

ESPECIALIDAD EN DESARROLLO SUSTENTABLE DEL HÁBITAT HUMANO

Facultad Regional Mendoza. Universidad Tecnológica Nacional

TRABAJO INTEGRADOR

ILUMINACIÓN SUSTENTABLE. DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN. EL CASO DE UNA BIBLIOTÉCA PÚBLICA.

DOCENTE:

DR. DIS. ROBERTO G. RODRIGUEZ

ALUMNA:

ARQ. VERÓNICA JIMENA RUIZ

Marzo 2017

AGRADECIMIENTOS

Mi reconocimiento para el personal de la Biblioteca Pública de Lavalle, por su predisposición y colaboración a la hora de brindar información para hacer posible el trabajo de campo de este práctico de especialización. Al Dr. Ing. Pablo Arena Director de la Maestría.

Un agradecimiento muy especial a mí Director Dr. Dis. Roberto Rodriguez por su seguimiento constante, predisposición, compromiso y vocación para guiarme en este largo camino. Y a la Dra. Dis. Codirectora de la Maestría Andrea Pattini quien estuvo presente en todo momento que lo necesite, me guió en esta etapa tan importante de mi perfeccionamiento a nivel profesional, orientándome y permitiendo que mi Director sea quien fue, ambos pilares muy importantes.

ÍNDICE

Introducción	Pág. 4
1 Antecedentes y Análisis Bibliográfico.	Pág. 5
1.1 Aspecto Histórico	Pág. 8
1.2 Biblioteca y la Iluminación	Pág. 8
2 Marco Legal y Normativo	Pág. 9
3 Caso en Estudio	Pág.13
3.1 Ubicación Geográfica	Pág. 13
3.2 Clima	Pág. 16
3.3 Descripción del caso de estudio	Pág. 16
4 Metodología	Pág. 18
4.1 Evaluación Post Ocupacional	Pág. 18
4.2 Protocolo PC-SRT (INAHE-CONICET)	Pág. 20
4.3 Encuesta	Pág. 22
4.4 Descripción de Salas	Pág. 22
5 Resultados	Pág. 26
5.1 Mediciones Fotométricas	Pág. 25
5.2 Procesamiento de Encuestas	Pág. 30
6 Conclusiones	Pág. 32
Bibliografía	Pág. 34
Anexo	Ver Anexo

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se propone realizar un diagnóstico de la iluminación (natural y artificial) en una biblioteca pública de Lavalle inaugurada en el año 2014 en el marco del programa del Gobierno de Mendoza y el Ministerio de Infraestructura y Energía de construcción de una biblioteca pública por departamento en la provincia de Mendoza. Se realizó un relevamiento de las características físicas y fotométricas del caso de estudio seleccionado, haciendo énfasis en la iluminación natural. Se completó el estudio con una encuesta para obtener información adicional directamente desde los usuarios de la biblioteca.

El uso de la luz natural, o la luz del día, ha sido tradicionalmente una característica deseable y un sello de buen diseño. Cuando se introduce hábilmente, la luz del día crea un ambiente de calma, contemplación, confort visual y enlaza el usuario de la biblioteca moderna psicológicamente con el pasado pre - tecnológico. Espacios de la biblioteca memorables durante siglos se han caracterizado por volúmenes y superficies iluminadas con luz natural, que proporciona la luz sin deslumbramiento en los espacios de lectura. Sin embargo, el diseño de iluminación natural ha tomado recientemente una nueva importancia, más allá de estas cuestiones estéticas y de los aspectos psicológicos, con el advenimiento de la escasez de energía y las preocupaciones de sostenibilidad. La alternativa a utilizar luz del día, el uso de energía eléctrica para la iluminación, contribuye a sumar tensión en la capacidad de generación eléctrica, así como el uso ineficiente de los recursos energéticos no renovables.

1-ANTECEDENTES Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

La fotometría es la parte de la óptica que trata de las leyes relativas a la intensidad de la luz y los métodos para medirla. Cada magnitud fotométrica deriva de una magnitud radiométrica (medida física de la energía), que ha sido ponderada según la sensibilidad espectral específica del sistema visual humano. Es decir que en vez de tener en cuenta las magnitudes físicas absolutas (radiométricas), se incorpora la evaluación del entorno lumínico construido, la curva de sensibilidad del ojo humano. De este modo se obtienen las magnitudes fotométricas. La tabla 1 muestra las principales magnitudes radiométricas y fotométricas.

Magnitud Radiométrica	Magnitud Fotométrica	Definición
Flujo Radiante Símbolo: Φ_e Unidad: Watt (W)	Flujo Luminoso Símbolo: Φ_v Unidad: lumen (lm)	Caracteriza la energía que emite una fuente de luz. En el caso de flujo luminoso evalúa la eficiencia con que una fuente convierte energía eléctrica en energía luminosa, esta última indica la eficacia de la lámpara.
Intensidad Radiante Símbolo: I_e Unidad: W/sr	Intensidad Luminosa Símbolo: I_v Unidad: candela (cd)	Es el flujo emitido por una fuente de luz en una dada dirección por unidad de ángulo sólido. Se usa para caracterizar la energía luminosa que emiten las luminarias.
Irradiancia Símbolo: E_e Unidad: W/m^2	Iluminancia Símbolo: E_v Unidad: lux (lx)	Cantidad de energía que incide sobre una superficie a una distancia de la fuente de luz. Se usa para especificar los valores de niveles de iluminación en locales y puestos de trabajo.
Radiancia Símbolo: L_e Unidad: $W/m^2 \cdot sr$	Luminancia Símbolo: L_v Unidad: cd/m^2	Cantidad de luz emitida por unidad de área de la fuente de luz en una dada dirección y por unidad de ángulo sólido

Tabla 1: Magnitudes radiométricas y sus correspondientes magnitudes fotométricas.

Estas magnitudes sirven para caracterizar objetivamente a las fuentes de iluminación natural y artificial. De forma similar, la magnitud fotométrica del factor de luminancia y la magnitud perceptiva de la luminosidad son correlativas, por lo que la luminosidad es el equivalente perceptivo del factor de luminancia.

La iluminación natural constituye una alternativa válida para la iluminación de interiores y su aporte es valioso no solo en relación a la cantidad sino también a la calidad de iluminación.

La iluminación natural presenta ciertas ventajas respecto de la iluminación artificial (Boyce, Hunter, & Howlett, 2003).

*Es provista por una fuente de energía renovable. La iluminación natural es proporcionada por la energía radiante del sol, en forma directa o a través de la bóveda celeste.

*Puede implicar ahorro de energía.

*Puede proporcionar niveles de luminancia más elevados en las horas diurnas.

*La luz solar directa introduce menos calor por lumen que la mayoría de las fuentes de iluminación eléctrica.

*Tiene la particularidad de ser dinámica, sobre una base diaria y anual.

*Integra otros elementos que favorecen a satisfacción de las necesidades biológicas y psicológicas de ritmos naturales.

*La adecuada provisión de luz natural a una vivienda o local puede incrementar el valor comercial de ellos (Pattini, 2006).

La figura 1 muestra los tipos básicos de cielo, entre las innumerables distribuciones de cielo posibles.

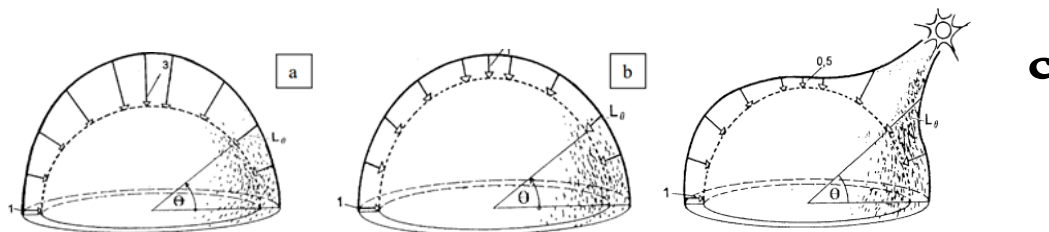


Figura 1: a) Distribución de iluminación de cielo nublado. b) Distribución de iluminación de cielo uniforme. c) Distribución de iluminación en cielo claro.

Esta caracterización muestra que cuando un cielo está nublado (fig 1a) el cenit es tres veces más luminoso que el horizonte.

Si se considera un cielo uniforme (fig 1b) a modo de simplificación para los cálculos, en este caso las luminancias provenientes de cielo “uniformemente nublado” son asumidas como isotrópicas (iguales independientemente de la dirección de donde provienen). Finalmente, en un cielo claro (fig 1c) la parte del cielo más brillante es la que se encuentra en el sol y en el anillo que lo circula (circunsolar) y la más oscura (azul intenso) es la que se encuentra a 90° el sol, de esta manera, el horizonte puede ser más luminoso que el cenit en condiciones de cielo

claro. Un cielo claro es definido por la CIBESA – Estandarización Británica – como un cielo no obstruido por nubes y por la IESNA – Estandarización Norteamericana – como un cielo obstruido en un porcentaje menos del 30%. Su relación de iluminancia es de 1 en el horizonte y de 0.5 en el cenit.

La disponibilidad de luz natural en el lugar donde se va a emplazar el proyecto, constituye el punto de partida para determinar qué estrategia se implementará.

En regiones semi-áridas soleadas y en edificios donde las tareas visuales son principales, es deseable por razones psicológicas y fisiológicas, no solo proveer altos niveles de iluminación natural, sino también hacer perceptible la luz solar directa y dinámica, que permite a las personas un contacto con las condiciones del clima exterior. (Pattini, 2007).

