



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL**

**ESTUDIO DEL DESEMPEÑO LUMÍNICO DE LOS RECINTOS INTERIORES DE
LA FACULTAD DE FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD DE VALPARAISO Y
PROPUESTAS DE MEJORAS.**

POR

BENJAMÍN ALEJANDRO PINTO MEZA

**TRABAJO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO
DE INGENIERO CONSTRUCTOR**

PROFESOR GUÍA: CLAUDIO CARRASCO ALDUNATE

JULIO, 2024

ÍNDICE

1.	Formulación planteamiento del problema	5
1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.2.	ESTADO DEL ARTE.....	6
1.2.1	Estudio del comportamiento lumínico del edificio de la Escuela de Derecho perteneciente a la Universidad Valparaíso. (Durán, 2020)	6
1.2.2.	Propuesta de mejoramiento de iluminación en salas de clases de colegios municipalizados de la ciudad de Valparaíso (Salgado, C. 2013).	7
1.3.	OBJETIVOS	8
1.3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	8
1.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.4.	ALCANCES	8
2.0.	MARCO TEORICO	9
2.1.	Luz.....	9
2.1.1.	Luz Natural.....	9
2.1.2	Fuentes de luz natural	10
2.1.3	Tipos de cielo	11
2.2	Iluminación	12
2.2.1	Unidades y medidas básicas de iluminación.....	12
2.2.2	Nivel de Iluminación	15
2.3	Latitud y época del año.....	19
2.4	Ubicación del sol durante el día.....	19
2.5	Normativa Chilena	20
2.6	Luxómetro.....	21
2.7	Confort visual.....	21
2.7.1	Factores que influyen en la visibilidad.....	22
2.8	Método cavidades zonales	26
2.9	Leyes fundamentales de la luminotecnia	29
2.9.1	Ley del cuadrado inverso	29
2.9.2	Ley del coseno.....	29
3.0	METODOLOGIA DE TRABAJO	31
3.1	Selección de lugar de trabajo.....	31
3.2	Emplazamiento del lugar	31

3.3 Planos de edificio Facultad de Química y Farmacia	32
3.4 Determinar los elementos que inciden en la iluminancia interior de las aulas analizadas.....	32
3.5 Simulación.....	32
3.6 Nivel de iluminancia.....	33
4 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	35
4.1 Simulación DIALux.....	75
4.2 Resultados y Análisis Obtenidos	76
4.3 Comparación de los recintos según en la fachada en las que están orientadas.....	92
5 RENDIMIENTO DE LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL MEDIANTE LA LUMINARIAS YA INSTALADAS IN SITU. .	96
5.1 Rangos de deficiencia lumínica (luz natural + luz artificial) en año calendario.....	29
5.2 Método cavidades zonales con aumentos en la reflectancias de las superficies.	30
5.3 Resumen y análisis de los datos obtenidos:.....	42
5.4 Modelamiento de simulación de la Luz Natural con Software DIALux	43
5.5 Iluminancia media real (Luz Natural + Artificial) con los cambios en los coeficientes de reflexión en las superficies.....	47
6 FACTIBILIDAD ELÉCTRICA POR EL AUMENTO DE LUMINARIAS EN LOS RECINTOS QUE CORRESPONDEN EN LOS NIVELES ZÓCALO, 1, 2 Y 3.....	32
7 PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA DE MEJORAS EN COEFICIENTES DE REFLEXIÓN Y LA REBAJA DE TABIQUERÍA SEGÚN CORRESPONDA.	37
8 Análisis comparativo de la recuperación de inversión en los casos de: Si se aplicarían mejoras en solo incrementar las luminarias artificiales vs aplicando las distintas mejoras, ya sean de cambio de coeficientes de reflexión de superficies, reducción de tabiquería e iluminarias.....	39
9 CONCLUSIONES.....	41
10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 2.0.1 "Composición de la Luz"	9
Imagen 2.0.10 "Nivel de Iluminación"	16
Imagen 2.0.12 "Ángulos de Inclinación Solar al Medio Día en Valparaíso"	19
Imagen 2.0.13 "Variación durante el día de la iluminación interior sala tipo"	19
Imagen 2.0.14 "Luxómetro RS PRO ILM 1337"	21
Imagen 2.0.15 "Deslumbramiento directo e indirecto"	22
Imagen 2.0.18 "Metodo Cavidades Zonales"	26
Imagen 2.0.10 "Calculo de Distribuciones de Luminarias"	30
Imagen 2.20.1 "Ley del Cuadrado Inverso"	29
Imagen 2.0.12 "Ley del Coseno"	30
Imagen 3.0.1 "Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso"	31
Imagen 3.0.1 "Ubicación Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso"	31
Imagen 4.0.1 "Facultad de Farmacia de UV Real y 3D DIALux"	35

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.1: " <i>Iluminancias Mínimas Para Locales Educativos y Asistenciales</i> ".	20
Tabla 2.2: " <i>Contraste de Colores en Orden Decreciente</i> ".	24
Tabla 2.3: " <i>Coefficiente de Reflexión en Techo, Paredes y Suelo</i> ".	25
Tabla 2.4: " <i>Coefficiente de Reflexión de Superficies Según Material y Color</i> ".	25
Tabla 2.5: " <i>Porcentajes de Reflexión en la Cavidad de Piso o Techo</i> ".	28
Tabla 2.6: " <i>Coefficientes de Mantenimiento</i> ".	29
Tabla 2.7: " <i>Factor de Mantenimiento Según Ambiente de Trabajo</i> ".	29
Tabla 3.1: " <i>Iluminancias Mínimas Para Locales Educativos y Asistenciales</i> ".	33

1. Formulación planteamiento del problema

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aumento del consumo de energía, hace cada vez más urgente la integración de los aspectos medioambientales y el desarrollo sostenible en la política energética (Rey y Velasco, 2006). Está demostrado que la luz nos influye física y anímicamente. La falta de luz y/o la exposición prolongada a una inadecuada iluminación artificial puede generar problemas de visión en las personas, un efecto todavía más acuciante entre aquellos grupos poblacionales más sensibles, como los usuarios que están en etapa escolar y universitaria.

Un caso específico lo constituyen los establecimientos educacionales, y en especial los destinados a universidades. Por este motivo, la adecuada iluminación de las universidades especialmente las aulas de clases, bibliotecas y otros espacios educativos, donde los estudiantes tienen que pasar muchas horas a lo largo del día, es importante (Quevedo, 2021).

En las instituciones educativas se pueden observar problemas, por ejemplo: La luz natural que entra por las ventanas obstruye ver el pizarrón o pizarrones en el salón de clases, dificultando la lectura de su contenido, mala distribución y ubicación de las luminarias, lo que provoca deslumbramiento directo a las personas dentro de las aulas, generando consigo, entre otras cosas, molestias visuales y cansancio (J.M. Munive – Álvarez, 2020).

El edificio de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de Valparaíso, presenta una fachada completamente vidriada lo que hace suponer que ingresa una importante cantidad de luz y por tanto debiese responder de buena manera a los requerimientos de iluminación de las salas de clases y oficinas. A pesar de esta característica, pareciera ser que en ocasiones tiene un exceso de luz en algunas de las aulas de clases provocando un deslumbramiento, ya sea directamente o por reflexión de las distintas superficies (muro, piso, cielo). En este edificio, la iluminancia necesaria y el aprovechamiento de la luz natural, pueden ser deficientes provocando con esto fatiga visual, falta de concentración y rendimiento, como lo señala el estudio de Loisos y Blvd (2000).

En el trabajo de investigación a desarrollar se evaluará el desempeño lumínico de los recintos interiores del edificios de la Facultad de Química y Farmacia de la universidad de Valparaíso con la finalidad de proponer mejoras y favorecer el adecuado acondicionamiento lumínico de las aulas, para poder desarrollar las labores de aprendizaje lumínicamente confortables.

1.2. ESTADO DEL ARTE

La luz natural o la luz del día se refiere al control de la luz natural en una habitación. Si se usa bien, reduce significativamente el uso de iluminación artificial y genera ahorros de energía, protección ambiental y ahorros financieros. La iluminación natural beneficia a los usuarios al proporcionar un entorno visualmente estimulante y aumentar la concentración y la productividad de quienes se encuentran dentro.

Durante años, grupos especializados han estudiado el uso beneficioso de la luz natural y han concluido que una habitación bien iluminada aumenta la productividad y el rendimiento de sus usuarios, así como la capacidad de concentración.

A partir de estos conocimientos nace una iniciativa cuando queremos estudiar la importancia de una buena iluminación natural en las aulas actuales de la ciudad de la Facultad de Química y Farmacia, según la normatividad chilena vigente. También se considera una fachada acristalada de tipo desnudo, de modo que el flujo de luz hacia la superficie de trabajo sea directo.

A continuación algunos estudios anteriores basados en el mismo tema:

1.2.1 Estudio del comportamiento lumínico del edificio de la Escuela de Derecho perteneciente a la Universidad Valparaíso. (Durán, 2020)

El objetivo de este estudio fue aumentar la eficiencia de la luz natural de la facultad con base en investigaciones y mediciones, encontrando una mejor solución basada en la norma NCh Elect 4/2003 para mejorar la iluminación de la escuela de Derecho para asegurar el adecuado cumplimiento de la normativa chilena.

Primeramente se inició con la identificación de las aulas de la Facultad de Derecho de la Universidad de Valparaíso.

El modelado perimetral 3D se realizó con el software REVIT y otros modelados de aulas cuyas características inciden en el confort lumínico de las aulas, tales como: distribución de luces, entradas de luz, color de superficie, mobiliario y porcentaje de reflectancia de cada superficie.

En este estudio, el número total de artefactos de iluminación se calcula utilizando el método de cavidades zonales, debido a que faltaba la distribución de artefactos de iluminación en las aulas y no se verificó en terreno, por lo que, según este cálculo, son los que realmente se encuentran en todas las aulas. Cabe destacar que en este estudio no se realizó el cálculo de la iluminancia media con el LUXOMETRO.

Los tipos de cielo utilizados para modelar con DIALux fueron cielo despejado, cielo medio y cielo nublado. El análisis y los datos consideran el tipo de cielo más desfavorable, que es el tipo de cielo nublado. Se vio que las aulas cumplen con la normativa chilena y el siguiente paso fue enfocarse en aumentar aún más la iluminación media en el interior. El estudio ejecuto una serie de

simulaciones cambiando el color de las superficies de las paredes, el piso y el cielo, aumentando la reflectancia para detectar el aumento de luz con cada cambio realizado en el aula.

Los resultados de las simulaciones mostraron que los colores cálidos y luminosos, como el blanco y sus diversas tonalidades, son los que presentan mayor grado de reflexión, donde el porcentaje de reflexión varía entre el 82-88%. Con el cambio en la reflectancia de la superficie del suelo, aunque se produce un crecimiento, es mínimo y no se considera posible ningún cambio en el color y/o la superficie.

1.2.2. Propuesta de mejoramiento de iluminación en salas de clases de colegios municipalizados de la ciudad de Valparaíso (Salgado, C. 2013).

Este estudio consistió en mejorar el rendimiento de la iluminación natural a partir de simulaciones digitales en establecimientos educativos de la ciudad de Valparaíso. Las variables en este estudio fueron: color de pintura, tipo de piso, color de muebles y tipo de vidrio. Se definieron las áreas de estudio y posterior a ello, la medición de las luminancias de las diferentes aulas y digitalizar los datos mediante una simulación por ordenador, cuyo objetivo fue conocer qué factores influyen en la eficiencia energética de las aulas.

En este estudio, la medición fue en distintos horarios, estos fueron: 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 y 18:00. El análisis de la iluminación de las aulas en las diferentes instalaciones se basó en la iluminación media y se calculó con una herramienta llamada LUXÓMETRO. La norma utilizada para comprobar el cumplimiento de las normas por parte de las instalaciones es la NCh. Elect. 4/2003.

Se determinaron los elementos que afectan el confort lumínico, teniendo en cuenta el coeficiente de reflexión de los materiales que se encuentran en las aulas, principalmente el mobiliario, el tipo de revestimiento de las paredes, el piso y el techo, con base en lo presentado en el estudio “comparación del comportamiento energético en dos establecimientos educativos” (Melchiori et al., 2014).

Las simulaciones se hicieron mediante el software DIALux para determinar la iluminación promedio según las características de las aulas, comparando así los resultados calculados entre el LUXOMETRO y el software.

Concluyendo, los resultados de este estudio mostraron que el tipo y color del piso no incide significativamente en el aumento de la iluminación en las aulas, lo mismo ocurre con el tipo y colores del mobiliario. Mientras que el parámetro de color de la pintura tiene un efecto significativo, por tanto, fue la medida utilizada para mejorar la iluminación interior de las aulas. En definitiva, se puede afirmar que para aumentar la luminosidad en las aulas se deben elegir colores de pintura con un alto coeficiente de reflexión.

1.3. **OBJETIVOS**

1.3.1. **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el desempeño lumínico (natural y artificial) de los distintos recintos interiores del edificio de Facultad de Farmacia de la Universidad Valparaíso y proponer mejoras a su desempeño.

1.3.2. **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar el desempeño lumínico de luz natural y artificial en el interior de los recintos de clases en base a la normativa chilena.
- Determinar los elementos que inciden en la iluminancia interior de los recintos analizados.
- Proponer mejoras de desempeño al sistema de iluminación en el interior de los recintos analizados del edificio de la Facultad de Farmacia.
- Analizar costos asociados a la propuesta de mejora.

1.4. **ALCANCES**

- Esta investigación se realizara dentro del edificio de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

2.0. MARCO TEORICO

2.1. Luz

La luz se define como la parte del espectro electromagnético a la que nuestros ojos son sensibles (Lechner, 2007). La luz está relacionada con la emisión de radiación electromagnética, sus propiedades físicas van a ser similares al resto de las radiaciones electromagnéticas, pues forman parte del espectro electromagnético. La diferencia que existe respecto a las radiaciones ultravioleta o infrarrojas, por ejemplo, se debe a la longitud de onda a la que emite una fuente de radiación. En el caso de la luz visible, la longitud de onda a la que emiten estas fuentes se encuentra entre 380 nm y 780 nm. A esas longitudes de onda se produce la sensación visual. Nuestro ojo tiene también la capacidad de distinguir en ese espectro visual las pequeñas diferencias y de esta forma se diferencian los colores (Instituto Nacional e Higiene en el Trabajo, 2015).

2.1.1. Luz Natural

La luz natural proviene de la naturaleza, el sol es la fuente más importante de luz y energía natural. Una exposición moderada a la luz solar beneficia a los humanos, pues incrementa el nivel de energía y el metabolismo, impulsa el sistema inmune y ayuda a constituir la vitamina D. Esta energía natural tiene el inconveniente de que no la podemos controlar, es impredecible, depende de varios factores, como es el tiempo, estación del año, clima, entre otros (Iluminadecora, 2015). La luz natural se compone principalmente de un haz directo presente del sol (luz directa), luz natural difundida en la atmósfera (luz difusa) y por una luz procedente de reflexiones (luz reflejada), como se muestra en la imagen 2.2.

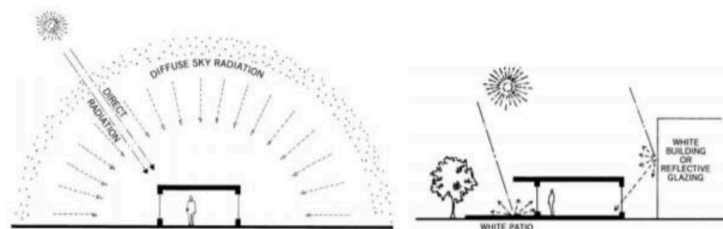


Imagen 2.0.1 "Composición de la Luz"

Fuente: Lechner, 2001.

La Luz natural causa menor fatiga visual que la iluminación artificial (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015). Es necesario que la iluminación artificial sea un complemento de la luz natural, para equilibrar y proporcionar una iluminación suficiente de forma cómoda y conveniente en un recinto (Reyes Pérez, 2016). No obstante, en muchos casos, este tipo

de iluminación es la única disponible, por lo que su diseño, implica un análisis detallado para crear un ambiente placentero y seguro, a un costo razonable. La luz directa del sol, iluminando superficies perpendiculares a ella, alcanza valores de entre 60.000 a 100.000 lux, muy intensa en general, para ser utilizada directamente pues puede ocasionar deslumbramiento y aumentos de temperatura (Pattini, 2008).

2.1.2 Fuentes de luz natural

Las fuentes que se disponen para iluminación natural se encuentran el sol y el cielo. La luz natural llega al interior de un local directa o indirectamente, dispersada por la atmósfera y reflejada por las superficies del ambiente natural o artificial. En caso de la luz natural, esta es la envolvente que admite la luz del sol en el interior de un espacio por transmisión, dispersión o reflexión de esta. La luminaria natural incluye el tipo de cielo, así como el ambiente externo natural (plantas, montañas) o construido por el hombre (edificaciones), estos elementos pueden hacer variar la iluminación interior de un momento a otro y de un caso a otro. El sol, el cielo, las obstrucciones naturales (plantas, terreno, montañas) y las obstrucciones hechas por el hombre (edificios, estructuras) afectan la variación de la luz del día en interiores (Pattini, 2007).

Mediante el movimiento de la Tierra y el ángulo de sus ejes (ubicación geográfica), el Sol determina características importantes de la luz natural disponible, como la duración de los días y sus

variaciones estacionales como en la figura 2.3.

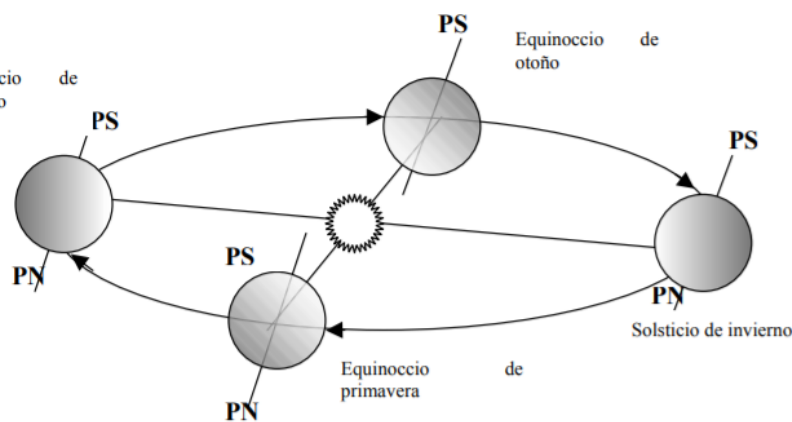


Imagen 2.3 “Grafico de geometría solar”

Fuente: La luz natural e iluminación en interiores, 2007.

A continuación, la luz natural descrita por Monroy, 2006.

- **Componente luz solar directa (CSD):** Es la fuente de luz natural más potente, pero también la más incómoda por sus grandes fluctuaciones y por el riesgo de provocar

deslumbramientos al crear una mancha extremadamente luminosa en el interior del local. Por tanto, se recomienda prescindir de ella.

- **Componente luz solar difusa (CSdf):** Es producida por la dispersión luminosa de la atmósfera (cielo azul) y la reflexión y difusión de las nubes. Tiene una menor intensidad, pero es muy estable. Es la fuente natural preferible y es la más utilizada para los proyectos arquitectónicos.
- **Componente luz reflejada de obstáculos (CRO):** Los obstáculos del entorno visible, que sobresalen del horizonte ocultan la luz solar difusa procedente del cielo, pero al mismo tiempo reflejan parte de la luz que reciben según su coeficiente de reflexión. Su intensidad puede variar durante el día, según los obstáculos verticales estén soleados o en sombra, y fluctuar según la nubosidad. Es el segundo factor más importante para el diseño arquitectónico, esto debido a que anula parte de la componente solar difusa y además su inclinación por la horizontal hace que penetre profundamente.

2.1.3 Tipos de cielo

Conocer el tipo de cielo al que puede estar expuesto el edificio proporciona información y conocimiento sobre los posibles efectos de luz natural a los que puede estar expuesto el edificio. Esta información, a su vez, ayuda a diseñar la iluminación interior del edificio, tanto para el confort visual como para el aprovechamiento eficiente de la luz natural, ya que como se mencionó anteriormente, el propósito de este estudio es utilizar la luz natural como principal medio de iluminación, mientras que la luz artificial va en un segundo plano.

La intensidad de iluminación del cielo va a depender de los factores climáticos los cuales hacen que los rayos lumínicos se distribuyan de distintas formas que serán descritas por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE):

Cielo cubierto

Característico de climas fríos, definido como cielo cubierto con 70 a 100% de nubes con sol no visible. Definición por la estandarización británica, un 90% con nubes. Donde el valor medio anual de iluminancia es de 5000 lux.

Cielo intermedio

Presencia de sol alternada por periodos con nubosidad variable, la luminancia de este tipo de cielo varía entre 100.000 lux (sin nubes) y 10.000 lux (con nubes y sol).

Cielo

claro

Definido como cielo no obstruido por nubes por la estandarización británica CIBSE y como cielo obstruido en un porcentaje menor al 30% por la Sociedad de Ingenieros de Iluminación de Norte América IESNA. En un cielo claro, con excepción del sol y la zona circunsolar, la mayor claridad

se encuentra en la parte más próxima al horizonte, mientras que en la superficie del cielo color azul, las luminancias son más bajas, con condiciones de iluminancia de 100.000 Lux aproximadamente.

2.2 Iluminación

2.2.1 Unidades y medidas básicas de iluminación descritas según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015.

Flujo luminoso: Es la luminosa, emitida por una el Lumen (Lm) y su símbolo



cantidad de energía, en forma fuente (Figura 2.4). Su unidad es ϕ .

Imagen 2.4 "Flujo luminoso"

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015.

Una lámpara fluorescente puede emitir unos 4.000 Lm mientras que la luz que entra por la ventana puede oscilar entre es característica de cada facilitado por los fabricantes

Intensidad luminosa: Es el ángulo sólido en una dirección I y la unidad en el sistema



2.000 y 20.000 Lm. Esta magnitud bombilla y, por tanto, es un dato

flujo luminoso por unidad de concreta (Figura ##). Su símbolo es internacional es la candela (Cd).

Imagen 2.5 "Intensidad luminosa"

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015.

- **Angulo Sólido:** El ángulo sólido podemos imaginarlo como el espacio contenido dentro de un cono (este sería el caso de un haz de luz). El ángulo sólido se expresa en estereorradianes. Si imaginamos una esfera de un metro de radio y desde su centro trazamos un cono que delimite en su superficie un casquete esférico de un metro cuadrado, el valor del ángulo sólido determinado por dicho cono es igual a un estereorradián.

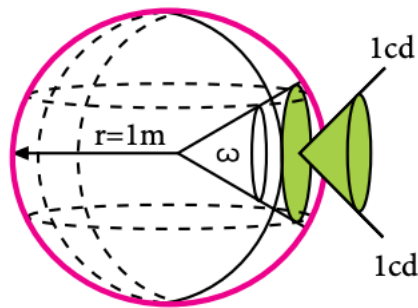


Imagen 2.6 "Angulo sólido"

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015.

Es decir: si se observa una fuente de luz, esta va a emitir en muchas direcciones (flujo luminoso). Si el interés se dirige hacia una dirección determinada, se necesitará conocer la intensidad luminosa. La intensidad se utiliza para caracterizar las diferentes luminarias en las distintas direcciones. Se puede expresar gráfica o numéricamente.

El sólido que se consigue recibe el nombre de sólido fotométrico (Figura ##).

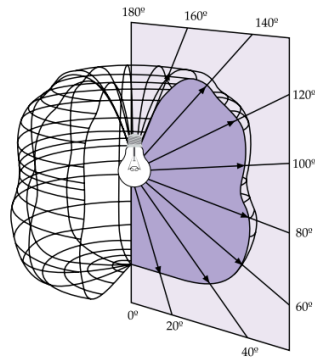


Imagen 2.7 "Sólido Fotométrico de una Lámpara"

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015.

Si se hace pasar un plano por el eje de simetría de la fuente luminosa, por ejemplo, un plano meridional, se obtiene una sección limitada por una curva que se denomina curva fotométrica o curva de distribución luminosa (Figura 2.8).

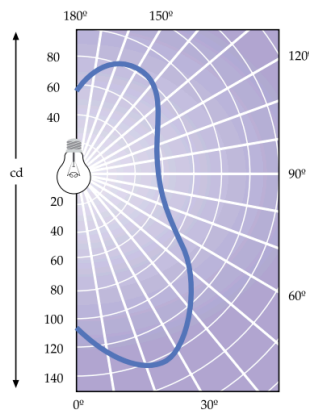


Imagen 2.8 "Curva Fotométrica"

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015.

Con estas curvas se puede calcular el nivel de iluminación proporcionado por la lámpara en una determinada dirección y a una distancia dada. Dichas curvas se obtienen luego de realizar múltiples mediciones de la intensidad luminosa en diversos ángulos alrededor de una luminaria y

transcribirlos en forma gráfica, generalmente en coordenadas polares. Permite evaluar la intensidad y direccionalidad del flujo emitido. Para ello se utiliza la denominada “ley de la inversa del cuadrado de la distancia”.

Luminancia: También se denomina brillo fotométrico. Se define como la intensidad luminosa por unidad de superficie aparente de una fuente de luz primaria (que produce la luz) o secundaria (que refleja la luz, Figura 2.9).

La luminancia de una superficie viene determinada por el flujo emitido por el área de esa superficie. Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015. La luminancia, es la magnitud que mide la claridad o el brillo con que vemos los objetos iluminados. Se representa con el símbolo L y su unidad es la candela/m² (cd/m²).

Imagen 2.9 "Luminancia"

2.2.2 Nivel de Iluminación

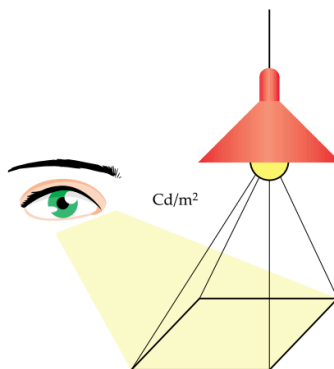
Se conoce también como iluminancia. Es el cociente del flujo luminoso incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto por el área de ese elemento (Figura 2.10). Se representa con el símbolo E y su unidad es el lux ($Lx=Lm/m^2$).

Se expresa mediante la fórmula: $E= \varphi /S$ donde:

E es el nivel de iluminación expresado en luxes.

φ es el flujo luminoso incidente en una superficie en lúmenes.

S es la superficie en m².



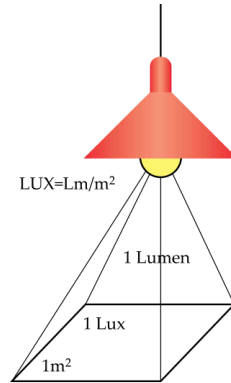


Imagen 2.0.10 "Nivel de Iluminación"

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015.

Al elegir un cierto nivel de iluminación para un puesto de trabajo o tarea determinada se debe estudiar los siguientes aspectos: Naturaleza del trabajo, reflectancia del objeto y de su entorno inmediato, diferencias con luz y la necesidad de iluminación diurna (Ramos y Hernández, 2018).

2.2.3 Sistemas de Iluminación

Alumbrado general: Se denomina al alumbrado de un espacio en el que no se tiene en cuenta las necesidades particulares de ciertos puntos determinados. Proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fabricas, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el cielo del local, teniendo a generar una distribución simétrica (Castro Guaman y Murillo Posligua, 2015).

Alumbrado localizado: Son principalmente utilizados cuando se requiere realizar una tarea en particular y/o específica, adicional al alumbrado general y controlado independientemente. La distribución de la luz es no uniforme, siendo solo focalizada en el área de trabajo. Un inconveniente que tiene este tipo de iluminación es que, si la zona de trabajo posee distinta iluminación que el entorno ocasionará deslumbramientos y con esto fatiga y cansancio visual, debido a que el ojo tendrá que estar constantemente adaptándose a la luz.

Alumbrado directo: Es el obtenido por medio de luminarias con una distribución fotométrica tal que, al menos el 90% del flujo luminoso emitido alcanza directamente el plano de trabajo.

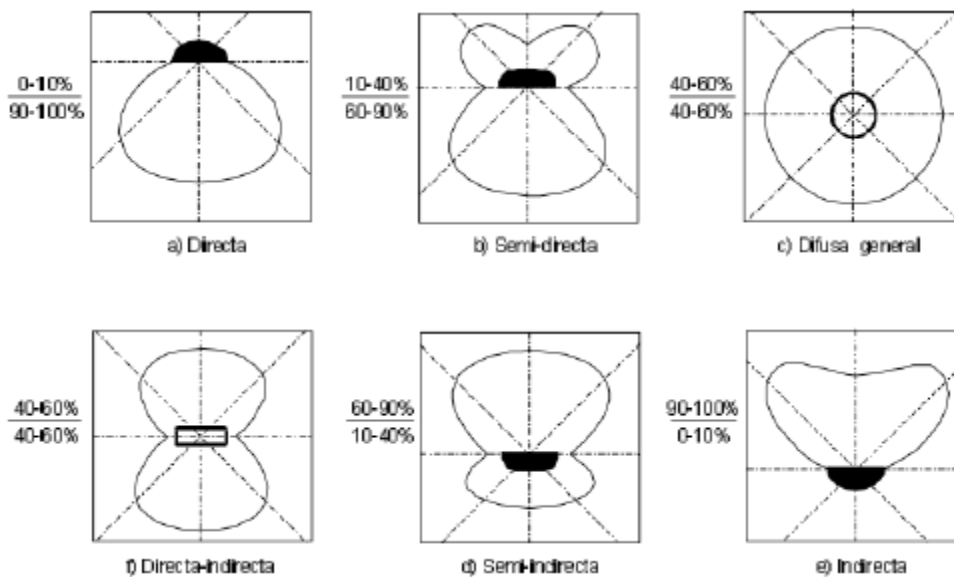
Alumbrado indirecto: Se obtiene por medio de luminarias con una distribución fotométrica tal que, como máximo el 10% del flujo luminoso emitido alcanza directamente el plano de trabajo. En instalaciones específicas se requieren sistemas de iluminación indirecta que garantice una mejora en el confort visual; esta mejora nos viene proporcionada por la reducción de posibilidades de deslumbramiento directo (Comité Español de Iluminación, 2001). Hay que recalcar que este sistema de alumbrado es el de menor eficiencia energética.

2.2.4 Tipos de iluminación

Cada luminaria, dependiendo de los materiales y del haz de luz que ilumine un objeto, será de forma diferente. El estudio fotométrico de cada luminaria es de bastante relevancia, ya que nos permite conocer el flujo luminoso de la fuente de luz utilizada y se clasifican según el porcentaje que envían por la zona superior e inferior del plano horizontal (figura 2.11).

Imagen 2.11 "Porcentaje de Flujo Luminoso"

Fuente: CIE, 1986.



Iluminación directa: El porcentaje de flujo luminoso que emite la fuente en el hemisferio superior con respecto con la horizontal es de 0-10%, mientras que en el hemisferio sur es de 90% -100%. Las cualidades de este tipo de flujo son buena uniformidad, una alta eficiencia energética. Dependiendo del tipo de haz de luz (desde estrecho a abierto) la distribución en el espacio puede ser variada. Requiere de un control de luminancias para así minimizar el deslumbramiento tanto directo como reflejado.

Iluminación Semi-directa: El porcentaje de flujo luminoso que emite la fuente en el hemisferio superior con respecto con la horizontal es de 10-40%, mientras que en el hemisferio sur es de 60% -90%. Con respecto a este flujo se obtiene una eficiencia energética menor a la iluminación directa esto debido a que el flujo emitido por la fuente solo una parte es distribuida hacia abajo mientras que el otro es distribuido hacia el cielo y paredes superiores del entorno.

Iluminación General-Difusa: El porcentaje de flujo luminoso que emite la fuente en el hemisferio superior con respecto con la horizontal es de 40-60%, mientras que en el hemisferio sur es de 40-60%. Como se ve reflejado en la imagen el flujo es transmitido por igual en porcentaje tanto para el hemisferio superior como el inferior, la luz reflejada produce buena relación de claridad y sombras y también puede ocasionar deslumbramientos (directo y reflejado). Para este tipo de iluminación se requiere una alta reflectancia en las paredes.

Iluminación Directa indirecta: El porcentaje de flujo luminoso que emite la fuente en el hemisferio superior con respecto con la horizontal es de 40-60%, mientras que en el hemisferio sur es de 40-60%. El flujo luminoso es similar al anterior, ya que en ambos casos la cantidad de luz emitida por la fuente es la misma, la diferencia radica es que en este tipo de iluminación la eficiencia energética es mayor, debido a que el flujo se centra, principalmente, en los extremos de los hemisferios, tanto superior como inferior.

Iluminación Semi-Indirecta: El porcentaje de flujo luminoso que emite la fuente en el hemisferio superior con respecto con la horizontal es de 60-90%, mientras que en el hemisferio sur es de 10-40%. Se presenta un flujo luminoso que predomina hacia el hemisferio superior ocasionando una disminución de su eficiencia, pero al no tener una luminancia directa disminuye considerablemente los deslumbramientos. Los recintos los cuales sean iluminados con este tipo, sus superficies deben poseer un alto nivel de reflectancia.

Iluminación indirecta: El porcentaje de flujo luminoso que emite la fuente en el hemisferio superior con respecto con la horizontal es de 90-100%, mientras que en el hemisferio sur es de 0% -10%. Este tipo de iluminación elimina casi en su mayoría los deslumbramientos (directo, reflejado), ya que su mayor flujo luminoso se dirige hacia la parte superior del recinto.

2.3 Latitud y época del año

La luz se determina por la ubicación geográfica, latitud y época del año, ya que existe una variación en la posición del sol. Existen tres épocas del año determinantes en la posición del sol: Solsticio de invierno (21 de junio), equinoccio (21 marzo/septiembre) y solsticio de verano (21 de diciembre). En la siguiente figura, podemos ver la posición del sol en Valparaíso.

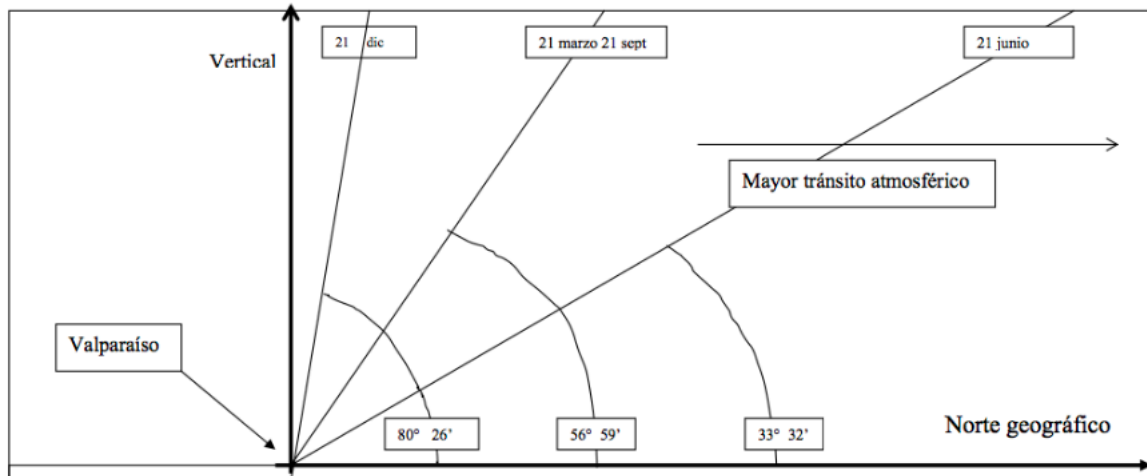


Imagen 2.0.12 "Ángulos de Inclinación Solar al Medio Día en Valparaíso"

Fuente: Serrano, 2004.

2.4 Ubicación del sol durante el día

La variación de la luz cambia con las horas del día y con el tipo de cielo, por ejemplo, En el caso de un día despejado con sol, la luz disponible aumenta hasta el mediodía y luego disminuye progresivamente.

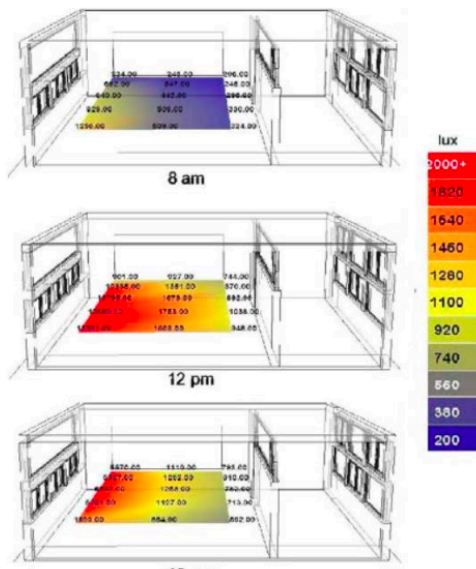


Imagen 2.0.13 "Variación durante el día de la iluminación interior sala tipo"

Fuente: Citec UBB, 2012.

2.5 Normativa Chilena

Este estudio se regirá por lo estipulado en la Normativa Chilena, en este caso será el Pliego Técnico Normativo; RIC N° 10. Específicamente en el punto 6.2 “Edificios Educativos” en el que se destaca el siguiente punto:

- Para determinar la potencia eléctrica necesaria a instalar para alumbrado de recintos asistenciales y educacionales, se deberá tener en cuenta el nivel de iluminación requerido, el tipo de fuente luminosa y el área del recinto por iluminar.

Los valores mínimos de luz se muestran en la tabla 2.1. En este estudio nos enfocamos en el valor mínimo de 300 y 500 LUX para las áreas de trabajo, ya que evaluaremos las aulas de clases, auditorios y laboratorios de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso. Si no se alcanza el estándar establecido, evaluamos el sistema que lo habilita y cumpla con los requisitos mínimos.

6.2. Edificios educativos

Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m Lux	UGR _L	U_0	R_a	Observaciones
Aulas, aulas de tutoría	300	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
Auditorium, sala de lectura	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable para colocar varias A/V necesarias
Pizarras negras, verdes y blancas	500	19	0,70	80	Deben evitarse reflexiones especulares El presentador/profesor debe iluminarse con la iluminancia vertical adecuada
Mesa de demostraciones	500	19	0,70	80	En salas de lectura 750 lux
Aulas de arte	500	19	0,60	80	
Aulas de arte en escuelas de arte	750	19	0,70	90	$5000\text{ K} \leq T_{CP} \leq 6500\text{ K}$
Aulas de dibujo técnico	750	16	0,70	80	
Aulas de prácticas y laboratorios	500	19	0,60	80	

Tabla 2.1: "Iluminancias Mínimas Para Locales Educativos y Asistenciales".

Fuente: Pliego Técnico Normativo; RIC N° 10.

2.6 Luxómetro

Dispositivo encargados de medir el nivel de iluminación, convirtiendo la energía lumínica en una señal eléctrica que luego es amplificada y permite una fácil lectura en una escala de lux calibrada, esta señal eléctrica es proporcional al nivel de iluminación. Para que la señal pueda ajustarse correctamente, debe tener una corrección de coseno, evitando así errores en el ángulo de incidencia de la luz. Otro factor a considerar es que el luxómetro debe contar con un filtro de corrección de color que cambie la sensibilidad de la célula para ajustar su respuesta a la sensibilidad espectral del ojo humano (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015).

La herramienta de medición debe ejecutarse a una altura de 1,3 metros para aulas de clases, el cual representa la altura de una persona cuando se encuentra sentada en su escritorio y simula la altura que se percibe los ojos la luz del recinto.



Imagen 2.0.14 "Luxómetro RS PRO ILM 1337"

Fuente: wiautomation.com

2.7 Confort visual

El confort lumínico es un estado de bienestar de una persona, que es provocado por los principios relacionados con la cantidad y calidad suficiente de luz natural, que le ayuda a observar mejor el área para el desarrollo de una determinada actividad (Loaiza, 2011).

Según datos obtenidos por Havells Sylvania, para lograr un buen confort visual, debe haber un equilibrio entre la cantidad de luz y la estabilidad de manera que se asegure la ausencia de reflejos y parpadeos, la uniformidad de la iluminación y la ausencia de contrastes excesivos (Rodríguez, 2014)

El confort visual es una experiencia que expresa la ausencia de perturbaciones en el entorno visual. Es la sensación de bienestar surge cuando una persona observa objetos o realiza tareas visuales sin molestias ni cansancio debido a la adecuada combinación de calidad y cantidad de luz (Plesent, 2017).

2.7.1 Factores que influyen en la visibilidad

Deslumbramiento

El deslumbramiento es una sensación visual causada por un exceso de brillo y luminosidad en el campo visual que los ojos no pueden procesar adecuadamente. Aunque no amenaza directamente la visión, puede causar molestias e interferir con el desempeño de tareas (VisionEnhancers, 2021).

Para FRAGA Iluminación, el deslumbramiento es un fenómeno visual que provoca incomodidad o dificulta la capacidad de distinguir objetos, o ambas cosas a la vez, debido a una distribución o gradación insuficiente de la luz o a un exceso de contrastes en el espacio o en el tiempo. Este fenómeno afecta la retina del ojo, donde produce una enérgica reacción fotoquímica, desensibilizándolo por un tiempo, luego del cual se recupera nuevamente (FRAGA Iluminación, 2018).

El deslumbramiento debido a la luz natural (ventanas) no tiene que ser un inconveniente para intentar aprovecharlo al máximo, tanto por el ahorro energético que se pretende conseguir, como por los beneficios psicológicos de la exposición al entorno. El control de este deslumbramiento se puede conseguir idealmente mediante mesas divisorias, etc., y utilizando sistemas de protección regulables o apantallamiento para ventanas y lucernarios (lamas, persianas, cortinas, etc.) (Comisión Española de Alumbrado, 2001).

El deslumbramiento se puede producir directamente, ya sea natural o artificial, y es directamente visible para el observador. Esto provoca molestias visuales, fatiga y dolores de cabeza, pérdida de agudeza visual y sensibilidad a la luz. El deslumbramiento también puede ocurrir indirectamente, esto sucede cuando la luz enviada al observador aparece como un reflejo causado por una superficie de espejo en el campo de visión.

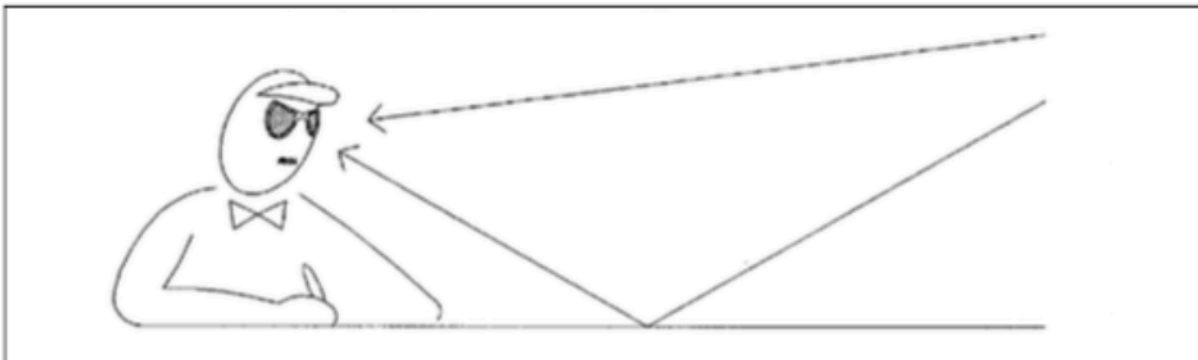


Imagen 2.0.15 "Deslumbramiento directo e indirecto"

Fuente: Serra y Coch, 2005.

Contraste

Hay varias formas de cambiar la visibilidad de un objeto. Una de las más importantes es el contraste de luminancias, que es causado por factores reflectantes, las sombras o los colores del propio objeto, y los factores reflectantes del color. Lo que realmente percibe el ojo son las diferencias de luminancias entre un objeto y su entorno o distintas partes de un mismo objeto (Ramos y Hernández, 2018).

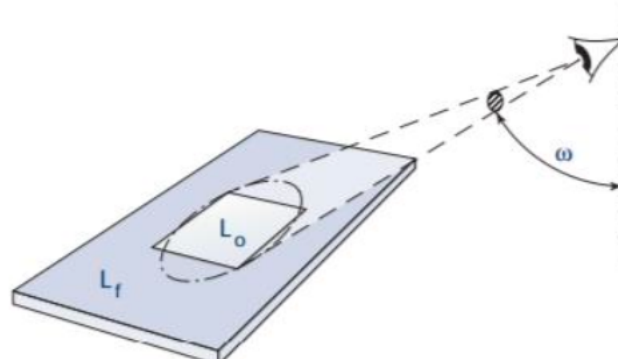


Imagen 2.16 "Representación de Contraste"

Fuente: Indalux, 2002.

La superficie del objeto tiene una luminancia " L_0 " y la superficie de fondo una luminancia " L_f ", por lo tanto, le llamamos contraste " k " a la diferencia de estas luminancias divididas por el fondo, como se muestra en la siguiente formula:

$$K = (L_0 - L_f) / L_f$$

Un objeto claro sobre fondo oscuro, su contraste será positivo (valores entre 0 e infinito), en cambio un objeto más oscuro que su fondo se verá en silueta y su contraste será negativo, variando entre 0 y (-1) (Indalux, 2002). Entonces; el contraste " K " puede ser positivo y negativo:

Si $L_0 > L_f$; $K > 0$ contraste positivo (objeto más claro que el fondo).

