por el oriente en la mañana que es cuando los niños pasan más horas en el jardín infantil. Del análisis se desprende que la mejor orientación, es la Nororiente, dados el horario de uso de los niños y la inclinación del sol en Puerto Montt.

Las fotografías HDR permitieron entender la variabilidad específica de la luz según el día estudiado, permitiendo captar la luminancia interior, según los elementos interiores y exteriores incidentes. Las distintas las variaciones y reflejos que produce la luz natural, permiten crear distintos ambientes dentro de la sala, más cercanos a ciclos naturales. Para el caso 1 se puede desprender que naturalmente el aula que mejor se comporta es la A de orientación NP, pero dada la altura del sol y las condiciones interiores requiere protección manual para controlar brillos interiores. El aula B aun cuando no recibe sol directo durante todo el día, por la buena calidad interior alcanza niveles de luminancia aceptables. Para el caso 2C, para cielo cubierto la iluminancia queda dentro del rango pero la luminancia no; ya que esta aula además del desgaste natural de los materiales interiores posee demasiado material didáctico en muros y cielo que disminuyen la luminosidad interior; por lo que se recomienda utilizar materiales con buen nivel de reflectividad, de preferencia colores claros para los muros y ventanas en lo posible bajas para que la luz entre de forma más horizontal y distribuida y los niños puedan contactarse con el exterior. Los resultados se ubtuvieron en días variables cercanos al equinoccio de primavera, por lo que son necesarias mayor cantidad de mediciones para obtener información lumínica más precisa, a través de datos estadísticos.

El análisis anual permitió entender las aulas en períodos de tiempo específicos, visualizando su comportamiento según rangos base de luminancia e iluminancia. Según este análisis la sala A del caso 1 se comporta perfecto en verano y durante las 12hrs de todo el año, el aula B solo en invierno y a las 12hrs no alcanza la luminancia deseada. El caso 2 solo posee óptima uniformidad durante el año.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Respecto a la metodología utilizada, al aplicar las 3 herramientas de medición se logra un análisis completo, ya que con la matriz 3x3 se hace una primera aproximación según orientación y emplazamiento; con el método HDR se entiende la condición real y efectos interiores positivos y negativos que la luz produce y luego con el software VDV además de predecir el comportamiento interior se obtienen datos para mejorar la arquitectura estudiada o proponer un nuevo diseño.

La aplicación de encuestas respaldó la importancia de incluir y potenciar la iluminación natural en el diseño de jardines infantiles, además de que permitió obtener importantes conclusiones acerca de distintos efectos de la luz natural sobre los niños, en distintas edades y en su comportamiento a las diferentes horas y condiciones climáticas. Según esto a medio día es cuando los niños están más activos y durante toda la mañana se concentran mejor, lo que quiere decir que la luz de mañana es la más importante para los niños; desde donde se desprende nuevamente que la mejor orientación para las aulas de un jardín infantil es NorOriente, donde se captan las variaciones de luz de mañana; lo que precisa lo recomendado por la UNESCO. Las encuestas son una importante herramienta para acercarse a datos y conclusiones para el diseño de espacios de uso infantil.

El diseño arquitectónico, para lograr confort lumínico en jardines infantiles debe ser diferente. Si bien existe una preocupación por la arquitectura de jardines infantiles en la Región de Los Lagos, más sensible y sustentable, faltan recomendaciones específicas que faciliten el diseño consciente con la luz natural y la naturaleza como parte del espacio infantil; los espacios deberían poder evidenciar el movimiento solar y recrear los brillos, transparencias, reflejos y contrastes propios de la naturaleza, controlando las molestias y defectos a la visión que pudieran producirse.

La revisión bibliográfica permitió dilucidar que no existen estudios específicos acerca de la iluminación natural y su efecto en niños de esta edad relacionados con arquitectura. Así mismo, no existen métricas destinadas exclusivamente a jardines o espacios infantiles. Referido a esto y a partir de los distintos análisis se plantea un primer acercamiento, donde el rango de iluminancia sería aceptable desde 200lx, la (Agencia Chilena Eficiencia Energetica, 2012), bajo estos valores plantea que la *iluminación es baja algunas veces y hay que revisar tamaño de ventanas y vidrios,* pero según se vio en este estudio, es más importante para los niños la naturalidad de la luz y cambios climáticos que crecer bajo ambientes artificiales. Asi mismo se desprende que la O.G.U. C. Va en contra del diseño óptimo de los Jardines Infantiles.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Las principales limitaciones de este estudio son que se evalúa la iluminación natural, siendo necesaria la evaluación de otros parámetros como temperatura, ventilación, etc. para obtener resultados globales e íntegros para jardines infantiles, además que la evaluación se hizo solo en un nivel de dos jardines infantiles, lo que no permite generalizar, por lo que debiesen ser incorporados más casos de estudio.