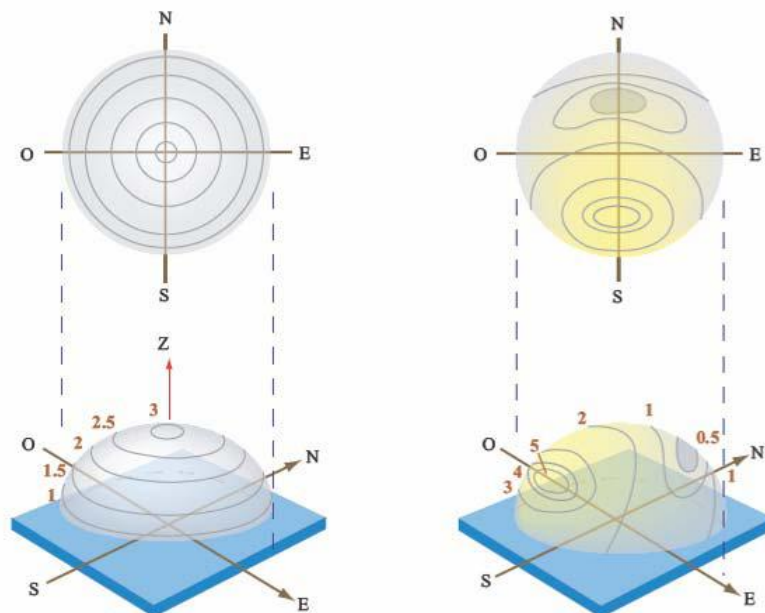


Figura 2: Distribución de intensidades luminosa en modelo de cielo nublado (izquierda) y cielo nublado (derecha).

La figura 2 permite concluir que para lugares con predominio del cielo claro será más eficiente colocar aberturas hacia el horizonte, es decir en planos verticales ingresando “iluminación lateral”, allí donde el cielo es más luminoso. Para el caso particular de Mendoza la energía del sol debe ser controlada, permitiendo sombra en verano y facilitando el sol en el invierno.

Podríamos afirmar que actualmente en nuestra región, no se realiza un uso racional de la iluminación natural a pesar de contar con cantidad y calidad suficiente para hacer un uso sustentable del recurso lumínico diurno en un espacio interior. De esta forma consideramos oportuno optimizar el acceso a la luz natural partiendo de la base de que el uso más sustentable de la luz natural es utilizarla “para iluminar” (Pattini, Kirschbaum, 2007).

1.1 ASPECTO HISTÓRICO

Históricamente, hasta el inicio del siglo XX, la iluminación natural fue la principal fuente de iluminación interior, pero el desarrollo de la iluminación eléctrica, y en particular por fluorescencia, marcó el fin de esta era.

La comercialización de la lámpara fluorescente en 1938 hizo posible aumentar sustancialmente los niveles de luz generados, sin sobresaltos económicos o calor excesivo debido a su mayor eficiencia energética en relación a las lámparas incandescentes. Conduciendo a una progresiva pérdida de la generación de espacios en donde la interrelación con el clima y las condiciones del entorno eran las dominantes (Mills & Borg, 1999). De esta manera se pasó de una dependencia de la distancia a las ventanas para la realización de cualquier tarea diurna en un interior a la total independencia del emplazamiento del edificio con el ambiente exterior local, a expensas de importantes consumos energéticos y tecnológicos.

A partir del embargo de la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo) que provocó la crisis petrolera de 1973, y la posterior Guerra del Golfo, se revén los principales gastos energéticos, siendo uno de los más significativos la energía consumida en los edificios para mantener en sus interiores condiciones de confort (lumínico, térmico, etc.). A estas preocupaciones energético-económicas se suma en la década del 90 la de los problemas ambientales (calentamiento global, destrucción de la capa de ozono estratosférica, acidificación, etc.).

En este nuevo contexto los edificios no residenciales y en particular aquellos donde predominan las tareas visuales de lectura y escritura representan una oportunidad para utilizar iluminación natural, ya que la luz natural en el exterior está disponible durante las principales horas de ocupación de las mismas. Esto es particularmente importante en nuestra región, donde los tipos de cielo predominantes aseguran una disponibilidad de luz natural exterior durante las horas de ocupación de los locales de uso diurno, pudiendo esta ser utilizada como fuente principal de iluminación.

1.2 BIBLIOTÉCAS Y LA ILUMINACIÓN

Los niveles de iluminación necesarios en locales donde predominan actividades de lectura y escritura como oficinas, escuelas o bibliotecas (500 a 1500 lux dependiendo las tareas, según nuestro marco normativo) son más altos que en otros tipos de edificios, lo que significa que la densidad de potencia de iluminación eléctrica será alta, por lo tanto si se aprovecha la luz natural hay un alto potencial de ahorros de energía (Pattini, 2009).

Cada vez es mayor la demanda de estrategias de diseño que promuevan al aprovechamiento de la iluminación natural, no solo desde los aspectos estéticos, sino desde los aspectos

energéticos. Es que efectivamente, la luz diurna en muchas regiones del mundo tiene cantidad y duración suficiente como para promover la iluminación natural interior de espacios de uso intensivo, como escuelas, bibliotecas y edificios públicos en general (Pattini, 2009). El costo de la iluminación de una biblioteca se ha convertido en una importante carga para las comunidades y seguirá aumentando en el futuro. La luz del día, que es gratuita, ofrece la oportunidad de reducir en gran medida estos impactos negativos creados por la excesiva dependencia sobre las fuentes de iluminación eléctricas. El uso eficaz de la luz del día en el diseño de la biblioteca es un arte y una ciencia (Dean, 2005).

Es necesario aclarar que cuando los distintos autores hacen referencia a la iluminación natural de los interiores en su función iluminación de espacios de trabajo o lectura, se refieren a la luz difusa uniforme y con bajos índices de contraste, sin presencia en el campo visual del usuario de visión directa de la fuente luminosa. En definitiva luz natural no es sinónimo de luz solar. (Pattini & otros, 2016). Generalmente se asume que a priori, las personas prefieren la luz natural dentro de los edificios, siempre y cuando no esté acompañado de discomfort térmico o de posibles deslumbramientos originados por esa fuente de iluminación solar (Galasiu y Veitch, 2006). El grado de valoración positiva a la luz del natural depende de muchos factores locales, entre ellos el clima, la cultura y hasta los prejuicios (Ne'Eman, 1974).

2-MARCO LEGAL Y NORMATIVO

En Argentina, la Resolución 84/2012 de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo de la Nación (SRT) aprobó el "Protocolo para la Medición de la Iluminación en el Ambiente Laboral", de uso obligatorio para todos aquellos que deben evaluar la iluminación en espacio de trabajo conforme con las previsiones de la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y su reglamentación, -(Decreto 351/79, que a su vez se basa en la norma IRAM-AADL J20-06)-. Un análisis crítico de la metodología recientemente desarrollada por la SRT permite definir a dicho protocolo como una herramienta útil para sistematizar el análisis de niveles de iluminancia, permitiendo realizar un análisis parcial, cuantitativo, de la iluminación. Se observó que el análisis de la Iluminación Natural (IN), no contó con un desarrollo adecuado. Una revisión realizada por Boubekri (2004) muestra las deficiencias existentes a nivel mundial en los códigos de edificación y normas en relación a la IN, concluyendo que no existe en ningún país un marco regulatorio obligatorio que promueva el uso activo de la IN en interiores. Nuestro país no es la excepción, donde la única métrica de desempeño de la iluminación natural disponible es el coeficiente de luz diurna, sin fuerza de ley, dado que es parte de las normas IRAM-AADL. Esto, constituye una limitación para la incorporación de la luz natural y sus beneficios en términos energéticos y humanos en espacios de trabajo al no ser considerada, desde el marco legal vigente, como una componente del entorno visual.

Respecto del caso en estudio la luz en una biblioteca debe ser adecuada para que el usuario vea una tarea en particular, por lo general la lectura de un libro o el texto en una pantalla de una computadora (PVD). El primer requisito para el diseño de este medio ambiente visual es entonces lograr suficiente energía de la luz, o lúmenes, distribuidos sobre el área de la página o la pantalla para que la información pueda ser legible (Dean, 2005, p3)

El sistema de iluminación del edificio integrado compuesto por fuentes tanto de iluminación natural como eléctricas, debe proporcionar niveles adecuados de luz que se distribuyen de una manera que permita la realización eficaz de las tareas previstas con confort y libre de deslumbramiento.

Para ello se toman como referencia las categorías de tarea visual según el Anexo IV del DR 351/79, estableciendo parámetros según tarea a desarrollar y el tipo de local. La tabla 2 muestra los niveles de iluminación requeridos según la tarea visual.

Clase de tarea visual	Iluminación sobre el plano de trabajo (lux)	Ejemplos de tareas visuales
A Visión ocasional solamente	100	Para permitir movimientos seguros por ej. en lugares de poco tránsito: Sala de calderas, depósito de materiales voluminosos y otros.
B Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes.	100 a 300	Trabajos simples, intermitentes y mecánicos, inspección general y contado de partes de stock, colocación de maquinaria pesada.
C Tarea moderadamente crítica y prolongada, con detalles medianos.	300 a 750	Trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo.
D Tareas severas y prolongadas y de poco contraste.	750 a 1500	Trabajos finos, mecánicos y manuales, montajes e inspección; pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura.
E Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste.	1500 a 3000 3000	Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices; inspección con calibrador, trabajo de molienda fina. Trabajo fino de relojería y reparación.
F Tareas excepcionales, difíciles o importantes.	5000 a 10000	Casos especiales, como por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía.

Tabla 2: Cuadro DR 351/79 basado em Normas IRAM AADDL J 20-06

Según el tipo de local, el DR 351/79 da además un listado de cientos de locales según su uso específico e indica el valor mínimo de iluminancia requerido. Sin embargo, no incluye bibliotecas. Dado que nuestro marco legal no da mayores precisiones respecto a los niveles de iluminación requeridos específicamente para nuestro caso de estudio, se indagaron marcos de referencia internacionales. En el caso de los criterios de la IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), las categorías visuales se extienden hasta la "I", con rangos diferentes para cada tarea visual, ya que indica rangos y no valores mínimos como IRAM. Para conocer el valor adecuado dentro de cada rango, se realiza una ponderación considerando la edad, reflectancias y los requisitos de velocidad / precisión de la tarea. La tabla 3 muestra los niveles de iluminación recomendados por la (IESNA).

Espacio	Nivel mínimo (lx) ^a	Nivel medio (lx) ^b
Estantes de libros ocupados ^c	Ver epígrafe llamada c	Ver pie de página c
Estantes de libros vacíos	50	75
Reparación encuadernación	200	300
Catálogo	200	300
Escritorio bibliotecario	200	300
Áreas con PVD	200	300
Áreas audiovisuales	200	300
Áreas de audio	200	300
Lectura (común)	200	300
Lectura (detalles finos)	500	750

Tabla 3: Niveles de iluminación de la IESNA

^a Para personas jóvenes, mínimos requisitos visuales y buen contraste de fondo

^b Para personas de 40 a 65 años, requisitos visuales y contraste de fondo medios

^c Para estantes de libros, medir la iluminancia en el plano vertical. Los estantes de libros deben estar iluminados uniformemente, de modo que los títulos y números de ubicación puedan ser encontrados y leídos fácilmente. El nivel de iluminación debe ser mínimo 60 lx a 30 cm del piso, con un máximo de 350 lx a cualquier altura, resultando en una relación no mayor a 6:1 en todo el plano vertical de los estantes.