Si $L_0 < L_f$; $K < 0$ contraste negativo (objeto más oscuro que el fondo).

Las mejores condiciones visuales se consiguen cuando el contraste de iluminancia entre el objeto visual y las superficies circundantes se mantiene dentro de unos límites determinados. La relación de luminancias en el campo visual no debe ser menor a 1:3, ni mayor de 3:1. También existe el contraste de colores el cual se ve reflejado en la tabla 2.2.

Contrastes de color por orden descendente	
Color del objeto	Color del fondo
Negro	Amarillo
Verde	Blanco
Rojo	Blanco
Azul	Blanco
Blanco	Azul
Negro	Blanco
Amarillo	Negro
Blanco	Rojo
Blanco	Verde
Blanco	Negro

Tabla 2.1: "Contraste de Colores en Orden Decreciente".

Fuente: Ramos y Hernández, 2018.

Reflexión

La reflexión es una propiedad física que ocurre cuando la luz golpea una superficie (ya sea de una sólida, líquida o gaseosa) y refleja el haz de luz siguiendo la ley de la reflexión. El coeficiente de reflexión indica el porcentaje de luz reflejada. Se determina dividiendo la cantidad de luz reflejada por la luz incidente sobre la superficie. La luz reflejada (brillo) siempre es menor que la luz incidente (iluminación), el coeficiente de reflexión siempre es menor que 1, y como siempre se refleja algo de luz, nunca puede ser cero o menor (Lechner, 2007).

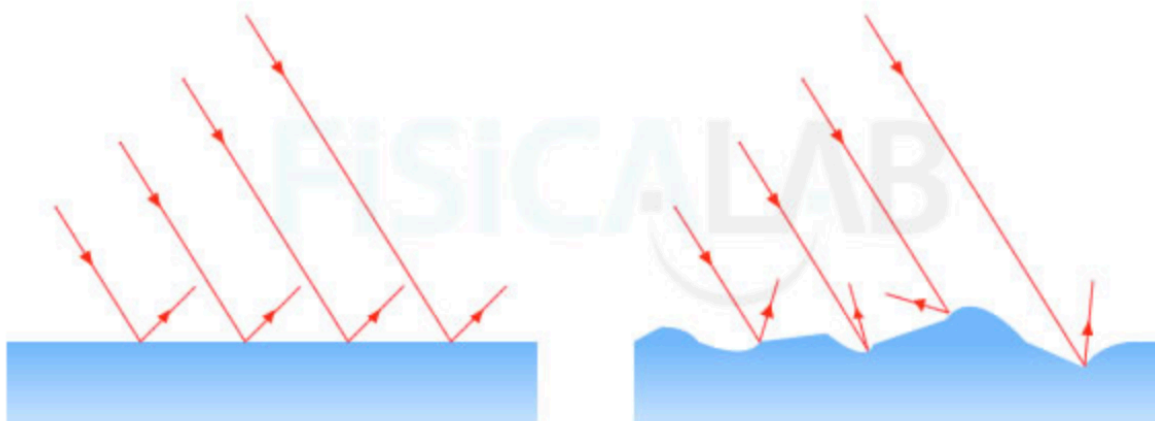


Imagen 2.17 "Reflexión Especular y Difusa"

Fuente: fisicalab.

Atendiendo a las irregularidades que pueden existir en la superficie de reflexión, podemos distinguir dos tipos de reflexiones de la luz:

- **Reflexión especular:** Se produce cuando las irregularidades del medio son pequeñas en comparación con la longitud de onda de la luz incidente y se proyectan varios rayos sobre este.
- **Reflexión difusa:** Se produce cuando las irregularidades del medio son de un orden de magnitud comparable al tamaño de la longitud de onda de la luz incidente y se proyectan varios rayos sobre este (Fernández, 20)

La reflexión de la luz depende del tipo de material o superficie en la que incide, por tanto, no es lo mismo que los acabados del recinto sean de un color u otro en cuanto a la luz se refiere. Los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, acabados y superficies (Javier García y Oriol Boix, 2018).

	Color	Factor de reflexion (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

Tabla 2.2: "Coeficiente de Reflexión en Techo, Paredes y Suelo".

Fuente: Instalación de sistemas de eléctricos de fuerza y alumbrado, Blogger,

A su vez, también se encuentra el coeficiente de reflexión tabulada según color y materiales.

REFLECTANCIA DE ALGUNOS COLORES Y MATERIALES			
Color	Refl. %	Material	Refl. %
Blanco	70-75	Revoque claro	35-55
Crema claro	70-80	Revoque oscuro	20-30
Amarillo claro	50-70	Hormigón claro	30-50
Verde claro	45-70	Hormigón oscuro	15-25
Gris claro	45-70	Ladrillo claro	30-40
Celeste claro	50-70	Ladrillo oscuro	15-25
Rosa claro	45-70	Mármol blanco	60-70
Marrón claro	30-50	Granito	15-25
Negro	4-6	Madera clara	30-50
Gris oscuro	10-20	Madera oscura	10-25
Amarillo oscuro	40-50	Vidrio plateado	80-90
Verde oscuro	10-20	Aluminio mate	55-60
Azul oscuro	10-20	Aluminio pulido	80-90
Rojo oscuro	10-20	Acero pulido	55-65

Tabla 2.3: "Coeficiente de Reflexión de Superficies Según Material y Color".

Fuente: Paz y Soto, 2006.

2.8 Método cavidades zonales

Este método busca calcular el nivel medio de iluminancia sobre un plano de trabajo, considerando el aporte de las reflexiones de paredes, techo y piso, además de la incidencia de un factor de mantenimiento o conservación de las luminarias (Paz y Soto, 2006). Se divide el recinto a evaluar en cavidades individuales, estas son:

- Cavity cielorraso (Techo): Distancia entre el plano de las luminarias hasta el techo.
- Cavity local (Cuarto): Distancia entre el plano de los luminarios y un plano imaginario a la altura de las superficies de trabajo.
- Cavity piso: Distancia entre el plano de trabajo y el piso.

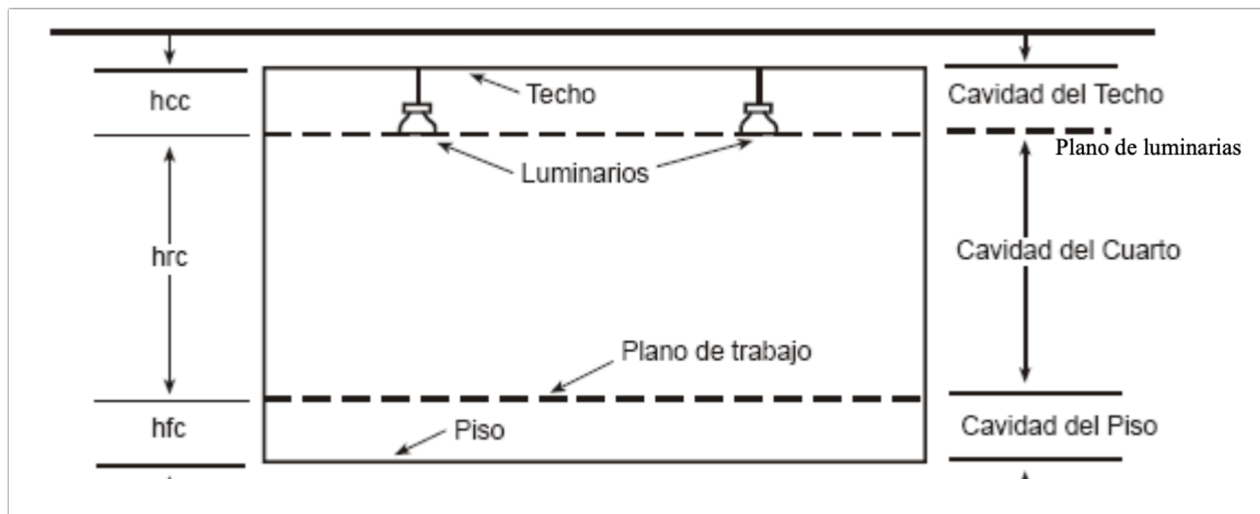


Imagen 2.0.18 "Metodo Cavidades Zonales"

Fuente: Calculo de iluminación, Claudio Concha.

Donde:

- Hcc: Altura de cavidad de techo.
- Hrc: Altura de cavidad del cuarto.
- Hfc: Altura de cavidad de suelo.

Para calcular el nivel medio se utiliza la siguiente fórmula.

$$E = (f * N * n * m * U) / (L * W); \text{ Donde:}$$

E= Iluminancia media de servicio.

f= Flujo lumínico del tubo fluorescente que se desea utilizar.

N=Número teórico de luminarias requeridas.

n= Número de tubos por luminaria.

m= Factor de mantenimiento o coeficiente de depreciación de la luminaria.

U= Factor o coeficiente reducido de utilización (plano de trabajo) que se obtiene de la fotometría de la luminaria.

L= Longitud o largo del recinto

W= Ancho del recinto.

Los pasos para el cálculo de la iluminancia media se presentan a continuación.

1.- Se debe calcular el índice de cavidad del local (RCL), este es una función de la geometría de la habitación que considera la forma en que distintas dimensiones del recinto influyen en el aprovechamiento de la luz en el plano de trabajo, este se calcula:

$$RCL = ((L * W) / H(L + W)); \text{ Donde:}$$

L= Longitud o largo del recinto.

W= Ancho del recinto.

H= Altura de la cavidad del recinto o altura neta desde el cielo falso o techo al plano de trabajo (altura útil para calculo). Esta se calcula: $H = A - h$; Donde:

A= Altura del piso al cielo falso o techo del recinto (altura de montaje)

h= Altura del plano de trabajo del recinto.

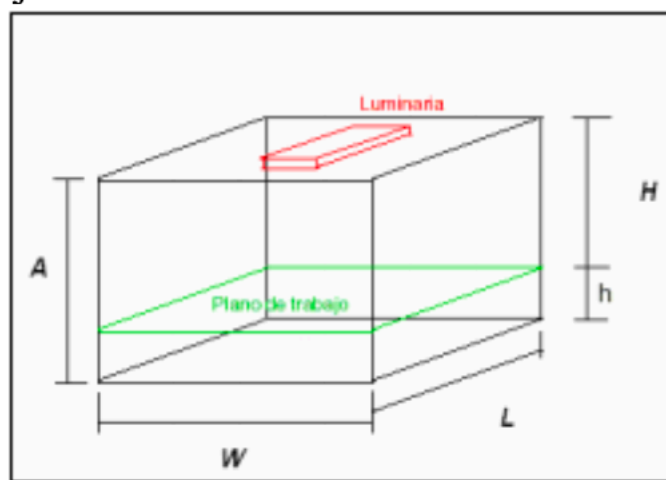


Imagen 2.19 "Descripción RCL"

Fuente: (Paz y Soto, 2006).

2.- Se determina el coeficiente de reflexión del techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran tabulados, ya que cada material y color presenta un coeficiente de reflexión distinto.

Se determina la reflectancia de cavidad efectiva (tabla 2.4), interceptando el % de reflectancia de techo y suelo con los valores de RCR (rango de cavidad del techo) y RCP (rango de cavidad del piso), que se calcularon con anterioridad.

Porcentaje de reflectancia efectiva en la cavidad de piso o techo para diferentes combinaciones de reflectancia																						
% Reflectancia de techo o piso	90				80				70				50				30			10		
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	10	50	30	10	
RSR																						
0.2	89	88	86	85	78	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	09	
0.4	88	86	84	81	77	76	74	72	67	65	63	48	47	45	30	29	28	26	11	10	09	
0.6	87	84	80	77	76	75	71	68	65	63	59	47	45	43	30	28	26	25	11	10	08	
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	44	40	30	28	25	23	11	10	08	
1.0	86	80	75	69	74	72	67	62	62	58	53	46	43	38	30	27	24	22	12	10	08	
1.2	85	78	72	66	73	70	64	58	61	57	50	45	41	36	30	27	23	21	12	10	07	
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	55	47	45	40	35	30	26	22	19	12	10	07	
1.6	84	75	67	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	29	25	22	18	12	09	07	
1.8	83	73	64	56	70	66	58	50	58	51	42	43	38	31	29	25	21	17	13	09	06	
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	49	40	43	37	30	29	24	20	16	13	09	06	
2.2	82	70	59	50	68	63	54	45	55	48	38	42	36	29	29	24	19	15	13	09	06	
2.4	82	69	58	48	67	61	52	43	54	46	37	42	35	27	29	24	19	14	13	09	06	
2.6	81	67	56	46	66	60	50	41	54	45	35	41	34	26	29	23	18	14	13	09	06	
2.8	81	66	54	44	65	59	48	39	53	43	33	41	33	25	29	23	17	13	13	09	05	
3.0	80	64	52	42	65	58	47	37	52	42	32	40	32	24	29	22	17	12	13	09	05	
3.2	79	63	50	40	65	57	45	35	51	40	31	39	31	23	29	22	16	12	13	09	05	
3.4	79	62	48	38	64	56	44	34	50	39	29	39	30	22	29	22	16	11	13	09	05	
3.6	78	61	47	36	63	54	43	32	49	38	28	39	29	21	29	21	15	10	13	09	04	
3.8	78	60	45	35	62	53	41	31	49	37	27	38	29	21	28	21	15	10	14	09	04	
4.0	77	58	44	33	61	53	40	30	48	36	26	38	28	20	28	21	14	09	14	09	04	
4.2	77	57	43	32	60	52	39	29	47	35	25	37	28	20	28	20	14	09	14	09	04	
4.4	76	56	42	31	60	51	38	28	46	34	24	37	27	19	28	20	14	09	14	08	04	
4.6	76	55	40	30	59	50	37	27	45	33	24	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04	
4.8	75	54	39	28	58	49	36	26	45	32	23	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04	
5.0	75	53	38	28	58	48	35	25	44	31	22	35	25	17	28	19	13	08	14	08	04	

Tabla 2.4: "Porcentajes de Reflexión en la Cavidad de Piso o Techo".

Fuente: "Clases iluminación método cavidad zonal"

3.- Se procede a determinar el coeficiente de utilización (C_u), el cual se presentan en las tablas del fabricante de la luminaria, estas tablas usan el valor del rango de cavidad del local (RCL). El coeficiente de utilización, la relación que existe entre el número de lúmenes emitidos por la lámpara y los que llegan idealmente al plano de trabajo, se determinan a partir del índice del local y los factores de reflexión de paredes, piso y cielo, ya que afectan directamente a este coeficiente.

4.- Se busca el factor de mantenimiento (f_m), donde principalmente depende de la suciedad ambiental y de la frecuencia con la cual limpian el local. Donde para una limpieza periódica anual se toman los valores entre 0,85 y 0,6, dependiendo si se encuentra limpio el ambiente o para un ambiente sucio, respectivamente. Es importante este factor, ya que con el tiempo las luminarias van perdiendo flujo luminoso debido al desgaste y suciedad.

Ambiente	Factor de mantenimiento (f _m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Tabla 2.5: "Coeficientes de Mantenimiento".

Fuente: "Clases iluminación método cavidad zonal"

Ambiente de trabajo	F _m
Acerías, fundiciones	0'65
Industrias de soldadura, mecanizado	0'70
Oficinas industriales, salas	0'75
Patios de operaciones, locales públicos	0'80
Despachos, oficinas comerciales, informáticas	0'85

Tabla 2.6: "Factor de Mantenimiento Según Ambiente de Trabajo".

Fuente: "Clases iluminación método cavidad zonal"

5.- Se calcula el flujo luminoso requerido.

$$\Phi_t = (E * S) / (Cu * fm)$$

Donde:

Φ_t = Flujo luminoso

E= Iluminación media deseada.

S= Superficie del plano de trabajo.

Cu= Factor de utilización

fm= Factor de mantenimiento.

6. Número de luminarias

$$N = (\Phi_t) / (n * \Phi_l)$$

Donde:

N= Número de luminarias.

Φ_t = Flujo luminoso total.

n= Número de lámparas por luminaria. Φ_l = Flujo luminoso de una lámpara.

7. Se determina el Emplazamiento de las luminarias

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuir las sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$$N_{\text{Ancho}} = \left(\frac{N_{\text{Total}}}{\text{Largo}} \times \text{ancho} \right)^{(1/2)}$$

Donde N: Numero de luminarias.

$$N_{\text{Largo}} = N_{\text{Ancho}} * \left(\frac{\text{Largo}}{\text{ancho}} \right)$$

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{Total}}}{\text{largo}} \times \text{ancho}}$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \times \left(\frac{\text{largo}}{\text{ancho}} \right)$$

donde N es el número de luminarias

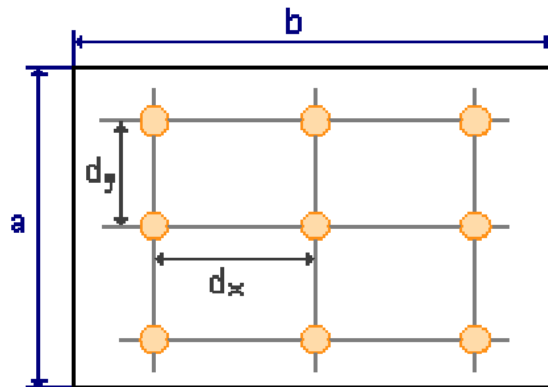


Imagen 2.0.10 "Calculo de Distribuciones de Luminarias"

Fuente: "Clases iluminación método cavidad zonal".

2.9 Leyes fundamentales de la luminotecnia

2.9.1 Ley del cuadrado inverso

La ley de la inversa del cuadrado consiste en que el nivel de iluminación es proporcional a la intensidad luminosa e inversamente proporcional al cuadro de la distancia. Esto se produce en una dirección determinada en la que emite una fuente luminosa (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 2015). La ley del cuadrado inverso se basa en una fuente puntual, perpendiculares a la dirección del flujo o al rayo de luz incidente y cuando la distancia es grande con relación al tamaño de la fuente. Entre mayor distancia de la fuente de luz, menor intensidad recibe el objeto (Marín Naranjo, 2011).

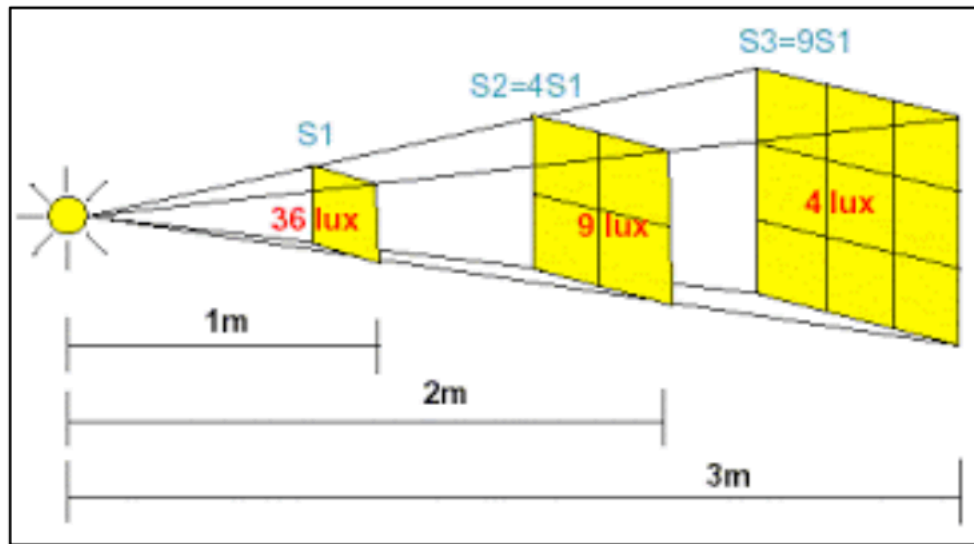


Imagen 2.20.1 "Ley del Cuadrado Inverso"

Fuente: Luminotecnia, cálculo del cuadrado inverso E.T.S Arquitectura

2.9.2 Ley del coseno

La ley indicada anteriormente cumple solo en el supuesto caso en el que el haz de luz incida perpendicularmente sobre la superficie. Si el plano de la superficie forma algún ángulo con respecto al haz luminoso, se debe considerar dicho ángulo. La relación es:

$$E = I/d^2(\cos \text{ángulo})$$

Donde:

- E** es el nivel de iluminación expresado en luxes.
- I** es la intensidad luminosa expresado en candelas.
- d** es la distancia expresada en metros.

ANGULO es el ángulo formado por el plano de trabajo con el plano perpendicular a la dirección de flujo de la luz.

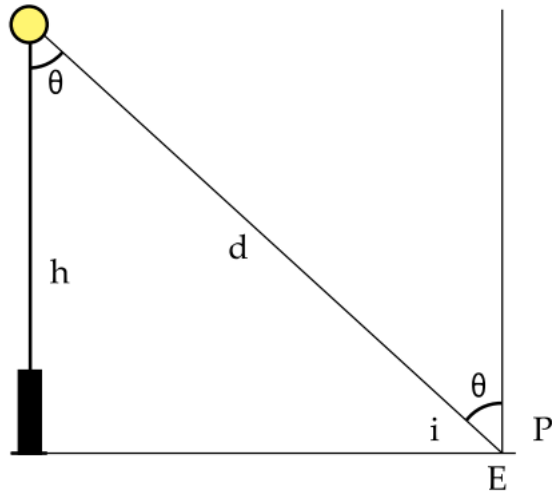


Imagen 2.0.12 "Ley del Coseno"

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015.

3.0 METODOLOGIA DE TRABAJO

3.1 Selección de lugar de trabajo

Para la realización de este estudio de investigación se escogerá la actual Facultad de Química y Farmacia perteneciente a la Universidad de Valparaíso ubicada en Av. Gran Bretaña 1093, 2381850 Playa Ancha, Valparaíso.



Imagen 3.0.1 "Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso"

3.2 Emplazamiento del lugar

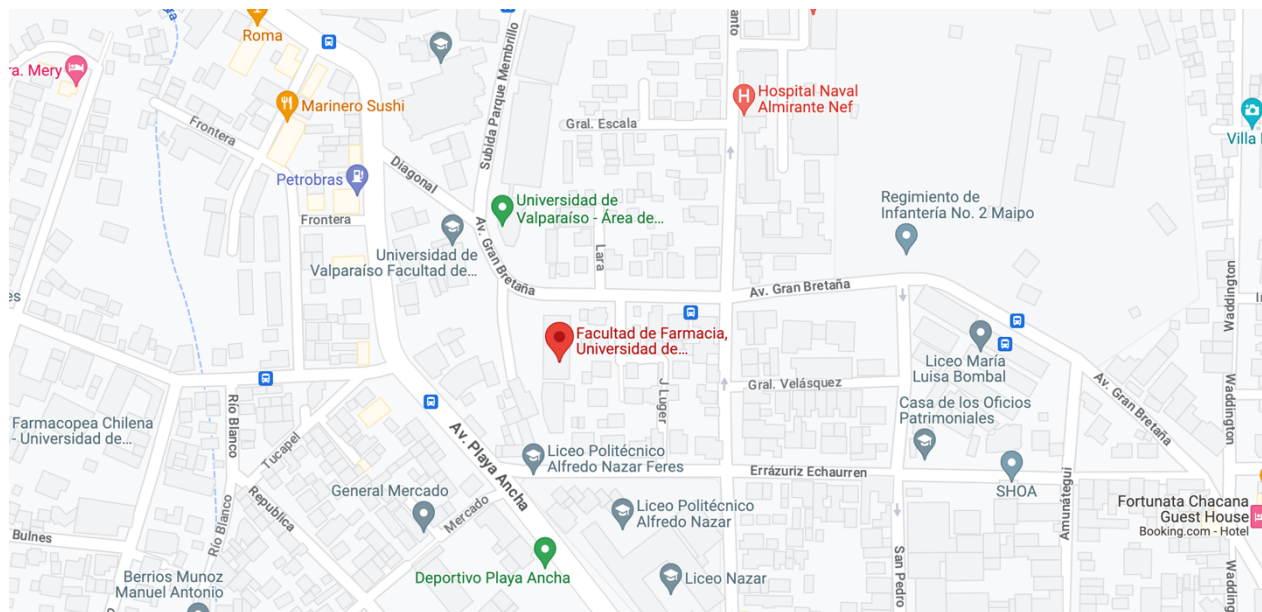


Imagen 3.0.1 "Ubicación Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso"

Fuente: Google Maps.

3.3 Planos de edificio Facultad de Química y Farmacia

Ya conocidos los puntos de trabajo en el plano de la ciudad, ahora se centra en la estructura de trabajo puntual, los planos de arquitectura de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso se consiguen en formato digital mediante la Dirección de Infraestructura de la Universidad de Valparaíso. Los planos conseguidos son el de planimetría y perfil fachada del edificio, para posteriormente realizar el modelamiento 3D en el software y ejecutar el estudio de investigación.

3.4 Determinar los elementos que inciden en la iluminancia interior de las aulas analizadas.

Los elementos que permitirán mejorar la iluminancia y confort lumínico en el interior en las aulas de aprendizaje de la Facultad serán determinados en base a los estudios y distintas simulaciones a realizar, en el cual se tomara en cuenta el coeficiente de reflexión de las distintas superficies y materiales que presenten las aulas.

Los elementos principales que inciden en el confort lumínico son: tipo de color de pinturas, tipo de mobiliario y tipo de piso.

3.5 Simulación

Una vez ingresado todos los datos necesarios al software DIALux, este nos arrojará datos, es decir, valores de reflectancia y transmisión según las superficies, se ingresan datos de iluminancia y tipos de cielo, esto bastará para poder realizar distintas simulaciones con los distintos tipos de cielo, a distintas horas y épocas del año.

El software DIALux permite diseñar, visualizar y calcular la luz de forma profesional del edificio a estudiar y también determinar el consumo energético de la iluminación para estudios de interiores como de exteriores.

Para ejecutar las simulaciones de iluminación en el interior de un recinto, se debe tener y transcribir al software la siguiente información:

- Dimensiones físicas: pared, superficie, altura, etc.
- Características constructivas: Colores y texturas de superficie como suelo, muro y cielo.
- Características de objetos y muebles: Color, dimensiones, textura, etc.
- Superficies de cálculo: Posición y orientación y ubicación del recinto a estudiar

Luego con estos datos ingresados en el software, este arroja los valores de iluminancia media, considerando todas las variables que influyen en ello.

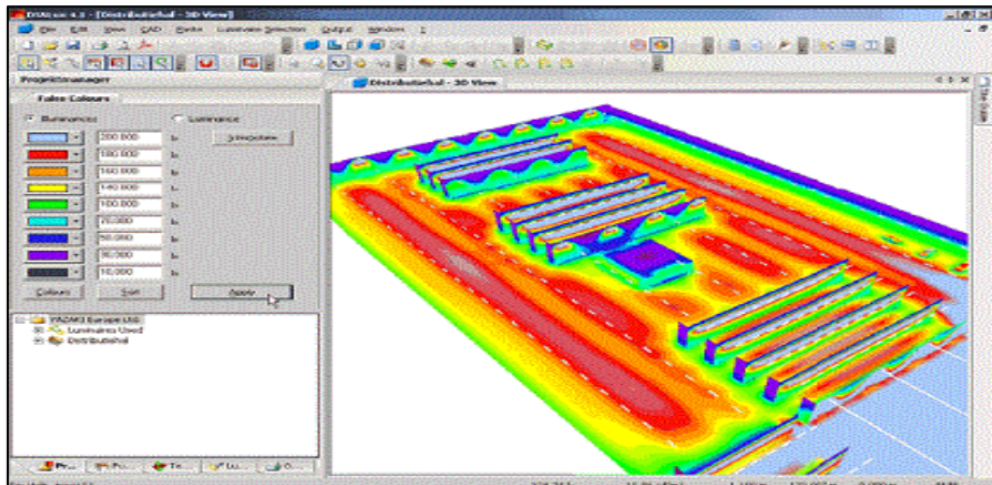


Imagen 3.3 "Simulación de Iluminación con Software DIALux"

Fuente: Ingeo expert.

3.6 Nivel de iluminancia

Como se mencionó con anterioridad, La Norma Chilena que rige los estándares de iluminación mínima, es el Pliego Técnico Normativo; RIC N° 10, la cual nos muestra la iluminancia media de diferentes zonas de trabajo, en donde podemos identificar si cumplen con la iluminación mínima estándar que debiesen tener los recintos interiores de la Facultad de Farmacia.

6.2. Edificios educativos

Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m Lux	UGR _L	U_0	R_a	Observaciones
Aulas, aulas de tutoría	300	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
Auditorium, sala de lectura	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable para colocar varias A/V necesarias
Pizarras negras, verdes y blancas	500	19	0,70	80	Deben evitarse reflexiones especulares El presentador/profesor debe iluminarse con la iluminancia vertical adecuada
Mesa de demostraciones	500	19	0,70	80	En salas de lectura 750 lux
Aulas de arte	500	19	0,60	80	
Aulas de arte en escuelas de arte	750	19	0,70	90	5000 K ≤ T _{CP} ≤ 6500 K
Aulas de dibujo técnico	750	16	0,70	80	
Aulas de prácticas y laboratorios	500	19	0,60	80	

Tabla 3.1: "Iluminancias Mínimas Para Locales Educativos y Asistenciales".

Fuente: Pliego Técnico Normativo; RIC N° 10.

Luego de tener las distintas simulaciones en las zonas a estudiar en el software y con los cálculos teóricos del método cavidades zonales, se propondrá mejoras a su desempeño lumínico con los factores de reflexión, es decir con cambios en el color de las distintas superficies, distribución de lámparas y luminarias. Cabe destacar que la utilización de la luz natural en edificaciones se caracteriza por tener dos objetivos principales, los cuales son: mejorar la calidad de luz en los espacios interiores y permitir una disminución en el consumo energético, esto con el fin de mejorar el confort lumínico en los espacios interiores, en este caso específico, las aulas. Una buena iluminación, permite mejorar el edificio y la calidad de vida de las personas que hacen uso de la edificación diariamente, lo que disminuirá dificultades de salud en las que en ocasiones de mucha o poca iluminación provocan ciertos malestares como los son: fatiga visual, cansancio, estrés, ente otros.

Posterior se realizara un análisis de costos para las mejoras al desempeño del sistema de iluminación. Teniendo en cuenta que se realizaran mejoras no estructurales, es decir, no se generaran propuestas que interfieran en el factor de ventanas y color de fachadas.

4 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En esta etapa se procede a la realización de la maqueta virtual 3D completa del edificio de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso usando el Software DIALux, generándolo mediante el acceso a los planos de planta de este.



Imagen 4.0.1 "Facultad de Farmacia de UV Real y 3D DIALux"
Fuente: Google Maps y elaboración propia respectivamente.

Esta Facultad cuenta con 5 niveles en el edificio 1 y 4 niveles el edificio 2, en la cual, para este estudio se evaluarán recintos interiores de todos los niveles en ambos edificios. A continuación Las planimetrías y modelos 3D de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

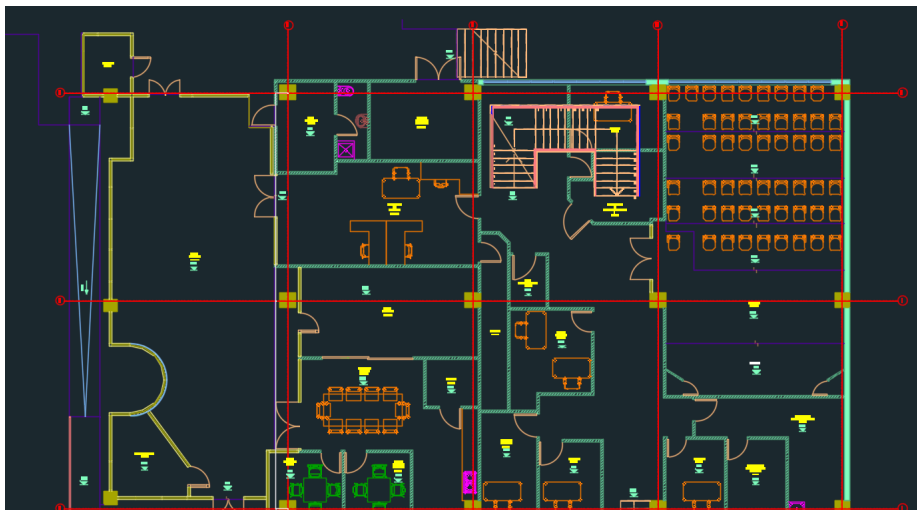


Imagen 4.2 "Planimetría Nivel Zócalo Facultad de Farmacia de la UV"

Fuente: Dirección de infraestructura Universidad de Valparaíso.



Imagen 4.3 "Modelo 3D Nivel Zócalo Facultad de Farmacia de la UV"

Fuente: Elaboración propia.

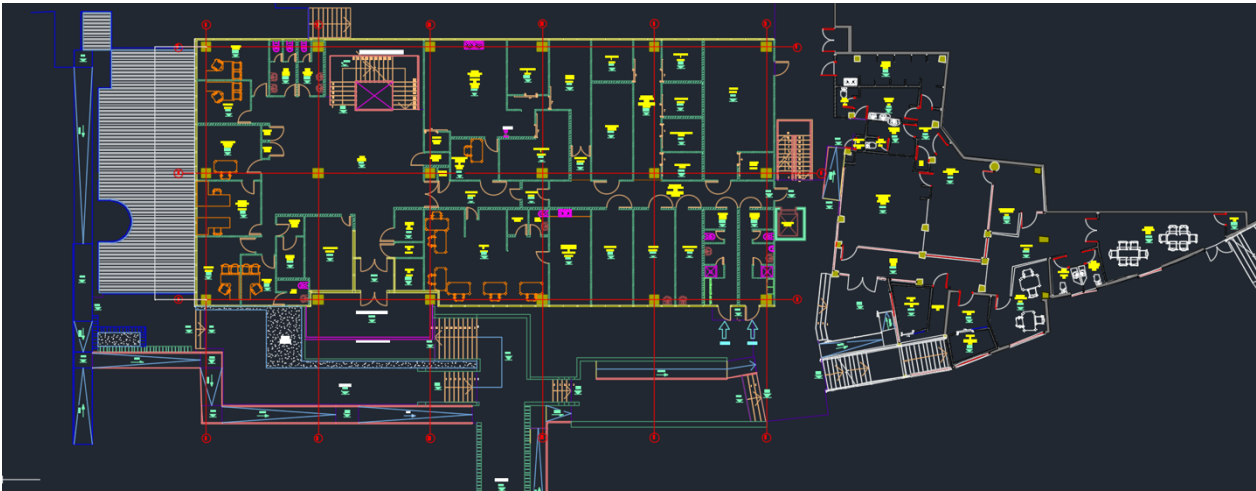


Imagen 4.4 "Planimetria Nivel 1 Facultad Farmacia de UV"

Fuente: Dirección de infraestructura Universidad de Valparaíso.

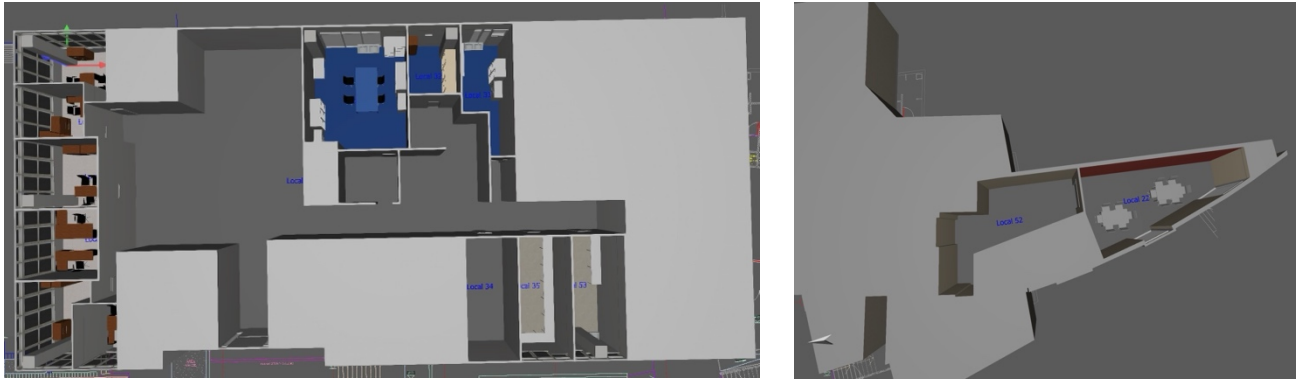


Imagen 4.5 "Modelo 3D DIALux Nivel 1 Facultad Farmacia de la UV"

Fuente: Elaboración propia.

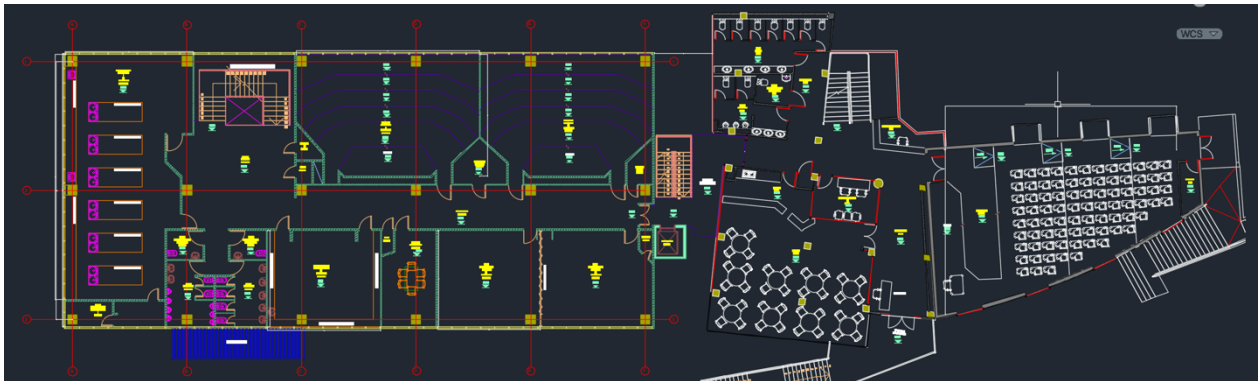


Imagen 4.6 "Planimetria Nivel 2 Facultad Farmacia de la UV"

Fuente: Dirección de infraestructura Universidad de Valparaíso.

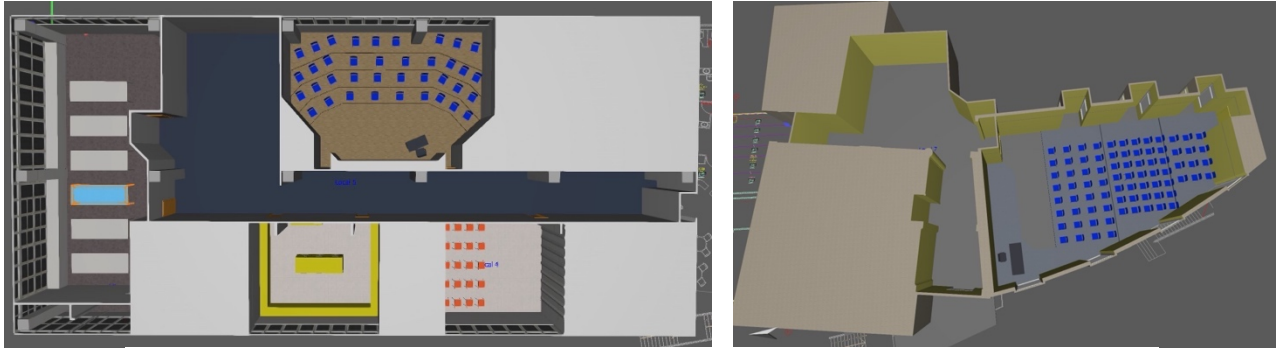


Imagen 4.7 "Modelo 3D DIALux Nivel 2 Facultad Farmacia de la UV"

Fuente: Elaboración propia.

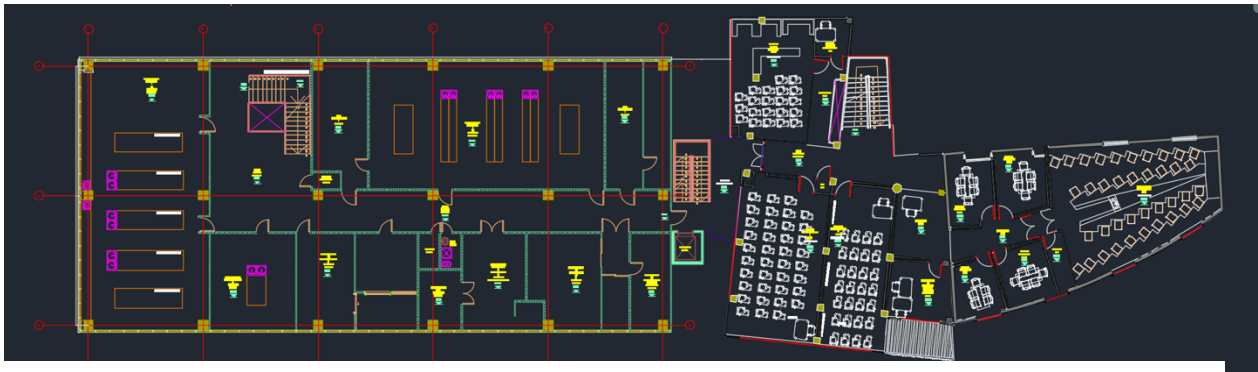


Imagen 4.8 "Planimetría Nivel 3 Facultad Farmacia de la UV"

Fuente: Dirección de infraestructura Universidad de Valparaíso.

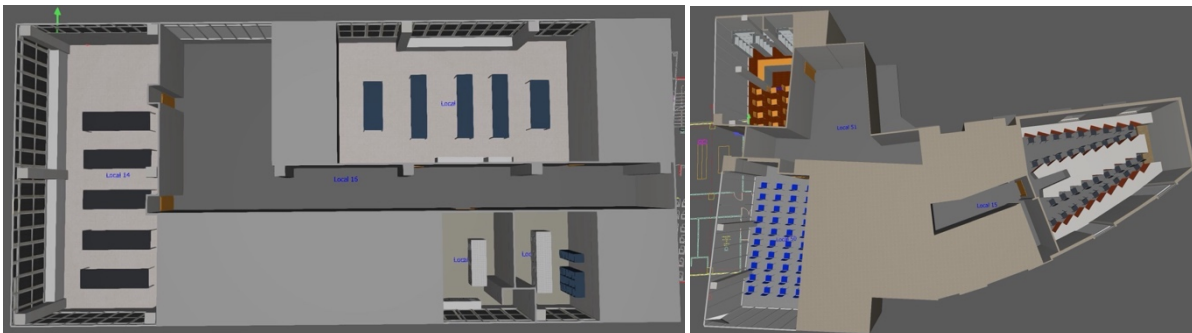


Imagen 4.9 "Modelo 3D DIALux Nivel 3 Facultad de Farmacia de la UV"

Fuente: Elaboración propia.

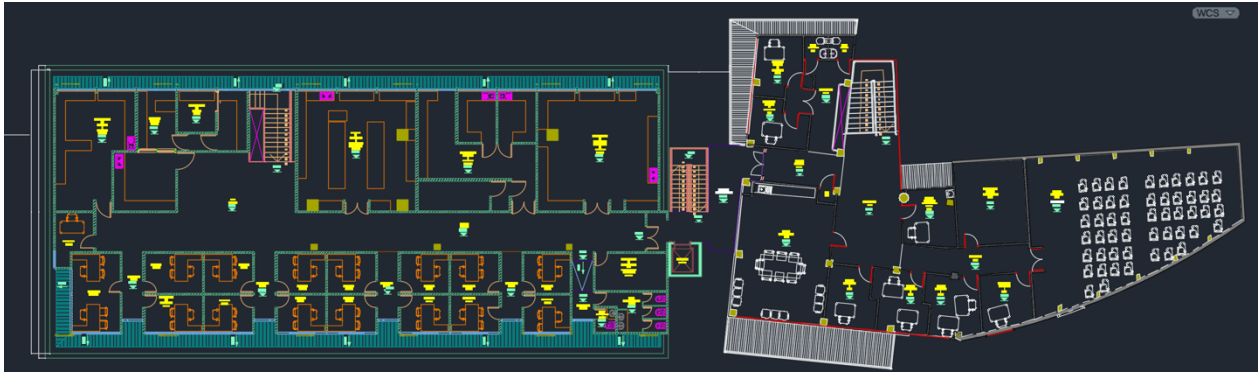


Imagen 4.10 "Planimetría Nivel 4 Facultad Farmacia de la UV"

Fuente: Dirección de infraestructura Universidad de Valparaíso.



Imagen 4.11 "Modelo 3D DIALux Nivel 4 Facultad Farmacia de la UV"

Fuente: Elaboración propia.

Luego, se realiza una recopilación de datos acerca de los recintos interiores a estudiar de la Facultad de Farmacia, en el que se detalla el revestimiento de cada superficie (Cielo, Pared y Piso) junto con su color, ya que se relacionan directamente con el coeficiente de reflexión y esto dará como resultado, como influye la iluminación dentro de los recintos del edificio de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

A continuación Imágenes reales y modelos 3D de cada recinto a estudiar junto con sus características físicas.