TRABAJOS FUTUROS.

Como trabajo futuro se considera relevante seguir ahondando en Chile en un diseño de arquitectura infantil integral con la naturaleza y luz natural, más lúdico, flexible que invite a la exploración. También es relevante continuar con un estudio de casos a través de nuevas mediciones con el método HDR que permitan obtener comparables y datos estadísticos con mayor número de casos de estudio y mediciones, para validar el comportamiento de los espacios estudiados bajo distintos tipos de cielo y estaciones; para posteriormente proponer y evaluar posibles mejoras arquitectónicas. Es relevante continuar con el desarrollo de nuevas métricas de diseño lumínico, a través de la observación de comportamiento en terreno y nueva consulta a usuarios. Este trabajo fue respaldado por JUNJI, Los Lagos para considerar en sus nuevos proyectos.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

BIBLIOGRAFÍA

Agencia Chilena Eficiencia Energetica. (2012). *Guia de Eficiencia Energetica para Establecimientos Educacionales.* Santiago, Chile: Achee.

Castello, I. (2014). *Efecto de la luz nocturna sobre la gestacion y el sistema reproductor de la descendencia.* Recuperado el agosto de 2016, de http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/27709/6/Isabel%20M.pdf

Mojab, C. G. (2016). *illi.org*. (V. 1.-1. Nuevo Comienzo, Productor) Obtenido de Deficiencia de luz Solar y Lactancia: http://www.illi.org/lang/espanol/ncvol16_1_04.html

Yacan, S. D. (2014). *IMPACTS OF DAYLIGHTING ON PRESCHOOL STUDENTS' SOCIAL AND COGNITIVE SKILLS .* Universidad de Nebraska, Science, Faculty of the Graduate College at the University of Nebraska.

Dehoff, P. (2011). *El efecto de la luz en los seres humanos, que sabemos realemente?* Recuperado el 2016, de iluminet.com: http://www.iluminet.com/efecto-luzseres-humanos/

Dubois, M. C. (2001). *Solar Shading for Low Energy Use and Daylight Quality in Offices, Simulations, Measurements and Design Tools.* Lund University, Dept. of Construction & Architecture.

MINVU. (2016). *Ordenanza General de Urbanismo y Construccion.* Chile.

4/2003, N. E. (2003). *Normativa Electricidad.* Recuperado el 2014, de sec.cl: http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/electricidad_norma4/alumbrado.pdf

MINEDUC. (2015). *Criterios de Diseno para Espacios Educativos.* Ministerio de Educacion. Santiago: Gobierno de Chile.

Unesco, Mineduc, MOP. (2000). *Guia de Diseno para Espacios Educativos.* Santiago: OREALC.

JUNJI, R. I. (2013). Recuperado el 2016, de http//www.bienestararmada.cl/prontus_bienestar/site/artic/20131211/asocfile/20131211120520/m_fsz_01_guia_de_funcionamiento_para_establecimiento_de _educacion_parvularia.pdf

Inanici, M. (2005). *Per-pixel Lighting Data Acquisition and Analysis with High Dynamic Range Photography.* Leon.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Freeman, M. (2010). *Guia completa del luz e iluminacion en fotografia digital.*

wikipedia. (25 de agosto de 2016). Recuperado el 2016, de wikipedia.org: https://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_Montt

MOP-Direccion de Arquitectura. (2011). *TDRe.* Ministerio de Obras Publicas . MOP.

MINEDUC, JUNJI, Fundacion Integra. (2010). *Espacios Educativos para la primera Infancia.* Santiago, Chile: Gobierno de Chile.

German, S., & Arias, A. (2013). *El medio ambiente y su incidencia en los aprendizajes de los niños y niñas de 4 a 5 años del Centro Infantil "T.* Recuperado el 2016, de http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/3419

Piderit, B., Cauwert, C., & Diaz, M. (agosto de 2014). Definition of the CIE standard skies and application of high dynamic range imaging technique to characterize the spatial distribution of daylight in Chile. *articulo* . (R. d. No.2, Ed.) Santiago, Chile. Recuperado el 2016, de www.cielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2014000200003&lng=es&nm=iso&tlng=en

Direccion Meteorologica de Chile. (2011-2014). *Anuario Climatologico 2010-2014.* Anuario, Direccion Meteorologica de Chile, Fuerza Aerea de Chile, Santiago.