A diferencia de la legislación Argentina (DR 351/79) que indica valores mínimos de iluminancia según la dificultad de la tarea visual, las recomendaciones de la IES indican un rango (valor mínimo – columna "a" de la tabla), un valor medio (columna "b" de la tabla) y un valor máximo de iluminancias. La selección del valor resulta de la ponderación de la dificultad visual con otras variables (edad del observador, reflectancias de fondo y ambiente y requerimientos de velocidad/precisión de la tarea visual). Se prefieren los valores de la columna "b", que consideran la situación más crítica. Con este criterio propio de la Ergonomía, llamado de "diseño para los extremos", se garantiza que si el desempeño visual es adecuado en las condiciones menos favorables, lo será también en las más favorables.

En la selección de iluminancias para el caso de estudio abordado se priorizan los valores que aparecen normados en nuestra legislación, y en ausencia de estos, se prefieren los valores dados por la IESNA. Por ejemplo, nuestra legislación indica un valor específico para trabajo con PVD (750 lx), prefiriéndose éste al valor dado por la tabla 3 (300 lx).

Para el análisis de deslumbramiento, se utilizó el criterio de complementar el valor de iluminancia “mínimo” dado por nuestra legislación, incorporando un criterio de “máxima”, especificado por la aparición de riesgo de deslumbramiento. El índice de luz natural útil “useful daylight index”(UDI) (Mardaljevic & Nabil, 2005), propone que este valor umbral superior sea 2000 lx. Es decir que todo valor de iluminancia horizontal mayor a 2000 lx no es “útil” debido a que está asociado a la ocurrencia de deslumbramiento.

3-CASO EN ESTUDIO

3.1-UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Lavalle se encuentra al norte de la provincia de Mendoza. Sus límites son: al norte con la provincia de San Juan, al este con la provincia de San Luis, al oeste con el departamento de Las Heras y al sur con los departamentos de Santa Rosa, La Paz, San Martín, Maipú y Guaymallén. La superficie aproximada del departamento es de 10.242 km². representando el 6,8 % de la superficie provincial.

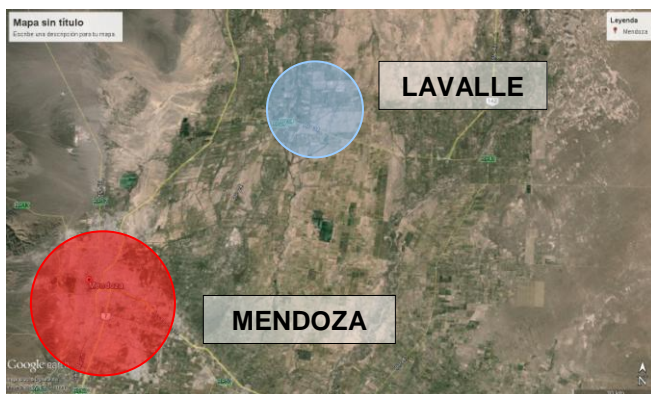


Figura 3: Ubicación geográfica del caso en estudio.

El terreno presenta características de una amplia llanura con pendiente noreste. El suelo de la zona beneficiada con riego artificial es fértil y rico en nutrientes que lo hacen especialmente apto para el desarrollo de la actividad agropecuaria. La zona más extensa del territorio departamental también presenta características de llanura con médanos y terrenos salinos, áridos y desérticos, con predominio de vegetación xerófila siendo apta para la explotación ganadera caprina y desarrollo de la apicultura ecológica.

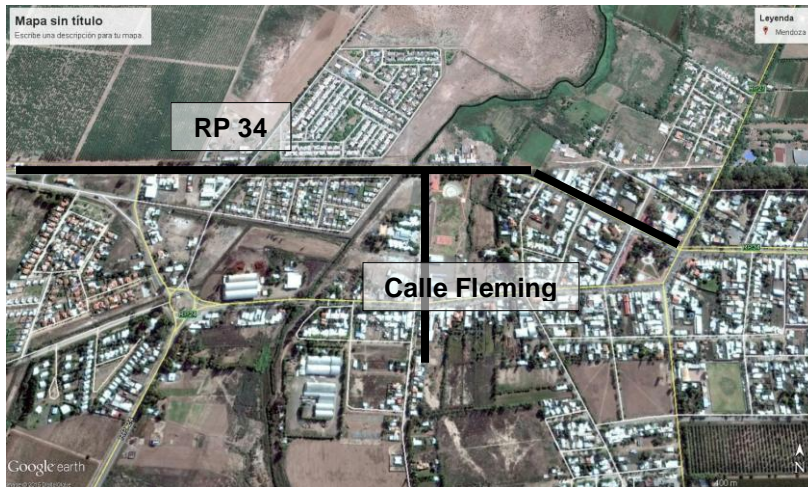


Figura 4: Imagen de ubicación del caso en estudio en la trama urbana. Capturada de Google Earth.

La biblioteca en estudio se encuentra ubicada en la calle Fleming frente al Parque Nativo, Villa Tulumaya Latitud: -32.7167 S Longitud: -68.5833 O. Una de las particularidades de este establecimiento es que será parte del polo cultural-educativo que se emplaza en esta arteria, donde también se ubican la escuela de capacitación laboral Francisca Godoy de Molina, la escuela de educación especial Domingo Sícoli, el jardín exclusivo Cándido Camargo, el CEIL y la Casa de la Historia y la Cultura “Juanita Vera”.



Figura 5: Imagen del caso en estudio en la trama urbana. Capturada de Google Earth y con la incorporación de datos.



Figura 6: Fotografía de la calle sobre la cual se ubica el caso en estudio.

Mediante la utilización del programa Geosol se analizó la trayectoria solar en el lugar para la fecha aproximada de realización del relevamiento y poder así determinar la influencia del mismo en el edificio.

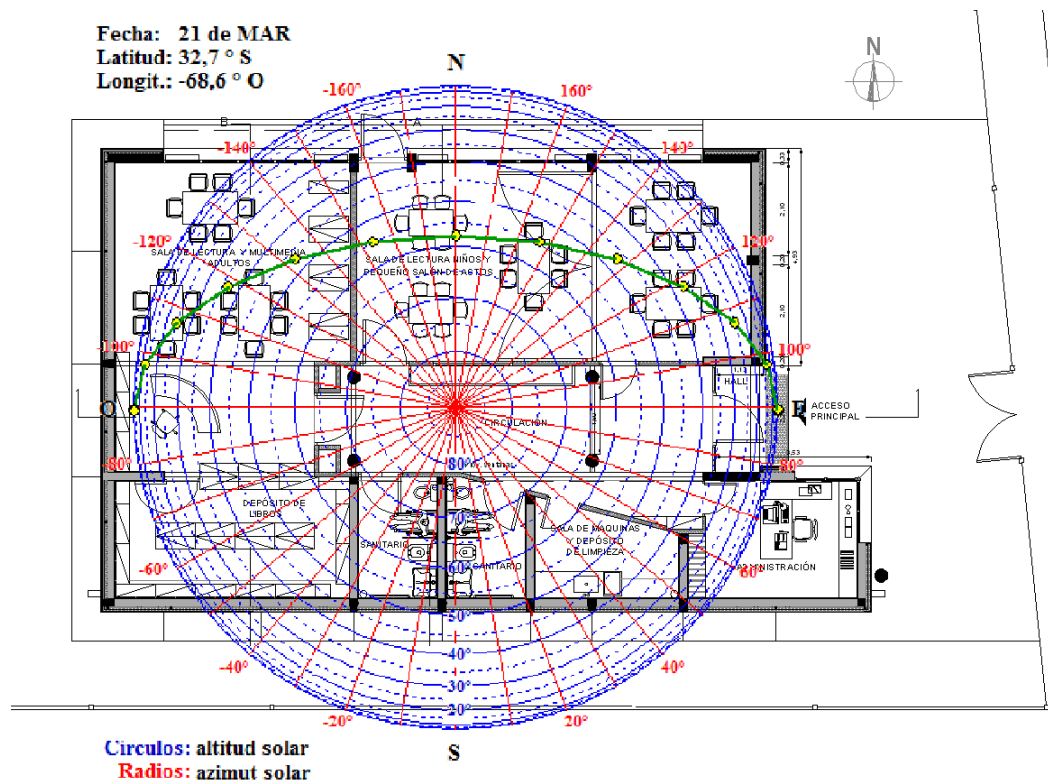


Figura 7: Superposición de la carta solar para el 21 de Marzo con la planta del edificio.

3.2 CLIMA

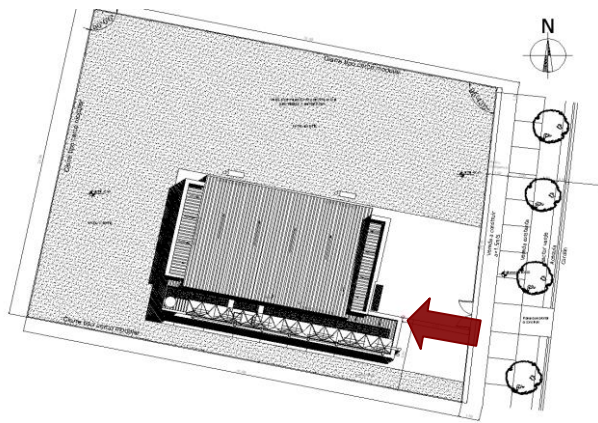
El clima es templado y seco, con temperaturas extremas. Las cuales en verano son altas debido a la gran disponibilidad de radiación solar. Promedio anual de duración de sol de 2850 horas (Pattini, 2003). En época de invierno se registran temperaturas muy bajas con fuertes heladas. Con frecuencia sopla viento cálido del norte y viento zonda.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL CASO EN ESTUDIO

El objetivo fue realizar un diagnóstico de la iluminación de la biblioteca pública de Lavalle. En una primera visita, el día 17 de Octubre de 2014, se realizó un acercamiento a la problemática del edificio, por los métodos de observación directa y relevamiento fotográfico. Se implementó el protocolo PC-SRT (INAHE – CONICET) para la evaluación de iluminación en espacios. Este protocolo permite una descripción física y fotométrica del local y de cada puesto de trabajo (niveles de iluminancia en los planos de trabajo, uniformidad). Dicha medición se realizó el día 20 de Marzo del 2015.