Nivel Zócalo

Auditorio:

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m².

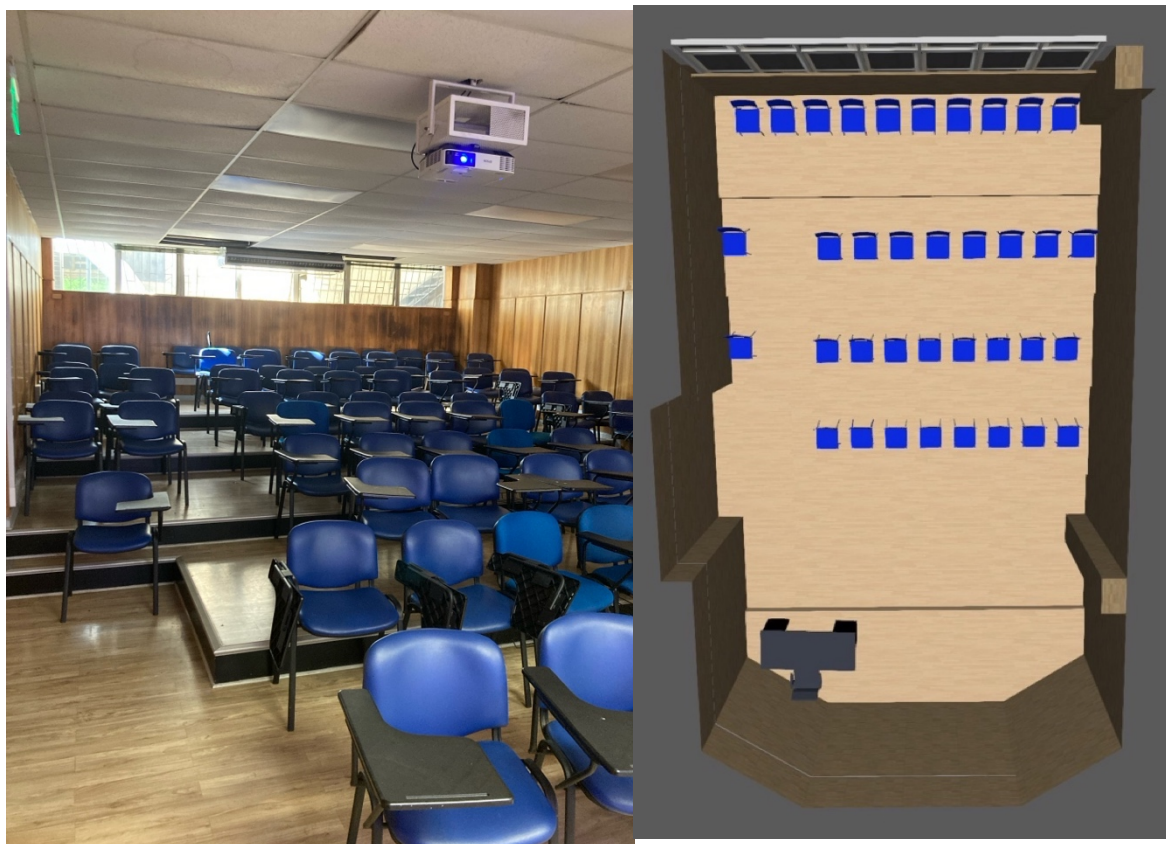


Imagen 4.12 "Auditorio, Imagen Real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Auditorio		
Piso	Color-materialidad	Madera-Haya
	Grado de reflexion	56%
	reflejo	2%
Pared	Color	Madera-Roble
	Grado de reflexion	26%
	Reflejo	4%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Naranja señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Azul ultramar
	Grado de reflexion	7%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.1: “Características de las Superficies y Mobiliarias Auditorio”.

Fuente: Elaboración propia.

Patio Cubierto

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m².

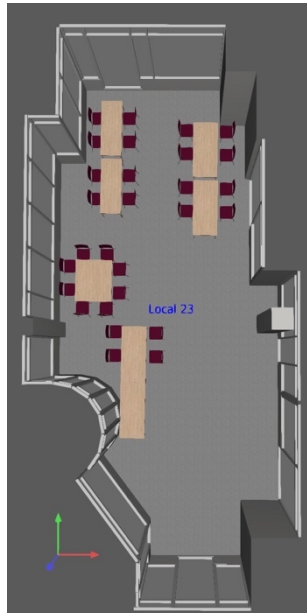


Imagen 4.13 " Patio cubierto, imagen Real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Patio Cubierto		
Piso	Color-materialidad	Cemento crudo oscuro
	Grado de reflexion	28%
	reflejo	0%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Madera picea
	Grado de reflexion	51%
	Reflejo	2%

Tabla 4.2: “Características de las Superficies y Mobiliarias Patio Cubierto”.
Fuente: Elaboración propia.

Oficina Part Time 1

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.
Área del aula: 88,3 m².



Imagen 4.0.14 " Oficina part time 1, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Oficina Part time 1		
Piso	Color-materialidad	Baldosas-azulejos blancos
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Abedul oscuro
	Grado de reflexion	11%
	Reflejo	18%

Tabla 4.3: “Características de las Superficies y Mobiliarias Oficina Part Time 1”.
Fuente: Elaboración propia.

Oficina Part Time 2

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m2.



Imagen 4.15 "Oficina part time 2, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Oficina Part time 2		
Piso	Color-materialidad	Baldosas-azulejos blancos
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Abedul oscuro
	Grado de reflexion	11%
	Reflejo	18%

Tabla 4.4: “Características de las Superficies y Mobiliarias Oficina Part Time 2”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 1

Laboratorio Líquidos

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m².



Imagen 4.16 "Laboratorio Investigación y Desarrollo, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Lab. Líquidos		
Piso	Color-materialidad	Piedra arenisca
	Grado de reflexión	46%
	reflejo	0%
Pared	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexión	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexión	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexión	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Blanco señal
	Grado de reflexión	85%
	Reflejo	0%

Tabla 4.5: “Características de las Superficies y Mobiliarias Laboratorio Investigación y Desarrollo”.
Fuente: Elaboración propia.

Laboratorio Envasado

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m².



Imagen 4.17 "Laboratorio Envasado, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Lab. Envasado		
Piso	Color-materialidad	Piedra arenisca
	Grado de reflexion	46%
	reflejo	0%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Blanco señal
	Grado de reflexion	85%
	Reflejo	0%

Tabla 4.6: “Características de las Superficies y Mobiliarias Laboratorio Envasado”.
Fuente: Elaboración propia.

Oficina 1

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m².



Imagen 4.18 "Oficina 1, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Oficina 1		
Piso	Color-materialidad	Baldosas-azulejos blancos
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Abedul oscuro
	Grado de reflexion	11%
	Reflejo	18%

Tabla 4.7: “Características de las Superficies y Mobiliarias Oficina 1”.
Fuente: Elaboración propia.

Oficina 2

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m2.

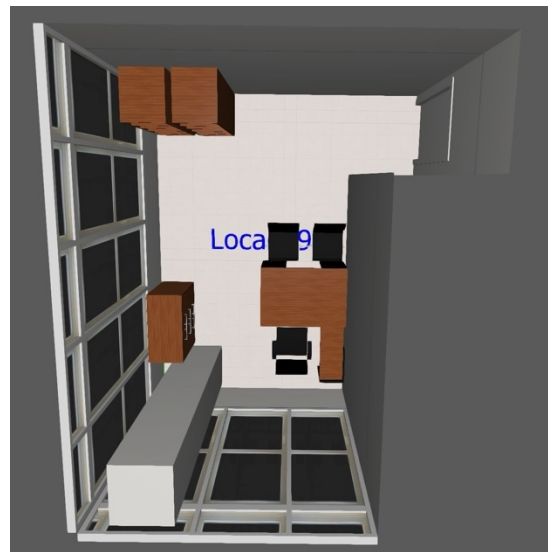


Imagen 4.19 "Oficina 2, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Oficina 2		
Piso	Color-materialidad	Baldosas-azulejos blancos
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Abedul oscuro
	Grado de reflexion	11%
	Reflejo	18%

Tabla 4.8: “Características de las Superficies y Mobiliarias Oficina 2”.
Fuente: Elaboración propia.

Oficina Secretario Decano

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m2.



Imagen 4.20 "Oficina Secretario Decano, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Oficina Secret. Decano		
Piso	Color-materialidad	Baldosas-azulejos blancos
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Abedul oscuro
	Grado de reflexion	11%
	Reflejo	18%

Tabla 4.9: “Características de las Superficies y Mobiliarias Oficina Secretario Decano”.
Fuente: Elaboración propia.

Oficina Secretario Facultad

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m2.



Imagen 4.21 "Oficina Secretario Facultad, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Secretario Facultad		
Piso	Color-materialidad	Baldosas-azulejos blancos
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Abedul oscuro
	Grado de reflexion	11%
	Reflejo	18%

Tabla 4.10: “Características de las Superficies y Mobiliarias Oficina Secretario Facultad”.
Fuente: Elaboración propia.

Oficina 3

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m2.



Imagen 4.22 "Oficina 3, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Oficina 3		
Piso	Color-materialidad	Baldosas-azulejos blancos
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Abedul oscuro
	Grado de reflexion	11%
	Reflejo	18%

Tabla 4.11: “Características de las Superficies y Mobiliarias Oficina 3”.
Fuente: Elaboración propia.

Oficina 4

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m2.



Imagen 4.23 "Oficina 4, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Oficina 4		
Piso	Color-materialidad	Baldosas-azulejos blancos
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Abedul oscuro
	Grado de reflexion	11%
	Reflejo	18%

Tabla 4.12: “Características de las Superficies y Mobiliarias Oficina 4”.
Fuente: Elaboración propia.

Laboratorio Externo Control de Calidad

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m2.

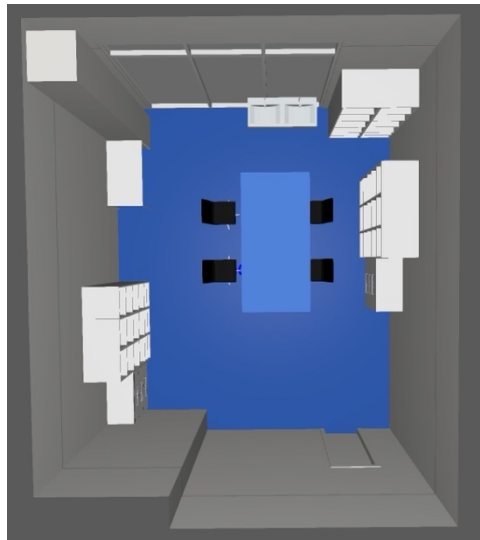
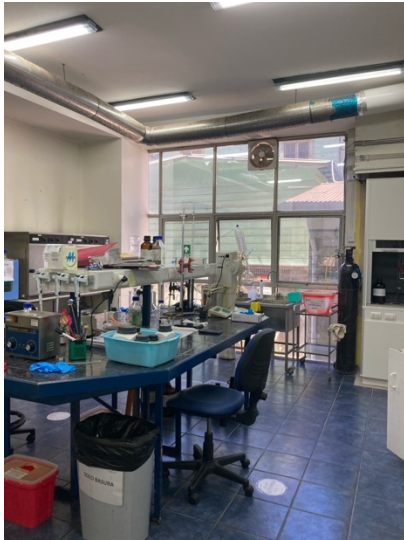


Imagen 4.0.24 "Laboratorio ECC, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Lab Externo. Cont. Calidad		
Piso	Color-materialidad	Azul Violáceo
	Grado de reflexion	8%
	reflejo	12%
Pared	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Blanco señal
	Grado de reflexion	85%
	Reflejo	0%

Tabla 4.13: “Características de las Superficies y Mobiliarias Laboratorio Externo Control de Calidad ”.
Fuente: Elaboración propia.

Instrumental

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m².

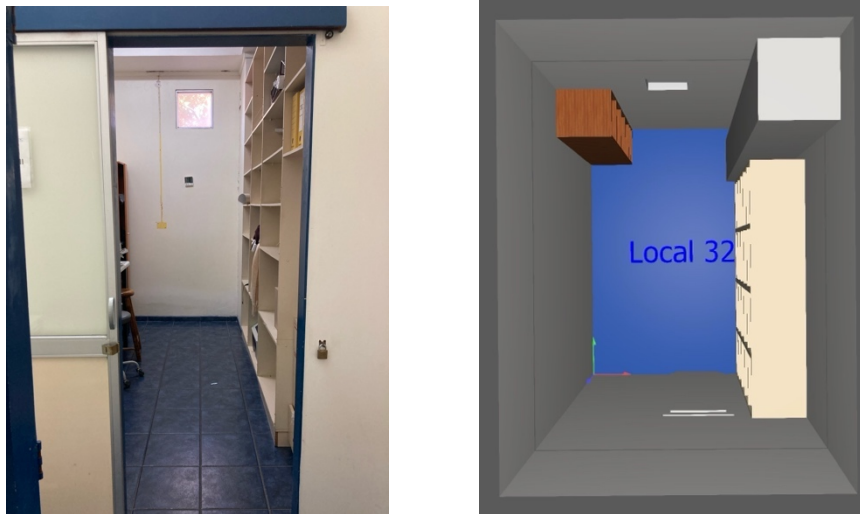


Imagen 4.25 "Instrumental, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Instrumental		
Piso	Color-materialidad	Azul Violaceo
	Grado de reflexion	8%
	reflejo	12%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Marfil claro
	Grado de reflexion	82%
	Reflejo	0%

Tabla 4.14: “Características de las Superficies y Mobiliarias Instrumental”.
Fuente: Elaboración propia.

Sala de Lavado

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.
Área del aula: 88,3 m².



Imagen 4.26 "Sala de Lavado, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Sala de Lavado		
Piso	Color-materialidad	Azul Violáceo
	Grado de reflexion	8%
	reflejo	12%
Pared	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Blanco señal
	Grado de reflexion	85%
	Reflejo	0%

Tabla 4.15: “Características de las Superficies y Mobiliarias Sala de Lavado”.
Fuente: Elaboración propia.

Sala de Reuniones

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m².

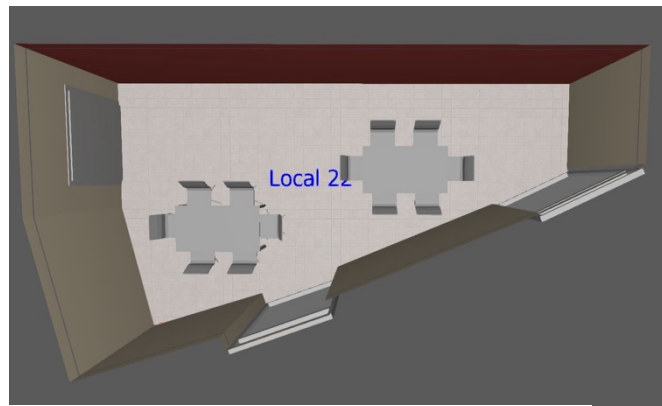


Imagen 4.27 "Sala de Reuniones, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Sala de Reuniones		
Piso	Color-materialidad	Baldosas-azulejos blancos
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Marfil claro
	Grado de reflexion	82%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Blanco señal
	Grado de reflexion	85%
	Reflejo	0%

Tabla 4.16: “Características de las Superficies y Mobiliarias Sala de Reuniones”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 2

Laboratorio Docencia 1

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m2.



Imagen 4.28: “Laboratorio Docencia 1, Imagen Real y Modelo 3D DIALux respectivamente”.
Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Lab Docencia 1		
Piso	Color-materialidad	Baldosa gris
	Grado de reflexion	17%
	reflejo	30%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Naranja señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco pura
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.17: “Características de las Superficies y Mobiliarias Laboratorio Docencia 1”.

Fuente: Elaboración propia.

Sala 1

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m2.

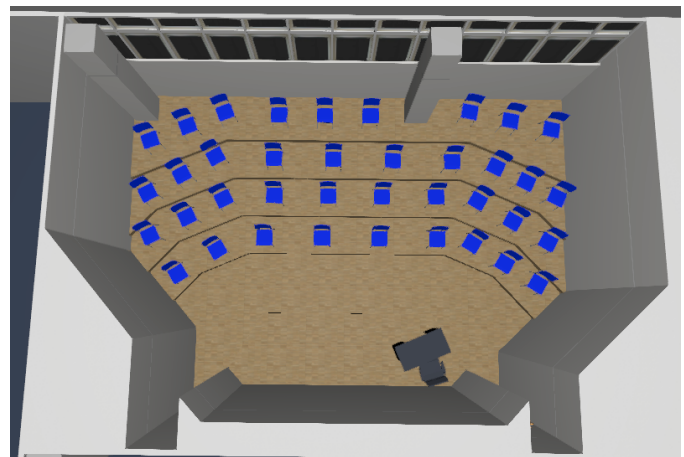


Imagen 4.29 "Sala 1, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies sala 1		
Piso	Color-materialidad	Madera-Roble
	Grado de reflexion	26%
	reflejo	4%
Pared	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Naranja señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Azul ultramar
	Grado de reflexion	7%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.18: “Características de las Superficies y Mobiliarias Sala 1”.
Fuente: Elaboración propia.

Laboratorio Instrumental

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m²

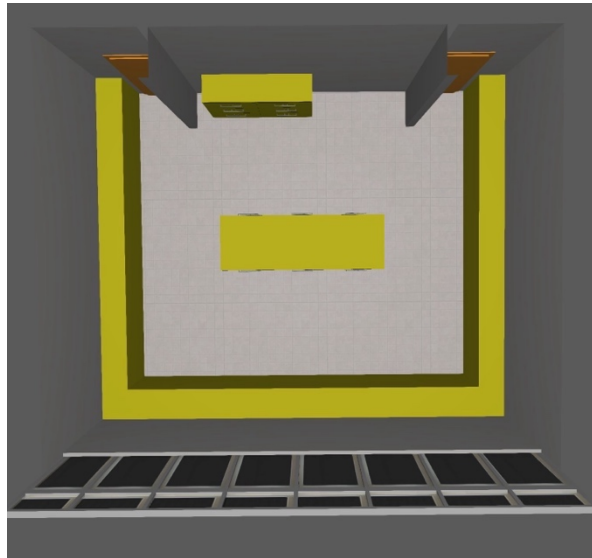


Imagen 4.30 "Laboratorio Instrumental, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Lab Instrumental		
Piso	Color-materialidad	Baldosa-Blanca
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Naranja señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Amarillo profundo
	Grado de reflexion	64%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.19: “Características de las Superficies y Mobiliarias Laboratorio Instrumental”.

Fuente: Elaboración propia.

Sala 3

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m²

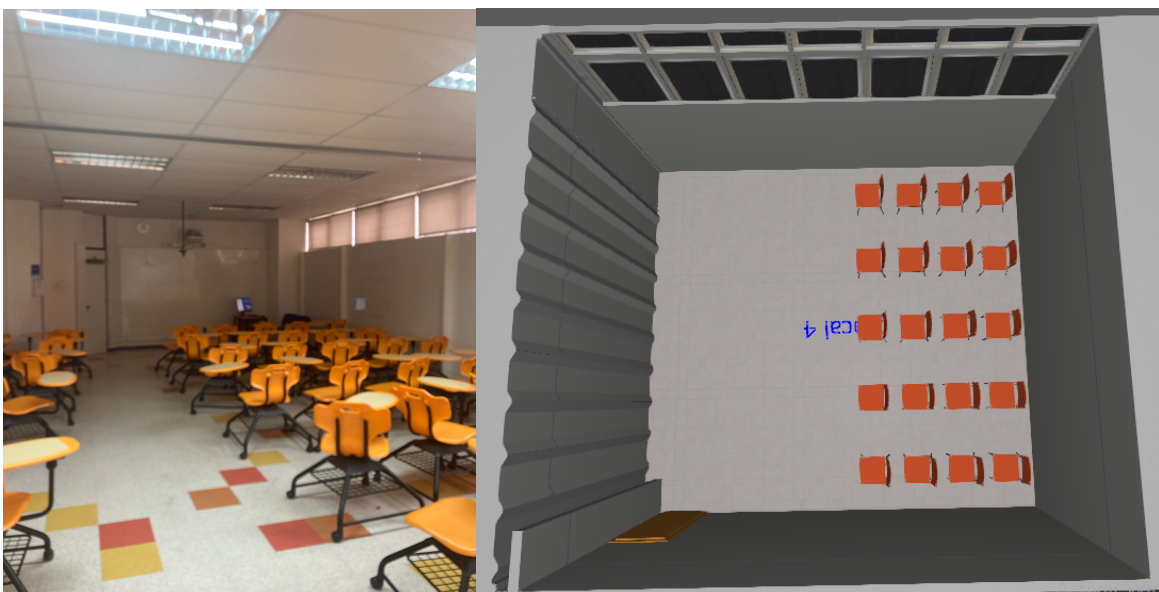


Imagen 4.31: “Sala 3, Imagen Real y Modelo 3D DIALux respectivamente”.

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies sala 3		
Piso	Color-materialidad	Baldosa-Blanca
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Naranja señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Naranja profundo
	Grado de reflexion	30%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.20: “Características de las Superficies y Mobiliarias Sala 3”.
Fuente: Elaboración propia.

Auditorio

Capacidad máxima de alumnos: 49 alumnos.

Área del aula: 88,3 m²

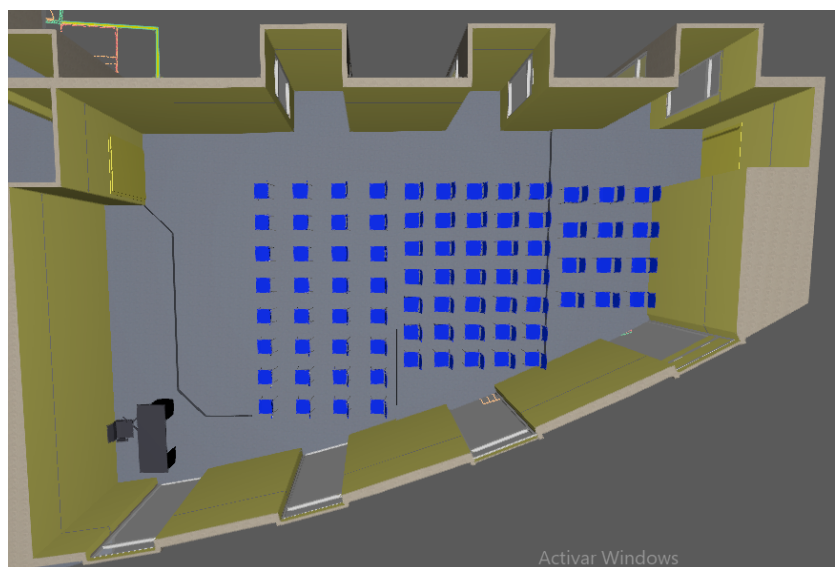


Imagen 4.32: “Auditorio, Imagen Real y Modelo 3D DIALux respectivamente”.
Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies sala Auditorio		
Piso	Color-materialidad	Alfombra gris
	Grado de reflexion	20%
	reflejo	
Pared	Color	Amarillo azufre
	Grado de reflexion	81%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Amarillo azufre
	Grado de reflexion	80%%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Azul ultramar
	Grado de reflexion	7%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	
	Grado de reflexion	
	Reflejo	

Tabla 4.21: “Características de las Superficies y Mobiliarias Auditorio”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 3

Laboratorio Docencia 2

Capacidad máxima de alumnos: 53 alumnos.

Área del aula: 133,42 m²

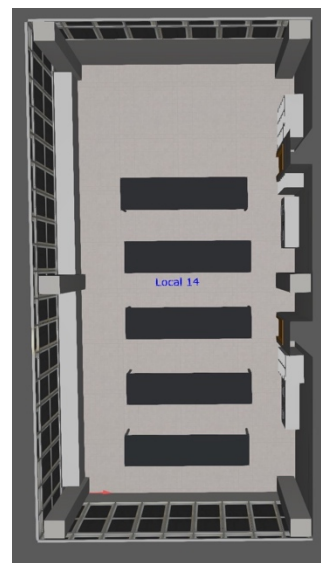


Imagen 4.33 "Laboratorio Docencia 2, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Laboratorio Docencia 2		
Piso	Color-materialidad	Baldosas-azulejos blancos
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Amarillo señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Negro profundo
	Grado de reflexion	4%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.22: “Características de las Superficies y Mobiliarias Laboratorio Docencia 2”.
Fuente: Elaboración propia.

Laboratorio de Ciencias Básicas 3 y 4.

Capacidad máxima de alumnos: 53 alumnos.

Área del aula: 133,42 m²



Imagen 4.34 "Laboratorio de CB 3 Y 4, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies sala Lab. De Ciencias Básicas 3 y 4		
Piso	Color-materialidad	Baldosas-azulejos blancos
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Amarillo señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Azul grisáceo
	Grado de reflexion	7%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.23: “Características de las Superficies y Mobiliarias Laboratorio de Ciencias Básicas 3 y 4”.
Fuente: Elaboración propia.

Laboratorio Investigación Bioprocesos.

Capacidad máxima de alumnos: 10 alumnos.

Área del aula:

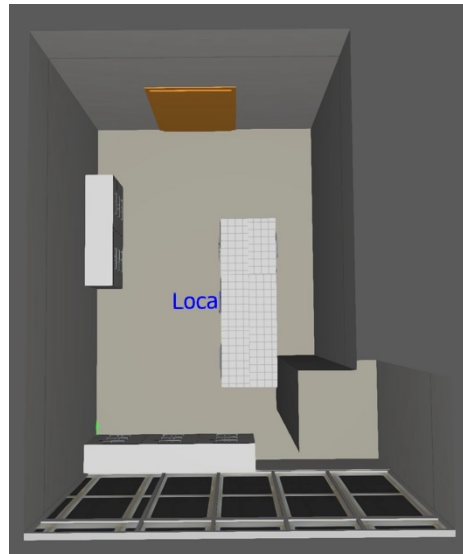


Imagen 4.35 "Laboratorio Investigación B, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Laboratorio Investigación Bioprocesos		
Piso	Color-materialidad	Gris guijarro
	Grado de reflexion	45%
	reflejo	0%
Pared	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Amarillo señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Blanco señal
	Grado de reflexion	85%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.24: “Características de las Superficies y Mobiliarias Laboratorio Investigación Bioprocesos”.
Fuente: Elaboración propia.

Laboratorio de Toxicología.

Capacidad máxima de alumnos: 53 alumnos.

Área del

aula:

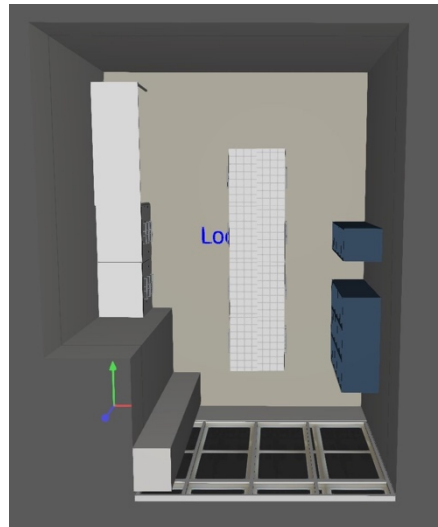


Imagen 4.0.36 "Laboratorio Toxicología, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies sala Laboratorio de Toxicología		
Piso	Color-materialidad	Gris guijarro
	Grado de reflexion	45%
	reflejo	0%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Amarillo señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Blanco señal
	Grado de reflexion	85%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.25: “Características de las Superficies y Mobiliarias Laboratorio de Toxicología”.
Fuente: Elaboración propia.

Sala de Computación.

Capacidad máxima de alumnos: 53 alumnos.

Área del aula:

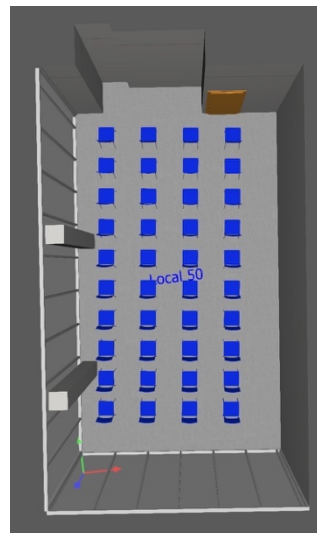


Imagen 4.26 "Sala de Computación, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies sala Computacion		
Piso	Color-materialidad	Cemento fino
	Grado de reflexion	34%
	reflejo	0%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Cemento fino
	Grado de reflexion	34%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Amarillo señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Azul ultramar
	Grado de reflexion	7%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.26: “Características de las Superficies y Mobiliarias Sala de Computación”.
Fuente: Elaboración propia.

Sala de Clases Farmacia.

Capacidad máxima de alumnos: 53 alumnos.

Área del aula:

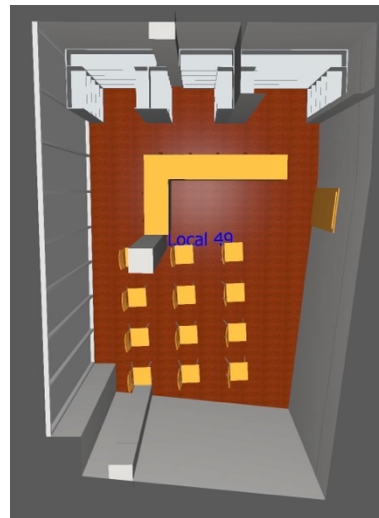


Imagen 4.38 "Sala de Clases Farmacia, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Sala de Clases Farmacia		
Piso	Color-materialidad	Madera de raiz
	Grado de reflexion	8%
	reflejo	40%
Pared	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Cemento fino
	Grado de reflexion	34%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Amarillo señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Amarillo señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.27: “Características de las Superficies y Mobiliarias Sala de Clases Farmacia”.
Fuente: Elaboración propia.

Laboratorio Microscopia.

Capacidad máxima de alumnos: 53 alumnos.

Área del aula:

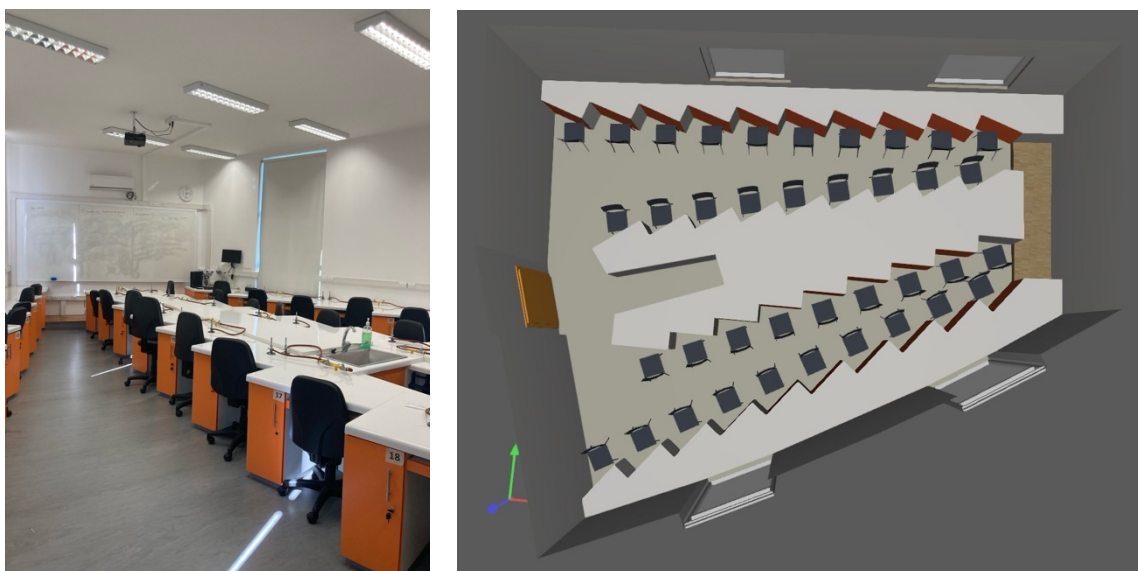


Imagen 4.39 "Laboratorio Microscopia, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Laboratorio Microscopia		
Piso	Color-materialidad	Gris guijarro
	Grado de reflexion	45%
	reflejo	0%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Amarillo señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.28: “Características de las Superficies y Mobiliarias Laboratorio Microscopia”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 4

Laboratorio de Líquenes.

Capacidad máxima de alumnos: 53 alumnos.

Área del aula:

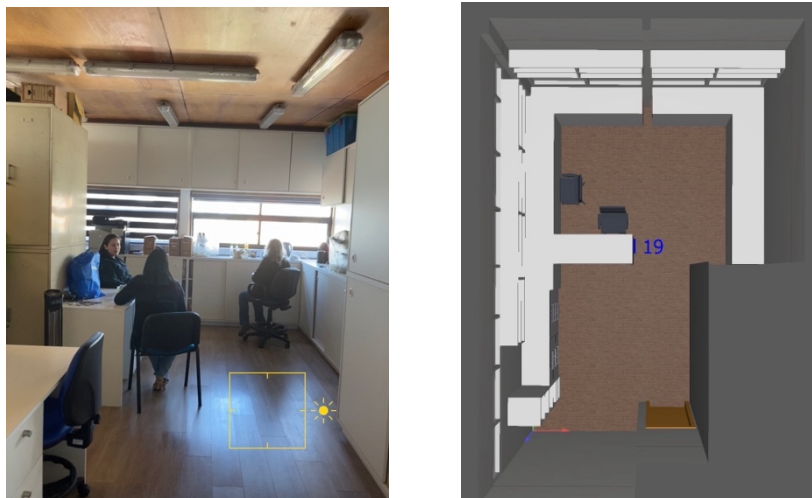


Imagen 4.40 "Laboratorio de Líquenes, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Laboratorio Liqueles		
Piso	Color-materialidad	Madera blanca
	Grado de reflexion	13%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Cerezo americano
	Grado de reflexion	43%
	Reflejo	2%
Puerta	Color	Naranja señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Blanco señal
	Grado de reflexion	85%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.29: “Características de las Superficies y Mobiliarias Laboratorio de Líquenes”.
Fuente: Elaboración propia.

Oficina Profesor.

Capacidad máxima de alumnos: 53 alumnos.

Área del aula:



Imagen 4.41 "Oficina Profesor, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Oficina Profesor		
Piso	Color-materialidad	Gris guijarro
	Grado de reflexion	45%
	reflejo	0%
Pared	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Cerezo americano
	Grado de reflexion	43%
	Reflejo	2%
Puerta	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Abedul claro
	Grado de reflexion	39%
	Reflejo	3%

Tabla 4.30: “Características de las Superficies y Mobiliarias Oficina Profesor”.
Fuente: Elaboración propia.

Oficina 15.

Capacidad máxima de alumnos: 53 alumnos.

Área del aula:



Imagen 4.42 "Oficina 15, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Oficina 15		
Piso	Color-materialidad	Gris guijarro
	Grado de reflexion	45%
	reflejo	0%
Pared	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Cerezo americano
	Grado de reflexion	43%
	Reflejo	2%
Puerta	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Abedul claro
	Grado de reflexion	39%
	Reflejo	3%

Tabla 4.31: “Características de las Superficies y Mobiliarias Oficina 15”.
Fuente: Elaboración propia.

Oficina Profesor. X4

Capacidad máxima de alumnos: 53 alumnos.

Área del

aula:

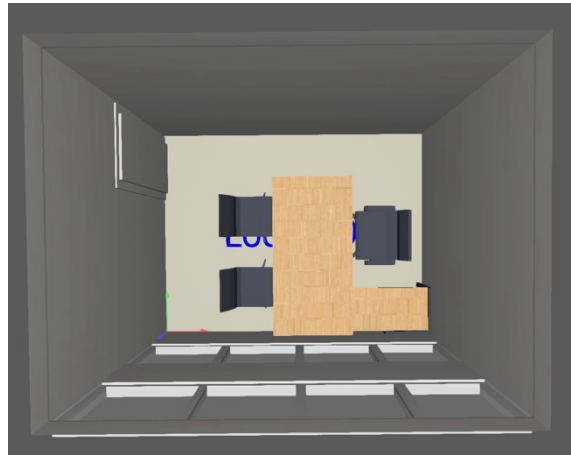


Imagen 4.43 "Oficina Profesor, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Oficina Profesor X4		
Piso	Color-materialidad	Gris guijarro
	Grado de reflexion	45%
	reflejo	0%
Pared	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Cerezo americano
	Grado de reflexion	43%
	Reflejo	2%
Puerta	Color	Blanco grisáceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Abedul claro
	Grado de reflexion	39%
	Reflejo	3%

Tabla 4.32: “Características de las Superficies y Mobiliarias Oficina Profesor”.
Fuente: Elaboración propia.

Laboratorio Análisis de Alimentación y Productos Bioactivos.

Capacidad máxima de alumnos: 53 alumnos.

Área del

aula:

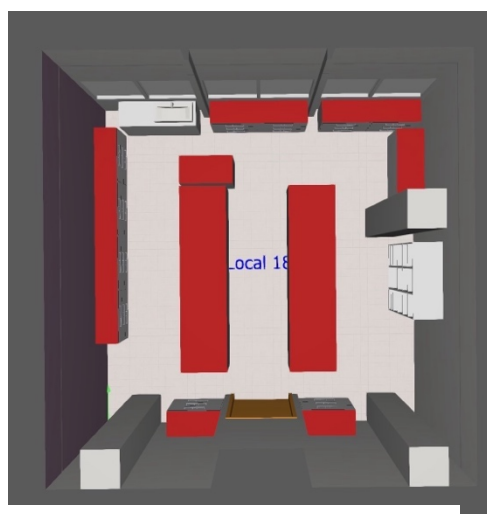


Imagen 4.0.44 "Laboratorio AAYPB, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Lab. Analisis Alim. Y Prod. Bio.		
Piso	Color-materialidad	Baldosas-azulejos blancos
	Grado de reflexion	70%
	reflejo	7%
Pared	Color	Blanco grisaceo
	Grado de reflexion	68%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Cerezo americano
	Grado de reflexion	43%
	Reflejo	2%
Puerta	Color	Naranja señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Rojo señal
	Grado de reflexion	11%
	Reflejo	0%

Tabla 4.33: “Características de las Superficies y Mobiliarias Laboratorio Análisis de Alimentación y Productos Bioactivos”.

Fuente: Elaboración propia.

Sala de Clases 4.

Capacidad máxima de alumnos: 53 alumnos.

Área

del aula:

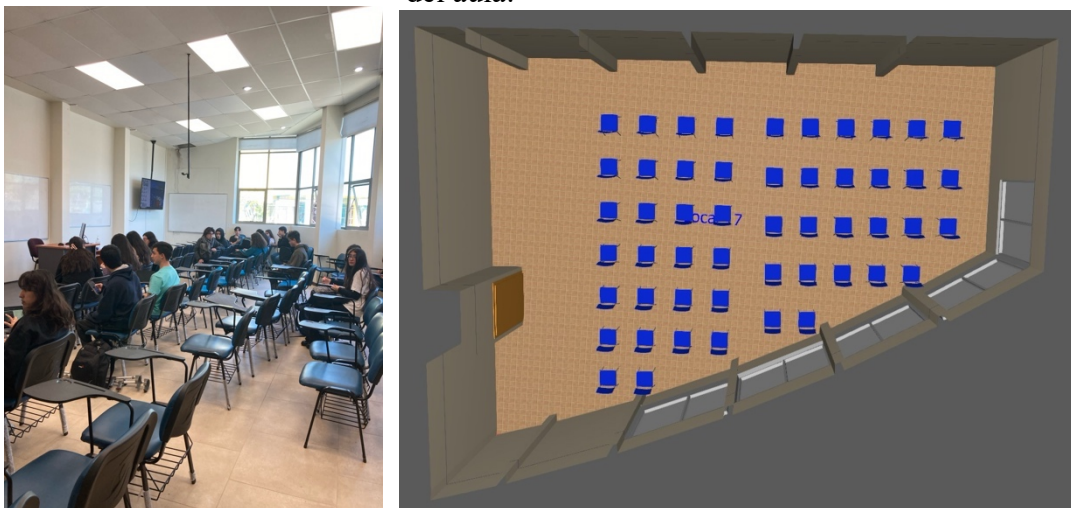


Imagen 4.45 "Sala de Clases 4, imagen real y Modelo 3D DIALux"

Fuente: Elaboración propia.

Características de las superficies Sala de Clases 4		
Piso	Color-materialidad	Azulejos marrones
	Grado de reflexion	40%
	reflejo	12%
Pared	Color	Marfil claro
	Grado de reflexion	82%
	Reflejo	0%
Cielo	Color	Blanco crema
	Grado de reflexion	77%
	Reflejo	0%
Puerta	Color	Naranja señal
	Grado de reflexion	50%
	Reflejo	0%%
Características del mobiliario		
Sillas y escritorio	Color	Azul ultramar
	Grado de reflexion	7%
	Reflejo	0%
Pizarra	Color	Blanco puro
	Grado de reflexion	86%
	Reflejo	0%

Tabla 4.34: “Características de las Superficies y Mobiliarias Sala de Clases 4 ”.

Fuente: Elaboración propia.

Con esta información, se podrá realizar las simulaciones de los distintos espacios interiores del edificio mediante el Software DIALux evo y analizar si la iluminación natural cumple con la normativa correspondiente.

Este Software permite simular la iluminación tanto interior como exterior, en el cual, este último se encuentra la posibilidad de calcular la iluminación para proyectos viales. En este estudio en particular solo se ocupará para realizar cálculos de iluminación interiores.

Para realizar la simulaciones de manera correcta, se busca que el modelo 3D este ubicado geográficamente donde corresponde, esto mediante las coordenadas geográficas del edificio de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso. Además es necesario modelar las edificaciones cercanas a la Facultad con el propósito de que estas influyen en la iluminación durante todo el día gracias a las sombras o reflexiones que generen.

4.1 Simulación DIALux

Las coordenadas exactas del edificio de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso son: con orientación hacia el norte. Esto es fundamental, ya que como se mencionó anteriormente, esto influye debido al movimiento del Sol con respecto a la orientación y coordenadas del edificio y como este influye en la ganancia de luz solar a medida del transcurso del día. Para esta investigación el plano de trabajo varía según la actividad que se desarrolla dentro del recinto, para las aulas de clases auditorios, oficinas y otros recintos será de 0,8 m. por la alturas promedios de los pupitres universitarios y escritorios, mientras que solo para laboratorios será de 0,93 m. por la altura de mesones que se ocupan para realizar las actividades correspondientes.

Posterior se realiza las simulaciones con cielo cubierto, puesto que para los proyectos de iluminación natural, se realiza en el escenario más desfavorable. La horas a realizar las simulaciones serán 09:00 – 12:00 – 16:00 – 18:00 Hrs. Puesto que al ser un edificio educativo superior, estos son los horarios en el que la Facultad tiene actividad durante un día laboral.

Con respecto a los días a evaluar en las simulaciones, estos serán los solsticios y equinoccios en el Hemisferio Sur, es decir, 21 de Junio (Solsticio de Invierno) que sería el día más corto debido a que el Sol se encuentra en su punto más alejado del Ecuador, hacia el Norte. El 21 de Diciembre (Solsticio de Verano) será otro día a evaluar, este es aquel que se encuentra con mayor inclinación hacia el Sur, provocando mayor luz durante ese día, haciéndolo el más largo del año. El 21 de Marzo (Equinoccio de Otoño) y 21 de Septiembre (Equinoccio de Primavera), en estos días el Sol se encuentra exactamente sobre el Ecuador, generando así las misma horas de luz que de oscuridad en el día.