Montessori, M. (1998). *La Mente Absorbente del nino.* Mexico: DIANA.

Wikipedia. (Agosto de 2016). *Ritmo Circadiano*. Obtenido de wikipedia.org: https://es.wikipedia.org/wiki/Ritmo_circadiano

Zapata, L. (2015). *Medio Ambiente Luminico en Cuartos de Hospitalizacion, caso de estudio: Hospital de Caldas S.E.S. Manizales, Colombia.* Universidad del Bio Bio, Arquitectura, Diseno y Construccion. Concepcion: Universidad del Bio - Bio.

Darula, S., & Kittler, R. (sf). *CIE General Sky Standard Defining Luminance Distributions.* Investigacion, Institute of Construcction and Architecture, Slovak Academy of Sciences, Bratislava.

Fernandez, C. (2001). *La luz: una fuente de energia.* Universidad del Bio - Bio, Ciencias Naturales y Exactas. Concepcion: Universidad del Bio - Bio.

Sawyer, B., & Pronk, R. (1998). *Camaras Digitales.* Madrid, Espana: Paraninfo.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Kumaragurubaran, V. (2012). *High Dynamic Range Image Processing Toolkit for Lighting Simulations and Analysis* . University of Washington.

MINEDUC. (2016). *junji.cl*. Obtenido de http://www.junji.cl/Junji/Paginas/Quienes-Somos.aspx

Maldonado, E., & Andrade, P. (2014). *Cuadernos de Educacion Inicial: A Escala del Nini y la Nina.* (Vol. 2). Santiago, Chile: JUNJI.

Beltran, L., & Martins, B. (2005). Assessment of Luminance Distribution Using HDR Photography. *Proceedings of the 2005 ISES Solar World Congress* (págs. 7-12). Orlando: Texas A&M University.

Jakubiec, A., inanici, m., van den Wymelenberg, K., & Mahic, A. (2016). Accurate Measurement of Daylit Interior Scenes Using High Dynamic Range Photography. *Lighting Quality and Energy Efficiency Conference* (págs. 1-10). Melbourne: CIE .

Universidad del Bio-Bio, FONDECYT. (2014). *ilumina chile*. (B. Piderit, Productor) Recuperado el 2016, de http://ubiobio.ilumina.cl

Perez, R., Seals, R., & Michalsky, J. (1993). All-Weather Model For Sky Luminance Distribution - preliminary Configuration and Validation. *Solar Energy Vol. 50 No 3* , 235-245.

Piderit, B., Caceres, C., & Espinoza, C. (2016). *Luz natural en el museo: Estudio de la Distribucion de Luminancia con Fotografia HDR.* Universidad del Bio-Bio, Depto. de diseno y Teoria de la Arquitectura., Concepcion.

Tipler, P. A., & Mosca, G. (2003). *Fisica para la ciencia y la tecnologia* (5a ed., Vols. 2B-Luz). Barcelona.

Inanici, M. (2009-2010). *Development and Validation of Image based Sky Models for Daylighting Applications.* University of Washington Royalty Research Fund, Washington.

Inanici, M. (2010). Evaluation of High Dynamic Range Image-based Sky Models in Lighting Simulation. *Luekos, Journal of the Illuminating Engineering Society* , 69-84.

Reglamento_Interno_Junta_Nacional_de_Jardines_Infantiles. (2013). Recuperado el 2016, de http//www.bienestararmada.cl/prontus_bienestar/site/artic/20131211/asocfile/20131211120520/m_fsz_01_guia_de_funcionamiento_para_establecimiento_de _educacion_parvularia.pdf

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Universidad de Alcala. (s/f). Obtenido de http://www3.uah.es/vicente_marban/ASIGNATURAS/SOCIOLOGIA%20ECONOMICA/TEMA%205/tema%205.pdf

Nicklas, M. H., & Bailey, G. B. (1996). *Analysis of the Performance of Students in Daylit Schools.* carolina del norte.

Mahone, H. (1999). *Daylighting in Schools.* Pacific Gas & Electric Group.

.