Figura 8: Fotografías biblioteca pública Lavalle



C
A
L
L
E

F
L
E
M
I
N
G

El edificio tiene una superficie construida de 172 m², se encuentra emplazado en un terreno de forma rectangular de 740 m².

Se accede a la biblioteca por calle Fleming. Y la misma no tiene obstrucciones de ningún tipo (forestales, construcciones, etc)

Figura 9: Planimetría biblioteca pública Lavalle

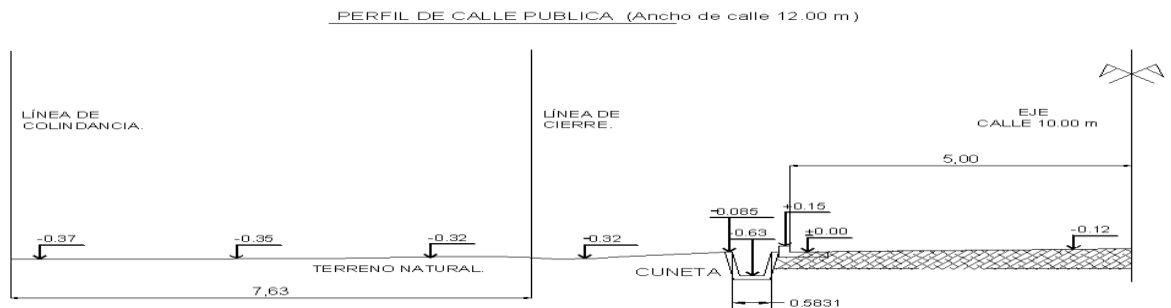


Figura 10: Perfil calle Fleming

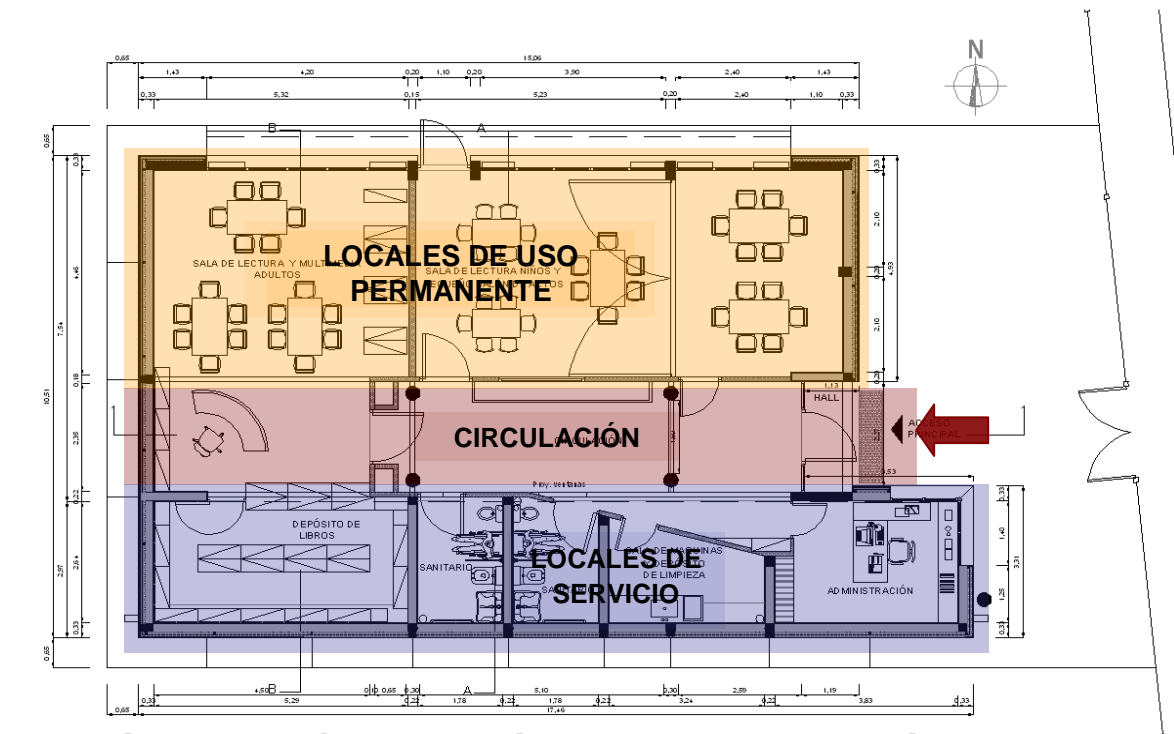


Figura 11: Imagen zonificación en plano de planta biblioteca pública Lavalle

El proyecto tiene un eje predominante este oeste, consiste en dos cuerpos de proporciones longitudinales unidos por una circulación central. Al norte se destina a los locales de uso permanente y el orientado al sur concentra los servicios.

4-METODOLOGÍA

4.1 EVALUACIÓN POST OCUPACIONAL

El relevamiento de iluminación se realizó en el marco metodológico de la evaluación post ocupacional según el protocolo PC-SRT versión 0.5 (Rodríguez, Monteoliva, Dumit, Del Rosso, Pattini, 2015). El primer acercamiento a la problemática del caso de estudio se realizó por medio de un “walkthrough”, para planificar los relevamientos. Para avanzar en esta instancia se necesita un plano o croquis del establecimiento. En el mismo se indican el grillado con los puntos de medición para el luxómetro.

Para medir el deslumbramiento se utilizó la escala “Glare sensation vote GVS” la cual está incluida en la planilla del protocolo. Este es el método “estándar” para evaluar subjetivamente el deslumbramiento.



Figura 12: Fotografía Luxímetro LMT Pocket Lux 2 Figura 13: Fotografía Cámara ojo de pez

Respecto a la fecha de realización del protocolo, en los casos donde existe diseño de iluminación natural o grandes aventanamientos, es conveniente realizarlo en cercanías de los solsticios (posiciones extremas del sol en junio y diciembre). Como criterio general se buscará la situación solar menos favorable. En términos de aprovechamiento de la iluminación natural la situación menos favorable es en cielo nublado, sin embargo en términos visuales la situación más desfavorable es en cielo despejado. La International Energy Agency recomienda hacer tres mediciones anuales (solsticios y equinoccio) para cielos claros y una para cielo nublado, que puede realizarse en cualquier momento del año (Velds & Christoffersen, 2001).

Para nuestro caso en estudio las mediciones se realizaron el día 20 de marzo. La biblioteca no cuenta con grandes aventanamientos, por lo cual no fue necesario realizar el muestreo en

cercanías a los solsticios, sino que se tomó en el equinoccio de otoño, siendo así una situación intermedia.

Se hicieron cuatro mediciones en el caso en estudio, las mismas tuvieron inicio en los siguientes horarios: 11:00 am / 13:00 pm / 15:00 pm / 17:00 pm / 18:00 pm

En cada uno de los horarios donde se realizaron las mediciones se tomó una con la luz eléctrica encendida (Natural+Artificial) y con la luz apagada (solo aporte de natural).

En el espacio asignado se realizó un croquis esquemático de los punto de muestreo, pudiéndose tomar como referencia el grillado de iluminancias. Se implementa un registro fotográfico, tomando imágenes desde cada uno de los lados de las áreas de muestreo a 1,40 m de altura para la sala de lectura de adultos y de 0.80 m para la sala de lectura de niños. Estos planos corresponden a la altura del ojo de los usuarios de estos locales cuando están sentados. El registro se realiza con una Cámara Nikon Coolpix 5400, con lente ojo de pez Nikon fc-E9 (campo visual: 190°). El uso de lente ojo de pez permite captar un campo visual similar al humano que es de 183°.

Se estima un cielo no obstruido por edificaciones ni arboleda. El paisaje visible desde la ventana es urbano combinado con vegetación. La iluminación artificial es general con una altura de montaje de 3 metros y control manual general de encendido y apagado. Consiste en cuatro luminarias con difusor, cada una con visión directa de una lámpara fluorescente compacta, alineadas según el eje norte sur del local.



Figura 14: Fotografías biblioteca pública Lavalle, imágenes diseño de carpintería y aleros hacia el norte

4.2 PROTOCOLO PC-SRT (INAHE – CONICET)

Bajo la premisa de que un protocolo, como instrumento de verificación técnica, debe permitir cotejar el cumplimiento de la ley pero además recolectar toda la información relevante para la mejora de las condiciones laborales, se desarrolló un protocolo complementario que busca anexarse al vigente (Resolución 84/12 de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo), ampliando aspectos relacionados con el relevamiento y la medición de indicadores importantes de la iluminación en puestos de trabajo. Paralelamente se generó un instructivo para el llenado del protocolo, donde se especifican pautas, tipificando el local según la criticidad del análisis de la iluminación natural. De ese modo el evaluador realizará la cantidad adecuada de relevamientos en el momento más oportuno en función de las características de la iluminación natural. Estas recomendaciones se basan en el protocolo de la International Energy Agency (Velds & Christoffersen, 2001). El PC-SRT está formado por cuatro bloques temáticos.

Planilla A – Pre-relevamiento

En la misma se vuelca información básica de identificación de la organización en la que se realizará el estudio, que debe obtenerse antes de la realización del relevamiento. Se incluye la planta del edificio a analizar. En este croquis se deben codificar los distintos locales, y de ser necesario, cada área de medición dentro del local. Se incluyen datos del Luxímetro a utilizar.

Edificio → Local → Área de medición*

*El instructivo de la SRT indica que en caso que el local no sea cuadrado o rectangular, el mismo se debe dividir en secciones cuadradas/rectangulares, que denomina “Puntos de Medición”. Considerando que no son puntos sino superficies, se prefiere el término “Área de Medición”.

Planilla B – Iluminancias

A partir de las características geométricas del local se obtiene el número mínimo de puntos de medición del grillado de iluminancias. Las características de uso permiten decidir el horario adecuado para realizar el relevamiento. Se incluyen varias métricas basadas en iluminancia. Se analiza por un lado la iluminancia de grillado para caracterizar el espacio y por otro la iluminancia de los puestos de trabajo, de los cuales se pueden seleccionar puestos testigo.