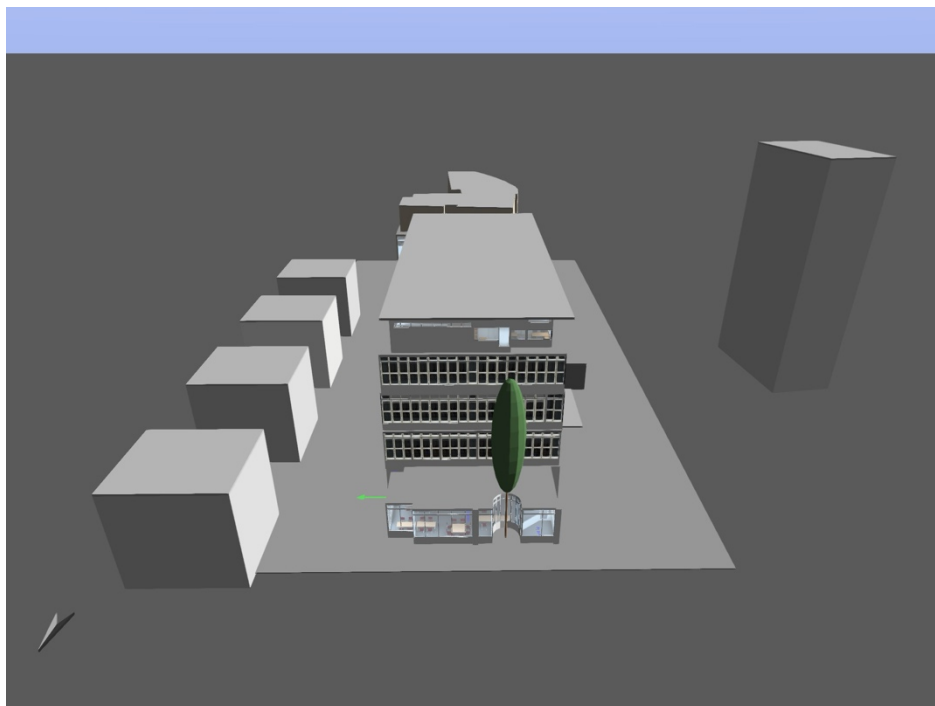


Imagen 4.46 "Modelamiento 3D DIALux Facultad de Farmacia de la UV"

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Resultados y Análisis Obtenidos

Nivel Zócalo

TABLAS DE ILUMINACION MEDIA EN LUX.				
Fecha y Tipo de cielo	21 de Marzo de 2024 - Equinoccio de otoño - Cielo Cubierto			
Hora/Aula	Patio cubierto	Oficina 1	Oficina 2	Auditorio
09:00	581	12,5	10,4	2,64
12:00	1737	37,5	31,1	7,88
16:00	1681	36,2	30	7,62
18:00	946	20,4	16,9	4,29

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto			
Hora/Aula	Patio cubierto	Oficina 1	Oficina 2	Auditorio
09:00	501	10,8	8,95	2,27
12:00	1277	27,6	22,8	5,79
16:00	728	15,7	13	3,3
18:00	344	7,42	6,15	1,56

Fecha y Tipo de cielo	21 de Septiembre 2024 - Equinoccio de primavera - Cielo Cubierto			
Hora/Aula	Patio cubierto	Oficina 1	Oficina 2	Auditorio
09:00	687	14,8	12,3	3,11
12:00	1786	38,5	31,9	8,1
16:00	1613	34,8	28,8	7,31
18:00	839	18,1	15	3,81

Fecha y Tipo de cielo	21 de Diciembre de 2024 - Solsticio de verano - Cielo Cubierto			
Hora/Aula	Patio cubierto	Oficina 1	Oficina 2	Auditorio
09:00	1113	24	19,9	5,05
12:00	2141	46,2	38,3	9,71
16:00	2023	43,6	36,2	9,17
18:00	1327	28,6	23,7	6,02

Tabla 4.35: “Resultados DIALux de los recintos del nivel Zócalo con solo luz natural”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 1

TABLAS DE ILUMINACION MEDIA EN LUX.													
Fecha y Tipo de cielo	21 de Marzo de 2024 - Equinoccio de otoño - Cielo Cubierto												
Hora/Aula	Oficina 1	Oficina 2	Oficina Decano	Of. Secretario Facul.	Oficina 3	Oficina 4	Lab. Control calidad	Instrumental 2	Sala de lavado	Envasado	Liquidos	Sala de reuniones	
09:00	57,8	71,3	43	40,2	36,9	80,1	183	8,5	99,5	5,64	2,05	226	
12:00	173	213	129	120	110	240	547	25,4	297	16,9	6,14	676	
16:00	167	206	124	116	107	232	529	24,6	288	16,3	5,94	654	
18:00	94,2	116	70,1	65,5	60	130	298	13,8	162	9,19	3,34	368	

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto											
Hora/Aula	Oficina 1	Oficina 2	Oficina Decano	Of. Secretario Facul.	Oficina 3	Oficina 4	Lab. Control calidad	Instrumental 2	Sala de lavado	Envasado	Liquidos	Sala de reuniones
09:00	49,8	61,4	37,1	34,6	31,8	69,1	158	7,32	85,7	4,86	1,77	195
12:00	127	157	94,6	88,4	81	176	402	18,7	219	12,4	4,51	497
16:00	72,5	89,3	53,9	50,4	46,2	100	229	10,6	125	7,07	2,57	283
18:00	34,2	42,2	25,5	23,8	21,8	47,4	108	5,03	58,9	3,34	1,21	134

Fecha y Tipo de cielo	21 de Septiembre 2024 - Equinoccio de primavera - Cielo Cubierto											
Hora/Aula	Oficina 1	Oficina 2	Oficina Decano	Of. Secretario Facul.	Oficina 3	Oficina 4	Lab. Control calidad	Instrumental 2	Sala de lavado	Envasado	Liquidos	Sala de reuniones
09:00	68,4	84,2	50,9	47,5	43,6	94,7	216	10	118	6,67	2,43	267
12:00	178	219	132	124	113	246	562	26,1	306	17,3	6,31	695
16:00	161	198	119	112	102	222	508	23,6	276	15,7	5,7	627
18:00	83,5	103	62,2	58,1	53,2	116	264	12,3	144	8,15	2,97	326

Fecha y Tipo de cielo	21 de Diciembre de 2024 - Solsticio de verano - Cielo Cubierto											
Hora/Aula	Oficina 1	Oficina 2	Oficina Decano	Of. Secretario Facul.	Oficina 3	Oficina 4	Lab. Control calidad	Instrumental 2	Sala de lavado	Envasado	Liquidos	Sala de reuniones
09:00	111	137	82,5	77	70,6	154	350	16,3	191	10,8	3,93	433
12:00	213	263	159	148	136	295	674	31,3	367	20,8	7,56	833
16:00	201	248	150	140	128	279	637	29,6	346	19,6	7,15	787
18:00	132	163	98,3	91,8	84,2	183	418	19,4	227	12,9	4,69	516

Tabla 4.36: “Resultados DIALux de los recintos del nivel 1 con solo luz natural”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 2

TABLAS DE ILUMINACION MEDIA EN LUX.					
Fecha y Tipo de cielo	21 de Marzo de 2024 - Equinoccio de otoño - Cielo Cubierto				
Hora/Aula	Sala 1	Sala 3	Laboratorio Doc.	Laboratorio Instru.	Auditorio
09:00	7,06	9,96	43,4	10,8	131
12:00	21	29,6	129	32	389
16:00	20,4	28,7	125	31	377
18:00	11,5	16,2	70,8	17,5	213

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto				
Hora/Aula	Sala 1	Sala 3	Laboratorio Doc.	Laboratorio Instru.	Auditorio
09:00	6,04	8,53	37,2	9,21	112
12:00	15,4	21,7	94,7	23,5	285
16:00	8,77	12,4	53,9	13,4	162
18:00	4,14	5,83	25,4	6,3	76,6

Fecha y Tipo de cielo	21 de Septiembre 2024 - Equinoccio de primavera - Cielo Cubierto				
Hora/Aula	Sala 1	Sala 3	Laboratorio Doc.	Laboratorio Instru.	Auditorio
09:00	8,24	11,6	50,7	12,6	153
12:00	21,5	30,3	132	32,7	398
16:00	19,4	27,4	119	29,6	360
18:00	10,1	14,2	62,1	15,4	187

Fecha y Tipo de cielo	21 de Diciembre de 2024 - Solsticio de verano - Cielo Cubierto				
Hora/Aula	Sala 1	Sala 3	Laboratorio Doc.	Laboratorio Instru.	Auditorio
09:00	13,4	18,9	82,5	20,5	249
12:00	25,8	36,4	159	39,3	478
16:00	24,4	34,4	150	37,2	452
18:00	16	22,6	98,4	24,4	296

Tabla 4.37: “Resultados DIALux de los recintos del nivel 2 con solo luz natural”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 3

TABLAS DE ILUMINACION MEDIA EN LUX.							
Fecha y Tipo de cielo	21 de Marzo de 2024 - Equinoccio de otoño - Cielo Cubierto						
Hora/Aula	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Bioprocesos	Lab. Toxicología	Sala Farmacia	Sala 2	Lab. Microscopia
09:00	48,4	33,1	42	22,5	163	320	198
12:00	145	98,9	126	67,2	489	957	592
16:00	140	95,7	122	65	473	926	573
18:00	78,8	53,9	68,5	36,6	266	521	323
Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto						
Hora/Aula	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Bioprocesos	Lab. Toxicología	Sala Farmacia	Sala 2	Lab. Microscopia
09:00	41,7	28,5	36,2	19,4	141	276	171
12:00	106	72,8	92,4	49,4	359	703	435
16:00	60,6	41,5	52,7	28,2	205	401	248
18:00	28,6	19,6	24,9	13,3	96,7	189	117
Fecha y Tipo de cielo	21 de Septiembre 2024 - Equinoccio de primavera - Cielo Cubierto						
Hora/Aula	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Bioprocesos	Lab. Toxicología	Sala Farmacia	Sala 2	Lab. Microscopia
09:00	57,2	39,1	49,7	26,6	193	378	234
12:00	149	102	129	69,1	502	984	609
16:00	134	91,9	117	62,4	454	889	550
18:00	69,9	47,8	60,7	32,5	236	462	286
Fecha y Tipo de cielo	21 de Diciembre de 2024 - Solsticio de verano - Cielo Cubierto						
Hora/Aula	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Bioprocesos	Lab. Toxicología	Sala Farmacia	Sala 2	Lab. Microscopia
09:00	92,7	63,4	80,6	43,1	313	614	380
12:00	178	122	155	82,8	602	1180	730
16:00	168	115	146	78,3	569	1115	689
18:00	111	75,6	96	51,3	373	730	452

Tabla 4.38: “Resultados DIALux de los recintos del nivel 3 con solo luz natural”.

Fuente: Elaboración propia.

Nivel 4

TABLAS DE ILUMINACION MEDIA EN LUX.									
Fecha y Tipo de cielo	21 de Marzo de 2024 - Equinoccio de otoño - Cielo Cubierto								
Hora/Aula	Lab. Liqueenes	Oficina profesor	Oficina 15	Lab Alimentos	Oficina 8	Oficina 9	Oficina 10	Oficina 11	Sala de clases 4
09:00	220	393	316	157	0	288	0	287	265
12:00	659	1176	944	471	0	861	0	858	793
16:00	637	1138	913	455	0	833	0	830	767
18:00	359	641	514	256	0	469	0	467	432
Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto								
Hora/Aula	Lab. Liqueenes	Oficina profesor	Oficina 15	Lab Alimentos	Oficina 8	Oficina 9	Oficina 10	Oficina 11	Sala de clases 4
09:00	190	339	272	136	0	248	0	247	229
12:00	484	865	694	346	0	633	0	631	583
16:00	276	493	395	197	0	361	0	360	332
18:00	130	233	187	93,1	0	170	0	170	157
Fecha y Tipo de cielo	21 de Septiembre 2024 - Equinoccio de primavera - Cielo Cubierto								
Hora/Aula	Lab. Liqueenes	Oficina profesor	Oficina 15	Lab Alimentos	Oficina 8	Oficina 9	Oficina 10	Oficina 11	Sala de clases 4
09:00	260	465	373	186	0	340	0	339	313
12:00	677	1209	970	484	0	885	0	882	815
16:00	611	1092	876	437	0	799	0	797	736
18:00	318	568	456	227	0	416	0	415	383
Fecha y Tipo de cielo	21 de Diciembre de 2024 - Solsticio de verano - Cielo Cubierto								
Hora/Aula	Lab. Liqueenes	Oficina profesor	Oficina 15	Lab Alimentos	Oficina 8	Oficina 9	Oficina 10	Oficina 11	Sala de clases 4
09:00	422	754	605	302	0	552	0	550	508
12:00	812	1450	1163	580	0	1061	0	1058	977
16:00	767	1370	1099	548	0	1002	0	999	923
18:00	503	899	721	359	0	657	0	655	606

Tabla 4.39: “Resultados DIALux de los recintos del nivel 4 con solo luz natural”.

Fuente: Elaboración propia.

Nivel Zócalo

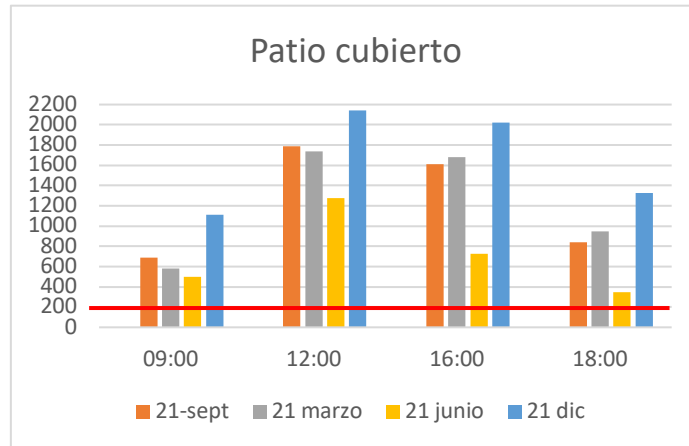


Gráfico 4.1: “Iluminación natural media en Patio Cubierto en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

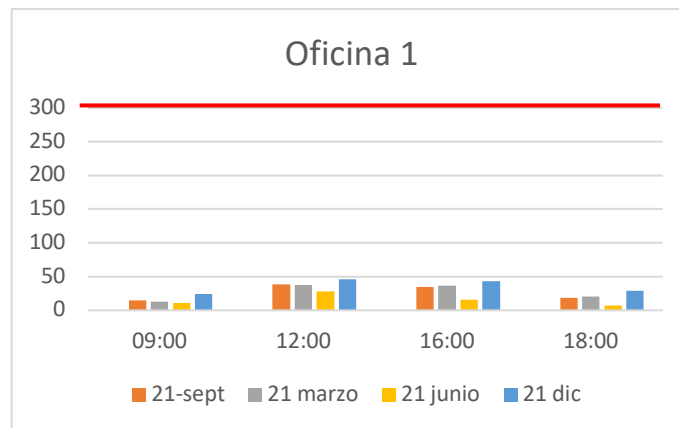


Gráfico 4.2: “Iluminación natural media en Oficina 1 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

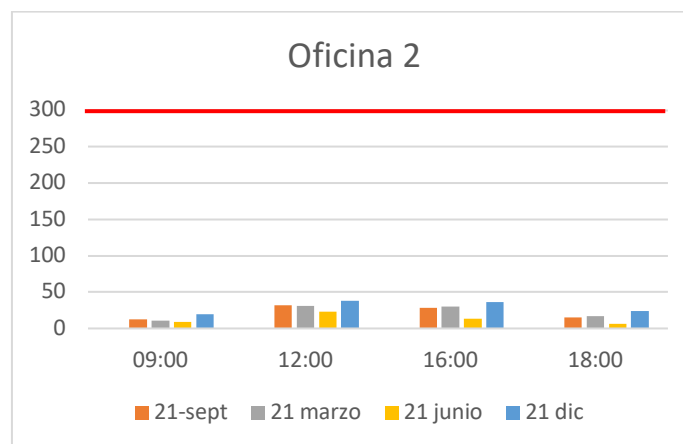


Gráfico 4.3: “Iluminación natural media en Oficina 2 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

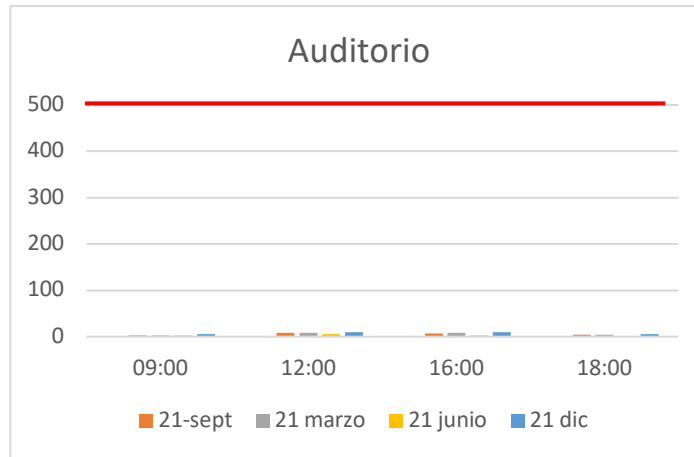


Gráfico 4.4: “Iluminación natural media en Auditorio en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 1

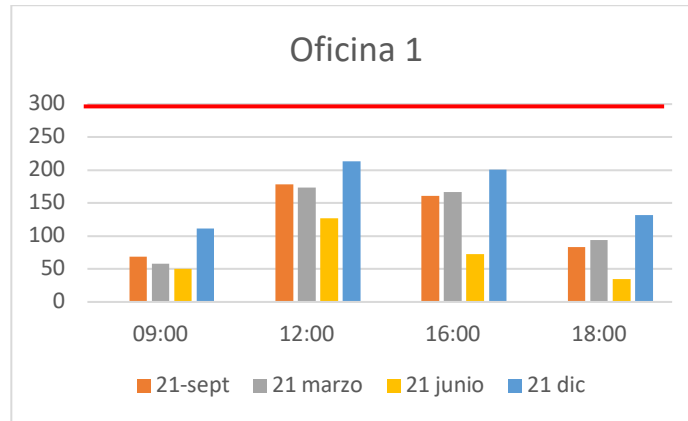


Gráfico 4.5: “Iluminación natural media en Oficina 1 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

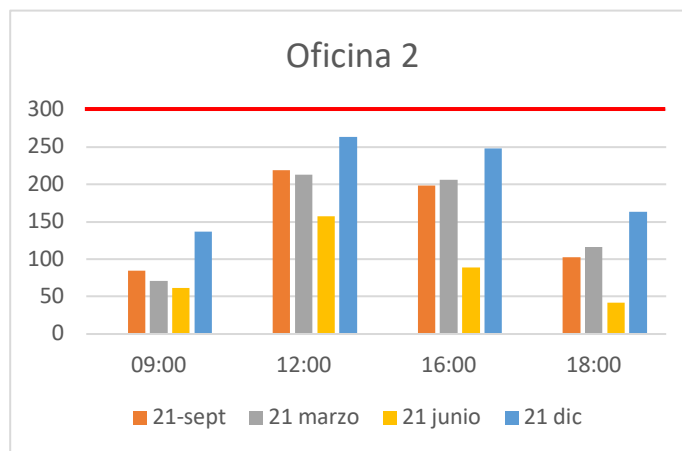


Gráfico 4.6: “Iluminación natural media en Oficina 2 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

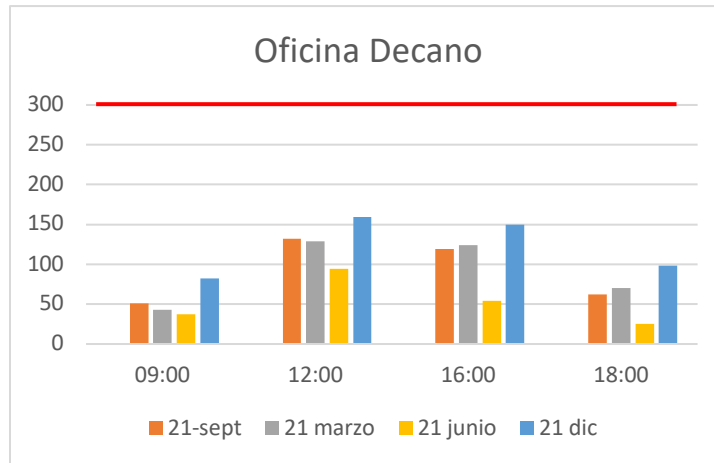


Gráfico 4.7: “Iluminación natural media en Oficina Decano en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

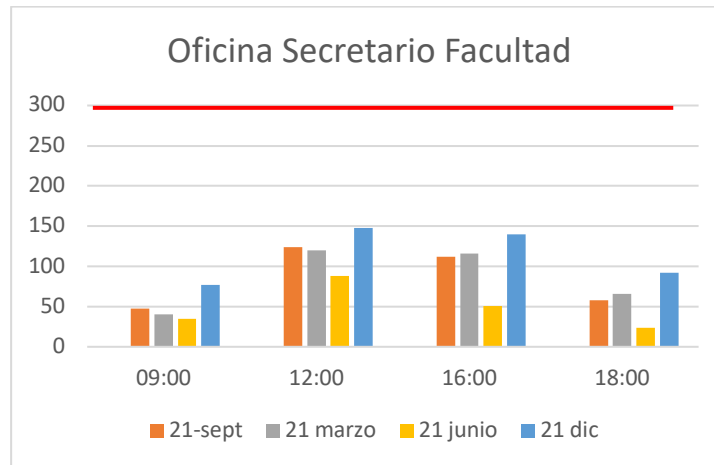


Gráfico 4.8: “Iluminación natural media en Oficina Secretario Facultad en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

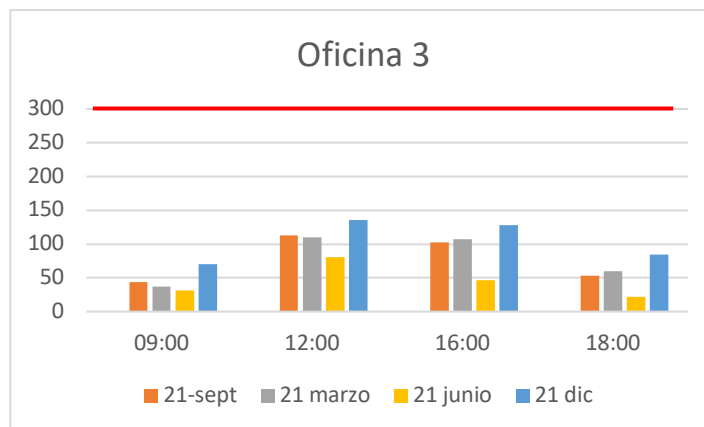


Gráfico 4.9: “Iluminación natural media en Oficina 3 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

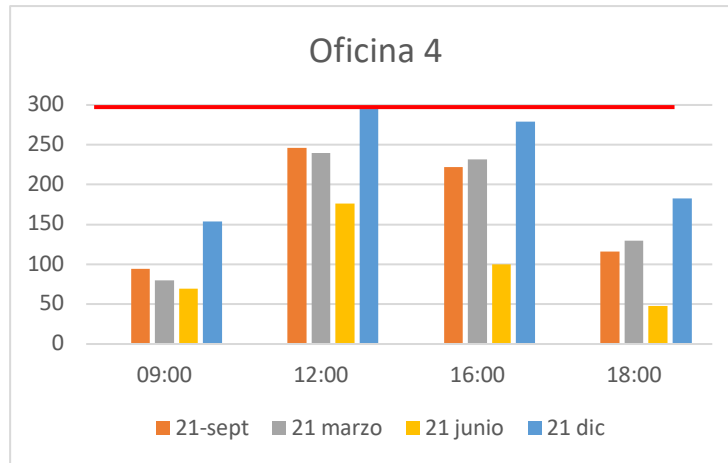


Gráfico 4.10: “Iluminación natural media en Oficina 4 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

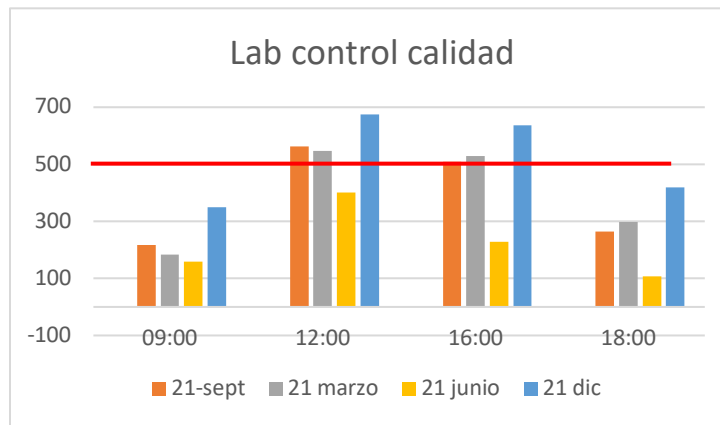


Gráfico 4.11: “Iluminación natural media en Lab. Control Calidad en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

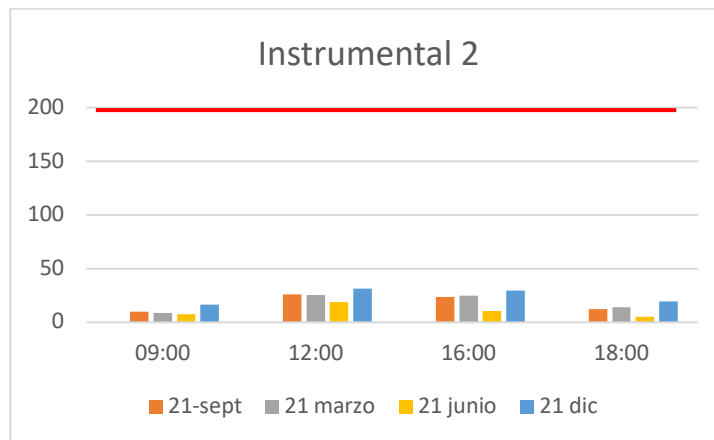


Gráfico 4.12 : “Iluminación natural media en Instrumental 2 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

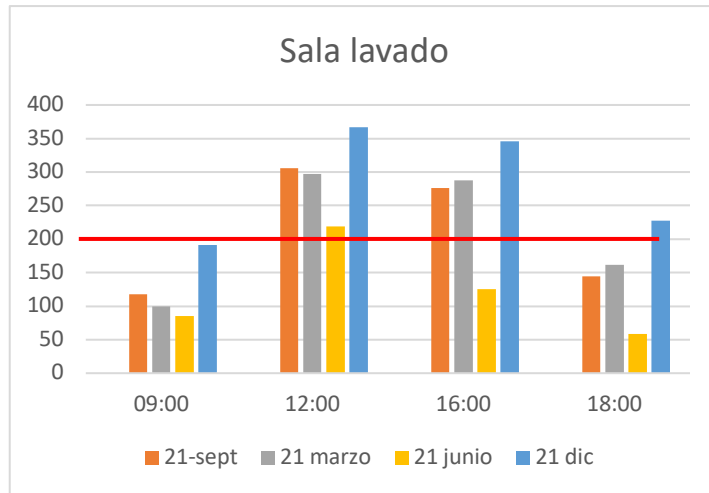


Gráfico 4.13: “Iluminación natural media en Sala de Lavado en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

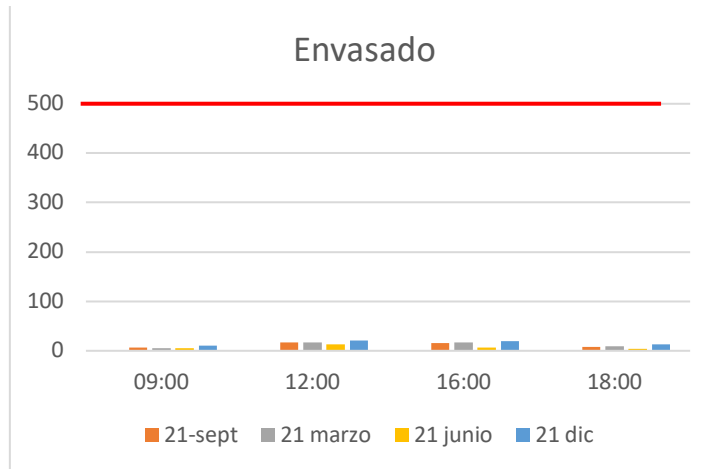


Gráfico 4.14: “Iluminación natural media en Envasado en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

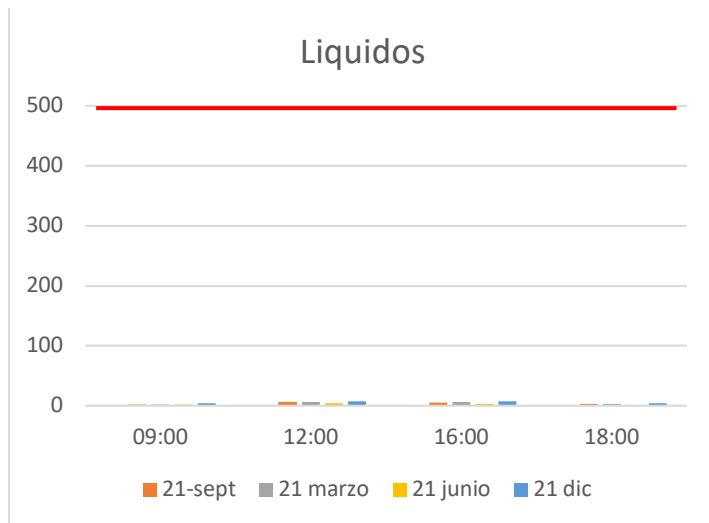


Gráfico 4.15: “Iluminación natural media en Líquidos en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

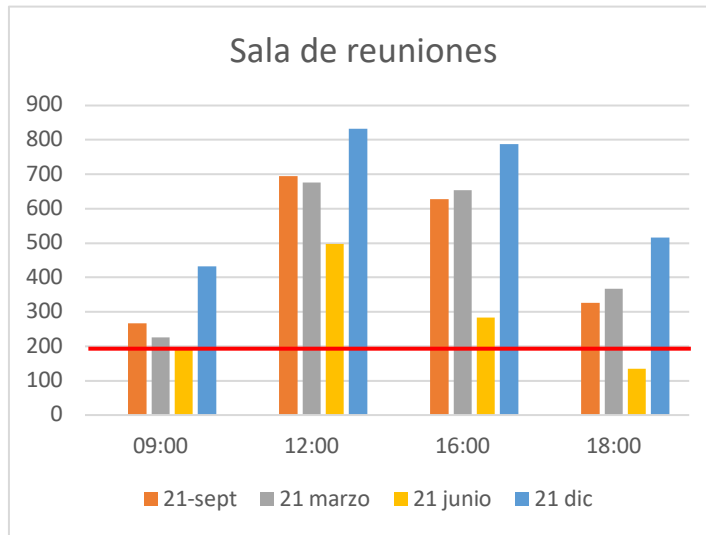


Gráfico 4.16: “Iluminación natural media en Sala de Reuniones en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 2

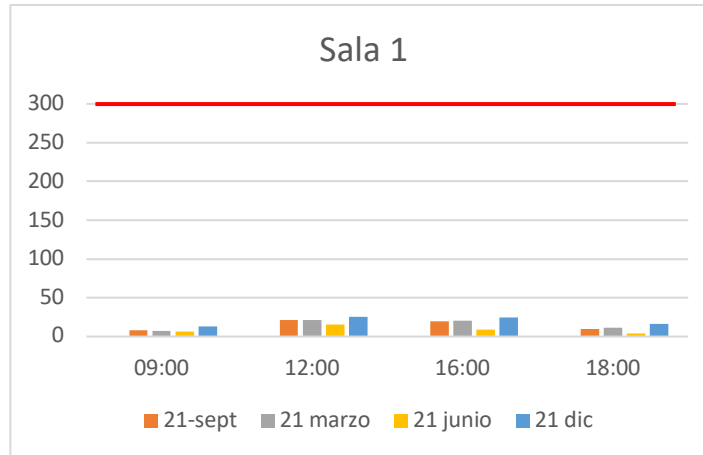


Gráfico 4.17: “Iluminación natural media en Sala 1 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

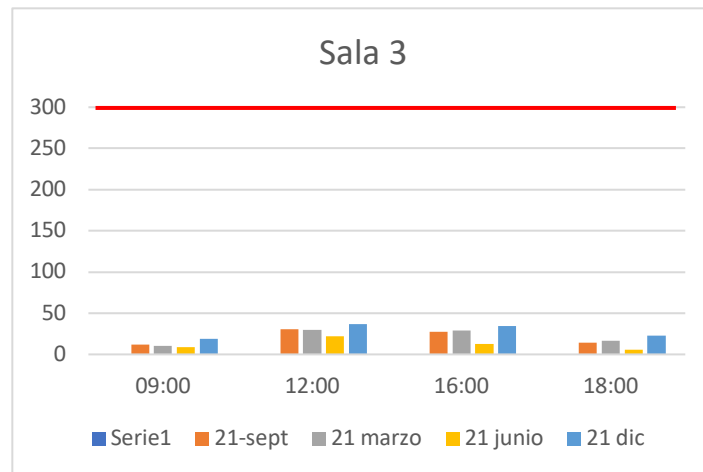


Gráfico 4.18: “Iluminación natural media en Sala 3 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

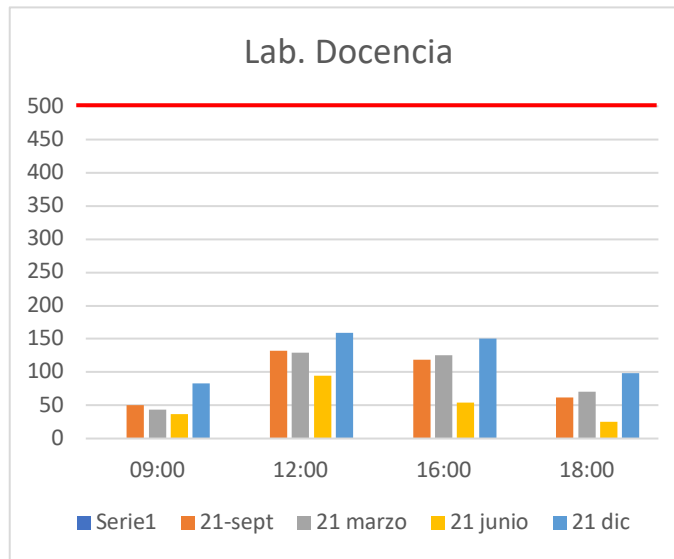


Gráfico 4.19: “Iluminación natural media en Lab. Docencia 1 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

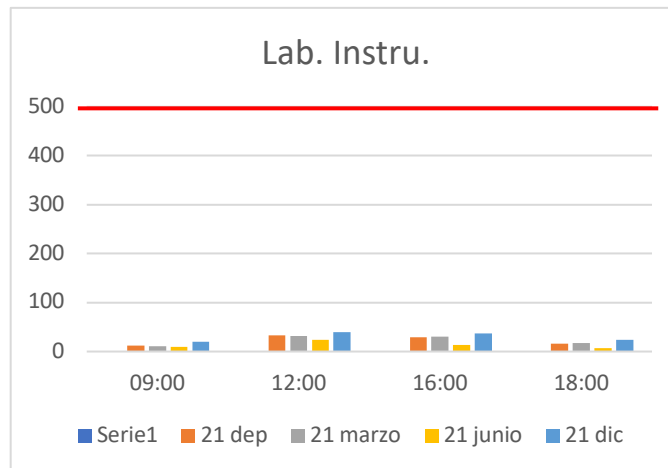


Gráfico 4.20: “Iluminación natural media en Lab. Instrumental en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

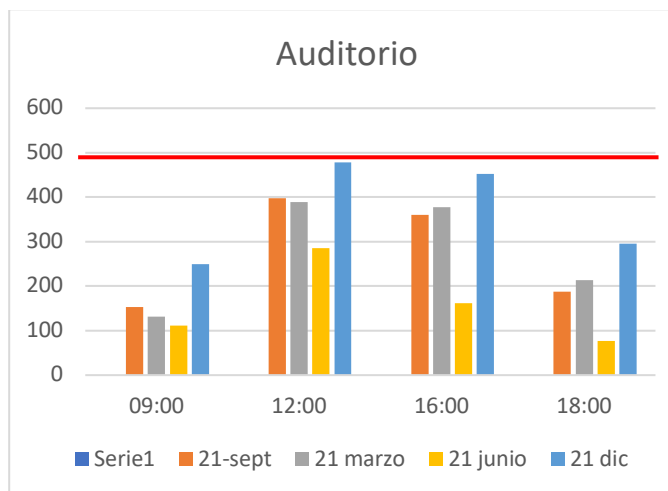


Gráfico 4.21: “Iluminación natural media en Auditorio en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 3

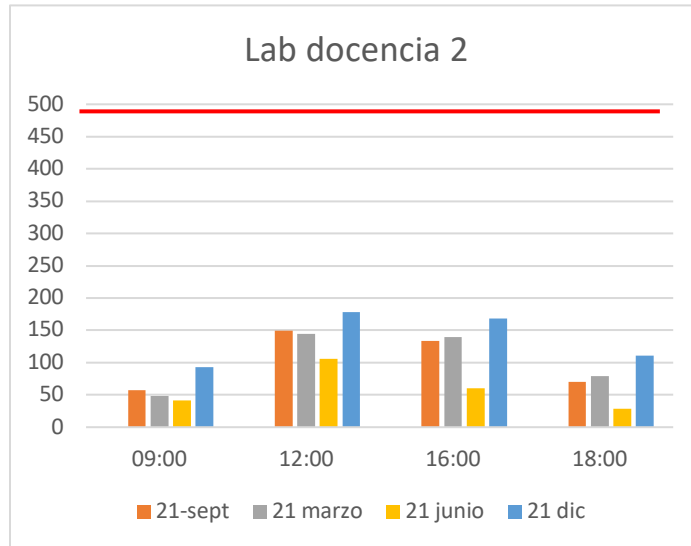


Gráfico 4.22: “Iluminación natural media en Lab. Docencia 2 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

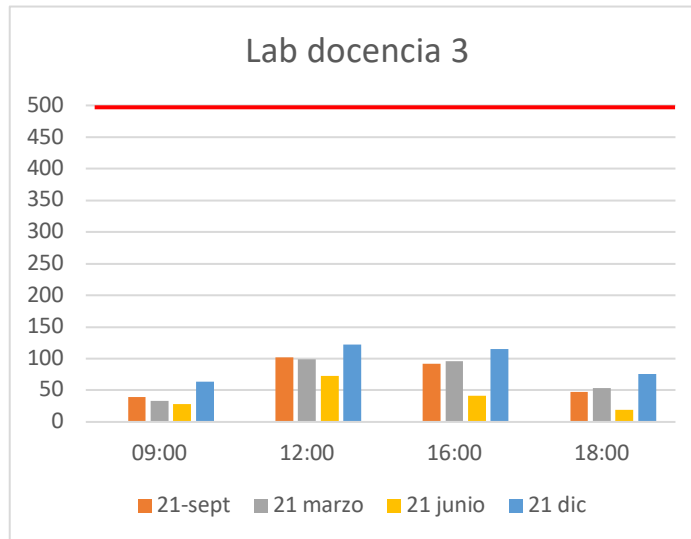


Gráfico 4.23: “Iluminación natural media en Lab Docencia 3 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

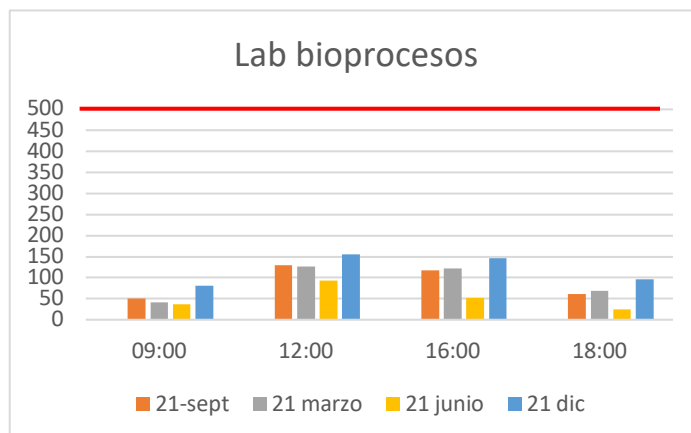


Gráfico 4.24: “Iluminación natural media en Lab. Bioprocesos en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

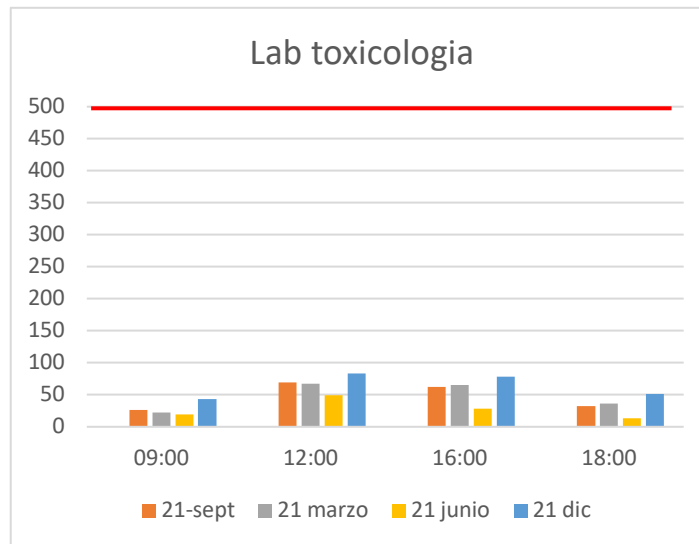


Gráfico 4.25: “Iluminación natural media en Lab. Toxicología en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

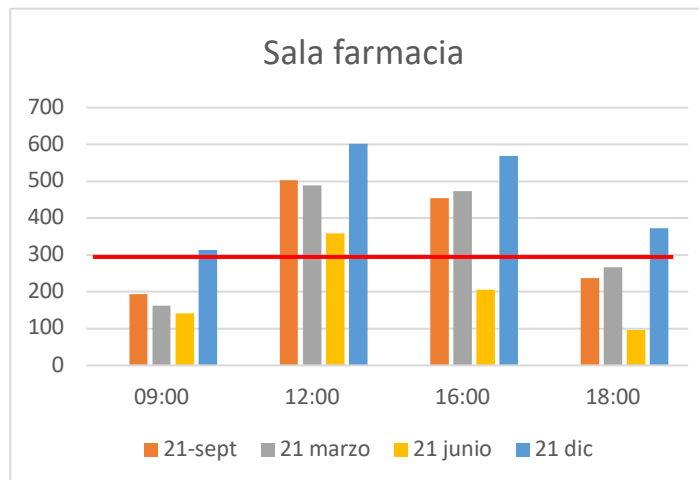


Gráfico 4.26: “Iluminación natural media en Sala Farmacia en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

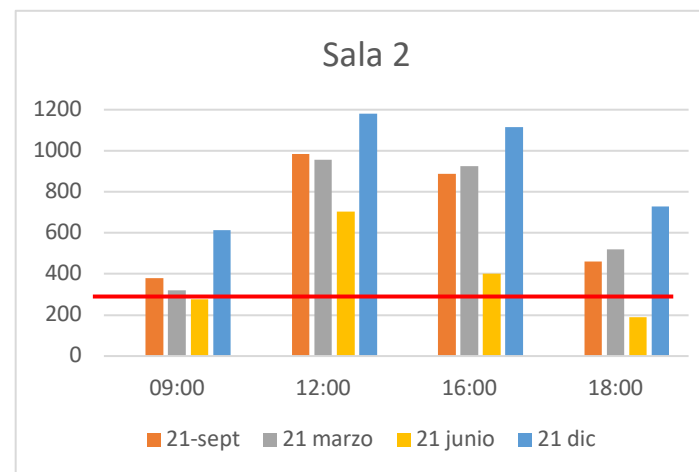


Gráfico 4.27: “Iluminación natural media en Sala 2 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

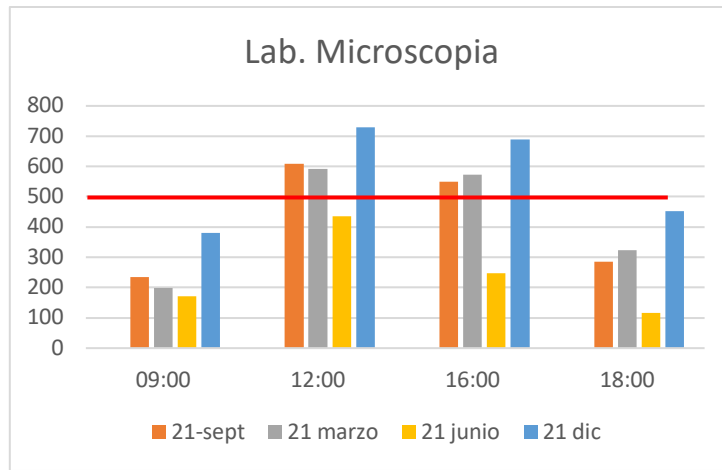


Gráfico 4.28: “Iluminación natural media en Lab. Microscopia en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 4

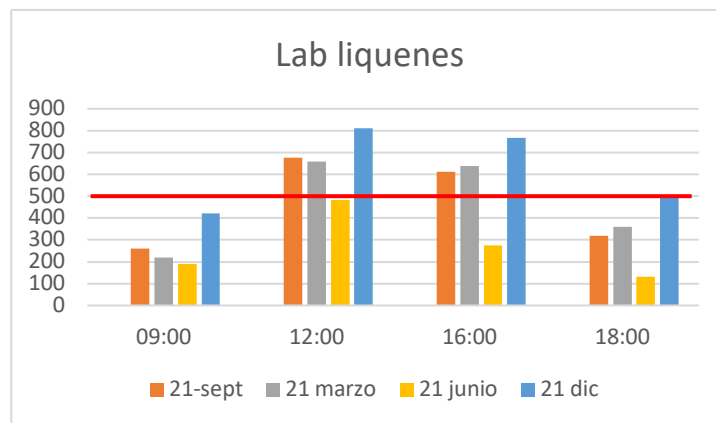


Gráfico 4.29: “Iluminación natural media en Lab. Líquenes en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

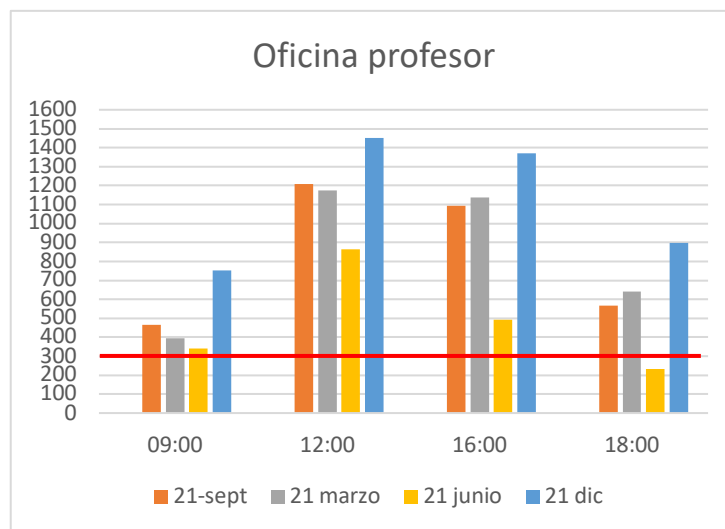


Gráfico 4.30: “Iluminación natural media en Oficina Profesor en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

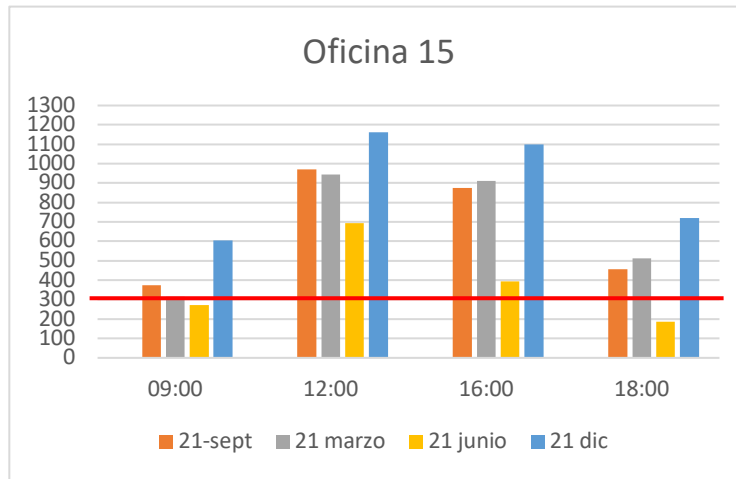


Gráfico 4.31: “Iluminación natural media en Oficina 15 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

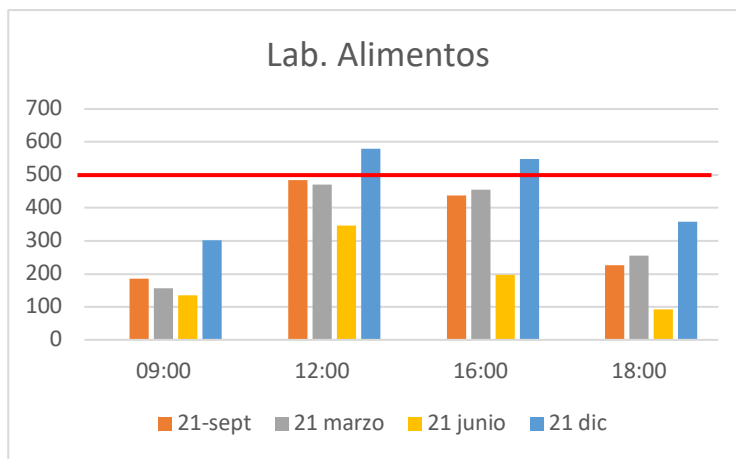


Gráfico 4.32: “Iluminación natural media en Oficina Laboratorio Alimentos en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

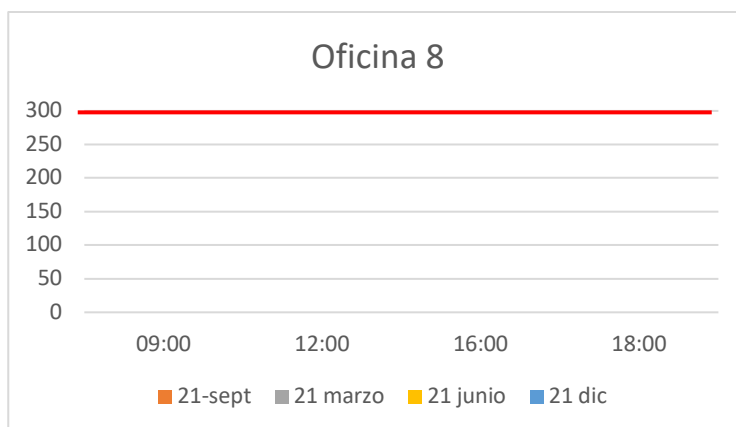


Gráfico 4.33: “Iluminación natural media en Oficina 8 Alimentos en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

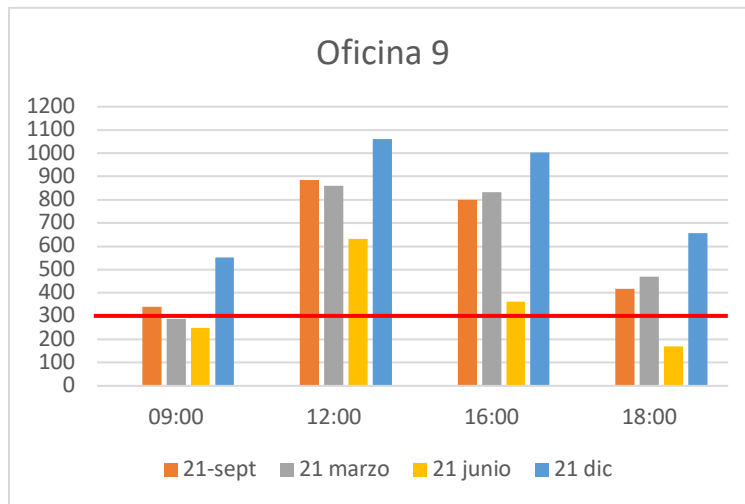


Gráfico 4.34: “Iluminación natural media en Oficina 9 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

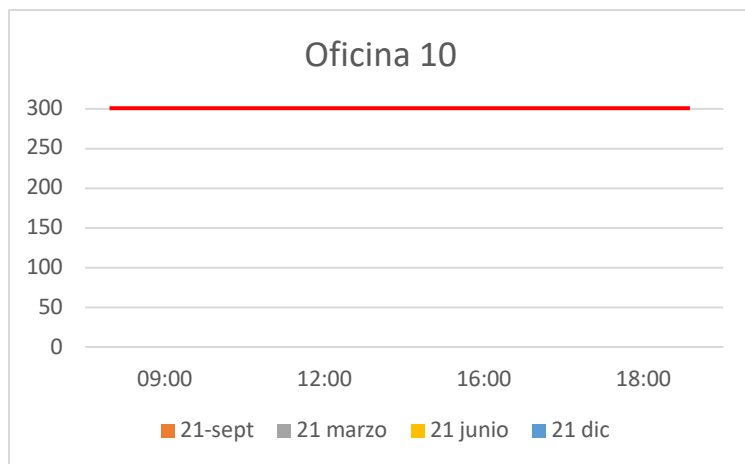


Gráfico 4.35: “Iluminación natural media en Oficina 10 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

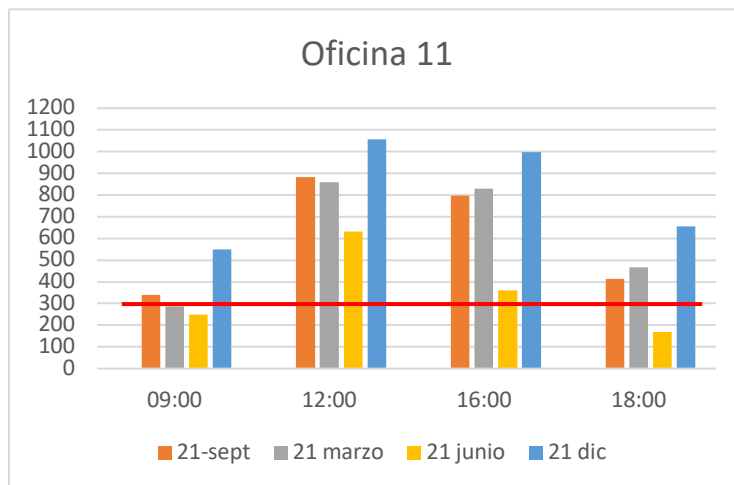


Gráfico 4.36: “Iluminación natural media en Oficina 11 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

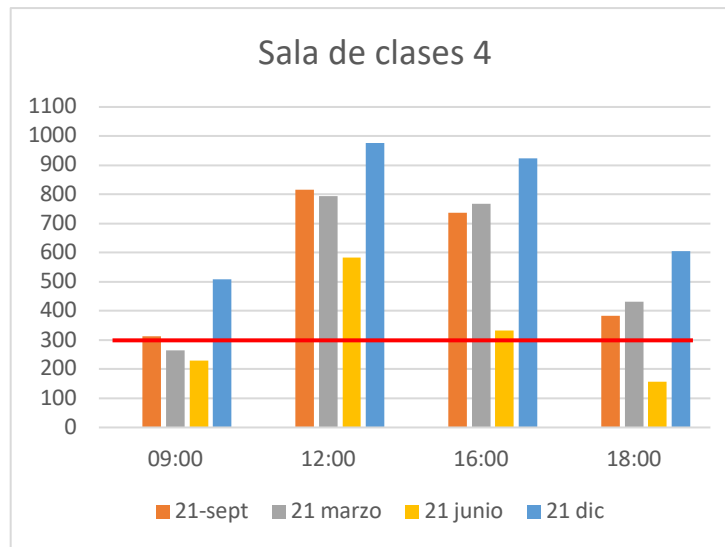


Gráfico 4.37: “Iluminación natural media en Sala de Clases 4 en las distintas fechas de estudio”.
Fuente: Elaboración propia.

De los Gráficos se interpreta que el día más largo es el 21 de diciembre de 2024, con mayor iluminación natural durante este mismo, en el que se nota claramente que la iluminación media es superior que el resto de fechas estudiadas. Como contraste se aprecia que el día con una menor iluminación media natural es el 21 de junio de 2024 y el día más corto de año.

Por análisis se da que el único recinto analizado que cumple con la normativa en el día más desfavorable (21 de Junio 2024) sin la necesidad de complementarse con iluminación artificial es el Patio Cubierto del Nivel Zócalo, este al estar orientado hacia el norte recibiendo luz natural durante todo el día y además por el hecho de tener un amplio ingreso de luz al ser totalmente cubierta por ventanas y con ello sobrepasar hasta por diez veces la iluminación necesaria llegando hasta superar los 2000 Luxes en sus mejores días como los sería por ejemplo el 21 de Diciembre.

Este al ser un estudio de iluminación, en este punto en particular estudiando la iluminación natural con software, se analiza con el escenario más desfavorable, lo cual sería el 21 de Junio y con cielo cubierto. A partir de ahora nos enfocaremos únicamente con este escenario. En este caso se aprecia que en Nivel Zócalo, como se había mencionado anteriormente, el único en cumplir con superioridad la normativa y superar, para este caso los 200 Luxes al ser una área común, es el Patio Cubierto, mientras que el resto no cumple y por muy debajo la normativa, siendo el Auditorio con la peor iluminación en ese nivel por su orientación al oriente recibiendo prácticamente luz directa en las primeras horas de día y tener una mínima entrada de luz natural durante la jornada en comparación con su superficie, al tener la tabiquería hasta 2,4 m. como antepecho en el muro pantalla dejando 0,6m solamente de entrada de luz natural.

En Nivel 1 se logra apreciar que el recinto con mejor iluminación natural es Sala de Reuniones orientada al lado sur del edificio 2 de la Facultad, esto por tener mayor acceso de luz natural hacia el interior que los demás recintos ubicados en el edificio 1, mientras que el peor es Laboratorio Líquidos, al tener una estrecha entrada de luz natural, en la cual, esta última tiene dimensiones iguales que el recinto su lado que sería, Laboratorio Envasado, este con una leve

mejoría en cuanto a su iluminación natural debido a que tiene un mayor acceso de luz que Laboratorio Líquido.

En Nivel 2, Auditorio tiene una mayor iluminación natural que el resto de recintos de ese nivel, debido a que se encuentra en el edificio 2 de la Facultad y contempla una mayor entrada de luz que las demás, aun así no cumple en ningún horario dentro del día más desfavorable (21 de junio) por lo que está lejos de llegar a los estándares mínimos establecidas por la normativa solo con luz natural. Por otro lado el peor recinto con iluminación natural es la sala 1, esta al poseer dimensiones mayor con respecto a la entrada de luz, por lo que la mayor parte del día no llega luz directa hacia el interior al estar orientada hacia el oriente.

En Nivel 3, el mejor recinto con iluminación es Sala 2 orientada hacia el poniente en el edificio 2, en cual corresponde a una sala cubierta completamente vidriada, recibiendo luz la mayor parte del día. En contraste, la peor es laboratorio Toxicología, que se encuentra orientada hacia el mismo poniente, pero del edificio 1, al poseer poca entrada de luz hacia el interior por la tabiquería existentes que actúan como antepechos, dejando la mayor parte del recinto sin iluminación directa.

En el Nivel 4 se puede apreciar una mayor iluminación natural en el interior de los recintos en comparación con los pisos de abajo, esto al no poseer las tabiquerías que tienen los 3 Niveles anteriores, dejando así un mayor acceso de luz natural. El recinto que tiene un mejor comportamiento lumínico es Oficina Profesor, al ser un recinto relativamente pequeño de dimensiones y un entrada amplia de luz natural hacia el interior, en la cual recibe luz durante todo el día al estar orientada hacia el norte del edificio y en el último piso.

En síntesis, solo con luz natural es imposible iluminar durante toda una jornada con fines de realizar las labores lumínicamente confortables en los recintos interiores y menos llegar a los estándares mínimos decretados por la normativa RIC N° 10. Por lo que se tendrá que complementar con iluminación artificial durante algunas horas durante la jornada según se requiera.

4.3 Comparación de los recintos según en la fachada en las que están orientadas

Se realizara un análisis de cómo es el comportamiento de la iluminación natural en el interior de los recintos que se encuentren entre las mismas fachadas, estas sean Norte, Poniente, Oriente y Sur en lo que sería la fecha del año más desfavorable, es decir, 21 de Junio de 2024.

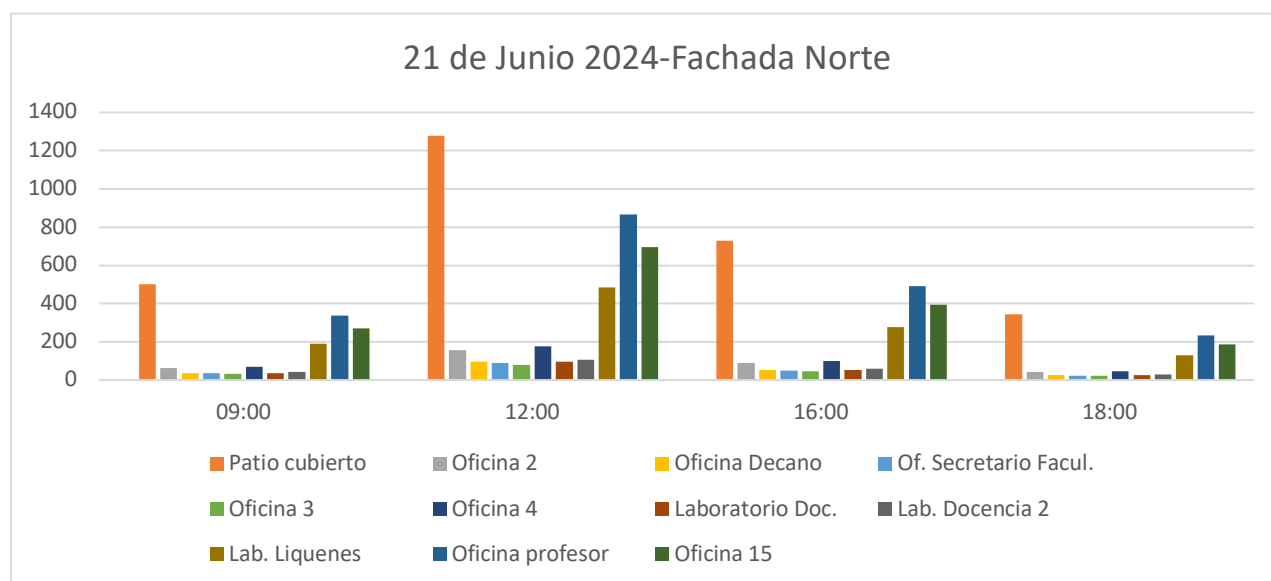


Gráfico 4.38: “Iluminación natural media en recintos ubicados en la fachada norte”.
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el gráfico, estos valores indican al comportamiento de la luz natural hacia los recintos ubicados en el norte del edificio, en la cual, por su orientación, estas reciben luz directa durante todo el día prácticamente, en donde se percibe que el recinto que mejor iluminación tiene en la fecha más desfavorable es Patio Cubierto por el simple hecho de estar cubierta totalmente de vidrio en el Nivel Zócalo y por ser un recinto de extremo a extremo, es decir, recibiendo luz por oriente por la mañana y poniente por la tarde también, pudiendo así cumplir con la normativa sin ningún problema en todo el año sin la necesidad complementarse con luz artificial. Oficina 3 viene siendo el recinto interior con peor iluminación natural, al estar ubicada en el Nivel 1 entremedio de otras oficinas a ambos costados, siendo las más angosta en dimensiones a diferencia de las demás, dejando así la mínima entrada de luz directa de frente, está siendo muy similar en cuanto a valores comprándolas con las que se encuentran en la misma situación, resaltar que en este nivel se encuentra la tabiquería hasta 0,9m de altura que actúa como antepecho en todos los recintos analizados en esta fachada exceptuando los recintos del Nivel 4. Comparando el Laboratorio de Docencia 1 y el 2, ubicados en el Nivel 2 y 3 respectivamente, siendo de similares superficies, se aprecia la diferencia de iluminación que ambas poseen, esto debido a que en Laboratorio Docencia 1 entra luz por sector oriente, pero no por sector poniente al tener otro recinto en su lugar, dejando sin entrada de luz por este sector, a diferencia de Laboratorio de Docencia 2, que si entra luz por sector poniente, en el cual suma mayor valores de iluminación al tener entrada de luz en lo que sería la parte de la tarde de una jornada.

Lo que sería en cuanto a poseer una mejor iluminación que el promedio del resto de los recintos de la fachada norte, son los ubicados en el Nivel 4, los cuales son Lab. Líquenes, Oficina Profesor y 15 debido que al estar a una altura mayor, por muy mínimo que sea, estas recibirán una mayor iluminación al tener un menor ángulo de inclinación en el que llega la luz, en comparación con los recintos ubicados en los niveles que se encuentren en menor altura, también por la variable de no tener la misma arquitectura que los niveles de abajo al no contar con estas tabiquerías actuando como antepecho, dejando mayores accesos de luz hacia el interior de estos recintos.

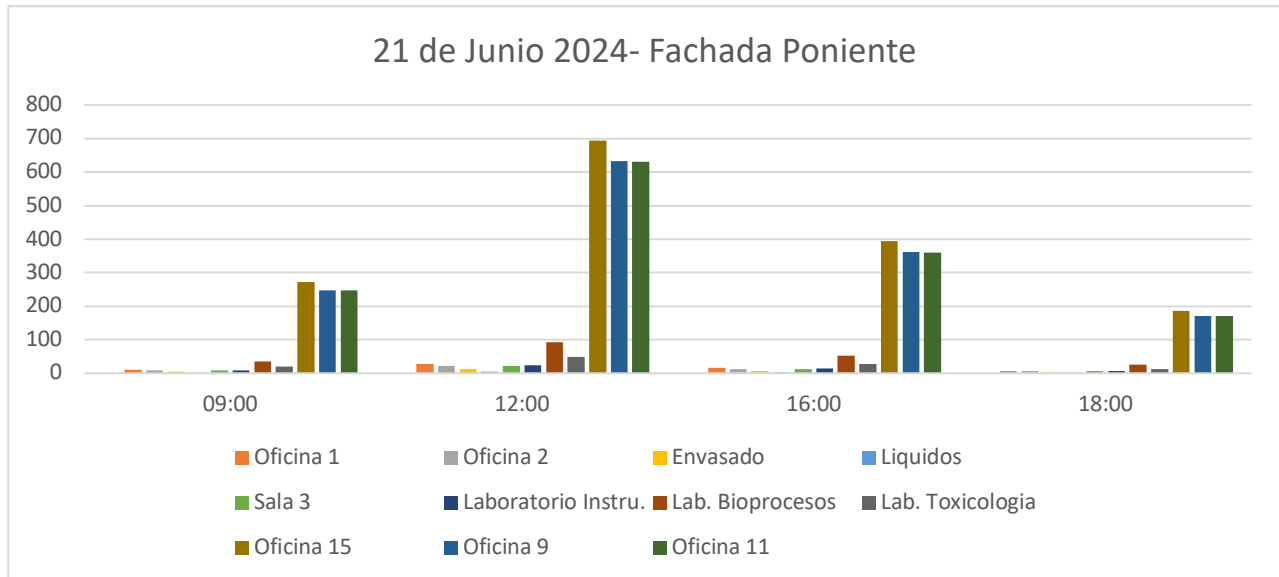


Gráfico 4.39: “Iluminación natural media en recintos ubicados en la fachada poniente”.

Fuente: Elaboración propia.

En la fachada poniente, recintos en los cuales les llega luz directa en lo que sería la tarde del día, se aprecia que en similares valores, las oficinas 9 y 11 son los recintos con mejor iluminación natural de la fachada, esto debido a que son de iguales superficies, arquitectónicamente también, si una de ellas estuviera en un nivel más abajo, tendría una leve diferencia menor con la que se encuentra más arriba. Líquidos es el recinto con peor iluminación debido que, pese a ser de iguales condiciones con Envasado, presenta una menor entrada de luz, ubicada en el Nivel 1. Nuevamente los recintos ubicados en el Nivel 4, son los que destacan sobre el resto en cuanto a iluminación por las variables de no contar con tabiquería como en los niveles de abajo, por lo que cuentan con mayor entrada de luz hacia el interior, por el ángulo de inclinación en el que llega la luz, siendo menor que en los niveles de abajo.

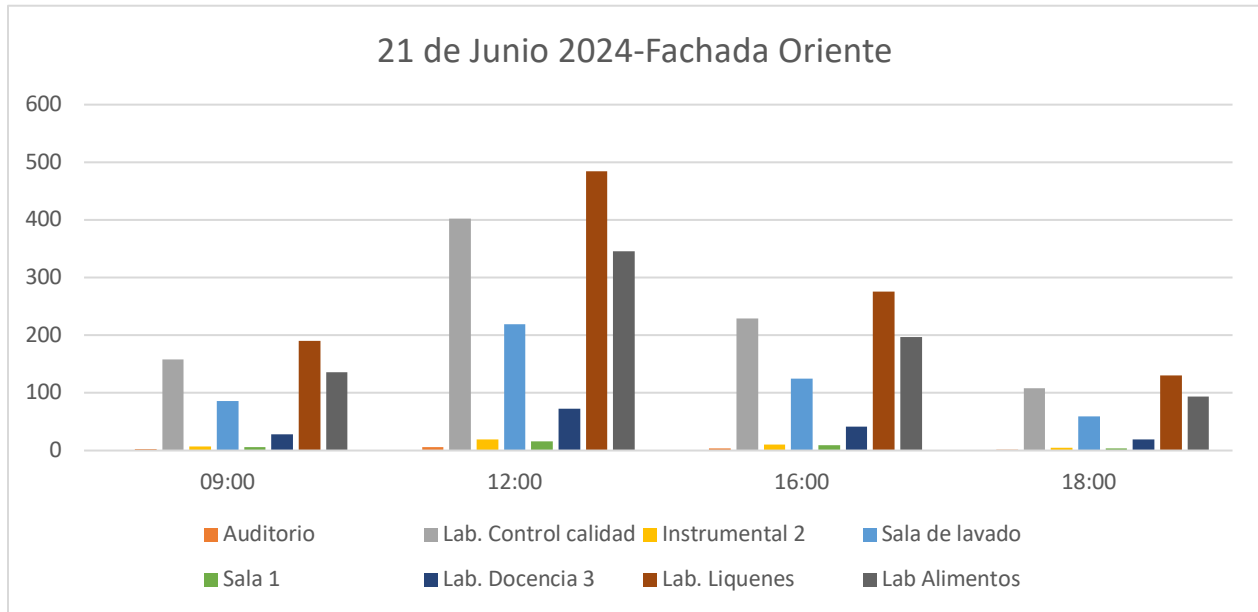


Gráfico 4.40: “Iluminación natural media en recintos ubicados en la fachada oriente”.

Fuente: Elaboración propia.

En la fachada oriente, en el cual le llega luz directa en el transcurso de la mañana del día , se aprecia que el recinto con mejor iluminación natural es Laboratorio Control Calidad, ubicado en el Nivel 1, esto debido a que arquitectónicamente su fachada hacia el oriente, no presenta tabiquería que actúa como antepecho, es completamente vidriada dejando entrar por completo luz de piso a cielo. Si este recinto estaría ubicado en un nivel más arriba, tendría una ligera diferencia mayor en cuanto a iluminación media natural. El peor recinto es Auditorio, ubicado en el Nivel Zócalo, ya que al tener una superficie grande que iluminar en comparación al acceso de luz que posee este recinto debido al tabique que actúa como antepecho, esta recibe un promedio menor de luz natural durante el día. En comparación si esta estaría paralelamente ubicada, en vez de estar perpendicular (como se encuentra originalmente) en es misma fachada, manteniendo sus dimensiones, esta recibiría una mayor iluminación natural debido a ese simple hecho, ya que tendría una mayor entrada de luz para la misma superficie.

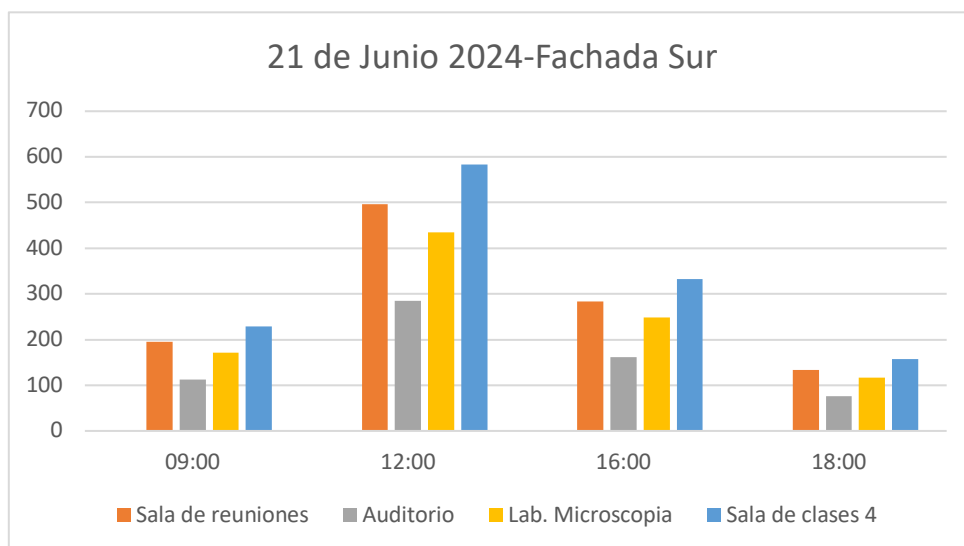


Gráfico 4.41: “Iluminación natural media en recintos ubicados en la fachada sur”.
Fuente: Elaboración propia.

En esta fachada, la cual se ubican recintos que están en el edificio B de la Facultad, los cuales constan de distintas arquitecturas en comparación al edificio A, en las que estas primeras poseen mayores entradas de luz hacia el interior. Estos recintos al estar ubicados todos en punta, todos tienen distintas superficies, en las cuales se aprecia que Sala de Clases 4, ubicada en el Nivel 4, siendo el más alto, tiene un mejor comportamiento de la iluminación a pesar de que no posee ventanas hacia el oriente, solamente hacia el poniente, al igual que Sala de Reuniones, esta última como segunda en comportamiento lumínico debido que su superficie es más pequeña que el resto de recintos. Auditorio ubicada en el Nivel 2, es la que peor comportamiento lumínico tiene debido a la variable de ser el recinto con mayor superficie que iluminar, también por su arquitectura en cuanto a las ventanas que se ubican por la fachada oriente, que deja pasar la luz, pero no de manera directa, ya que se encuentran sobresaliendo de la fachada y perpendiculares a esta.

5 RENDIMIENTO DE LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL MEDIANTE LA LUMINARIAS YA INSTALADAS IN SITU.

En este capítulo tiene como finalidad, la evaluación del estado actual del funcionamiento de las luminarias dentro de los recintos analizados.

Para el cálculo del rendimiento de la luz artificial se hará mediante el método matemático “cavidades zonales” ya mencionado anteriormente en marco teórico, en el cual el procedimiento está presentado en el capítulo 2.8.

En el interior de los 33 recintos analizados de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso, hay 3 tipos de luminarias; estas están compuestas por paneles Led 48w y 60w, con flujo luminoso de 4800 y 6000 respectivamente y por luminarias de 2 tubos led de 18w con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada una.

Nivel Zócalo

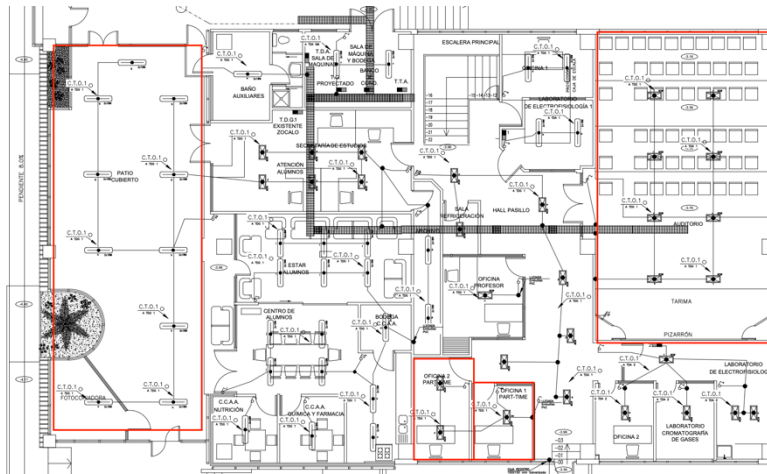


Imagen 5.1: “Distribución de luminarias para Nivel Zócalo”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

Nivel 1

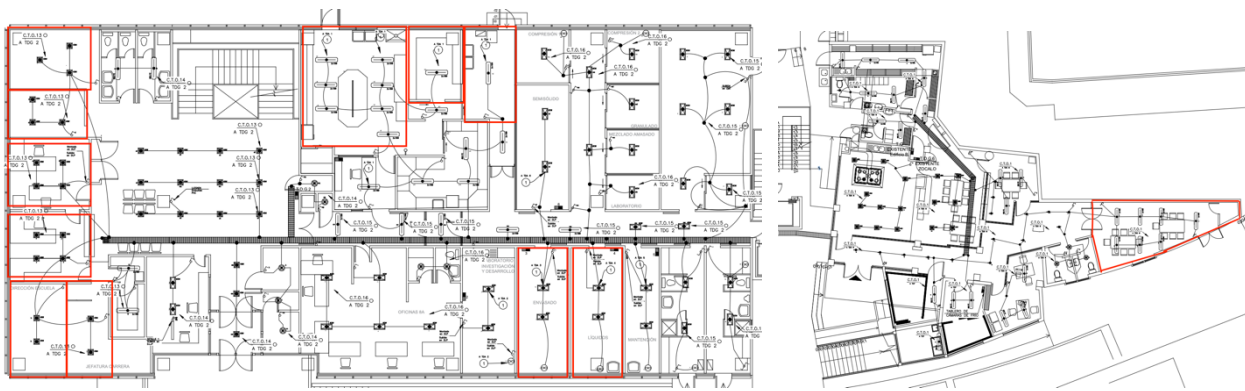


Imagen 5.2: “Distribución de luminarias para Nivel 1”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de

Nivel 2

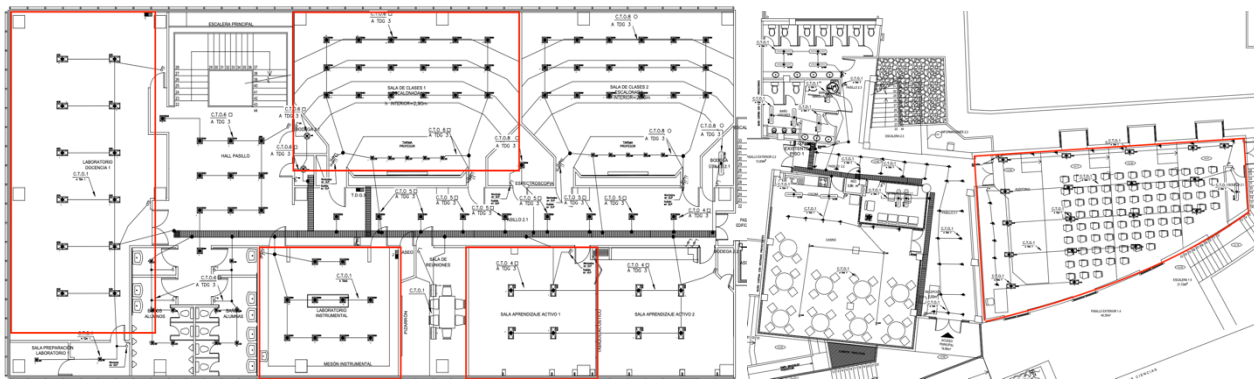


Imagen 5.3: “Distribución de luminarias para Nivel 2”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de

Nivel 3

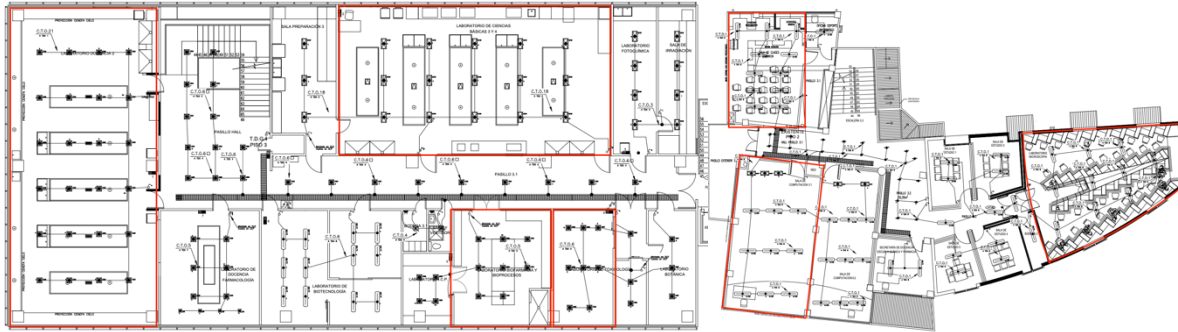


Imagen 5.4: “Distribución de luminarias para Nivel 3”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de

Nivel 4

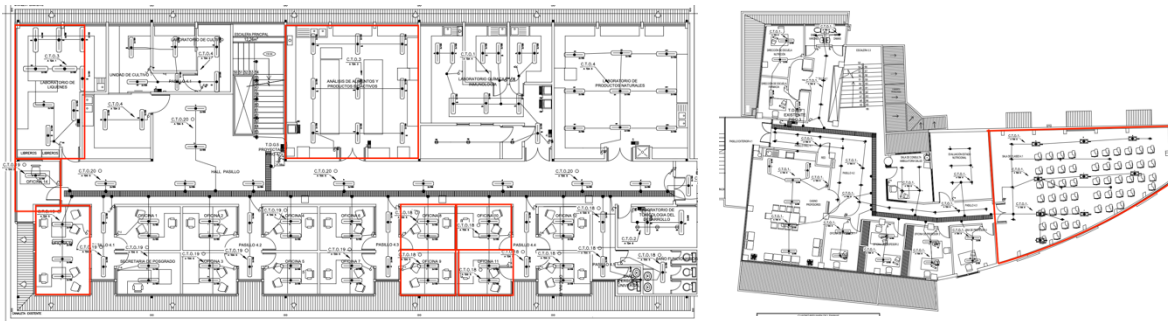


Imagen 5.5: “Distribución de luminarias para Nivel 4”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de

A continuación se procede a realizar el método cavidades zonales para todos estos recintos marcados en rojo en las distintos niveles de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

NIVEL ZOCALO

Método Cavidades Zonales Auditorio:

Largo sala: 12,1 m.

Ancho sala: 7,0 m.

Superficie total: 88,3 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 26% - Color madera roble.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (12,1 * 7,0) / 2,1 * (12,1 + 7,0) = 2,1$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $Cu = 0,47$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 88,3) / (0,47 * 0,75) = 125248 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 125248 \text{ [Lúmenes]} / (6000 \text{ [Lúmenes]}) = 20,8; \text{ se aproxima a } 21 \text{ luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (21 * 6000 * 0,47 * 0,75) / (88,3) = 503 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 8 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.6. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

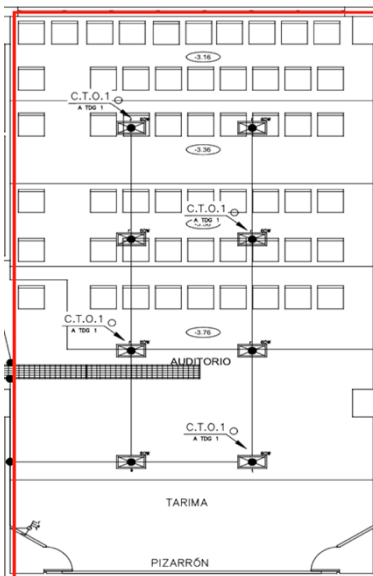


Imagen 5.6: “Distribución de luminarias Auditorio”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (8 * 6000 * 0,47 * 0,75) / (88,3) = 191 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 191 Luxes, siendo muy inferior a los 500 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 13 luminarias más para entregar un total de 503 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Método Cavidades Zonales Patio Cubierto:

Largo sala: 15,56 m.

Ancho sala: 6,0 m.

Superficie total: 89,4 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 200 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (15,56 * 6,0) / 2,1 * (15,56 + 6,0) = 2,06$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,64.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (200 * 89,4) / (0,64 * 0,75) = 37250 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 37250[\text{Lúmenes}] / (2 * 1800 [\text{Lúmenes}]) = 10,3; \text{ se aproxima a 11 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$E_m = (11 * 2 * 1800 * 0,64 * 0,75) / (89,4) = 212,6 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 9 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.7. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método

Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

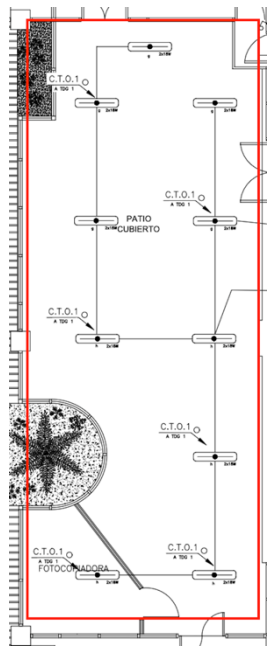


Imagen 5.7: “Distribución de luminarias Patio Cubierto”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (9 * 2 * 1800 * 0,64 * 0,75) / (89,4) = 174 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 174 Luxes, siendo inferior a los 200 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 2 luminarias más para entregar un total de 212 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Método Cavidades Zonales Oficina Part Time 1:

Largo sala: 2,90 m.

Ancho sala: 2,40 m.

Superficie total: 7,63 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (2,90 * 2,40) / 2,1 * (2,90 + 2,40) = 0.62$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,75.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$(\Phi_t) = (300 * 7,63) / (0,75 * 0,75) = 4069$ Lúmenes.

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 4069$ [Lúmenes] / (6000 [Lúmenes]) = 0,68; se aproxima a 1 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$Em = (1 * 6000 * 0,75 * 0,75) / (7,63) = 442$ Luxes.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 1 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.8; siendo acorde al cálculo teórico realizado con anterioridad.

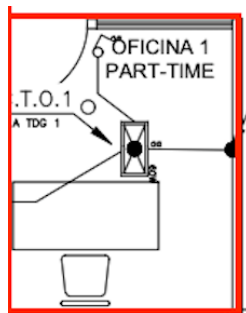


Imagen 5.8: “Distribución de luminarias Oficina Part Time 1”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

7.- Finalizando, este recinto cumple, ya que cuenta con un total de 442 Luxes como iluminación media, por lo que está sobre la normativa RIC N° 10 para este tipo de recintos (300), por lo que esta apta para llevar a cabo las actividades de aprendizaje lumínicamente confortables en el interior de esta.

Método Cavidades Zonales Oficina Part Time 2:

Largo sala: 4,03 m.

Ancho sala: 2,20 m.

Superficie total: 9,58 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (4,03 * 2,20) / 2,1 * (4,03 + 2,20) = 0,68$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $Cu = 0,74$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$(\Phi_t) = (300 * 9,58) / (0,74 * 0,75) = 5178$ Lúmenes.

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 5178$ [Lúmenes] / (6000 [Lúmenes]) = 0,86; se aproxima a 1 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$E_m = (1 * 6000 * 0,74 * 0,75) / (9,58) = 347$ Luxes.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 2 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.9; siendo inclusive mejor al cálculo teórico realizado con anterioridad.

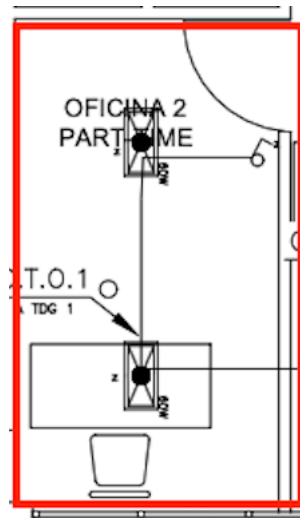


Imagen 5.9: “Distribución de luminarias Oficina Part Time 2”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (2 * 6000 * 0,74 * 0,75) / (9,58) = 695 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto en su estado actual cuenta con 1 luminaria más de lo necesario del que arroja el cálculo teórico Método Cavidades Zonales inicialmente, por lo tanto es superior cumpliendo con la normativa RIC N° 10 con 695 Luxes como iluminación media en el interior del recinto.

Nivel 1

Método Cavidades Zonales Oficina 1:

Largo sala: 3,20m.

Ancho sala: 2,21 m.

Superficie total: 8,08 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 4800 Lúmenes.

Cálculo:

$$1.- \text{Índice de local (K): } K = (3,20 * 2,21) / 2,1 * (3,20 + 2,21) = 0,62$$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (C_u) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $C_u = 0,75$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 8,08) / (0,75 * 0,75) = 4309 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 4309 \text{ [Lúmenes]} / (4800 \text{ [Lúmenes]}) = 0,89; \text{ se aproxima a 1 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (1 * 4800 * 0,75 * 0,75) / (8,08) = 334 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 2 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.10; siendo inclusive mejor al cálculo teórico realizado con anterioridad.

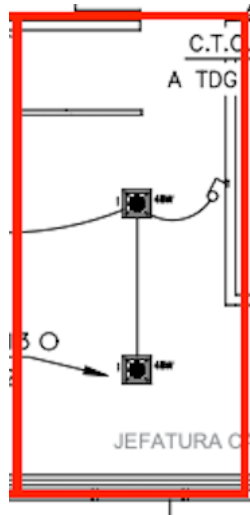


Imagen 5.10: “Distribución de luminarias Oficina 1”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (2 * 4800 * 0,75 * 0,75) / (8,08) = 668 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto en su estado actual cuenta con 1 luminaria más de lo necesario del que arroja el cálculo teórico Método Cavidades Zonales inicialmente, por lo tanto es superior cumpliendo con la normativa RIC N° 10 con 668 Luxes como iluminación media en el interior del recinto.

Método Cavidades Zonales Oficina 2:

Largo sala: 4,37 m.

Ancho sala: 2,77 m.

Superficie total: 13,46 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 4800 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (4,37 * 2,77) / 2,1 * (4,37 + 2,77) = 0,8$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,73.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 13,46) / (0,73 * 0,75) = 7375 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 7375 [\text{Lúmenes}] / (4800 [\text{Lúmenes}]) = 1,53; \text{ se aproxima a 2 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$Em = (2 * 4800 * 0,73 * 0,75) / (13,46) = 390 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 2 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.11; siendo acorde al cálculo teórico realizado con anterioridad.

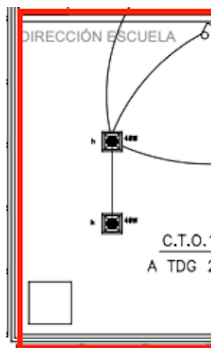


Imagen 5.11: “Distribución de luminarias Oficina 2”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

7.- Finalizando, este recinto cumple, ya que cuenta con un total de 390 Luxes como iluminación media, por lo que está sobre la normativa RIC N° 10 para este tipo de recintos (300), por lo que esta apta para llevar a cabo las actividades de aprendizaje lumínicamente confortables en el interior de esta.

Método Cavidades Zonales Oficina Secretaria Decano:

Largo sala: 4,10 m.

Ancho sala: 3,50 m.

Superficie total: 15,12 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 4800 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (4,10 * 3,50) / 2,1 * (4,10 + 3,50) = 0,9$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $Cu = 0,72$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$(\Phi_t) = (300 * 15,12) / (0,72 * 0,75) = 8400$ Lúmenes.