La disponibilidad de luz natural en interiores y su potencial de ahorro de energía debe estimarse mediante el coeficiente de luz diurna promedio (CLD) (Moon & Spencer, 1942).

El CLD expresa la relación, en porcentaje, entre la iluminancia promedio interior (E_{int}) producida por la luz natural a la altura del plano de trabajo y la iluminancia en el exterior (E_{ext}) determinada en el mismo instante en un cielo uniformemente nublado y sin obstrucciones.

El coeficiente de luz diurna (CLD) cuantifica los efectos del exterior y del interior en la iluminancia de un espacio interior considerado en una edificación. Debido a que dicho coeficiente se estima solo con la luz natural, para el caso de la medición de luz natural + luz artificial no corresponde el dato.

Área de Luz Diurna (ALD): A partir de la superficie de la ventana por encima de los 0,9m desde el suelo y las características de transmitancia visible del paño de la ventana se calcula el área efectiva de la ventana (Effective Window Area, EWA). Dividiendo el EWA por el ancho del muro que contiene a la ventana se obtiene la altura efectiva de la ventana (Effective Window Height, EWH). Esta relación geométrica permite determinar tres zonas a partir de las ventanas: El área de luz diurna (ALD) comienza en el muro y se extiende dos veces la EWH. Se caracteriza por un alto aporte de LN. El área mixta (ALM) limita con el área de luz diurna y se extiende una vez y media la EWH. Puede requerir de iluminación artificial suplementaria. Finalmente, el área de luz artificial (ALA) es la restante superficie del local. Se caracteriza por un bajo aporte de LN, siendo iluminada principalmente por luz artificial. A partir de las zonas de alcance de la LN definidas por la EWH, se determina la medición de iluminancia interior del factor de luz diurna, posicionando el sensor de iluminancia a la altura del plano de trabajo, en el centro de la ventana en el límite entre el ALD y el ALM. Luego, por observación directa, se estima el porcentaje de obstrucción de la ventana. Esta métrica forma parte del protocolo propuesto por Velds & Christoffersen (2001).

Planilla C – Iluminación Natural

Permite definir las características de las aberturas según el tipo de paisaje visible, el porcentaje de obstrucciones, y los dispositivos de control interior y exterior.

Planilla D – Iluminación Artificial

Permite definir las características de la iluminación artificial respecto a su diseño, luminarias, fuentes y equipo auxiliar.

4.3 ENCUESTAS

Se implementó una encuesta a los usuarios adultos, la cual consiste en seis preguntas cerradas con opción múltiple y diferenciales semánticos indagando sobre datos demográficos básicos, uso del local y grado de satisfacción con el medio ambiente visual de la biblioteca (cantidad de iluminación, uniformidad de iluminación, iluminación natural, iluminación artificial, tamaño de ventanas, paisaje visible). Se obtuvieron una serie de resultados que se los procesó con el programa SPSS versión 19.

4.4 DESCRIPCIÓN DE SALAS

SALA DE LECTURA Y MULTIMEDIA ADULTOS

Local de 37 m², (7 m largo por 5,3 m ancho) según sus dimensiones, el grillado de iluminancia debe tener como mínimo X puntos de medición, que se tomaron a la altura de los mesones de lectura (plano de trabajo horizontal) a 0,8 m. Cuenta con una ventana orientada al norte y otra al sur. La primera de ellas de 4,2 m por 0,85 m, dividida en 5 módulos los tres centrales son paños fijos y los dos de los extremos ventanas tipo ventiluz. La segunda de 3,4 m por 0,85 m siendo un paño fijo. Todas las carpinterías del edificio son de aluminio línea Módena, corte a 90° y tienen DVH (doble vidriado hermético) 4 mm – 9 mm – 4 mm. El Área de luz diurna del local (ADL) es de 148,8 cm.



Figura 15: Fotografía panorámica interior sala de lectura y multimedia adultos

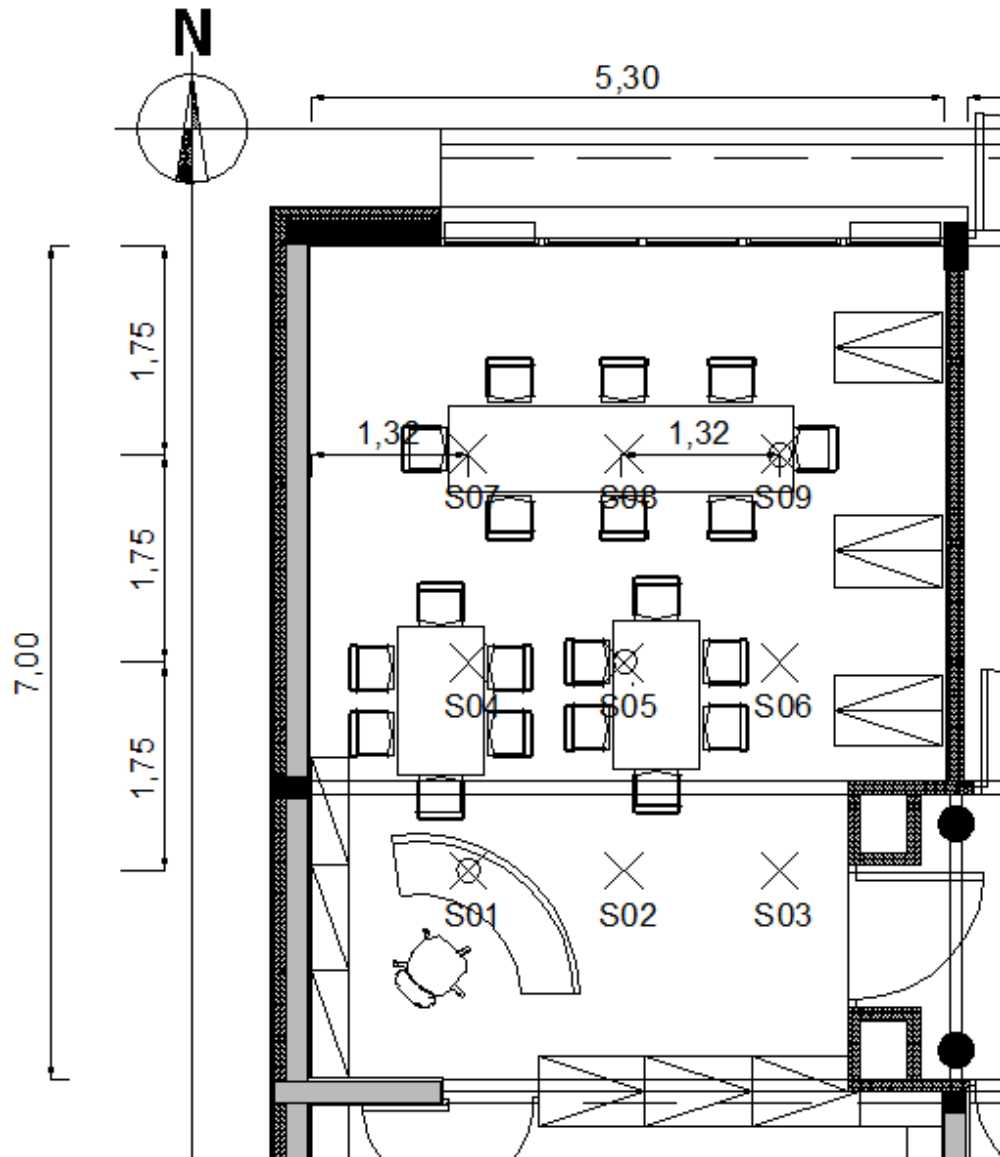
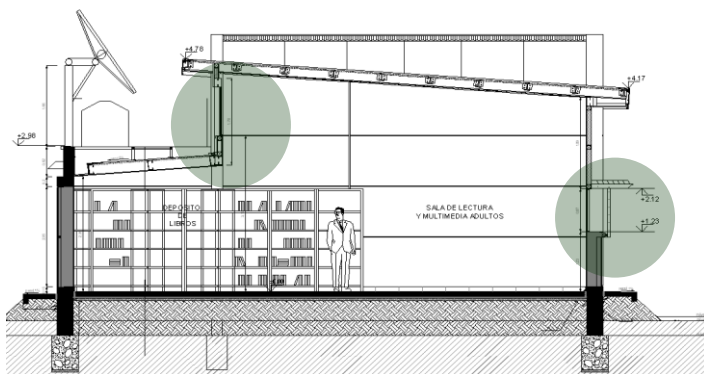
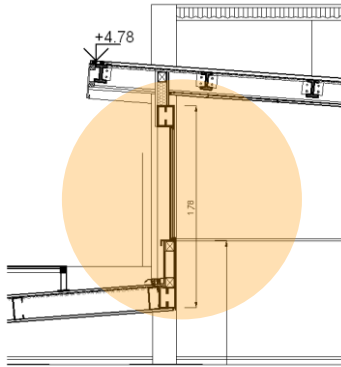


Figura 16: Demarcación puntos de medición y puestos testigos en plano de planta sala de lectura y multimedia adultos



Las aberturas de los locales principales se encuentran sobre la fachada norte. Además el edificio tiene aberturas cenitales orientadas al sur, según se indica en la siguiente figura.



La abertura es un paño fijo de 0.85 metro de alto y su largo en la zona de circulación es igual a la longitud del pasillo.

Figura 17: Ubicación aberturas en sala de lectura y multimedia adultos

SALA DE LECTURA NIÑOS

Local de 24 m², (4.5 m largo por 5,3 m ancho) según las dimensiones de este local, el grillado de iluminancia debe tener un mínimo de X puntos de medición, cuya altura es diferente respecto a la sala de adultos, dado que el equipamiento está adaptado a las dimensiones de usuarios niños. Por ello el plano de trabajo se definió a 45 cm.

Cuenta con una ventana orientada al norte y otra al sur. La primera de 3,9 m por 0,85 m, dividida en 5 módulos los tres centrales que son paños fijos y los dos de los extremos ventanas tipo ventiluz. La segunda de 1,8 m por 0,85 m siendo un paño fijo el cual da a la zona de circulación. Todas las carpinterías del edificio son de aluminio línea Módena, corte a 90° y tienen DVH (doble vidriado hermético) 4 mm – 9 mm – 4 mm. El ADL de este local es 137,7 cm.



Figura 18: Fotografía panorámica interior sala de lectura niños

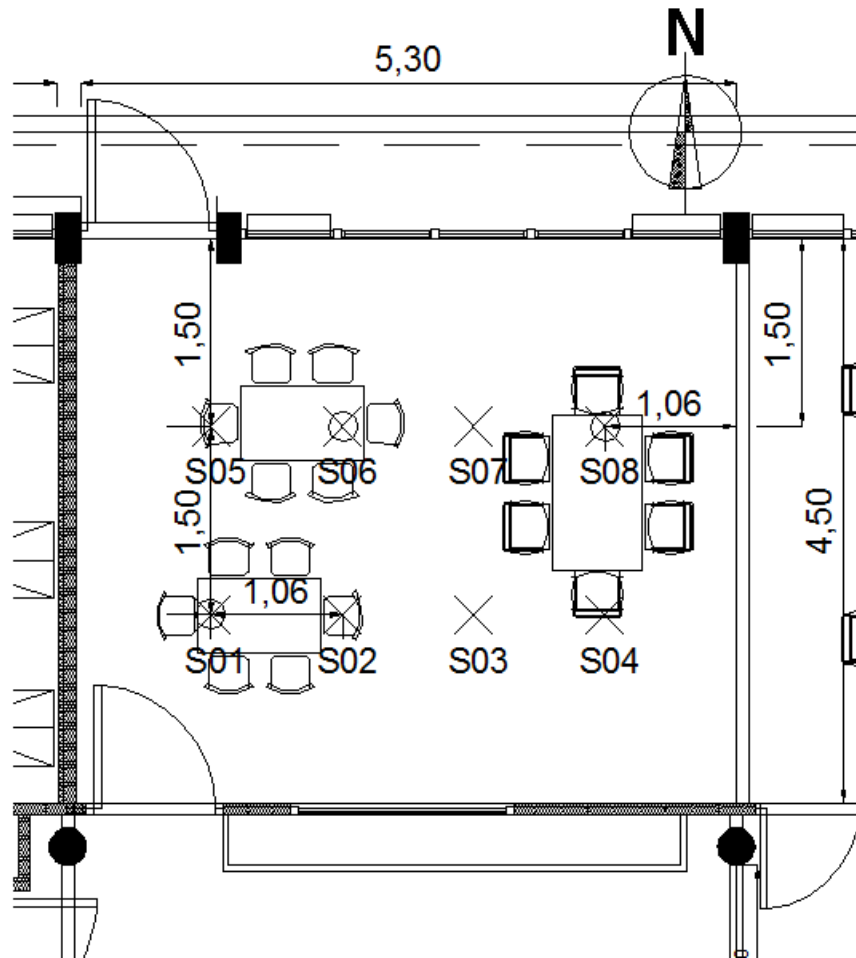
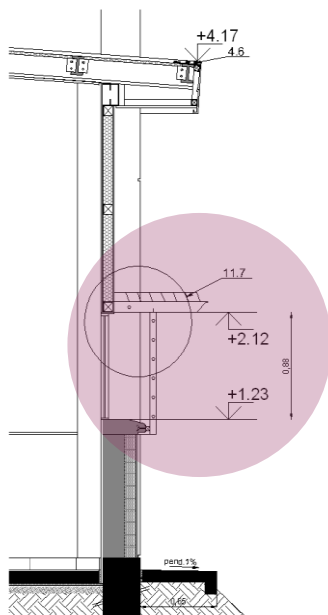


Figura 19: Demarcación puntos de medición y puestos testigos en plano de planta sala de lectura niños



La abertura de los ambientes principales son de 0,85 cm de alto y del largo del local. Están orientadas al norte y tiene un alero metálico como protección hacia el norte.

Figura 20: Ubicación aberturas en sala de lectura niños

5-RESULTADOS

5.1 MEDICIONES FOTOMÉTRICAS

SALA DE LECTURA Y MULTIMEDIA ADULTOS

La tabla 4 muestra los resultados del relevamiento fotométrico de la sala de adultos para las condiciones de luz natural y de luz natural + artificial. Según los valores de referencias del DR 351/79 presentados en la tabla 2, para las tareas visuales desarrolladas en bibliotecas corresponde una categoría C (rango de 350 a 750 lux).

SALA DE LECTURA Y MULTIMEDIA ADULTOS						
FECHA 20/03/015		ILUMINACIÓN NATURAL				
		ILUMINANCIA LOCAL LUX	ILUMINANCIA PROMEDIO LUX	ILUMINANCIA EXTERIOR LUX	UNIFORMIDAD	COEFICIENTE DE LUZ DIURNA
HORA INICIO	11:15	238,00	182,63	49630	Uniforme	0,50
HORA INICIO	13:05	168,00	169,32	54940	Uniforme	0,30
HORA INICIO	15:20	490,00	301,33	20300	Uniforme	2,40
HORA INICIO	16:50	288,00	237,11	27000	Uniforme	1,10
HORA INICIO	18:55	39,00	28,11	20300	Uniforme	0,20
FECHA 20/03/015		ILUMINACIÓN NATURAL + ARTIFICIAL				
HORA INICIO	11:05	544,00	451,80	49630	Uniforme	N/C
HORA INICIO	13:15	516,00	468,90	54940	Uniforme	N/C
HORA INICIO	15:25	1119,00	759,11	20300	Uniforme	N/C
HORA INICIO	16:58	690,00	631,11	27000	Uniforme	N/C
HORA INICIO	18:45	500,00	420,66	20300	Uniforme	N/C

Tabla 4: Tabla resultados medición en plano de sala de lectura y multimedia adultos

Para la condición de luz natural solamente se satisface este nivel en el horario de las 15:20 hs cuando también se alcanza el valor mínimo recomendado de FLD. Debido al dinamismo de la luz natural durante el día, los niveles promedio de iluminancia aumentan hasta el medio día solar y luego decrecen. Sin embargo esto no afecta a la distribución de iluminación dentro del local, ya que en todos los horarios de medición la misma se mantuvo uniformes.

En el caso de la condición de luz natural + artificial se alcanza a los valores mínimos en los distintos horarios, solo a las 15:25 hs se supera el mismo y a las 16.58 hs se consiguen valores óptimos, que coinciden en el horario en que se alcanzan los valores recomendados de FDL. La distribución de iluminación dentro del local, es uniforme en los diferentes momentos de medición.

En la tabla 5 se presenta un análisis de puestos testigos, debido a que el método del grillado de iluminancias permite una caracterización a nivel de local, se seleccionaron algunos puntos de grilla que coinciden con la ubicación de puestos de lectura – escritura para contar así con un análisis a nivel de puestos de trabajo.

SALA DE LECTURA Y MULTIMEDIA ADULTOS				
FECHA 20/03/015		ILUMINACIÓN NATURAL		
		ILUMINANCIA PUESTO TESTIGO S01 LUX	ILUMINANCIA PUESTO TESTIGO S05 LUX	ILUMINANCIA PUESTO TESTIGO S09 LUX
HORA INICIO	11:15	138,50	162,10	257,90
HORA INICIO	13:05	178,50	165,90	180,40
HORA INICIO	15:20	203,00	190,00	509,00
HORA INICIO	16:50	208,00	223,00	288,00
HORA INICIO	18:55	19,00	24,00	39,00
PROMEDIO		149,40	153,00	254,86
FECHA 20/03/015		ILUMINACIÓN NATURAL + ARTIFICIAL		
HORA INICIO	11:05	308,50	517,60	498,90
HORA INICIO	13:15	316,20	548,60	516,50
HORA INICIO	15:25	503,00	685,00	1042,00
HORA INICIO	16:58	420,00	820,00	690,00
HORA INICIO	18:45	166,00	600,00	500,00
PROMEDIO		342,74	634,24	649,48

Tabla 5: Tabla resultados medición puestos testigos en plano de sala de lectura y multimedia adultos

Para la condición de luz natural solamente se satisface este nivel en el horario de las 15:20 hs /15:25 hs solo en el puesto testigo S09. Alcanzando el valor mínimo recomendado de FLD.

En el caso de la condición de luz natural + artificial se alcanza a los valores mínimos en los distintos horarios, y en los diferentes puestos testigos evaluados. Alcanzan los valores recomendados de FDL. La distribución de iluminación dentro del local, es uniforme en los diferentes momentos de medición.

Según el criterio de prevención de deslumbramiento UDI, en este caso de estudio no se aprecia riesgo de aparición de deslumbramiento ya que la iluminancia horizontal en ningún punto excede los 2000 lx.

SALA DE LECTURA NIÑOS

La tabla 5 muestra los resultados del relevamiento fotométrico de la sala de lectura y multimedia niños para las condiciones de luz natural y de luz natural + artificial. Según lo mencionado anteriormente los valores de referencia de la norma IRAM ADDL J 20-06 presentados en la tabla 2, para las tareas visuales desarrolladas en bibliotecas corresponde una categoría C (rango de 350 a 750 (lux)).

SALA DE LECTURA Y MULTIMEDIA NIÑOS						
FECHA 20/03/015		ILUMINACIÓN NATURAL				
		ILUMINANCIA LOCAL LUX	ILUMINANCIA PROMEDIO LUX	ILUMINANCIA EXTERIOR LUX	UNIFORMIDAD	COEFICIENTE DE LUZ DIURNA
HORA INICIO	11:35	125,00	86,40	49630	Uniforme	0,30
HORA INICIO	13:37	150,00	98,82	54940	Uniforme	0,30
HORA INICIO	15:00	199,00	169,25	20300	Uniforme	1
HORA INICIO	17:15	100,00	130,00	27000	Uniforme	0,40
HORA INICIO	18:35	31,00	25,12	20300	Uniforme	0,20
FECHA 20/03/015		ILUMINACIÓN NATURAL + ARTIFICIAL				
HORA INICIO	11:44	288,00	242,17	49630	Uniforme	N/C
HORA INICIO	13:42	280,00	244,80	54940	Uniforme	N/C
HORA INICIO	15:10	449,00	381,62	20300	Uniforme	N/C
HORA INICIO	17:10	503,00	384,12	27000	Uniforme	N/C
HORA INICIO	18:30	320,00	257,75	20300	Uniforme	N/C

Tabla 6: Tabla resultados medición en plano de sala de lectura niños

Para la condición de luz natural no se alcanza en ninguna de las mediciones el valor mínimo recomendado de FLD, siendo todos considerablemente inferiores. Sin embargo esto no afecta a la distribución de iluminación dentro del local, ya que en todos los horarios de medición la misma se mantuvo uniformes.