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 8400 \text{ Lúmenes} / (4800 [\text{Lúmenes}]) = 1,75$; se aproxima a 2 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$E_m = (2 * 4800 * 0,72 * 0,75) / (15,12) = 342$ Luxes.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 4 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.12; siendo inclusive mejor al cálculo teórico realizado con anterioridad.

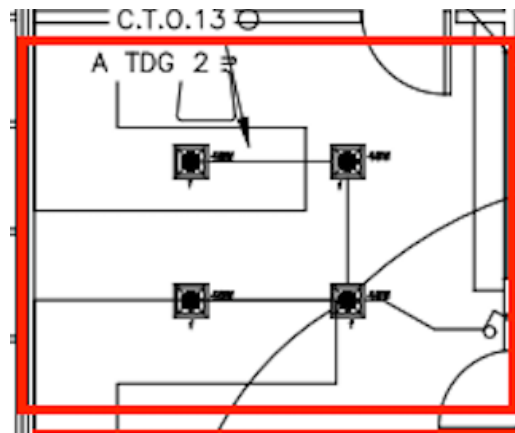


Imagen 5.12: “Distribución de luminarias Oficina Secretaria Decano”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (4 * 4800 * 0,72 * 0,75) / (15,12) = 685 \text{ Luxes}$$

7.- Finalizando, este recinto en su estado actual cuenta con 2 luminaria más de lo necesario del que arroja el cálculo teórico Método Cavidades Zonales inicialmente, por lo tanto es superior cumpliendo con la normativa RIC N° 10 con 685 Luxes como iluminación media en el interior del recinto.

Método Cavidades Zonales Secretario Facultad:

Largo sala: 4,10 m.

Ancho sala: 3,50 m.

Superficie total: 14,67 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 4800 Lúmenes.

Cálculo:

$$1.- \text{Índice de local (K): } K = (4,10 * 3,50) / 2,1 * (4,10 + 3,50) = 0,9$$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,72.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 14,67) / (0,72 * 0,75) = 8150 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 8150 [\text{Lúmenes}] / (4800 [\text{Lúmenes}]) = 1,7; \text{ se aproxima a 2 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (2 * 4800 * 0,72 * 0,75) / (14,67) = 353 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 4 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.13; siendo inclusive mejor al cálculo teórico realizado con anterioridad.

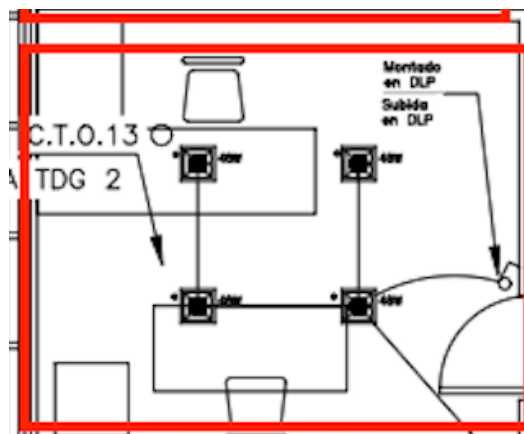


Imagen 5.13: “Distribución de luminarias Oficina Secretario Facultad”.

Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (4 * 4800 * 0,72 * 0,75) / (14,67) = 706 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto en su estado actual cuenta con 2 luminaria más de lo necesario del que arroja el cálculo teórico Método Cavidades Zonales inicialmente, por lo tanto es superior cumpliendo con la normativa RIC N° 10 con 706 Luxes como iluminancia media en el interior del recinto.

Método Cavidades Zonales Oficina 3:

Largo sala: 3,43 m.

Ancho sala: 2,70 m.

Superficie total: 9,77 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 4800 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (3,43 * 2,70) / 2,1 * (3,43 + 2,70) = 0,7$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,74.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 9,77) / (0,74 * 0,75) = 5281 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 5281 [\text{Lúmenes}] / (4800 [\text{Lúmenes}]) = 1,1; \text{ se aproxima a 2 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$E_m = (2 * 4800 * 0,74 * 0,75) / (9,77) = 545 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 3 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.14; siendo inclusive mejor al cálculo teórico realizado con anterioridad.

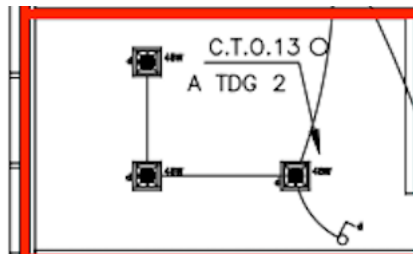


Imagen 5.14: “Distribución de luminarias Oficina 3”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (3 * 4800 * 0,74 * 0,75) / (9,77) = 818 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto en su estado actual cuenta con 1 luminaria más de lo necesario del que arroja el cálculo teórico Método Cavidades Zonales inicialmente, por lo tanto es superior cumpliendo con la normativa RIC N° 10 con 818 Luxes como iluminación media en el interior del recinto.

Método Cavidades Zonales Oficina 4:

Largo sala: 4,60 m.

Ancho sala: 2,59 m.

Superficie total: 13,37 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 4800 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (4,60 * 2,59) / 2,1 * (4,60 + 2,59) = 0,79$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $C_u = 0,73$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 13,37) / (0,73 * 0,75) = 7326 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 7326 [\text{Lúmenes}] / (4800 [\text{Lúmenes}]) = 1,52 ; \text{ se aproxima a 2 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (2 * 4800 * 0,73 * 0,75) / (13,37) = 393 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 3 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.15; siendo inclusive mejor al cálculo teórico realizado con anterioridad.

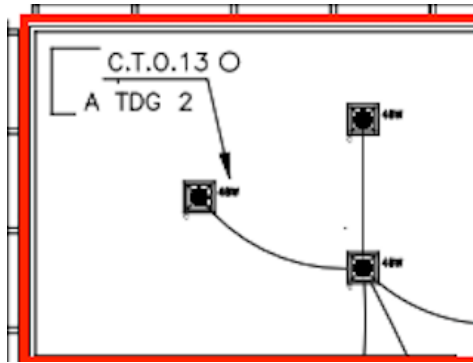


Imagen 5.15: “Distribución de luminarias Oficina 4”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (3 * 4800 * 0,73 * 0,75) / (13,37) = 589 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto en su estado actual cuenta con 1 luminaria más de lo necesario del que arroja el cálculo teórico Método Cavidades Zonales inicialmente, por lo tanto es superior cumpliendo con la normativa RIC N° 10 con 589 Luxes como iluminación media en el interior del recinto.

Método Cavidades Zonales Laboratorio Control de Calidad:

Largo sala: 6,24 m.
Ancho sala: 5,24 m.
Superficie total: 38,64 m².
Altura montaje: 1,97 m.
Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.
Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.
Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (6,24 * 5,24) / 1,97 * (6,24 + 5,24) = 1,45$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,67.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 38,64) / (0,67 * 0,75) = 38447 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 38447 [\text{Lúmenes}] / (2 * 1800 [\text{Lúmenes}]) = 10,6; \text{ se aproxima a 11 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (11 * 2 * 1800 * 0,67 * 0,75) / (38,64) = 514 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 7 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.16. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

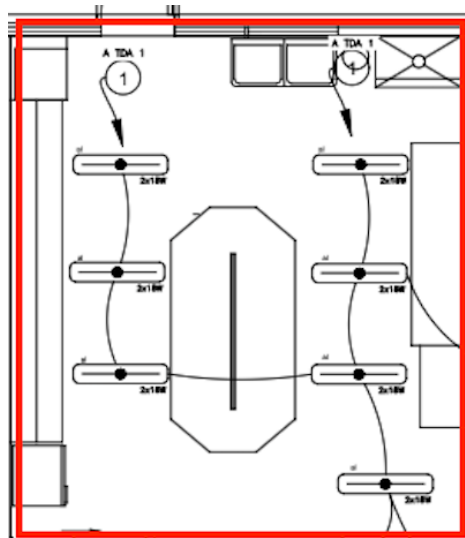


Imagen 5.16: “Distribución de luminarias Lab. Control Calidad”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (7 * 2 * 1800 * 0,67 * 0,75) / (38,64) = 327 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 327 Luxes, siendo inferior a los 500 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 4 luminarias más para entregar un total de 514 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Método Cavidades Zonales Instrumental 2:

Largo sala: 3,48 m.

Ancho sala: 2,61 m.

Superficie total: 9,23 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 200 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (3,48 * 2,61) / 2,1 * (3,48 + 2,61) = 0,7$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,74.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$(\Phi_t) = (200 * 9,23) / (0,74 * 0,75) = 3326$ Lúmenes.

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 3326$ [Lúmenes] / (2 x 1800 [Lúmenes]) = 0,92; se aproxima a 1 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$Em = (1 * 2 * 1800 * 0,74 * 0,75) / (9,23) = 216$ Luxes.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 1 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.17 siendo acorde al cálculo teórico realizado con anterioridad.

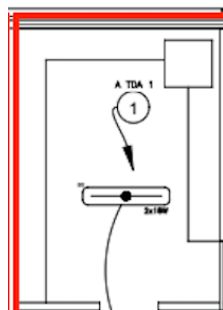


Imagen 5.17: “Distribución de luminarias Instrumental 2”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

7.- Finalizando, este recinto cumple, ya que cuenta con un total de 216 Luxes como iluminación media, por lo que está sobre la normativa RIC N° 10 para este tipo de recintos (200), por lo que esta apta para llevar a cabo las actividades de aprendizaje lumínicamente confortables en el interior de esta.

Método Cavidades Zonales Sala de Lavado:

Largo sala: 6,70 m.

Ancho sala: 2,60 m.

Superficie total: 15,32 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 200 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (6,70 * 2,60) / 2,1 * (6,70 + 2,60) = 0,9$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $Cu = 0,72$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m) = 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$(\Phi_t) = (200 * 15,32) / (0,72 * 0,75) = 5674$ Lúmenes.

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 5674$ [Lúmenes] / (2 x 1800 [Lúmenes]) = 1,57; se aproxima a 2 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$Em = (2 * 2 * 1800 * 0,72 * 0,75) / (15,32) = 253$ Luxes.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 2 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.18 siendo acorde al cálculo teórico realizado con anterioridad.

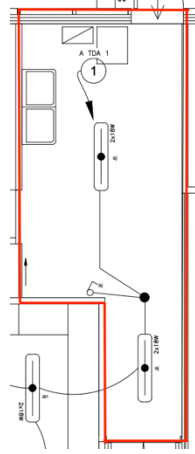


Imagen 5.18: “Distribución de luminarias Sala de Lavado”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

7.- Finalizando, este recinto cumple, ya que cuenta con un total de 253 Luxes como iluminación media, por lo que está sobre la normativa RIC N° 10 para este tipo de recintos (200), por lo que esta apta para llevar a cabo las actividades de aprendizaje lumínicamente confortables en el interior de esta.

Método Cavidades Zonales Laboratorio Líquidos:

Largo sala: 6,18 m.

Ancho sala: 2,60 m.

Superficie total: 16,51 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

$$1.- \text{Índice de local (K): } K = (6,18 * 2,6) / 1,97 * (6,18 + 2,6) = 0,93$$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,72.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 16,51) / (0,72 * 0,75) = 15287 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 15287 \text{ [Lúmenes]} / (6000 \text{ [Lúmenes]}) = 2,5$; se aproxima a 3 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$Em = (3 * 6000 * 0,72 * 0,75) / (16,51) = 588 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 2 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.19. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

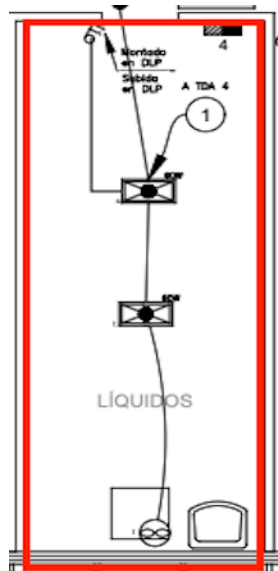


Imagen 5.19: “Distribución de luminarias Laboratorio Líquidos”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$Em = (2 * 6000 * 0,72 * 0,75) / (16,51) = 392 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 392 Luxes, siendo inferior a los 500 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 3 luminarias más para entregar un total de 588 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Método Cavidades Zonales Laboratorio Envasado:

Largo sala: 6,18 m.

Ancho sala: 2,60 m.

Superficie total: 16,94 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (6,18 * 2,6) / 1,97 * (6,18 + 2,6) = 0,93$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $Cu = 0,72$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$(\Phi_t) = (500 * 16,94) / (0,72 * 0,75) = 15685$ Lúmenes.

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 15685[\text{Lúmenes}] / (6000 [\text{Lúmenes}]) = 2,6$; se aproxima a 3 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$E_m = (3 * 6000 * 0,72 * 0,75) / (16,94) = 573$ Luxes.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 2 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.20. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

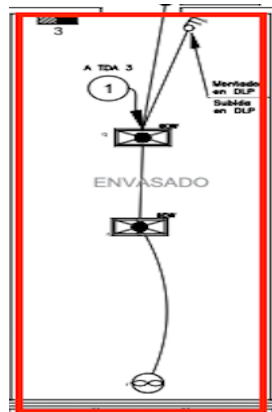


Imagen 5.20: “Distribución de luminarias Laboratorio Envasado”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (2 * 6000 * 0,72 * 0,75) / (16,94) = 382 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 382 Luxes, siendo inferior a los 500 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 3 luminarias más para entregar un total de 573 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Método Cavidades Zonales Sala De Reuniones:

Largo sala: 8,11 m.

Ancho sala: 4,43 m.

Superficie total: 28,0 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 200 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 82% - Color marfil claro.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (8,11 * 4,43) / 2,1 * (8,11 + 4,43) = 1,4$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,72.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (200 * 28) / (0,72 * 0,75) = 10370 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 10370 \text{ [Lúmenes]} / (2 * 1800 \text{ [Lúmenes]}) = 2,9; \text{ se aproxima a 3 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$E_m = (3 * 2 * 1800 * 0,72 * 0,75) / (28) = 208 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 7 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.21; siendo inclusive mejor al cálculo teórico realizado con anterioridad.

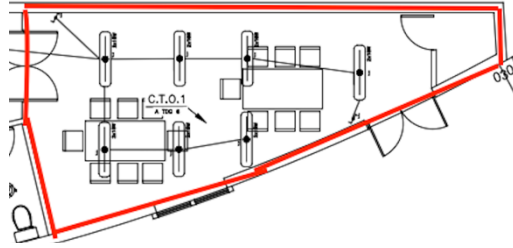


Imagen 5.21: “Distribución de luminarias Sala de Reuniones”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (7 * 2 * 1800 * 0,72 * 0,75) / (28) = 486 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto en su estado actual cuenta con 4 luminaria más de lo necesario del que arroja el cálculo teórico Método Cavidades Zonales inicialmente, por lo tanto es superior cumpliendo con la normativa RIC N° 10 con 486 Luxes como iluminación media en el interior del recinto.

NIVEL 2

Método Cavidades Zonales Sala 1:

Largo sala: 11,5 m.

Ancho sala: 7,7 m.

Superficie total: 88,55 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 4800 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (11,5 * 7,7) / 2,1 * (11,5 + 7,7) = 2,19$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,63.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 88,55) / (0,63 * 0,75) = 56222 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 56222[\text{Lúmenes}] / (4800 [\text{Lúmenes}]) = 11,7$; se aproxima a 12 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$E_m = (12 * 4800 * 0,63 * 0,75) / (88,55) = 308 \text{ Luxes}$.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 18 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.22; siendo inclusive mejor al cálculo teórico realizado con anterioridad.

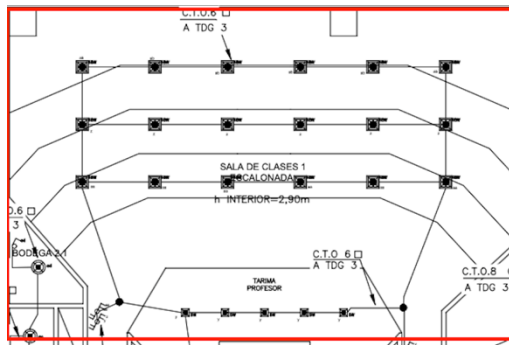


Imagen 5.22: “Distribución de luminarias Sala 1”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$E_m = (18 * 4800 * 0,63 * 0,75) / (88,55) = 463 \text{ Luxes}$.

7.- Finalizando, este recinto en su estado actual cuenta con 6 luminaria más de lo necesario del que arroja el cálculo teórico Método Cavidades Zonales inicialmente, por lo tanto es superior cumpliendo con la normativa RIC N° 10 con 463 Luxes como iluminación media en el interior del recinto.

Método Cavidades Zonales Laboratorio Instrumental:

Largo sala: 7,08 m.

Ancho sala: 6,02 m.

Superficie total: 42,62 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 4800 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (7,08 * 6,02) / 1,97 * (7,08 + 6,02) = 1,7$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (C_u) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $C_u = 0,67$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 42,62) / (0,67 * 0,75) = 42407 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 42407[\text{Lúmenes}] / (4800 [\text{Lúmenes}]) = 8,9 ; \text{ se aproxima a 9 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (9 * 4800 * 0,67 * 0,75) / (42,62) = 509 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 10 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.23; siendo inclusive mejor al cálculo teórico realizado con anterioridad.

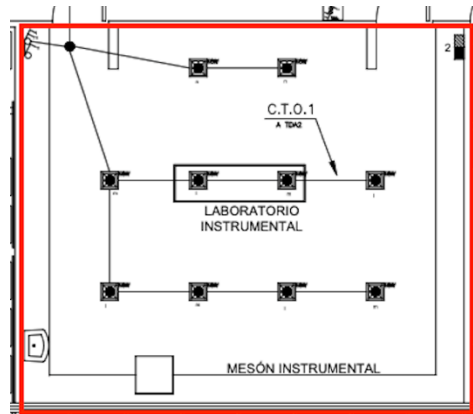


Imagen 5.23: “Distribución de luminarias Laboratorio Instrumental”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (10 * 4800 * 0,67 * 0,75) / (42,62) = 566 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto en su estado actual cuenta con 1 luminaria más de lo necesario del que arroja el cálculo teórico Método Cavidades Zonales inicialmente, por lo tanto es superior cumpliendo con la normativa RIC N° 10 con 566 Luxes como iluminancia media en el interior del recinto.

Método Cavidades Zonales Sala 3:

Largo sala: 6,48 m.

Ancho sala: 6,02 m.

Superficie total: 39 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (6,48 * 6,02) / 2,1 * (6,48 + 6,02) = 1,5$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,68.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$(\Phi_t) = (300 * 39) / (0,68 * 0,75) = 22941$ Lúmenes.

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 22941[\text{Lúmenes}] / (6000 [\text{Lúmenes}]) = 3,8$; se aproxima a 4 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 3 (Em):

$Em = (4 * 6000 * 0,68 * 0,75) / (39) = 314$ Luxes.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 4 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.24; siendo acorde al cálculo teórico realizado con anterioridad.

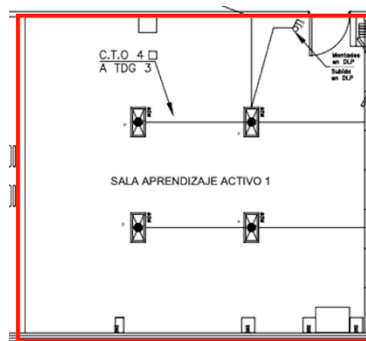


Imagen 5.24: “Distribución de luminarias Sala 3”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

7.- Finalizando, este recinto cumple, ya que cuenta con un total de 314 Luxes como iluminación media, por lo que está sobre la normativa RIC N° 10 para este tipo de recintos (300), por lo que esta apta para llevar a cabo las actividades de aprendizaje lumínicamente confortables en el interior de esta.

Método Cavidades Zonales Auditorio:

Largo sala: 14,53 m.

Ancho sala: 10,3 m.

Superficie total: 135 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 81% - Color amarillo azufre.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (14,53 * 10,3) / 2,1 * (14,53 + 10,3) = 2,9$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,65.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2.7 para salas.

$(\Phi_t) = (500 * 135) / (0,65 * 0,75) = 138461$ Lúmenes.

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 138461[\text{Lúmenes}] / (6000 [\text{Lúmenes}]) = 23,07$; se aproxima a 24 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 3 (Em):

$Em = (24 * 6000 * 0,65 * 0,75) / (135) = 520$ Luxes.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 18 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.25. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

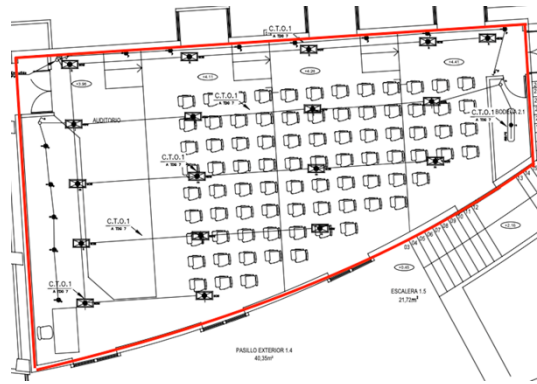


Imagen 5.25: “Distribución de luminarias Auditorio”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (18 * 6000 * 0,65 * 0,75) / (135) = 390 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 390 Luxes, siendo inferior a los 500 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 6 luminarias más para entregar un total de 520 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Método Cavidades Zonales Laboratorio Docencia 1:

Largo sala: 15,43 m.

Ancho sala: 8 m.

Superficie total: 110,34 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (15,43 * 8) / 1,97 * (15,43 + 8) = 2,7$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,60.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2.7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 110,34) / (0,60 * 0,75) = 122600 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 122600[\text{Lúmenes}] / (6000 [\text{Lúmenes}]) = 20,4 ; \text{ se aproxima a } 21 \text{ luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 3 (Em):

$$Em = (21 * 6000 * 0,60 * 0,75) / (110,34) = 514 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 12 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.26. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

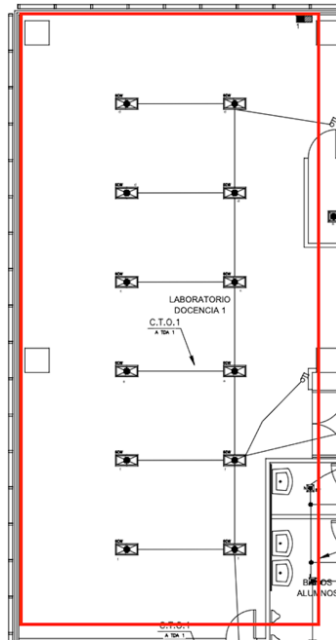


Imagen 5.26: “Distribución de luminarias Laboratorio Docencia 1”.

Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$Em = (12 * 6000 * 0,60 * 0,75) / (110,34) = 294 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 294 Luxes, siendo inferior a los 500 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 9 luminarias más para entregar un total de 514 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

NIVEL 3

Método Cavidades Zonales Laboratorio Docencia 2:

Largo sala: 16,9 m.

Ancho sala: 8,0 m.

Superficie total: 133,42 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 4800 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (16,9 * 8,0) / 1,97 * (16,9 + 8,0) = 2,76$

2.- Al tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $Cu = 0,59$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$(\Phi_t) = (500 * 133,42) / (0,59 * 0,75) = 150757$ Lúmenes.

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 150757$ [Lúmenes] / (4800 [Lúmenes]) = 31,4; se aproxima a 32 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$Em = (32 * 4800 * 0,59 * 0,75) / (133,42) = 509$ Luxes.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 24 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.27. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

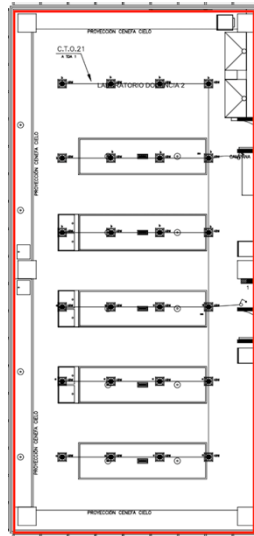


Imagen 5.27: “Distribución de luminarias Laboratorio Docencia 2”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (24 * 4800 * 0,59 * 0,75) / (133,42) = 382 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 382 Luxes, siendo inferior a los 500 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 8 luminarias más para entregar un total de 509 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Método Cavidades Zonales Laboratorio Ciencias Básicas 3 y 4:

Largo sala: 14,67 m.

Ancho sala: 8,0 m.

Superficie total: 119,02 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes..

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (14,67 * 8,0) / 1,97 * (14,67 + 8,0) = 2,6$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,60.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 119) / (0,60 * 0,75) = 132222 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 132222 \text{ [Lúmenes]} / (6000 \text{ [Lúmenes]}) = 22,037; \text{ se aproxima a 23 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (23 * 6000 * 0,60 * 0,75) / (119) = 521 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 15 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.28. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

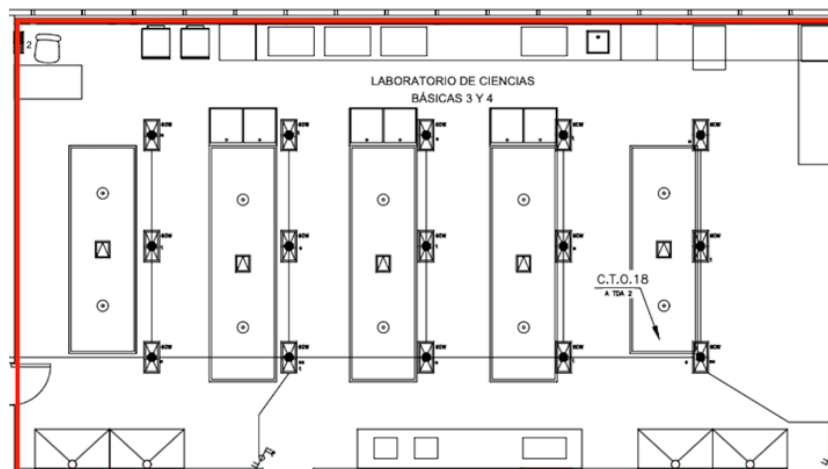


Imagen 5.28: “Distribución de luminarias Laboratorio Ciencias Básicas 3 y 4”.

Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (15 * 6000 * 0,60 * 0,75) / (119) = 340 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 340 Luxes, siendo inferior a los 500 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 8 luminarias más para entregar un total de 521 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Método Cavidades Zonales Laboratorio Investigación Bioprocesos:

Largo sala: 6,04 m.

Ancho sala: 3,94 m.

Superficie total: 23,7 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 4800 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (6,04 * 3,94) / 1,97 * (6,04 + 3,94) = 1,2$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,70.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$(\Phi_t) = (500 * 23,7) / (0,70 * 0,75) = 22571$ Lúmenes.

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 22571$ [Lúmenes] / (4800 [Lúmenes]) = 4,7; se aproxima a 5 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$Em = (5 * 4800 * 0,70 * 0,75) / (23,7) = 531$ Luxes.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 8 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.29; siendo inclusive mejor al cálculo teórico realizado con anterioridad.

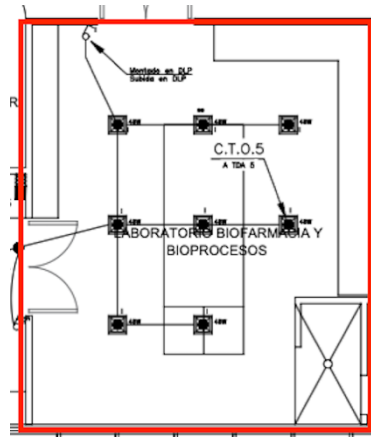


Imagen 5.29: “Distribución de luminarias Laboratorio Investigación Bioprocesos”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (8 * 4800 * 0,70 * 0,75) / (23,7) = 850 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto en su estado actual cuenta con 3 luminaria más de lo necesario del que arroja el cálculo teórico Método Cavidades Zonales inicialmente, por lo tanto es superior cumpliendo con la normativa RIC N° 10 con 850 Luxes como iluminación media en el interior del recinto.

Método Cavidades Zonales Laboratorio Toxicología:

Largo sala: 6,04 m.

Ancho sala: 4,61 m.

Superficie total: 37,57 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 4800 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (6,04 * 4,61) / 1,97 * (6,04 + 4,61) = 1,35$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,68.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 37,57) / (0,68 * 0,75) = 36833 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 36833 \text{ [Lúmenes]} / (4800 \text{ [Lúmenes]}) = 7,7; \text{ se aproxima a 8 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$Em = (8 * 4800 * 0,68 * 0,75) / (37,57) = 521 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 8 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.30; siendo acorde al cálculo teórico realizado con anterioridad.

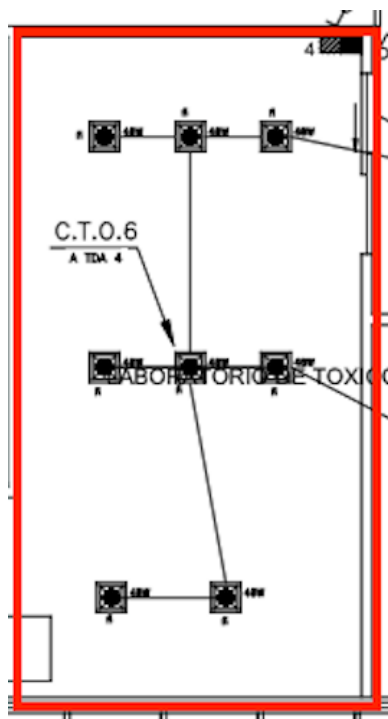


Imagen 5.30: “Distribución de luminarias Laboratorio Toxicología”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

7.- Finalizando, este recinto cumple, ya que cuenta con un total de 521 Luxes como iluminación media, por lo que está sobre la normativa RIC N° 10 para este tipo de recintos (500), por lo que esta apta para llevar a cabo las actividades de aprendizaje lumínicamente confortables en el interior de esta.

Método Cavidades Zonales Sala de Clases Farmacia:

Largo sala: 7,71 m.

Ancho sala: 5,17 m.

Superficie total: 38,0 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 34% - Color cemento fino.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (7,25 * 5,17) / 2,1 * (7,25 + 5,17) = 1,44$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,45.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 38) / (0,45 * 0,75) = 33777 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 33777 [\text{Lúmenes}] / (2 * 1800 [\text{Lúmenes}]) = 9,3; \text{ se aproxima a } 10 \text{ luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$Em = (10 * 2 * 1800 * 0,45 * 0,75) / (38) = 319 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 11 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.31; siendo inclusive mejor al cálculo teórico realizado con anterioridad.

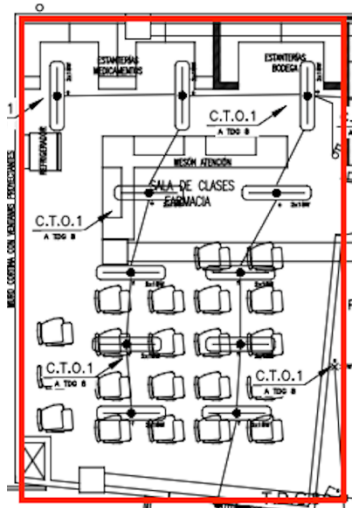


Imagen 5.31: “Distribución de luminarias Sala de Clases Farmacia”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (11 * 2 * 1800 * 0,45 * 0,75) / (38) = 351 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto en su estado actual cuenta con 1 luminaria más de lo necesario del que arroja el cálculo teórico Método Cavidades Zonales inicialmente, por lo tanto es superior cumpliendo con la normativa RIC N° 10 con 351 Luxes como iluminación media en el interior del recinto.

Método Cavidades Zonales Sala 2:

Largo sala: 10,24 m.

Ancho sala: 5,62 m.

Superficie total: 55,0 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 34% - Color cemento fino.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (10,24 * 5,62) / 2,1 * (10,24 + 5,62) = 1,73$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,44.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 55) / (0,44 * 0,75) = 50000 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 50000 \text{ [Lúmenes]} / (2 * 1800 \text{ [Lúmenes]}) = 13,8; \text{ se aproxima a 14 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (14 * 2 * 1800 * 0,44 * 0,75) / (55) = 302 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 9 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.32. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

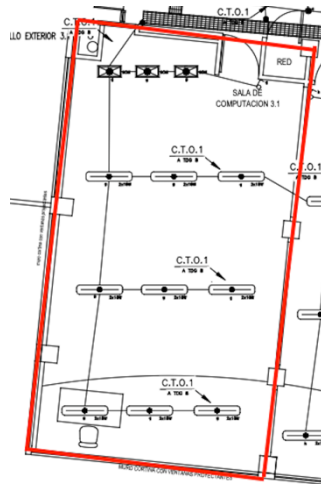


Imagen 5.32: “Distribución de luminarias Sala 2”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (9 * 2 * 1800 * 0,44 * 0,75) / (55) = 194 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 194 Luxes, siendo inferior a los 300 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 5 luminarias más para entregar un total de 302 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Método Cavidades Zonales Laboratorio Microscopia:

Largo sala: 10,52 m.

Ancho sala: 8,63 m. o 8,73m

Superficie total: 73,0 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (10,52 * 8,63) / 1,97 * (10,52 + 8,63) = 2,4$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,61.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 73) / (0,61 * 0,75) = 79781 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 79781 \text{ [Lúmenes]} / (2 * 1800 \text{ [Lúmenes]}) = 22,16; \text{ se aproxima a } 23 \text{ luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$Em = (23 * 2 * 1800 * 0,61 * 0,75) / (73) = 519 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 11 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.33. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

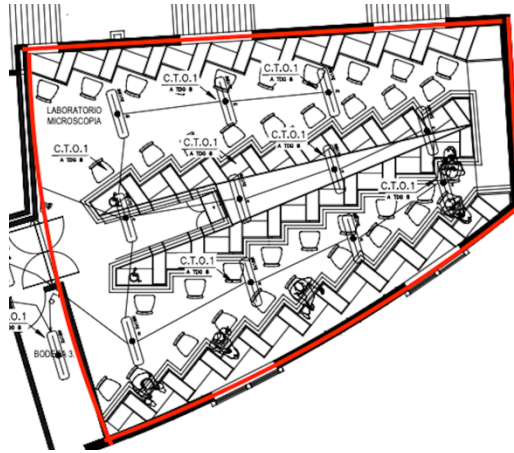


Imagen 5.33: “Distribución de luminarias Laboratorio Microscopía”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (11 * 2 * 1800 * 0,61 * 0,75) / (73) = 248 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 248 Luxes, siendo inferior a los 500 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 12 luminarias más para entregar un total de 519 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

NIVEL 4

Método Cavidades Zonales Laboratorio de Líquenes:

Largo sala: 7,14 m.

Ancho sala: 4,78 m.

Superficie total: 30,12 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 43% - Color cerezo americano.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

$$1.- \text{Índice de local (K): } K = (7,14 * 4,78) / 1,97 * (7,14 + 4,78) = 1,45$$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,45.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 30,12) / (0,45 * 0,75) = 44622 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 44622 \text{ [Lúmenes]} / (2 * 1800 \text{ [Lúmenes]}) = 12,4; \text{ se aproxima a 13 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (13 * 2 * 1800 * 0,45 * 0,75) / (30,12) = 524 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 9 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.34. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

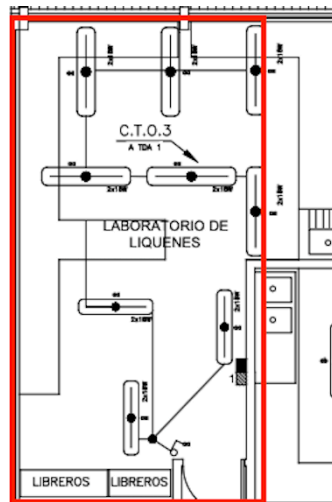


Imagen 5.34: “Distribución de luminarias Laboratorio Líquenes”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (9 * 2 * 1800 * 0,45 * 0,75) / (30,12) = 363 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 363 Luxes, siendo inferior a los 500 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 4 luminarias más para entregar un total de 524 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Método Cavidades Zonales Oficina Profesor:

Largo sala: 2,25 m.

Ancho sala: 2,28 m.

Superficie total: 6,8 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 43% - Color cerezo americano.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (2,32 * 2,28) / 2,1 * (2,32 + 2,28) = 0,5$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,48.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 6,8) / (0,48 * 0,75) = 5666 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 5666 [\text{Lúmenes}] / (2 * 1800 [\text{Lúmenes}]) = 1,57; \text{ se aproxima a 2 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$Em = (2 * 2 * 1800 * 0,48 * 0,75) / (6,8) = 381 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 1 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.35. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

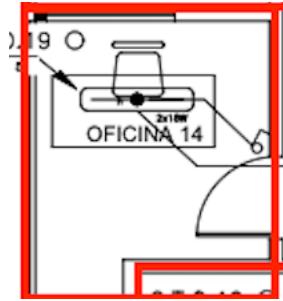


Imagen 5.35: “Distribución de luminarias Oficina Profesor”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (1 * 2 * 1800 * 0,48 * 0,75) / (6,8) = 190 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 190 Luxes, siendo inferior a los 300 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 1 luminarias más para entregar un total de 381 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Método Cavidades Zonales Oficina 15:

Largo sala: 4,69 m.

Ancho sala: 2,91 m.

Superficie total: 13,6 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 43% - Color cerezo americano.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

$$1.- \text{Índice de local (K): } K = (4,69 * 2,91) / 2,1 * (4,69 + 2,91) = 0,86$$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,46.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 13,6) / (0,46 * 0,75) = 11826 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 11826 \text{ [Lúmenes]} / (2 * 1800 \text{ [Lúmenes]}) = 3,3$; se aproxima a 4 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$E_m = (4 * 2 * 1800 * 0,46 * 0,75) / (13,6) = 365 \text{ Luxes}$.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 4 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.36; siendo acorde al cálculo teórico realizado con anterioridad.

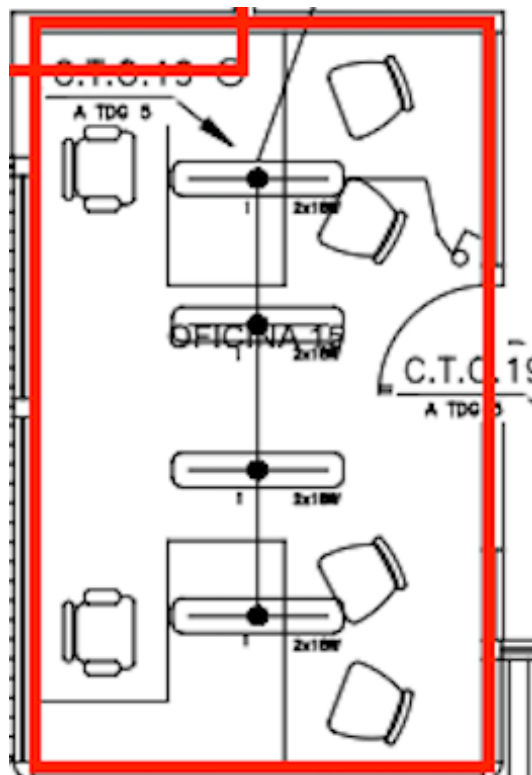


Imagen 5.36: “Distribución de luminarias Oficina 15”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

7.- Finalizando, este recinto cumple, ya que cuenta con un total de 365 Luxes como iluminación media, por lo que está sobre la normativa RIC N° 10 para este tipo de recintos (300), por lo que esta apta para llevar a cabo las actividades de aprendizaje lumínicamente confortables en el interior de esta.

Método Cavidades Zonales Laboratorio de Análisis de Alimentos y Productos Bioactivos:

Largo sala: 7,19 m.

Ancho sala: 7,07 m.

Superficie total: 50,39 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 43% - Color cerezo americano.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (7,19 * 7,07) / 1,97 * (7,19 + 7,07) = 1,8$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,43.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$(\Phi_t) = (500 * 50,39) / (0,43 * 0,75) = 78124$ Lúmenes.

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 78124$ [Lúmenes] / (2 * 1800 [Lúmenes]) = 21,7; se aproxima a 22 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$Em = (22 * 2 * 1800 * 0,43 * 0,75) / (50,39) = 506$ Luxes.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 9 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.37. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

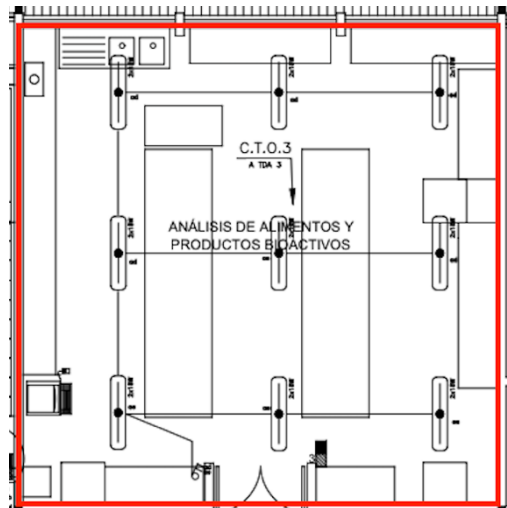


Imagen 5.37: “Distribución de luminarias Lab. Análisis de Alimentos y Prod. Bioactivos”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$Em = (9 * 2 * 1800 * 0,43 * 0,75) / (50,39) = 207 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 207 Luxes, siendo inferior a los 500 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 13 luminarias más para entregar un total de 506 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Método Cavidades Zonales Oficina Profesor 8:

Largo sala: 2,90 m.

Ancho sala: 2,34 m.

Superficie total: 7,47 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 43% - Color cerezo americano.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (2,9 * 2,34) / 2,1 * (2,9 + 2,34) = 0,6$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,47.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 7,47) / (0,47 * 0,75) = 6357 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 6357 \text{ [Lúmenes]} / (2 * 1800 \text{ [Lúmenes]}) = 1,7; \text{ se aproxima a 2 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (2 * 2 * 1800 * 0,47 * 0,75) / (7,47) = 339,7 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 2 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.38; siendo acorde al cálculo teórico realizado con anterioridad.

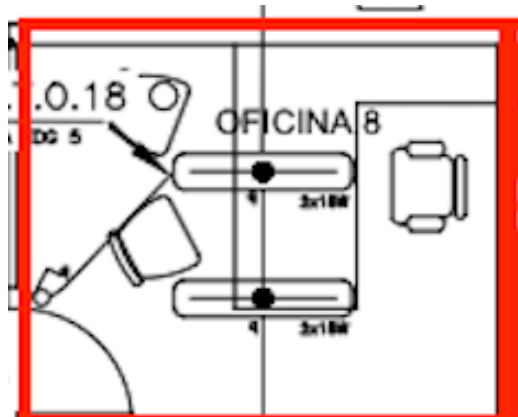


Imagen 5.38: “Distribución de luminarias Oficina 8”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

7.- Finalizando, este recinto cumple, ya que cuenta con un total de 339 Luxes como iluminación media, por lo que está sobre la normativa RIC N° 10 para este tipo de recintos (300), por lo que esta apta para llevar a cabo las actividades de aprendizaje lumínicamente confortables en el interior de esta.

Método Cavidades Zonales Oficina Profesor 9:

Largo sala: 2,90 m.

Ancho sala: 2,22 m.

Superficie total: 7.06 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 43% - Color cerezo americano.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (2,9 * 2,22) / 2,1 * (2,9 + 2,22) = 0,6$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $Cu = 0,47$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m) = 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 7,06) / (0,47 * 0,75) = 6008 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 6008 [\text{Lúmenes}] / (2 * 1800 [\text{Lúmenes}]) = 1,6; \text{ se aproxima a 2 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (2 * 2 * 1800 * 0,47 * 0,75) / (7,06) = 359,5 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 2 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.39; siendo acorde al cálculo teórico realizado con anterioridad.

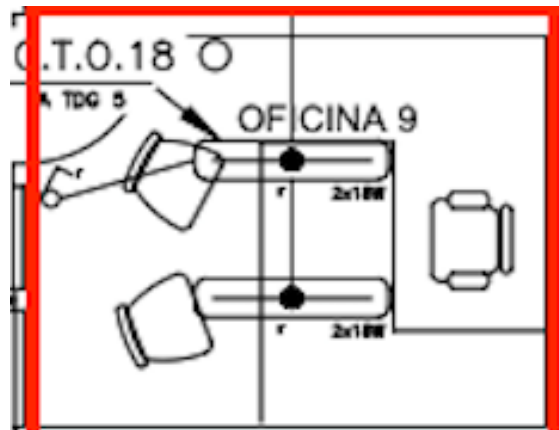


Imagen 5.39: “Distribución de luminarias Oficina 9”.

Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

7.- Finalizando, este recinto cumple, ya que cuenta con un total de 359 Luxes como iluminación media, por lo que está sobre la normativa RIC N° 10 para este tipo de recintos (300), por lo que esta apta para llevar a cabo las actividades de aprendizaje lumínicamente confortables en el interior de esta.

Método Cavidades Zonales Oficina Profesor 10:

Largo sala: 2,90 m.

Ancho sala: 2,34 m.