En el caso de la condición de luz natural + artificial se observa que los niveles promedio a lo largo del día son superiores a los niveles alcanzados solo con luz natural, lo que muestra el aporte de la luz artificial. En este escenario se alcanza a los valores mínimos de los óptimos recomendados de FDL solo a las 15:10 hs y a las 17:10 hs.

En la tabla 7 se presenta un análisis de puestos testigos.

SALA DE LECTURA Y MULTIMEDIA NIÑOS				
FECHA 20/03/015		ILUMINACIÓN NATURAL		
		ILUMINANCIA PUESTO TESTIGO S01 LUX	ILUMINANCIA PUESTO TESTIGO S06 LUX	ILUMINANCIA PUESTO TESTIGO S08 LUX
HORA INICIO	11:35	83,30	120,40	75,00
HORA INICIO	13:37	64,60	120,00	137,10
HORA INICIO	15:00	100,00	189,00	199,00
HORA INICIO	17:15	90,00	150,00	200,00
HORA INICIO	18:35	19,00	37,00	31,00
PROMEDIO		71,38	123,28	128,42
FECHA 20/03/015		ILUMINACIÓN NATURAL + ARTIFICIAL		
HORA INICIO	11:44	234,60	279,40	253,00
HORA INICIO	13:42	232,00	269,00	296,90
HORA INICIO	15:10	365,00	377,00	449,00
HORA INICIO	17:10	300,00	150,00	200,00
HORA INICIO	18:30	302,00	222,00	320,00
PROMEDIO		286,72	259,48	303,78

Tabla 7: Tabla resultados medición puestos testigos en plano de sala de lectura niños

Para la condición de luz natural solamente no se satisface este nivel en ningún puesto ni horario. No alcanzando el valor mínimo recomendado de FLD.

En el caso de la condición de luz natural + artificial tampoco se alcanza a los valores mínimos en los distintos horarios, y en los diferentes puestos testigos evaluados. No alcanzan los valores recomendados de FDL.

Según el criterio de prevención de deslumbramiento UDI, en el caso en estudio no se aprecia riesgo de aparición de deslumbramiento, ya que la iluminancia horizontal en ningún punto excede los 2000 lx.

5.2 PROCESAMIENTO DE ENCUESTAS

Se obtuvo una muestra de 6 personas. La edad promedio de las personas que asisten a la biblioteca es de 44 años, en su amplia mayoría son de sexo femenino. Un tercio de las personas encuestadas tienen corrección visual. Ver referencias en los gráficos siguientes:

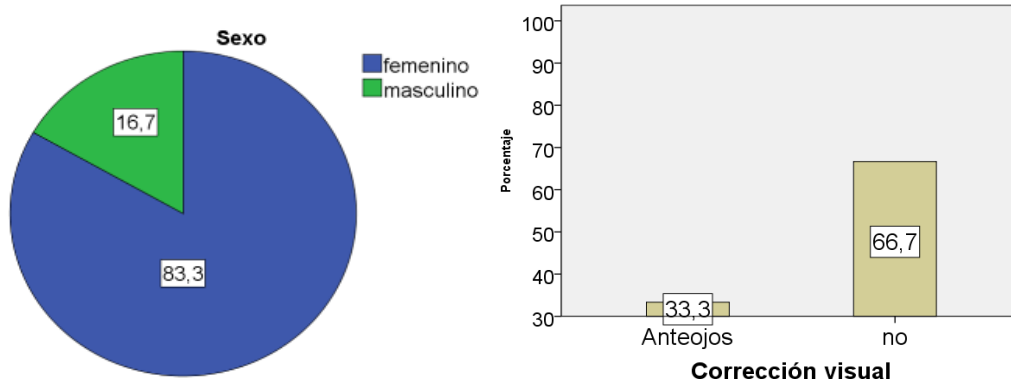


Figura 21: Datos demográficos Básicos. a. Sexo de la muestra. b. Corrección Visual

Ante la pregunta sensibilidad al deslumbramiento la mitad de los encuestados manifestó ser sensible al deslumbramiento, con un 16,7 % de personas muy sensibles a este fenómeno.

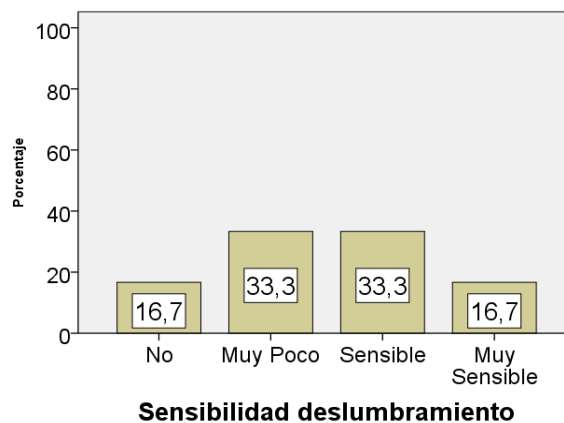


Figura 22: a. Sensibilidad al deslumbramiento

La figura 23a muestra la frecuencia con que los consultados realizan actividades en el local, siendo un 33,3% dos veces por semana, un 16,3 % su primera visita y la mitad de los encuestados asisten todos los días. El tiempo promedio que permanecen habitualmente en la biblioteca es en un 16,7 % de dos horas, 33,3 % medio día, 33,3 % seis horas y 16,7 % una hora.

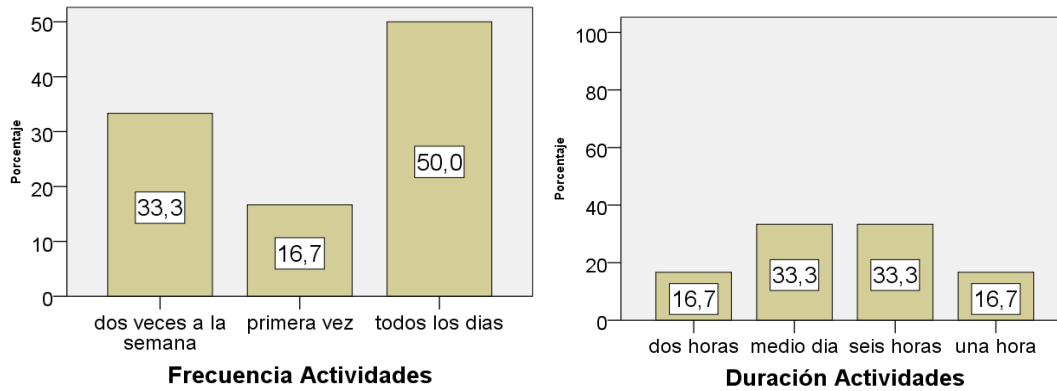


Figura 23: a. Frecuencia Actividades b. Duración Actividades

En la biblioteca se realizan actividades como trabajos en computadora, lectura y escritura en papel, y en igual proporción otras tareas como reuniones y talleres (Tabla 6).

	% SI	% NO
Trabajo con Computadora	66,6	33,3
Lectura en Papel	66,6	33,3
Escritura en Papel	66,6	33,3
Otras Actividades	33,3	66,6

Tabla 6: Tabla de actividades

Según este resultado, las actividades con PVD tienen la misma frecuencia que la lectura y escritura en papel, lo que lleva a recomendar que los niveles de iluminancia requeridos en este caso de estudio se encuentren en el límite superior de la categoría C (750 lx), valor que el DR 351/79 indica para trabajo con PVD.

Para finalizar la encuesta se preguntó sobre el grado de satisfacción yendo de Muy insatisfecho a muy satisfecho. Los aspectos sobre los cuales se consultó fueron: “Cantidad de Iluminación”, “Uniformidad de Iluminación”, “Iluminación Natural”, “Iluminación Artificial”, “Tamaño de Ventanas” y “Paisaje Exterior”.

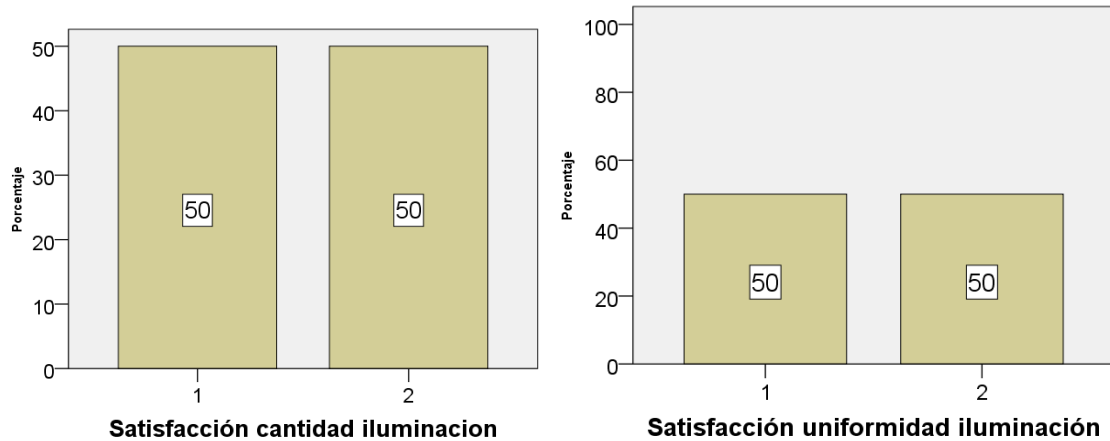


Figura 24: a. Satisfacción Cantidad Iluminación b. Satisfacción Uniformidad de Iluminación

La satisfacción general respecto de la iluminación del espacio desde el punto de vista de la cantidad de iluminación y la uniformidad de la misma por parte de los usuarios es positiva. Ya que la escala va de -2 muy insatisfecho a +2 muy satisfecho y vemos que siempre la ponderación es positiva.