Superficie total: 7,48 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 43% - Color cerezo americano.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (2,9 * 2,34) / 2,1 * (2,9 + 2,34) = 0,6$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,47.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 7,48) / (0,47 * 0,75) = 6365 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 6365 [\text{Lúmenes}] / (2 * 1800 [\text{Lúmenes}]) = 1,7; \text{ se aproxima a 2 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$Em = (2 * 2 * 1800 * 0,47 * 0,75) / (7,48) = 339 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 2 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.40; siendo acorde al cálculo teórico realizado con anterioridad.

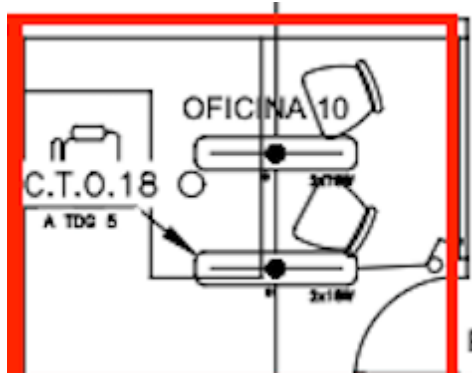


Imagen 5.40: “Distribución de luminarias Oficina 10”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

7.- Finalizando, este recinto cumple, ya que cuenta con un total de 339 Luxes como iluminación media, por lo que está sobre la normativa RIC N° 10 para este tipo de recintos (300), por lo que esta apta para llevar a cabo las actividades de aprendizaje lumínicamente confortables en el interior de esta.

Método Cavidades Zonales Oficina Profesor 11:

Largo sala: 2,90 m.

Ancho sala: 2,22 m.

Superficie total: 7,07 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 43% - Color cerezo americano.

Coefficiente de reflexión Pared: 68% - Color blanco grisáceo.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

$$1.- \text{Índice de local (K): } K = (2,9 * 2,22) / 2,1 * (2,9 + 2,22) = 0,6$$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,47.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 7,07) / (0,47 * 0,75) = 6017 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 6017 \text{ [Lúmenes]} / (2 \times 1800 \text{ [Lúmenes]}) = 1,7$; se aproxima a 2 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$E_m = (2 * 2 * 1800 * 0,47 * 0,75) / (7,07) = 359 \text{ Luxes}$.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 2 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.41; siendo acorde al cálculo teórico realizado con anterioridad.

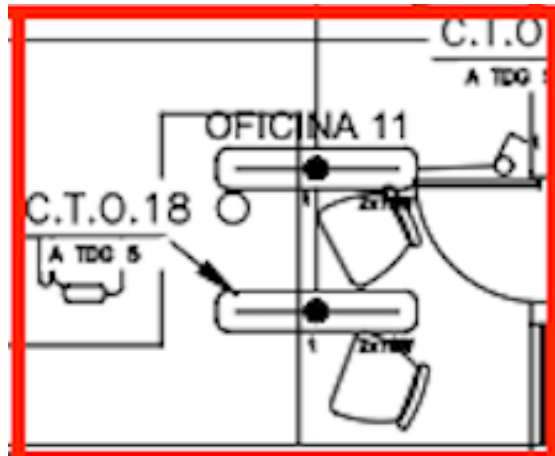


Imagen 5.41: “Distribución de luminarias Oficina 11”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

7.- Finalizando, este recinto cumple, ya que cuenta con un total de 359 Luxes como iluminación media, por lo que está sobre la normativa RIC N° 10 para este tipo de recintos (300), por lo que esta apta para llevar a cabo las actividades de aprendizaje lumínicamente confortables en el interior de esta.

Método Cavidades Zonales Sala de Clases 4:

Largo sala: 12,73 m.

Ancho sala: 9,59 m.

Superficie total: 96,0 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 300 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 77% - Color blanco crema.

Coefficiente de reflexión Pared: 82% - Color marfil claro.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (12,73 * 9,59) / 2,1 * (12,73 + 9,59) = 2,6$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (C_u) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $C_u = 0,66$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m) = 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (300 * 96) / (0,66 * 0,75) = 58181 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 58181 [\text{Lúmenes}] / (6000 [\text{Lúmenes}]) = 9,7; \text{ se aproxima a } 10 \text{ luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (10 * 6000 * 0,66 * 0,75) / (96) = 309 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en esta aula un total de 9 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.42. Este siendo un valor inferior al cálculo teórico Método Cavidades Zonales, encontrándose bajo la normativa RIC N° 10. De este modo se procede a realizar el cálculo con la cantidad de luminarias en su estado actual.

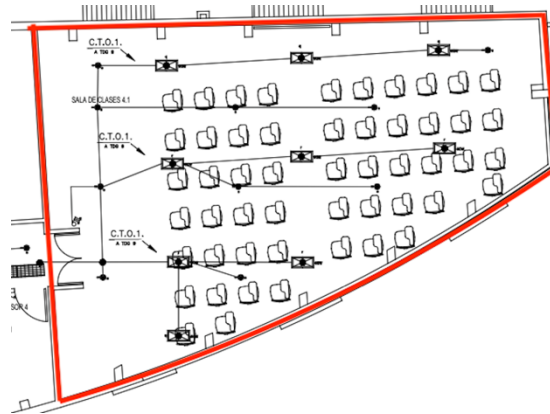


Imagen 5.42: “Distribución de luminarias Sala de Clases 4”.
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad de Valparaíso.

$$E_m = (9 * 6000 * 0,66 * 0,75) / (96) = 278 \text{ Luxes.}$$

7.- Finalizando, este recinto no cumple con lo mínimo estipulado en la normativa, al tener 278 Luxes, siendo inferior a los 300 exigidos como mínimo para recintos de este tipo. Según el método Cavidades Zonales, este debiese estar con 1 luminarias más para entregar un total de 309 Luxes como iluminación media, con tal de realizar las actividades educacionales lumínicamente confortables. Por ende se propone agregar la cantidad de luminarias faltantes del mismo tipo para este recinto.

Concluyendo el estudio de la iluminancia media producida por iluminación artificial por el método matemático, se procede a modo resumen la siguiente tabla 5.1.

Tabla 5.1 Resumen de datos, Cavidades Zonales por recinto.

			Calculo "Cavidades Zonales", estado actual (Real)	Calculo con/sin mejoras en las luminarias	
Nivel Zocalo	Tipo de luminaria	Total de luminarias	Iluminancia media (Em) [Lux]	Iluminancia media (Em) [Lux]	Observaciones
Auditorio	Led 60w	8	191	503	Agregar 13
Patio cubiertoo	2x18w	9	174	216	Agregar 2
Oficina part time 1	Led 60w	1	442	442	Cumple con normativa
Oficina part time 2	Led 60w	2	695	347	Cumple con normativa
Nivel 1					
Oficina 1	Led 48w	2	668	334	Cumple con normativa
Oficina 2	Led 48w	2	390	390	Cumple con normativa
Oficina Secretaria Decano	Led 48w	4	685	342	Cumple con normativa
Of. Secretario Facultad	Led 48w	4	883	353	Cumple con normativa
Oficina 3	Led 48w	3	818	545	Cumple con normativa
Oficina 4	Led 48w	3	589	393	Cumple con normativa
Lab. Control Calidad	2x18w	7	327	514	Agregar 4
Instrumental 2	2x18w	1	216	216	Cumple con normativa
Sala de Lavado	2x18w	2	253	253	Cumple con normativa
Laboratorio Liquidos	Led 60w	2	392	588	Agregar 1
Laboratorio Envasado	Led 60w	2	382	573	Agregar 1
Sala de Reuniones	2x18w	7	486	208	Cumple con normativa
Nivel 2					
Sala 1	Led 48w	18	463	308	Cumple con normativa
Laboratorio instrumental	Led 48w	10	566	509	Cumple con normativa
Sala 3	Led 60w	4	314	314	Cumple con normativa
Auditorio	Led 60w	18	390	520	Agregar 6
Lab. Docencia 1	Led 60w	12	294	514	Agregar 9
Nivel 3					
Lab. Docencia 2	Led 48w	24	382	509	Agregar 8
Lab. Ciencias Basicas 3 y 4	Led 60w	15	340	521	Agregar 8
Lab. Invest. Bioprocesos	Led 48w	8	850	531	Cumple con normativa
Lab. Toxicologia	Led 48w	8	521	521	Cumple con normativa
Sala de Clases Farmacia	2x18w	12	383	319	Cumple con normativa
Sala 2	2x18w	9	194	302	Agregar 5
Lab. Microscopia	2x18w	11	248	519	Agregar 12
Nivel 4					
Lab. De Liqueenes	2x18w	9	363	524	Agregar 4
Oficina Profesor	2x18w	1	190	381	Agregar 1
Oficina 15	2x18w	4	365	365	Cumple con normativa
Lab. Analisis de A. y P.B	2x18w	9	207	506	Agregar 13
Oficina Profesor 8	2x18w	2	339	339	Cumple con normativa
Oficina Profesor 9	2x18w	2	359	359	Cumple con normativa
Oficina Profesor 10	2x18w	2	339	339	Cumple con normativa
Oficina Profesor 11	2x18w	2	359	359	Cumple con normativa
Sala De Clases 4	Led 60w	9	278	309	Agregar 1

Fuente: Elaboración propia.

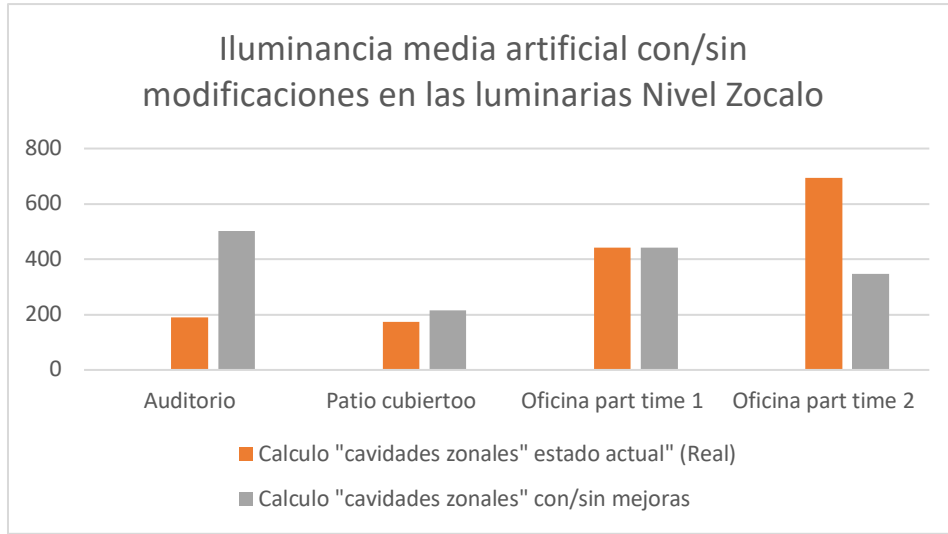


Gráfico 5.1: “Iluminancias medias de los recintos estado actual vs con mejoras”.
Fuente: Elaboración propia.

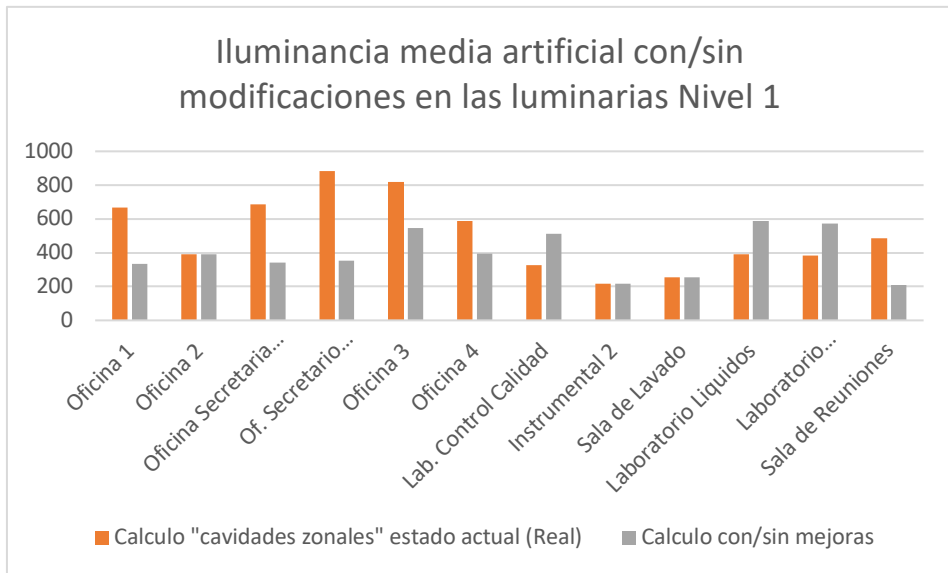


Gráfico 5.2: “Iluminancias medias de los recintos estado actual vs con mejoras”.
Fuente: Elaboración propia.

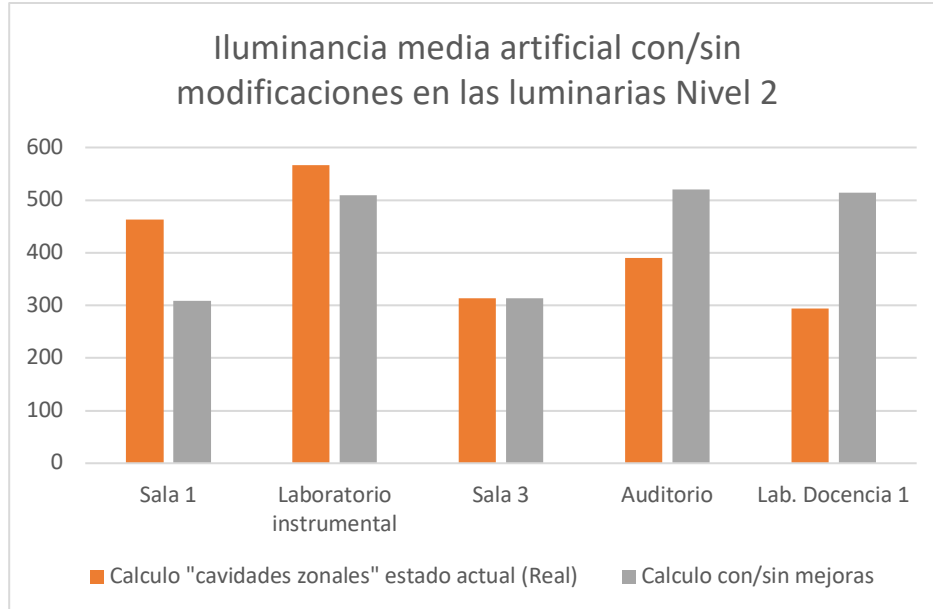


Gráfico 5.3: “Iluminancias medias de los recintos estado actual vs con mejoras”.
Fuente: Elaboración propia.

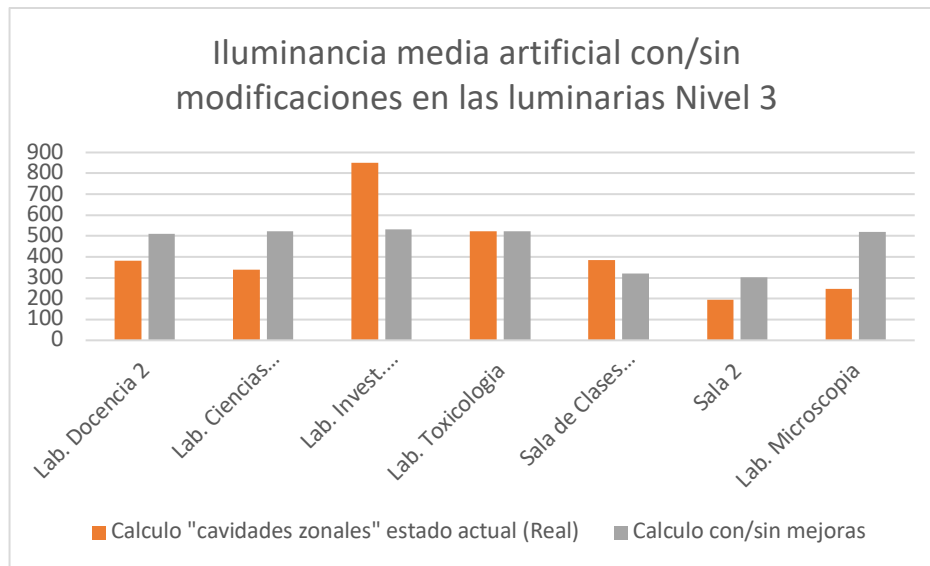


Gráfico 5.4: “Iluminancias medias de los recintos estado actual vs con mejoras”.
Fuente: Elaboración propia.

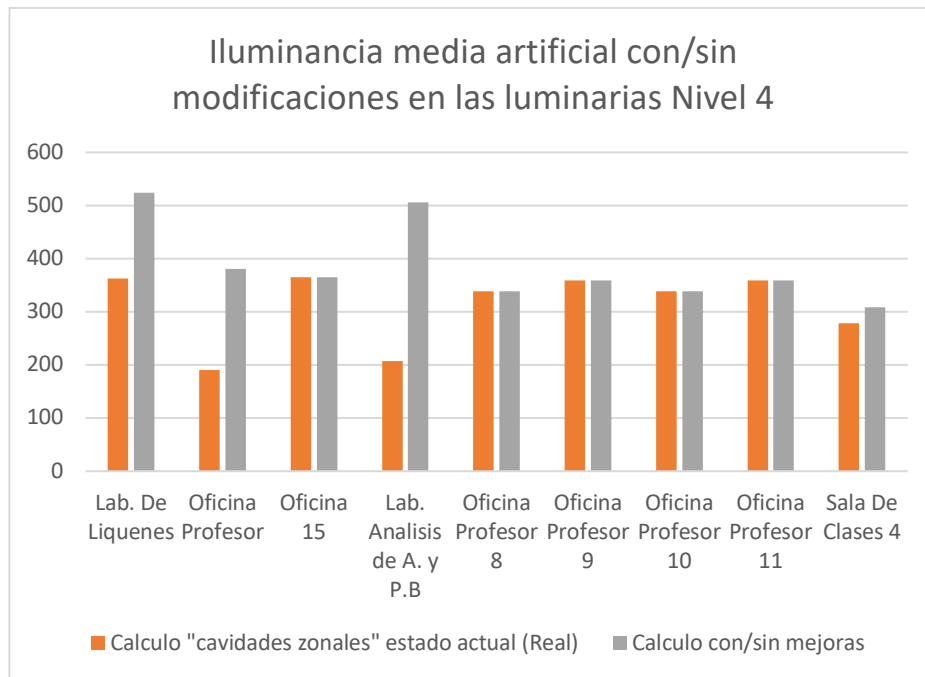


Gráfico 5.5: “Iluminancias medias de los recintos estado actual vs con mejoras”.
Fuente: Elaboración propia.

Eje vertical de gráficos: Luxes.

De la tabla resumen de luminarias y de los gráficos en el ámbito de iluminación artificial se aprecia que de los 37 recintos interiores estudiados, 15 recintos no cumplen con la normativa estipulada, es decir un 40%, mientras que el otro 60% está cumpliendo con la normativa estipulada en el RIC N° 10. Por lo tanto a este 40% le hará falta un aumento de luminarias del mismo tipo de las ya existentes a cada recinto según corresponda como están expresadas en la tabla ## para llegar a cumplir con la normativa.

La tabla resumen y gráficos anteriores corresponden al rendimiento actual de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso solo con iluminación artificial, en el cual, los valores de coeficientes de reflexión y colores se mantienen constantes con las características respectivas de cada recinto estudiado para este capítulo, las mejoras radican en un aumento de luminarias según corresponda expresado en la tabla ##. Destacar que, con respecto a la reflectancia del mobiliario, este factor no se considera en este cálculo teórico de “Método de cavidades zonales”, ya que este solo depende del coeficiente de reflexión de las superficies principales del recinto (Cielo, Muro y Suelo). Además se reafirma que la influencia del color y respectivo coeficiente de reflexión del mobiliario en la iluminancia media dentro de los recintos es insignificante como se menciona en el “Estudio del comportamiento lumínico del edificio de la Escuela de Derecho perteneciente a la Universidad de Valparaíso” (Durán, 2020). Al tener en consideración estas mejoras, al aumentar el número de luminarias, esto conllevará a un mayor consumo energético del edificio.

A continuación se muestra las tablas de la sumatoria de iluminación natural y artificial (Iluminancia media real) de todos los recintos analizados, con cielo cubierto, en los distintos horarios y fechas. Esto para analizar cómo se comporta la luz durante toda la jornada del día.

5.2 Tabla : Iluminancia media real (Luz natural + artificial) de cada recinto de todos los niveles para cielo cubierto en solsticios y equinoccios.

Nivel Zócalo

Fecha y Tipo de cielo	21 de Marzo de 2024 - Equinoccio de otoño - Cielo Cubierto			
Hora/Aula	Patio cubierto	Oficina 1	Oficina 2	Auditorio
09:00	755	454,5	705,4	193,64
12:00	1911	479,5	726,1	198,88
16:00	1855	478,2	725	198,62
18:00	1120	462,4	711,9	195,29

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto			
Hora/Aula	Patio cubierto	Oficina 1	Oficina 2	Auditorio
09:00	675	452,8	703,95	193,27
12:00	1451	469,6	717,8	196,79
16:00	902	457,7	708	194,3
18:00	518	449,42	701,15	192,56

Fecha y Tipo de cielo	21 de Septiembre 2024 - Equinoccio de primavera - Cielo Cubierto			
Hora/Aula	Patio cubierto	Oficina 1	Oficina 2	Auditorio
09:00	861	456,8	707,3	194,11
12:00	1960	480,5	726,9	199,1
16:00	1787	476,8	723,8	198,31
18:00	1013	460,1	710	194,81

Fecha y Tipo de cielo	21 de Diciembre de 2024 - Solsticio de verano - Cielo Cubierto			
Hora/Aula	Patio cubierto	Oficina 1	Oficina 2	Auditorio
09:00	1287	466	714,9	196,05
12:00	2315	488,2	733,3	200,71
16:00	2197	485,6	731,2	200,17
18:00	1501	470,6	718,7	197,02

Fuente: Elaboración propia.

Nivel 1

Fecha y Tipo de cielo	21 de Marzo de 2024 - Equinoccio de otoño - Cielo Cubierto											
Hora/Aula	Oficina 1	Oficina 2	Oficina Decano	Of. Secretario Facul.	Oficina 3	Oficina 4	Lab. Control calidad	Instrumental 2	Sala de lavado	Envasado	Liquidos	Sala de reuniones
09:00	725,8	461,3	728	923,2	854,9	669,1	510	224,5	352,5	387,64	394,05	712
12:00	841	603	814	1003	928	829	874	241,4	550	398,9	398,14	1162
16:00	835	596	809	999	925	821	856	240,6	541	398,3	397,94	1140
18:00	762,2	506	755,1	948,5	878	719	625	229,8	415	391,19	395,34	854

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto											
Hora/Aula	Oficina 1	Oficina 2	Oficina Decano	Of. Secretario Facul.	Oficina 3	Oficina 4	Lab. Control calidad	Instrumental 2	Sala de lavado	Envasado	Liquidos	Sala de reuniones
09:00	717,8	451,4	722,1	917,6	849,8	658,1	485	223,32	338,7	386,86	393,77	681
12:00	795	547	779,6	971,4	899	765	729	234,7	472	394,4	396,51	983
16:00	740,5	479,3	738,9	933,4	864,2	689	556	226,6	378	389,07	394,57	769
18:00	702,2	432,2	710,5	906,8	839,8	636,4	435	221,03	311,9	385,34	393,21	620

Fecha y Tipo de cielo	21 de Septiembre 2024 - Equinoccio de primavera - Cielo Cubierto											
Hora/Aula	Oficina 1	Oficina 2	Oficina Decano	Of. Secretario Facul.	Oficina 3	Oficina 4	Lab. Control calidad	Instrumental 2	Sala de lavado	Envasado	Liquidos	Sala de reuniones
09:00	736,4	474,2	735,9	930,5	861,6	683,7	543	226	371	388,67	394,43	753
12:00	846	609	817	1007	931	835	889	242,1	559	399,3	398,31	1181
16:00	829	588	804	995	920	811	835	239,6	529	397,7	397,7	1113
18:00	751,5	493	747,2	941,1	871,2	705	591	228,3	397	390,15	394,97	812

Fecha y Tipo de cielo	21 de Diciembre de 2024 - Solsticio de verano - Cielo Cubierto											
Hora/Aula	Oficina 1	Oficina 2	Oficina Decano	Of. Secretario Facul.	Oficina 3	Oficina 4	Lab. Control calidad	Instrumental 2	Sala de lavado	Envasado	Liquidos	Sala de reuniones
09:00	779	527	767,5	960	888,6	743	677	232,3	444	392,8	395,93	919
12:00	881	653	844	1031	954	884	1001	247,3	620	402,8	399,56	1319
16:00	869	638	835	1023	946	868	964	245,6	599	401,6	399,15	1273
18:00	800	553	783,3	974,8	902,2	772	745	235,4	480	394,9	396,69	1002

Fuente: Elaboración propia.

Nivel 2

Fecha y Tipo de cielo	21 de Marzo de 2024 - Equinoccio de otoño - Cielo Cubierto				
Hora/Aula	Sala 1	Sala 3	Laboratorio Doc.	Laboratorio Instru.	Auditorio
09:00	315,06	323,96	337	519,8	521
12:00	329	343,6	422,6	541	779
16:00	328,4	342,7	418,6	540	767
18:00	319,5	330,2	364,4	526,5	603

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto				
Hora/Aula	Sala 1	Sala 3	Laboratorio Doc.	Laboratorio Instru.	Auditorio
09:00	314,04	322,53	330,8	518,21	502
12:00	323,4	335,7	388,3	532,5	675
16:00	316,77	326,4	347,5	522,4	552
18:00	312,14	319,83	319	515,3	466,6

Fecha y Tipo de cielo	21 de Septiembre 2024 - Equinoccio de primavera - Cielo Cubierto				
Hora/Aula	Sala 1	Sala 3	Laboratorio Doc.	Laboratorio Instru.	Auditorio
09:00	316,24	325,6	344,3	521,6	543
12:00	329,5	344,3	425,6	541,7	788
16:00	327,4	341,4	412,6	538,6	750
18:00	318,1	328,2	355,7	524,4	577

Fecha y Tipo de cielo	21 de Diciembre de 2024 - Solsticio de verano - Cielo Cubierto				
Hora/Aula	Sala 1	Sala 3	Laboratorio Doc.	Laboratorio Instru.	Auditorio
09:00	321,4	332,9	376,1	529,5	639
12:00	333,8	350,4	452,6	548,3	868
16:00	332,4	348,4	443,6	546,2	842
18:00	324	336,6	392	533,4	686

Fuente: Elaboración propia.

Nivel 3

Fecha y Tipo de cielo	21 de Marzo de 2023 - Equinoccio de otoño - Cielo Cubierto						
Hora/Aula	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Bioprocesos	Lab. Toxicología	Sala Farmacia	Sala 2	Lab. Microscopia
09:00	430,4	373,1	892	543,5	546	514	446
12:00	527	438,9	976	588,2	872	1151	840
16:00	522	435,7	972	586	856	1120	821
18:00	460,8	393,9	918,5	557,6	649	715	571

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto						
Hora/Aula	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Bioprocesos	Lab. Toxicología	Sala Farmacia	Sala 2	Lab. Microscopia
09:00	423,7	368,5	886,2	540,4	524	470	419
12:00	488	412,8	942,4	570,4	742	897	683
16:00	442,6	381,5	902,7	549,2	588	595	496
18:00	410,6	359,6	874,9	534,3	479,7	383	365

Fecha y Tipo de cielo	21 de Septiembre 2024 - Equinoccio de primavera - Cielo Cubierto						
Hora/Aula	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Bioprocesos	Lab. Toxicología	Sala Farmacia	Sala 2	Lab. Microscopia
09:00	439,2	379,1	899,7	547,6	576	572	482
12:00	531	442	979	590,1	885	1178	857
16:00	516	431,9	967	583,4	837	1083	798
18:00	451,9	387,8	910,7	553,5	619	656	534

Fecha y Tipo de cielo	21 de Diciembre de 2024 - Solsticio de verano - Cielo Cubierto						
Hora/Aula	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Bioprocesos	Lab. Toxicología	Sala Farmacia	Sala 2	Lab. Microscopia
09:00	474,7	403,4	930,6	564,1	696	808	628
12:00	560	462	1005	603,8	985	1374	978
16:00	550	455	996	599,3	952	1309	937
18:00	493	415,6	946	572,3	756	924	700

Fuente: Elaboración propia.

Nivel 4

Fecha y Tipo de cielo	21 de Marzo de 2023 - Equinoccio de otoño - Cielo Cubierto								
Hora/Aula	Lab. Liqueenes	Oficina profesor	Oficina 15	Lab Alimentos	Oficina 8	Oficina 9	Oficina 10	Oficina 11	Sala de clases 4
09:00	583	583	681	364	339	647	339	646	543
12:00	1022	1366	1309	678	339	1220	339	1217	1071
16:00	1000	1328	1278	662	339	1192	339	1189	1045
18:00	722	831	879	463	339	828	339	826	710

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto								
Hora/Aula	Lab. Liqueenes	Oficina profesor	Oficina 15	Lab Alimentos	Oficina 8	Oficina 9	Oficina 10	Oficina 11	Sala de clases 4
09:00	553	529	637	343	339	607	339	606	507
12:00	847	1055	1059	553	339	992	339	990	861
16:00	639	683	760	404	339	720	339	719	610
18:00	493	423	552	300,1	339	529	339	529	435

Fecha y Tipo de cielo	21 de Septiembre 2024 - Equinoccio de primavera - Cielo Cubierto								
Hora/Aula	Lab. Liqueenes	Oficina profesor	Oficina 15	Lab Alimentos	Oficina 8	Oficina 9	Oficina 10	Oficina 11	Sala de clases 4
09:00	623	655	738	393	339	699	339	698	591
12:00	1040	1399	1335	691	339	1244	339	1241	1093
16:00	974	1282	1241	644	339	1158	339	1156	1014
18:00	681	758	821	434	339	775	339	774	661

Fecha y Tipo de cielo	21 de Diciembre de 2024 - Solsticio de verano - Cielo Cubierto								
Hora/Aula	Lab. Liqueenes	Oficina profesor	Oficina 15	Lab Alimentos	Oficina 8	Oficina 9	Oficina 10	Oficina 11	Sala de clases 4
09:00	785	944	970	509	339	911	339	909	786
12:00	1175	1640	1528	787	339	1420	339	1417	1255
16:00	1130	1560	1464	755	339	1361	339	1358	1201
18:00	866	1089	1086	566	339	1016	339	1014	884

Fuente: Elaboración propia.

Nivel Zócalo

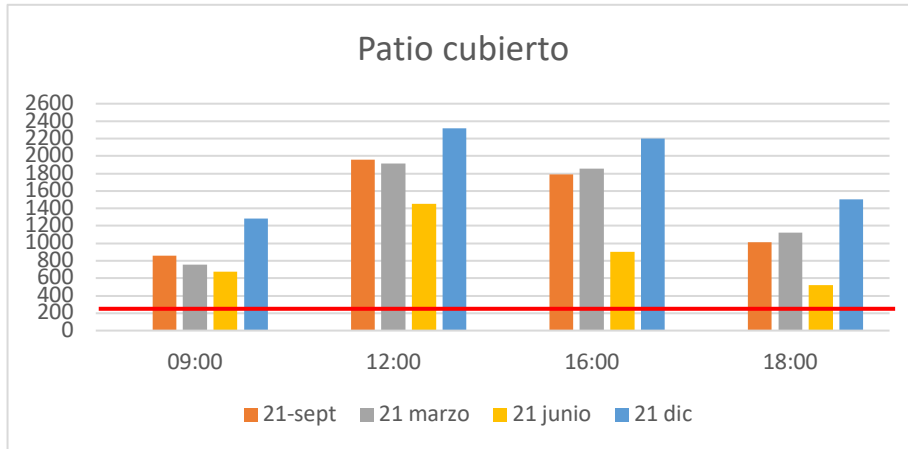


Gráfico 5.6: “Iluminancia media real de Patio Cubierto en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

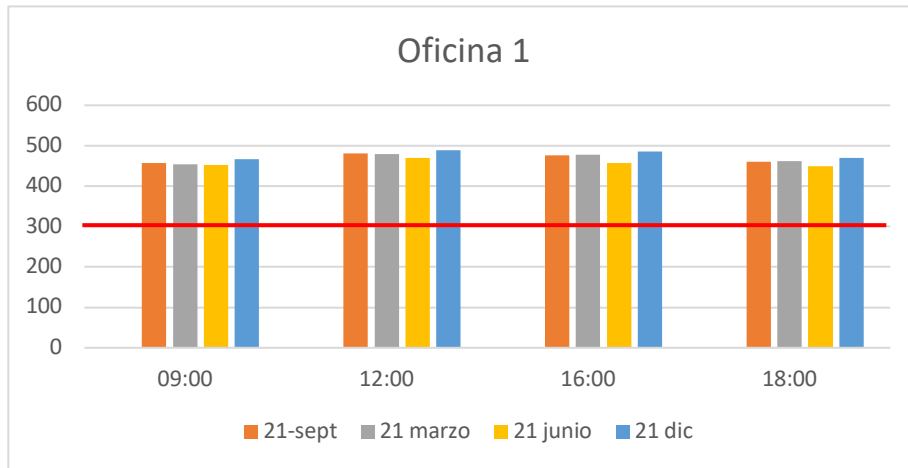


Gráfico 5.7: “Iluminancia media real de Oficina 1 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

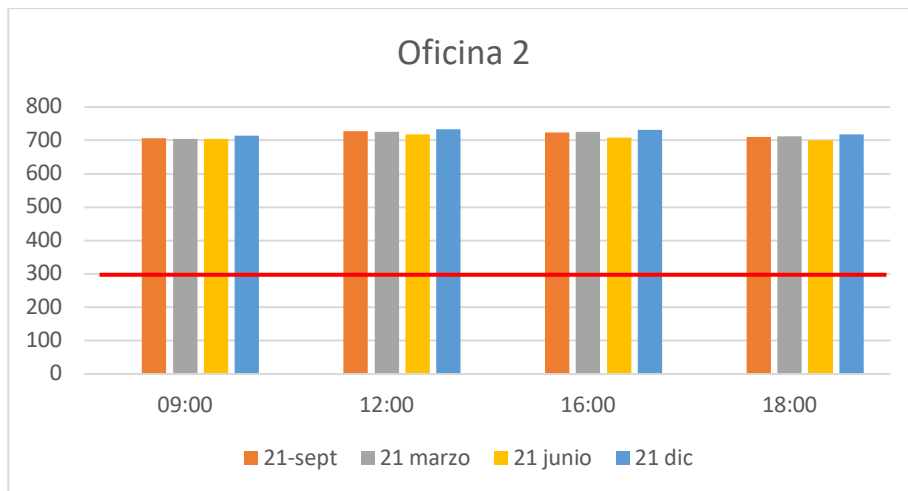


Gráfico 5.8: “Iluminancia media real de Oficina 2 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

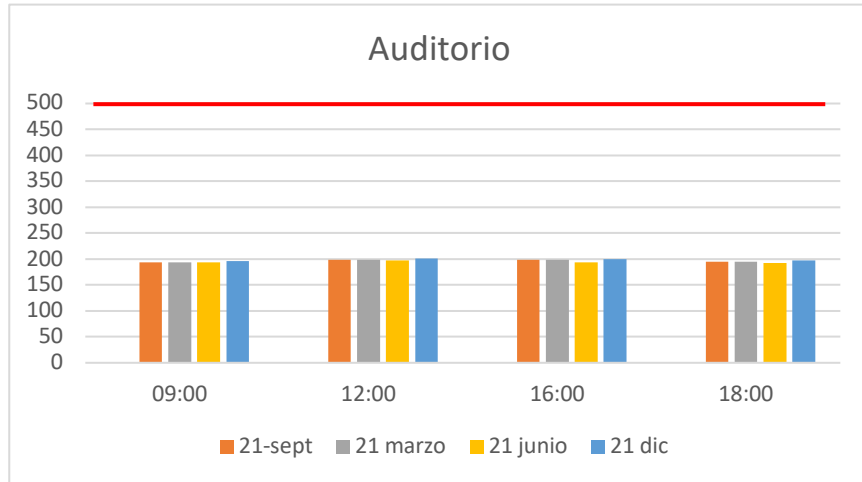


Gráfico 5.9: “Iluminancia media real de Auditorio en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 1

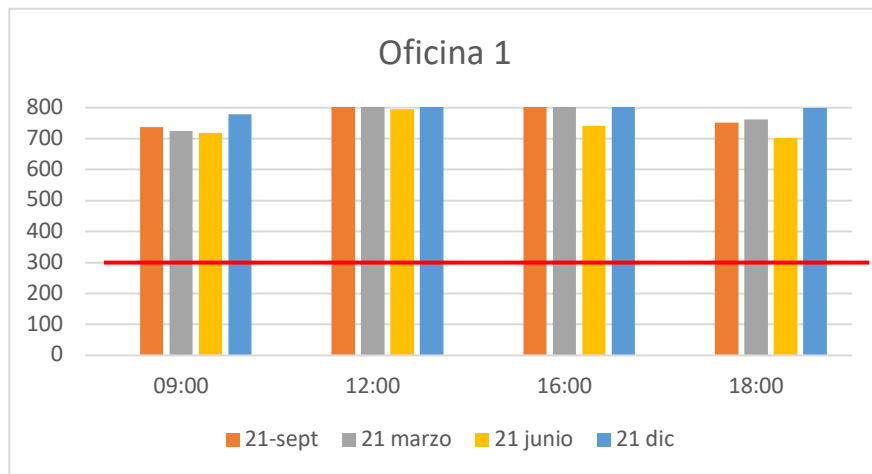


Gráfico 5.10: “Iluminancia media real de Oficina 1 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

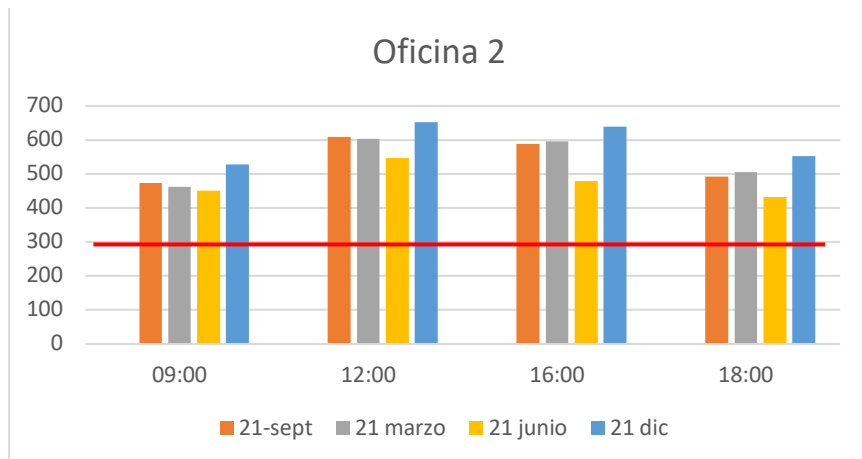


Gráfico 5.11: “Iluminancia media real de Oficina 2 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

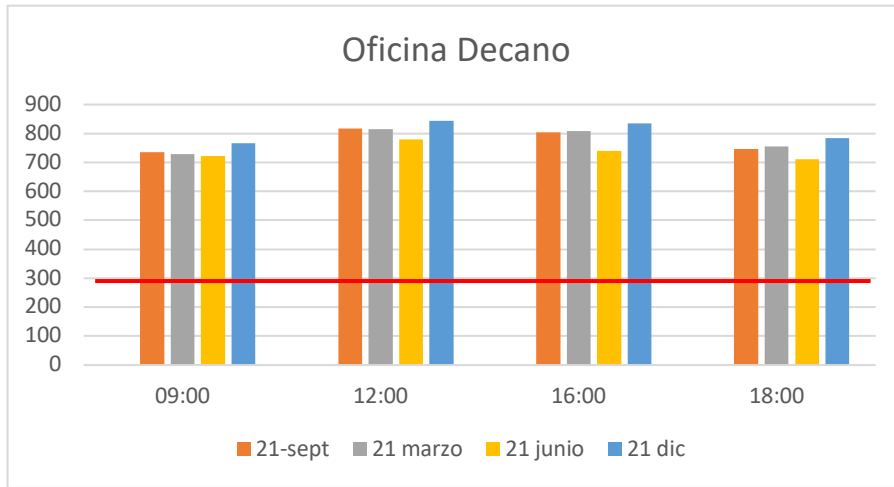


Gráfico 5.12: “Iluminancia media real de Oficina Decano en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

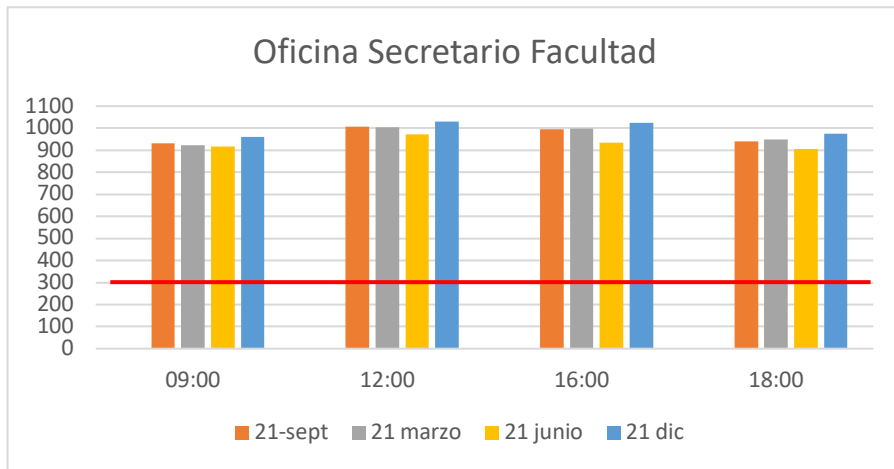


Gráfico 5.13: “Iluminancia media real de Oficina Secretario Facultad en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

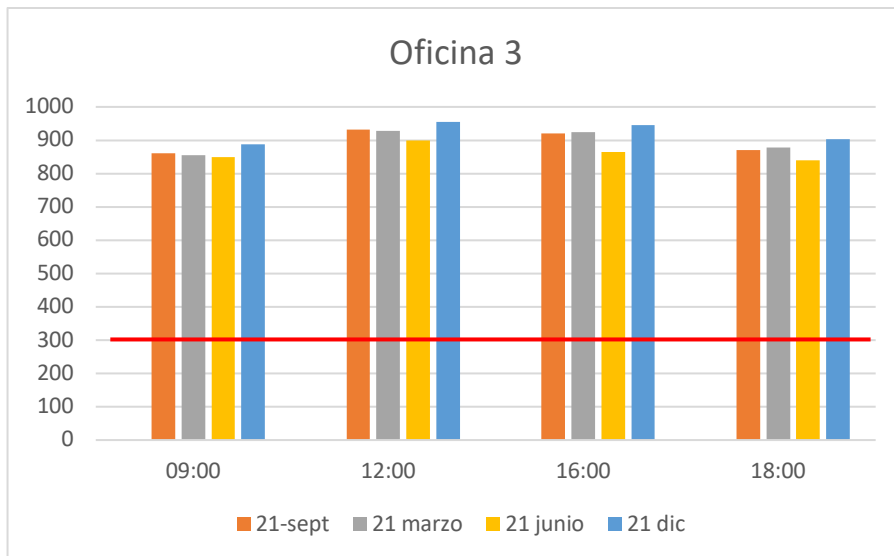


Gráfico 5.14: “Iluminancia media real de Oficina 3 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

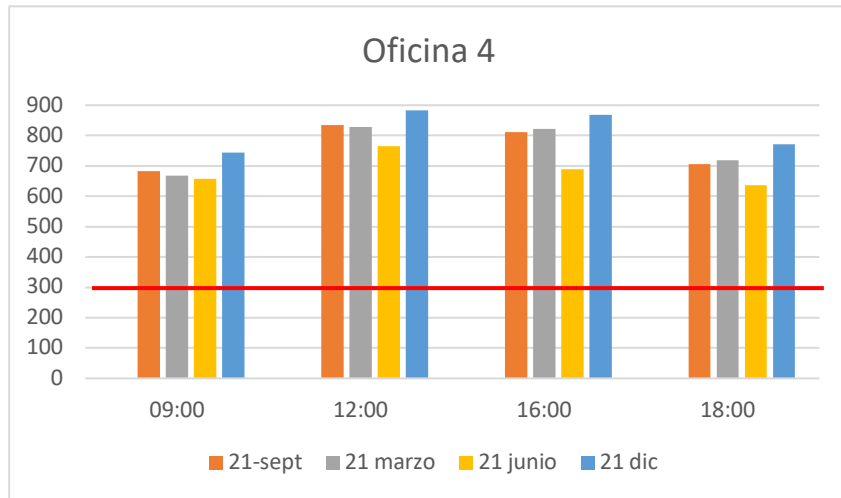


Gráfico 5.15: “Iluminancia media real de Oficina 4 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