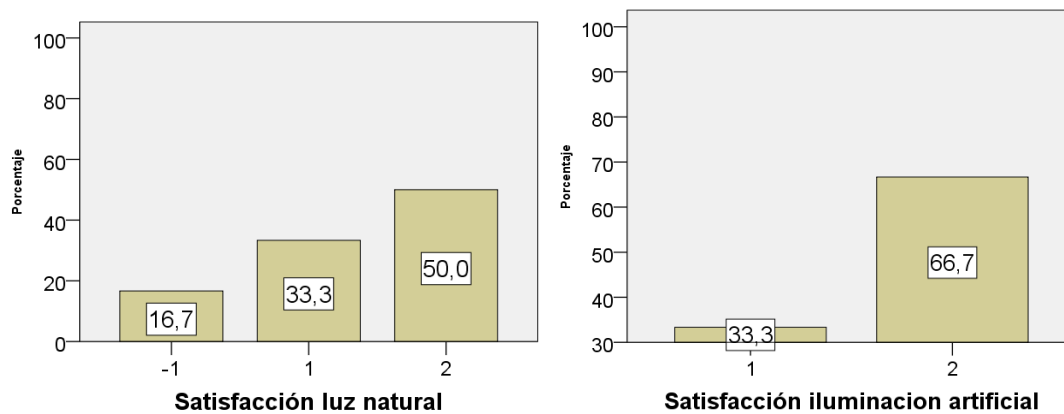


Figura 25: a. Satisfacción Luz Natural b. Satisfacción Iluminación Artificial

Respecto de la satisfacción con la luz natural y la iluminación artificial vemos en contraste en las respuestas, existiendo una valoración positiva de la iluminación artificial que de la natural.

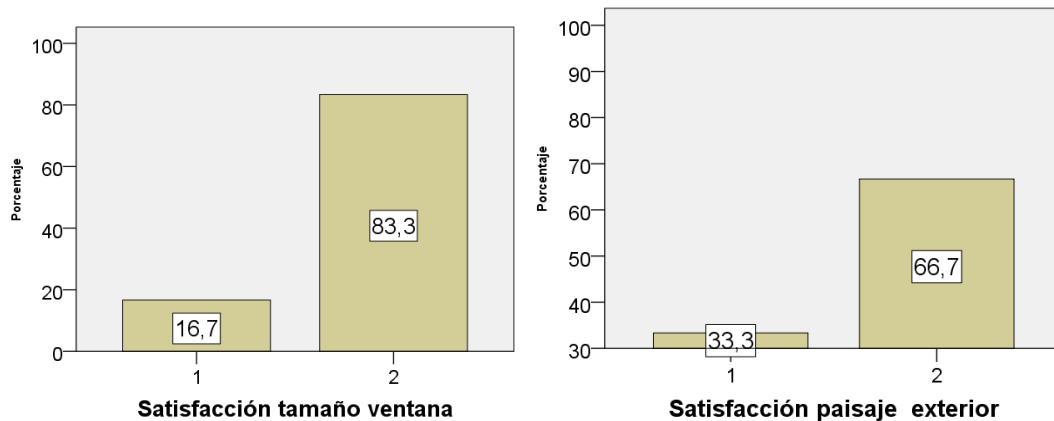


Figura 26: a. Satisfacción Tamaño Ventanas b. Satisfacción Paisaje Exterior

Hay una calificación sumamente positiva por parte de las personas que asisten a la biblioteca en lo que respecta al tamaño de las ventanas, un 83.3% le han otorgado la mayor puntuación. Además de considerar una evaluación positiva del paisaje visible exterior.

Teniendo en cuenta que mayormente la respuesta de satisfacción solo en lo que se refiere a la consulta por la luz natural donde nos da un 16.7% de valoración negativa de la iluminación natural. Se puede considerar como importante la posibilidad de mejorar el diseño de iluminación natural de la biblioteca.

6-CONCLUSIONES

El presente trabajo pretende analizar la iluminación de una biblioteca recientemente construida. Antes de focalizarnos en el tema que nos corresponde es muy valioso comentar la importancia de las bibliotecas públicas en una comunidad, las cuales son herramientas culturales y educativas que permiten crear una sociedad más justa y equitativa llevando los libros, y la cultura a los sectores más postergados. Las principales potencias y naciones del mundo ponen en un lugar de gran importancia las mismas, incentivando políticas para su construcción, crecimiento, mantenimiento y vinculación de las mismas con su gente. Sería importante contar con políticas públicas que apunten al fortalecimiento de las bibliotecas, y su relación con la comunidad.

Las características de iluminación de una biblioteca es fundamental, tanto si la evaluamos desde el punto de vista de la calidad, cantidad, uniformidad, posición, color, etc.

Existen dos tipos de iluminación la natural y la artificial, ambas implementadas en este proyecto. Siempre más recomendable la natural, en especial en este caso donde la disponibilidad de luz solar es importante y no hay obstrucciones que dificulten la misma. El sol

es una fuente de energía constante, es renovable y amigable con el medio ambiente. Teniendo en cuenta esto y luego del análisis realizado podemos ver que se podría mejorar las condiciones de iluminación de la biblioteca.

Respecto a los niveles de iluminación, en primera instancia, y a partir de las pautas nacionales e internacionales se determinó el nivel adecuado en función de las características de uso particular de nuestro caso de estudio. Así, la incidencia del trabajo con PVD que indicaron los usuarios, llevó a definir un nivel de iluminación mayor (750 lx) al que se hubiera requerido sólo para lectura y escritura en papel, actividad a priori esperable en una biblioteca. Una vez definido este valor, se verificó que durante el relevamiento no se alcanzó el mismo de manera consistente a lo largo de toda la jornada laboral. Esto se observó tanto para el escenario de Luz Artificial + Natural como para el de Luz Natural. En las condiciones actuales, ambos ambientes luminosos analizados fueron incapaces de satisfacer los requerimientos legales para las tareas visuales allí desarrolladas. En ese sentido, durante la preparación del protocolo de medición se evidenció la gran variedad de factores que hacen a la iluminación de calidad, que contrastan con el criterio único de verificación de nivel de iluminancia horizontal de nuestro marco legal y normativo. Es por ello que en relación al plan de trabajo presentado oportunamente, se decidió orientar esta investigación a los aspectos metodológicos del relevamiento de iluminación, herramienta valiosa para realizar un diagnóstico integral de los locales de trabajo. Sólo con datos certeros y confiables se podrán realizar remediaciones eficaces y tomar decisiones de diseño basadas en evidencia. Es por ello que en esta investigación se probó y ajustó un protocolo de medición que contiene al limitado protocolo legalmente vigente en nuestro país, agregando variables relacionadas con la sustentabilidad (análisis de ventanas, factor de luz diurna, área de luz diurna) y los factores humanos (deslumbramiento, paisaje visible, capacidades limitaciones de los usuarios). Los datos obtenidos se cruzaron con los resultados de la encuesta, también desarrollada específicamente para esta investigación, abarcando además en este análisis integral del ambiente luminoso la percepción y preferencias de los usuarios.

Los casos de estudio presentados muestran un potencial para lograr una mejor iluminación por medio de intervenciones incorporando mayor luz natural de manera más uniforme, prestando especial atención a la prevención del deslumbramiento en los usuarios. El emplazamiento de la biblioteca en la trama urbana y su entorno, además de su aventanamiento orientado al norte son favorables para una intervención de diseño.

Según la formulación del plan de trabajo de este estudio, se ha dejado para una segunda etapa la realización de propuestas de re-diseño de iluminación natural, dada la complejidad con que se abordó la etapa de relevamiento y diagnóstico de los casos de estudio. El diseño de

aventanamientos y sistemas de control solar , así como su validación por medio de simulaciones será el objetivo del tema de maestría que deriva del presente trabajo

debería re-estudiarse el diseño de las ventanas que dan al norte. La incorporación de estrategias de diseño permitiría aumentar la iluminación y permitir que la misma sea más eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Boubekri M. (2004). *An overview of the current state of daylight legislation. Journal of the Human-Environment System*, 7(2), 57-63.
- Boyce P. Hunter, C & Howlett O (2003). *The benefits of daylight through Windows*, Troy, New york: Rensselaer Polytechnic Institute.
- Dean ET (2005). *Daylighting Desing in Libraries*, Libris Design Project.
- Fotios, S. (2015). Research Note: Uncertainty in subjective evaluation of discomfort glare. *Lighting Research & Technology*, 47(3), 379-383.
- Galasiu, A. D., & Veitch, J. A. (2006). Occupant preferences and satisfaction whit the Luminous environment and control systems in daylit offices: a literature review. *Energy and Buildings*, 38(7), 728-742
- Mills E & Borg N (1999). Trends in recommended illuminance levels: an international comparison. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, 28(1), 155-163.
- Moon P & Spencer, DE (1942). *Illumination form a non-uniform sky. Illum. Eng. (N.Y.)*. 37:707–726.
- Nabil, A., & Mardaljevic, J. (2006). Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors. *Energy and buildings*, 38(7), 905-913.
- Ne'Eman, E. (1974). Visual aspects of sunlight in buildings. *Lighting Research & Technology*, 6(3), 159-164.
- Pattini, A. (2003). Estación de Mediciones de Iluminación natural exterior CRICYT - Mendoza. Mendoza, IDMP - CIE.
- Pattini A, (2006). Luz natural e iluminación de interiores (Capítulo 11). En *Manual de iluminación eficiente (ed ELI)*, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina URL: <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eliiluminacion>.
- Pattini A (2009). "La luz natural en lasescuelas. Aprovechamiento y control de la luz solar en aulas". *Buenos Aires, Argentina Ed. Dunken*.
- Pattini A & Kirschbaum C (2007) "Iluminación natural en edificios solares. El caso del control y distribución lumínica en aulas de un edificio escolar construido en Mendoza". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 11: 197-201
- Pattini A, Córica L, Ferrón L, Rodriguez R, Lasagno C, Villalba A, Monteoliva JM, Yamín J, de Gastines M (2016). Iluminación natural en el hábitat soleado. En *Memorias XIII Congreso Panamericano de Iluminación Luxamerica 2016*. La Serena, Chile.
- Rodriguez, R., Monteoliva, J.M., Dumit, C., Del Rosso, R., Pattini, A (2015). *Protocolo de Iluminación Natural para espacios de trabajo. XV International Conference on Occupational Risk Prevention. Santiago, Chile*.
- Velds, M. & J. Christoffersen (2001). *Monitoring Procedures for the Assessment of Daylighting Performance of Buildings*. IEA SHC TASK 21 / ECBSC ANNEX 29.