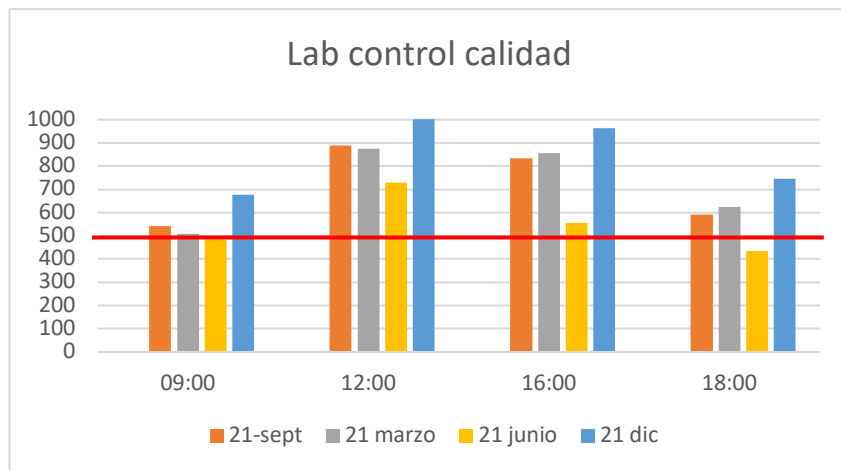


Gráfico 5.16: “Iluminancia media real de Laboratorio Control Calidad en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

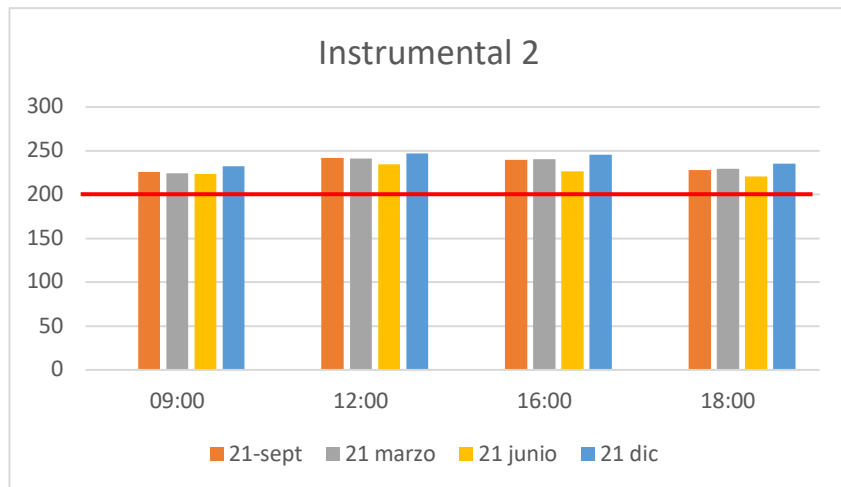


Gráfico 5.17: “Iluminancia media real de Laboratorio Instrumental 2 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

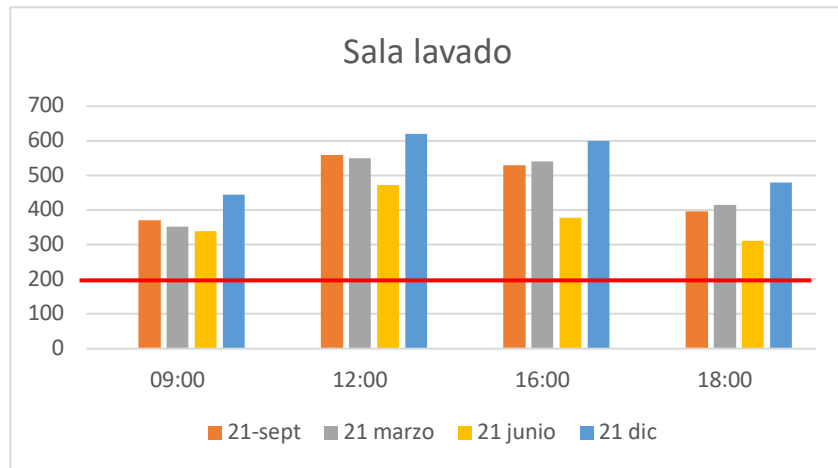


Gráfico 5.18: “Iluminancia media real de Sala de Lavado en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

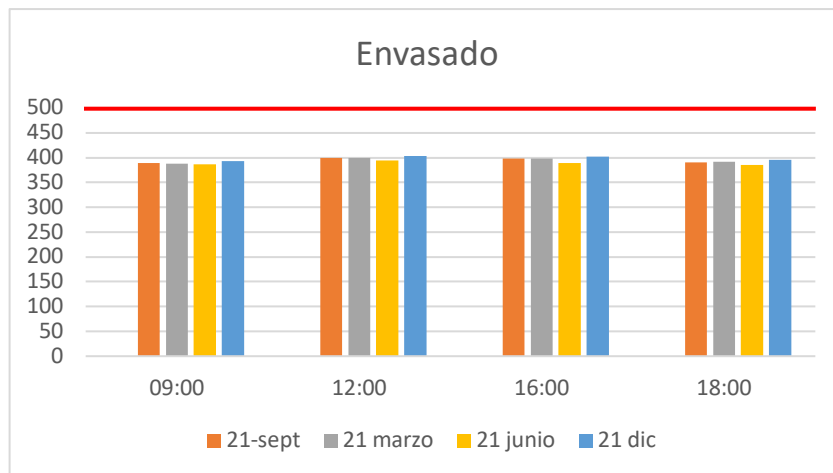


Gráfico 5.19: “Iluminancia media real de Laboratorio Envasado en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

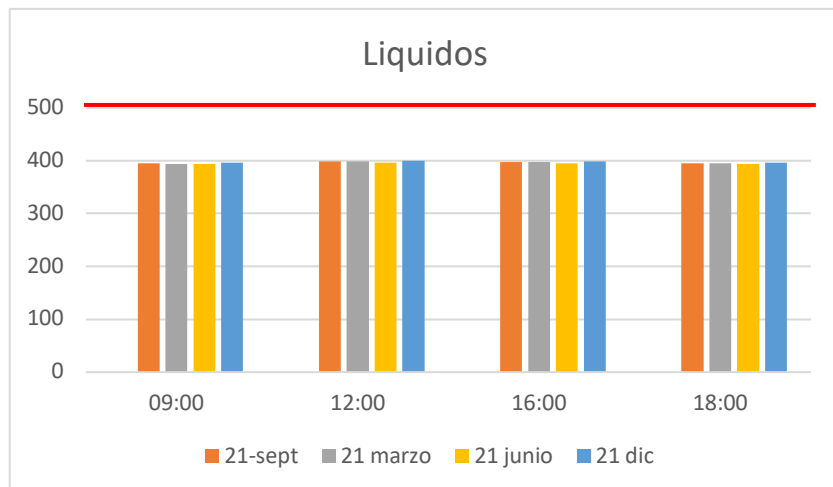


Gráfico 5.20: “Iluminancia media real de Laboratorio Líquidos en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

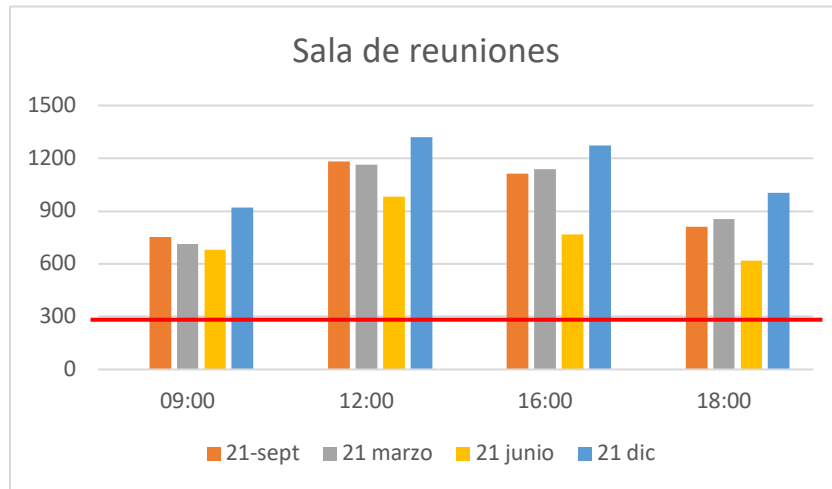


Gráfico 5.21: “Iluminancia media real de Sala de Reuniones en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 2

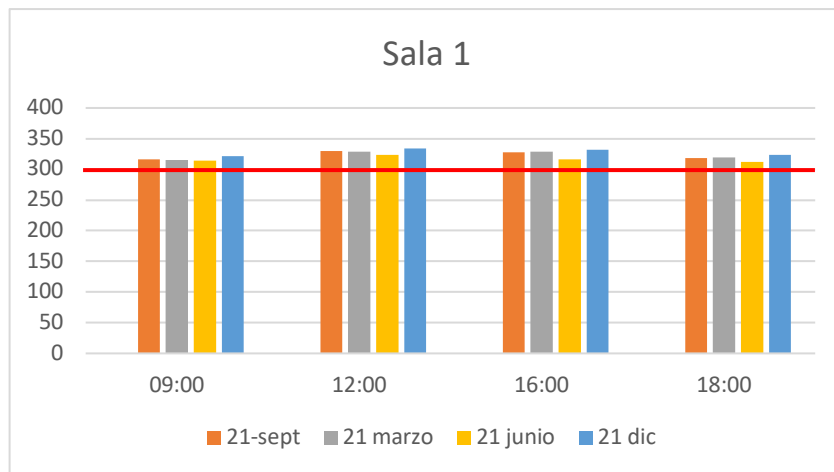


Gráfico 5.22: “Iluminancia media real de Sala 1 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

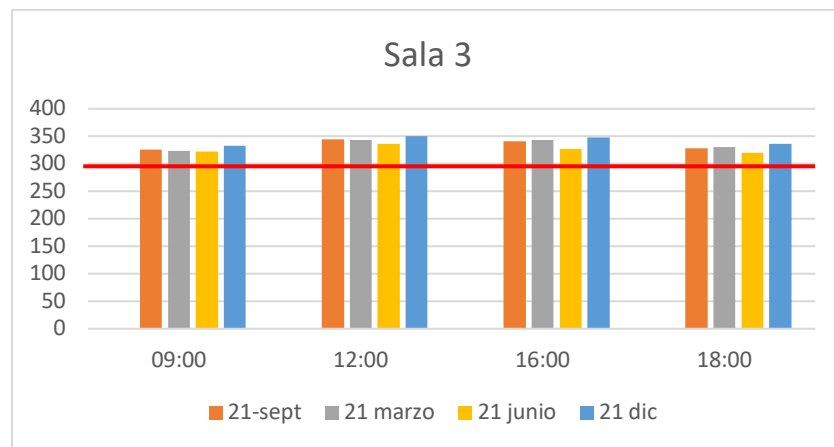


Gráfico 5.23: “Iluminancia media real de Sala 3 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

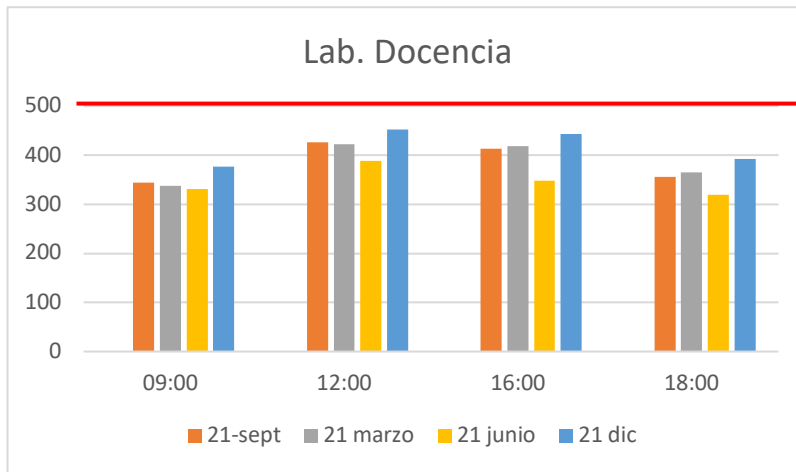


Gráfico 5.24: “Iluminancia media real de Laboratorio Docencia 1 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

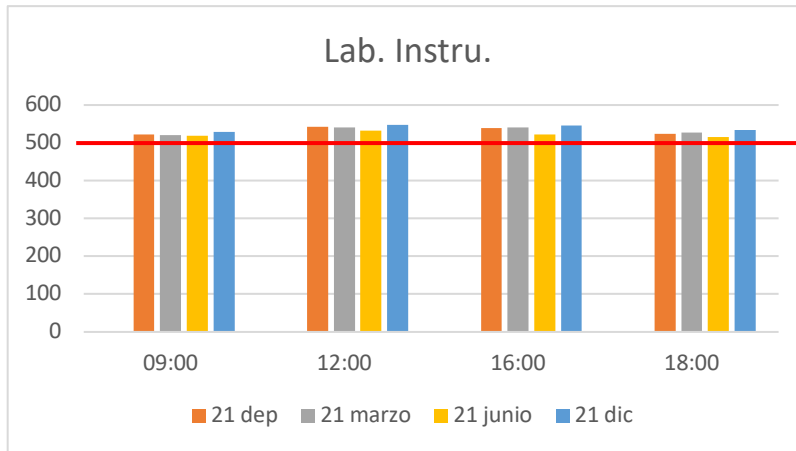


Gráfico 5.25: “Iluminancia media real de Laboratorio Instrumental en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

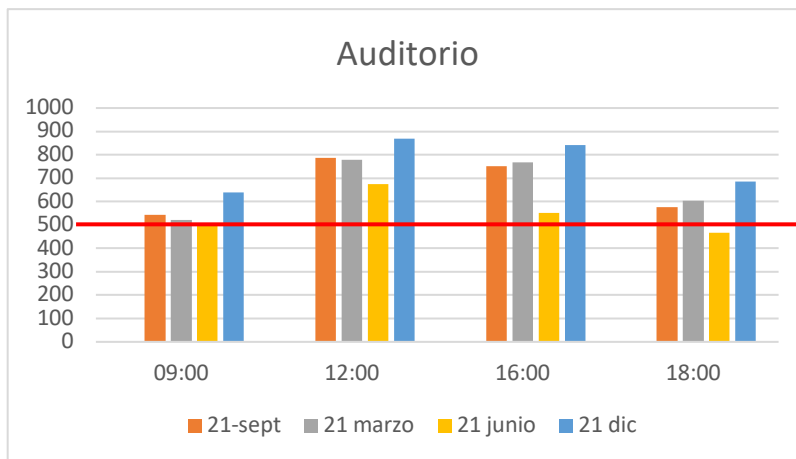


Gráfico 5.26: “Iluminancia media real de Auditorio en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 3

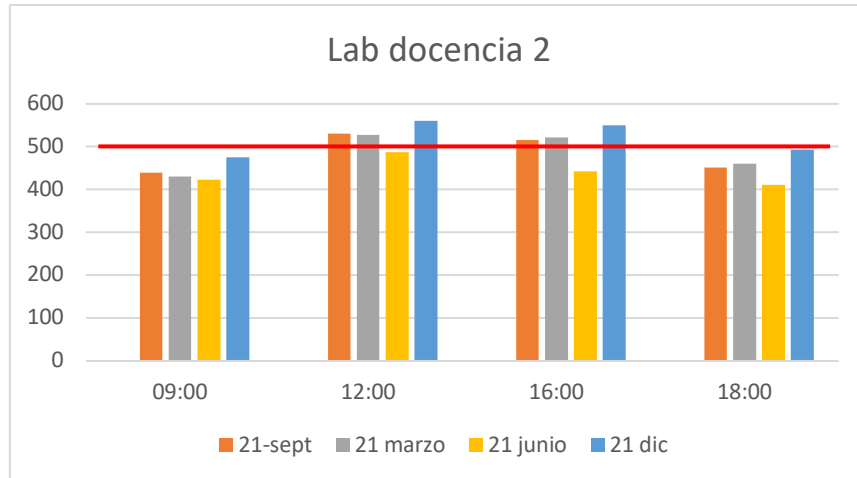


Gráfico 5.27: “Iluminancia media real de Laboratorio Docencia 2 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

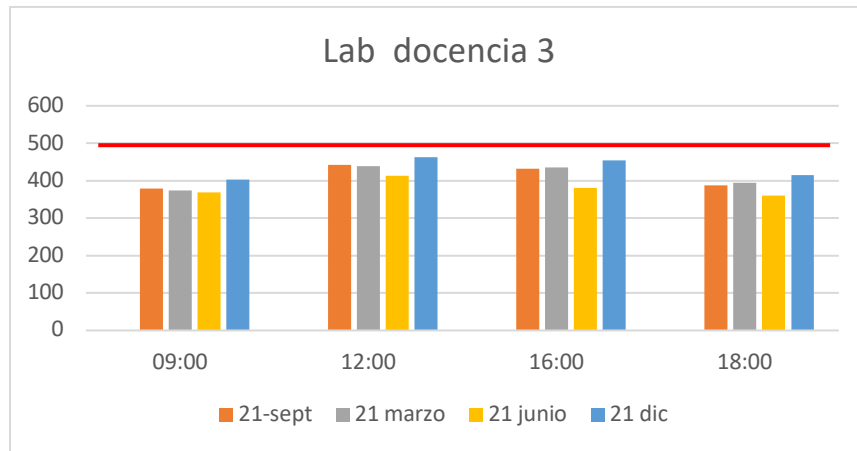


Gráfico 5.28: “Iluminancia media real de Laboratorio Docencia 3 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

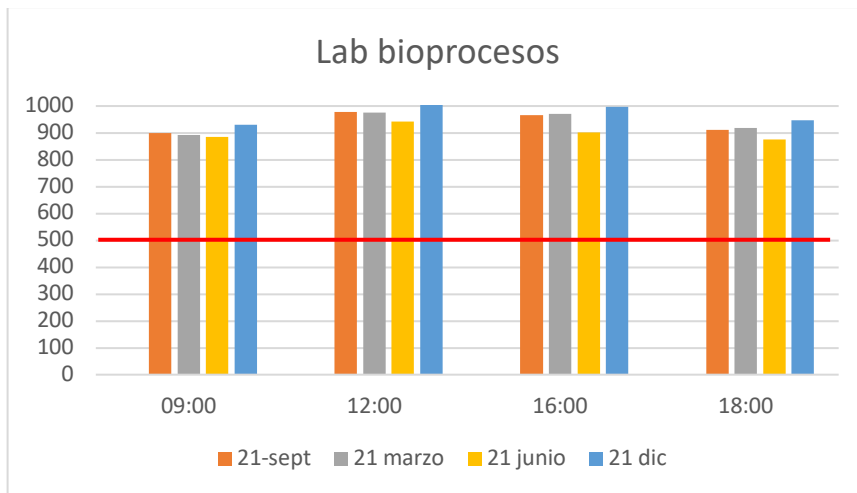


Gráfico 5.29: “Iluminancia media real de Laboratorio Bioprocesos en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

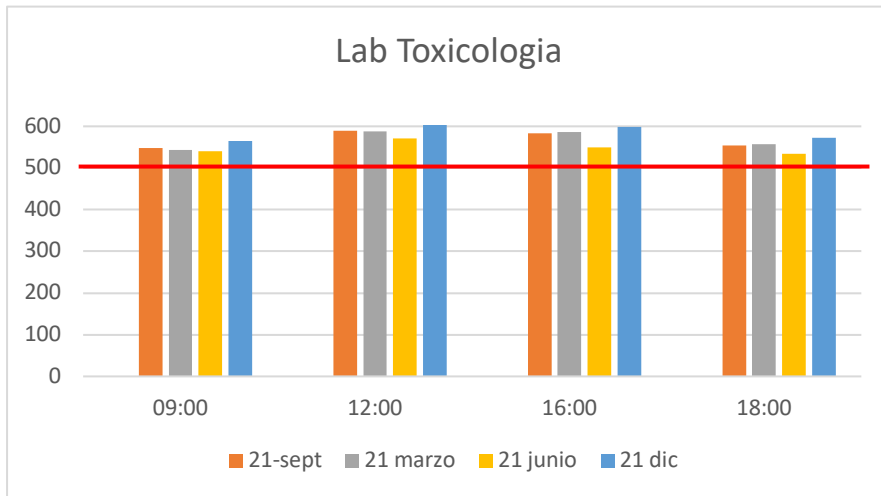


Gráfico 5.30: “Iluminancia media real de Laboratorio Toxicología en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

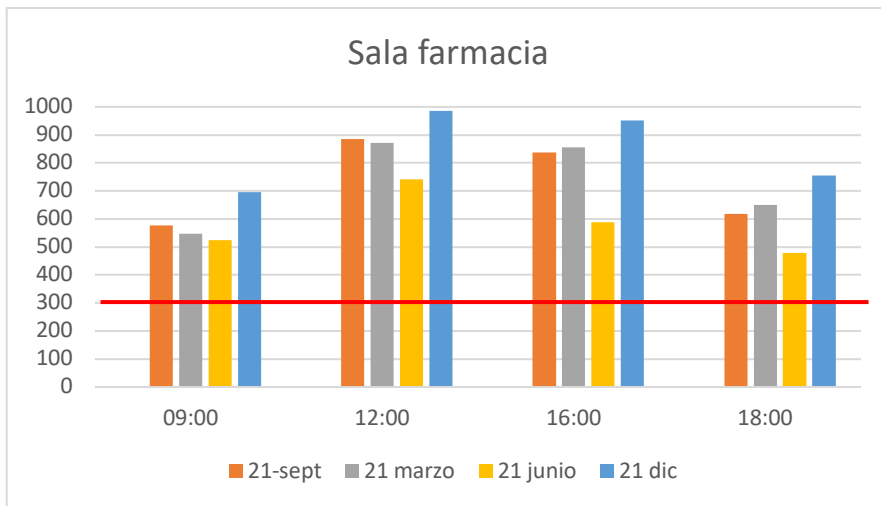


Gráfico 5.31: “Iluminancia media real de Sala de Farmacia en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

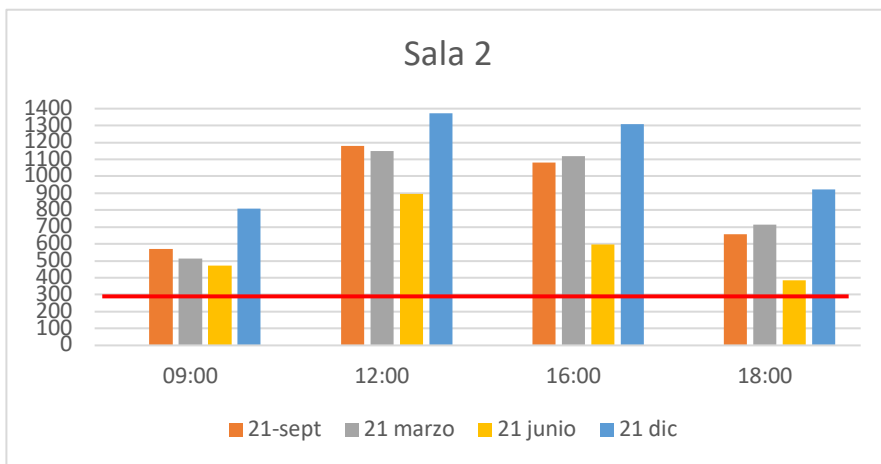


Gráfico 5.32: “Iluminancia media real de Sala 2 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

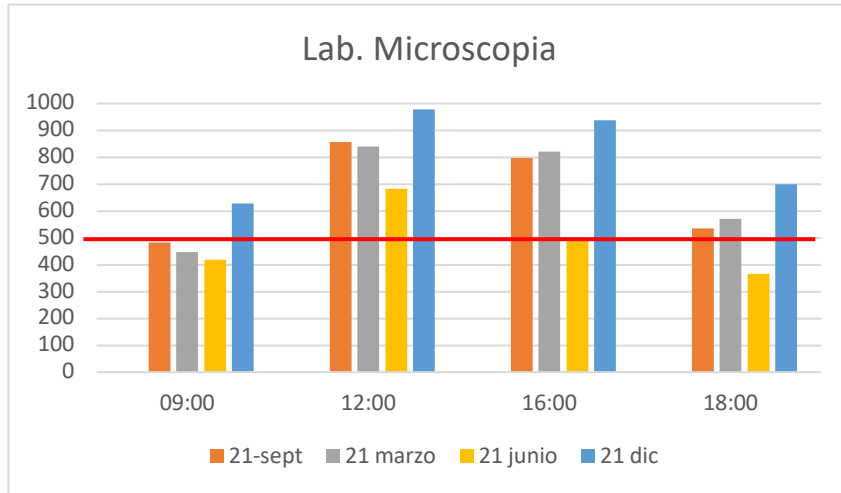


Gráfico 5.33: “Iluminancia media real de Laboratorio Microscopia en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

Nivel 4

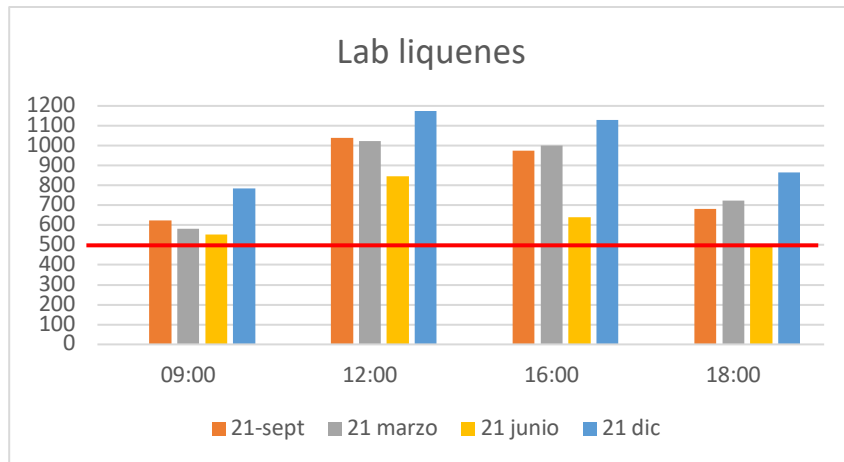


Gráfico 5.34: “Iluminancia media real de Laboratorio Líquenes en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

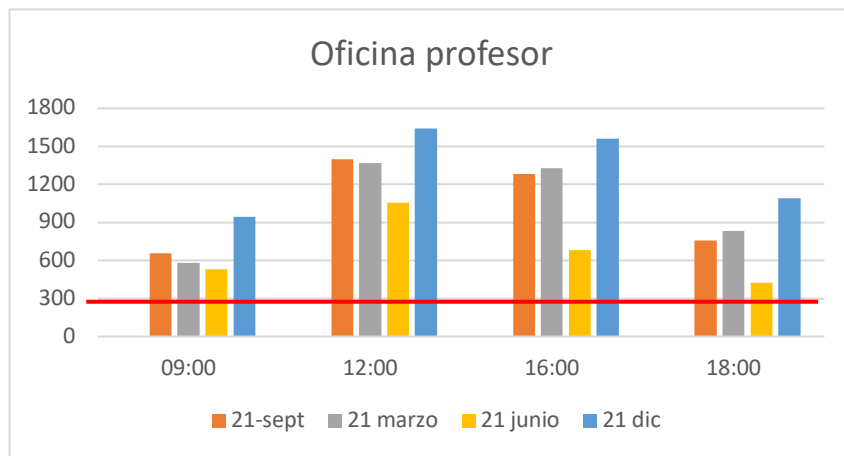


Gráfico 5.35: “Iluminancia media real de Oficina Profesor en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

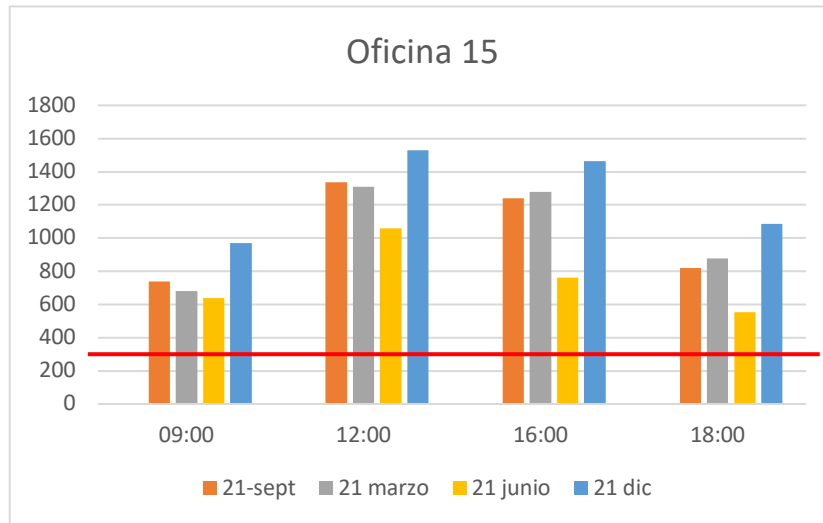


Gráfico 5.36: “Iluminancia media real de Oficina 15 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

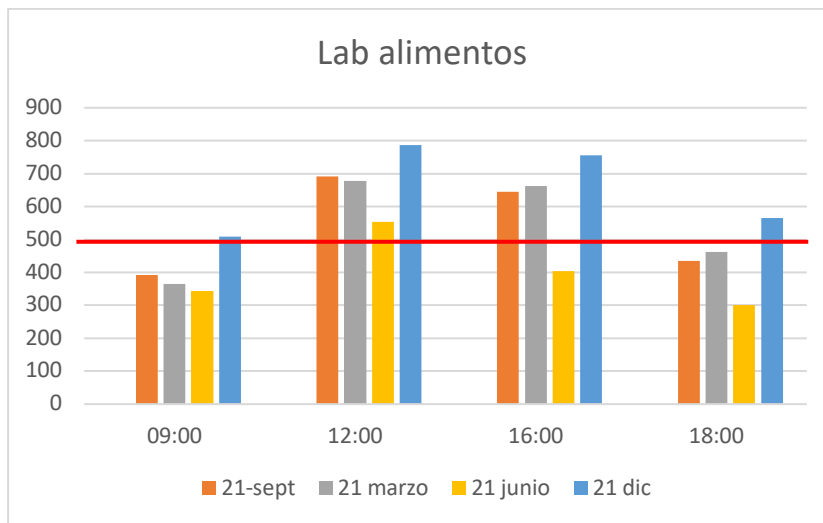


Gráfico 5.37: “Iluminancia media real de Laboratorio Alimentos en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

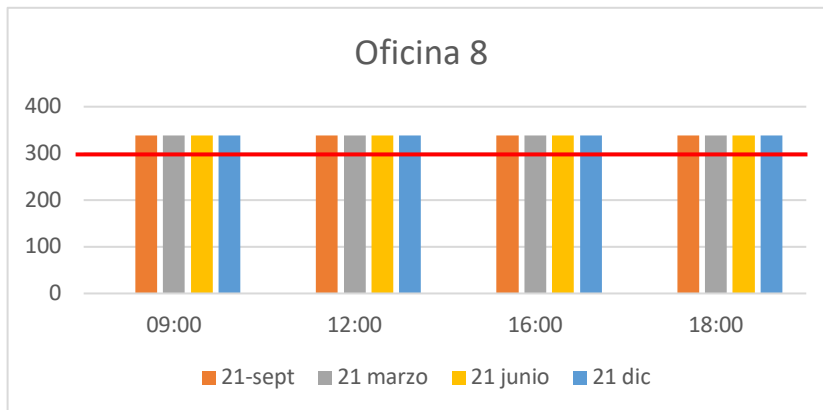


Gráfico 5.38: “Iluminancia media real de Oficina 8 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

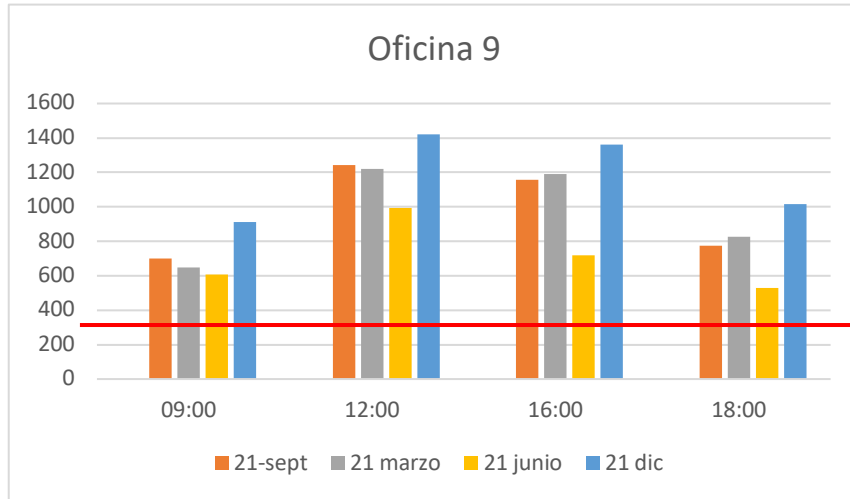


Gráfico 5.39: “Iluminancia media real de Oficina 9 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

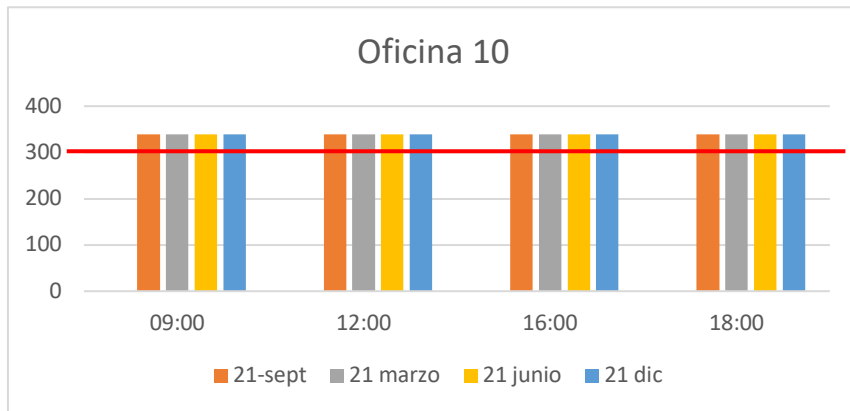


Gráfico 5.40: “Iluminancia media real de Oficina 10 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

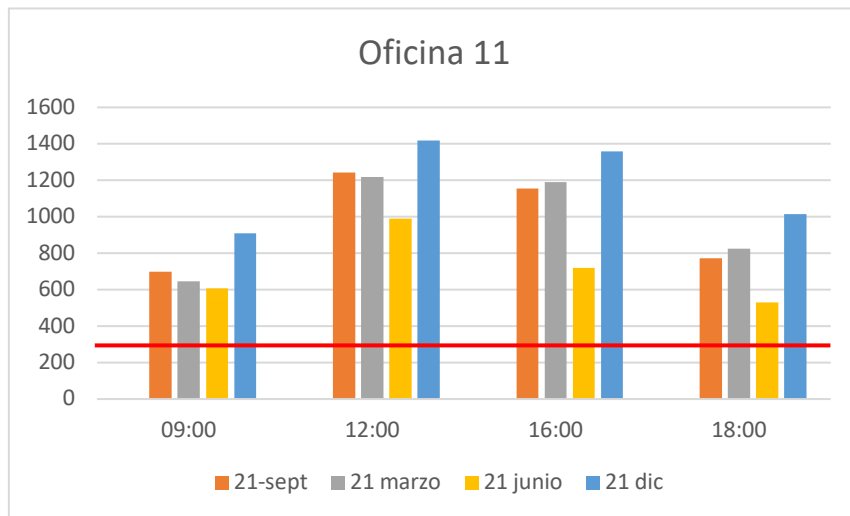


Gráfico 5.41: “Iluminancia media real de Oficina 11 en las distintas fechas”.
Fuente: Elaboración propia.

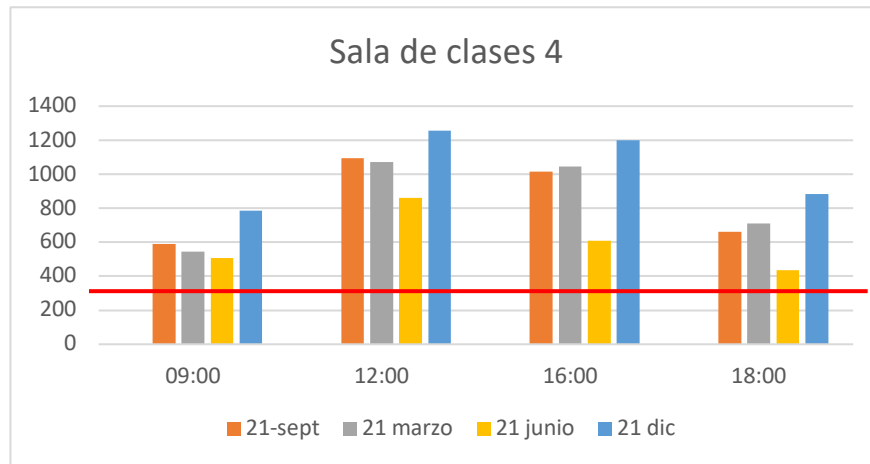


Gráfico 5.42: “Iluminancia media real de Sala de Clases 4 en las distintas fechas”.

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis en este capítulo basado en las tablas 5.2, de los 37 recintos analizados de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso, se concluye que 11 de ellas no cumplen con los estándares mínimos de iluminación (Luz natural + artificial) en al menos un horario en la jornada más desfavorable (21 de junio de 2024), en las cuales Auditorio no cumple en ningún horario de la jornada, Laboratorio Control Calidad no cumple a las 09:00 hrs y 18:00 hrs, Laboratorio Envasado, Líquidos y Docencia 1 en ningún horario, Auditorio solo a las 17:00 hrs, Laboratorio Docencia 2 y Ciencias Básicas en ningún horario, Laboratorio Microscopia y Laboratorio Alimentos no cumple durante las 09:00, 16:00 y 17:00 hrs y Laboratorio de Líquenes no cumple solo en el horario de las 17:00 hrs. En respuesta, se harán las mejoras para elevar los niveles de iluminación en los recintos cuyo rendimiento está bajo la normativa.

Los recintos cuya iluminación están bajos los niveles establecidos por la normativa en al menos un horario de la jornada más desfavorable son:

Nivel Zócalo:

- Auditorio

Nivel 1:

- Laboratorio control de calidad
- Laboratorio envasado
- Laboratorio líquidos

Nivel 2:

- Laboratorio docencia 1

- Auditorio

Nivel 3:

- Laboratorio docencia 2
- Laboratorio ciencias básicas 3 y 4
- Laboratorio microscopia

Nivel 4:

- Laboratorio líquenes
- Laboratorio alimentos

Esto indica que para el correcto funcionamiento de la iluminación tendría que complementarse la luz natural con la artificial, para ello agregarle luminarias extras para incrementar la iluminación media real en los recintos que lo necesiten como esta señalado en la tabla 5.1. De modo de darle prioridad a la luz natural y no necesitar de agregar simplemente luminarias, se realizara las mejoras

en los cambios de reflectancias de las superficies de muro y cielo, esto tanto en método teórico y simulación software para realizar posteriormente la comparativa con su estado actual.

Se propone mejorar la reflectancia a 88% en muros y cielos, que sería un Blanco Tráfico.

5.1 Rangos de deficiencia lumínica (luz natural + luz artificial) en año calendario.

Se analizara en este capítulo en cuanto es el tiempo en el que estos 11 recintos no cumplen con la normativa en al menos un horario dentro del año general a través de distintas simulaciones que se realizaron durante todo un año calendario en el software 3D DIALux y por el método matemático para la iluminación artificial, Cavidades Zonales.

Tabla 5.3: “Rangos de los recintos con deficiencia lumínica durante el año calendario”.

Zocalo	Nivel 1			Nivel 2	
Auditorio	Lab. Control calidad	Envasado	Líquidos	Laboratorio Doc.	Auditorio
Todo el año	28 Abril - 5 Agosto	Todo el año	Todo el año	Todo el año	3 Mayo - 29 Julio
Nivel 3			Nivel 4		
Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Microscopia	Lab. Liqueenes	Lab Alimentos	
Todo el año	Todo el año	27 Feb. - 24 Sept.	29 mayo - 28 junio	2 Nov. - 30 Dic. 2023	

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla 5.3, el mayor rango en que se extiende la deficiencia lumínica real (luz natural + artificial) es en todo un año, corroborando también con la tabla 5.2, en la que muestra las distintas fechas en que se realizaron las simulaciones (equinoccios y solsticios). Aparte para este análisis se realizaron múltiples simulaciones más durante distintas fechas hasta llegar al punto en que los recintos llegasen a cumplir con la normativa. Por lo que al realizar estas simulaciones se llegó a la conclusión de lo siguiente.

Auditorio (Zócalo), Envasado, Líquidos, Laboratorio Docencia 1, Laboratorio Docencia 2 y Laboratorio Docencia 3 (o también llamado de Ciencias Básicas 3 y 4) tienen deficiencia lumínica en al menos un horario durante una jornada diaria durante todo el año, mientras que Laboratorio Control Calidad se establece un rango desde 28 Abril hasta 5 de Agosto (poco más de 3 meses) en que tiene deficiencia lumínica en al menos un horario durante una jornada diaria durante ese periodo, al igual que Auditorio (Nivel 2) que la deficiencia se extiende en un rango de casi 3 meses desde el 3 de Mayo hasta 29 de Julio. En Laboratorio Microscopia desde 27 Febrero hasta 24 de Septiembre (7 meses). Laboratorio de Líquenes desde 29 de Mayo hasta 28 de Junio (1 mes). Laboratorio Alimentos casi un año contemplando desde 2 de Noviembre hasta 30 de Diciembre del año anterior.

Finalizando con este análisis se destaca que el mayor rango sería un año completo de deficiencia lumínica, que pertenecería al 45% de estos 11 recintos, mientras que el menor rango sería de 1 mes, que pertenece al Laboratorio de Líquenes.

5.2 Método cavidades zonales con aumentos en la reflectancias de las superficies.

NIVEL ZOCALO

Método Cavidades Zonales Auditorio:

Largo sala: 12,1 m.

Ancho sala: 7,0 m.

Superficie total: 88,3 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 88% - Color blanco tráfico.

Coefficiente de reflexión Pared: 88% - Color blanco tráfico.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (12,1 * 7,0) / 2,1 * (12,1 + 7,0) = 2,1$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,83.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$(\Phi_t) = (500 * 88,3) / (0,83 * 0,75) = 70923$ Lúmenes.

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 70923$ [Lúmenes] / (6000 [Lúmenes]) = 11,8; se aproxima a 12 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$Em = (12 * 6000 * 0,83 * 0,75) / (88,3) = 508$ Luxes.

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en este recinto un total de 8 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.6. Con el cambio de coeficientes de reflexión en las superficies, se necesitarían 12 luminarias para cumplir con la normativa, con ello obteniendo 508 Luxes como iluminación media, que comparándola con su estado actual en primera instancia, en el cual se necesitaban 21 luminarias para llegar a cumplir con la normativa. Como actualmente este recinto tiene 8 luminarias, en el que con el cambio de coeficiente de reflexión da un valor de 338 Luxes, siendo aun un valor por debajo de la normativa, se propone agregar 4 luminarias más para llegar al valor mencionado anteriormente (508). Con ello se aprecia la diferencia entre su estado actual y con el cambio de coeficientes

de reflexión en cuanto a la cantidad de luminarias que se necesitan agregar en ambos casos (13/4 respectivamente).

$$E_m = (8 * 6000 * 0,83 * 0,75) / (88,3) = 338 \text{ Luxes.}$$

Nivel 1

Método Cavidades Zonales Laboratorio Control de Calidad:

Largo sala: 6,24 m.

Ancho sala: 5,24 m.

Superficie total: 38,64 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 88% - Color blanco tráfico.

Coefficiente de reflexión Pared: 88% - Color blanco tráfico.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (6,24 * 5,24) / 1,97 * (6,24 + 5,24) = 1,45$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,85.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 38,64) / (0,85 * 0,75) = 30306 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 30306 \text{ [Lúmenes]} / (2 * 1800 \text{ [Lúmenes]}) = 8,4; \text{ se aproxima a } 9 \text{ luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$E_m = (9 * 2 * 1800 * 0,85 * 0,75) / (38,64) = 535 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en este recinto un total de 7 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.16. Con el cambio de coeficientes de reflexión en las superficies, se necesitarían 9 luminarias para cumplir con la normativa, con ello obteniendo 535 Luxes como iluminación media, que comparándola con su estado actual en primera instancia, en el cual se necesitaban 11 luminarias para llegar a cumplir con la normativa. Como actualmente este recinto tiene 7

luminarias, en el que con el cambio de coeficiente de reflexión da un valor de 416 Luxes, siendo aun un valor por debajo de la normativa, se propone agregar 2 luminarias más para llegar al valor mencionado anteriormente (535). Con ello se aprecia la diferencia entre su estado actual y con el cambio de coeficientes de reflexión en cuanto a la cantidad de luminarias que se necesitan agregar en ambos casos (4/2 respectivamente).

$$E_m = (7 * 2 * 1800 * 0,85 * 0,75) / (38,64) = 416 \text{ Luxes.}$$

Método Cavidades Zonales Laboratorio Envasado:

Largo sala: 6,18 m.

Ancho sala: 2,60 m.

Superficie total: 16,94 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coeficiente de reflexión Cielo: 88% - Color blanco tráfico.

Coeficiente de reflexión Pared: 88% - Color blanco tráfico.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (6,18 * 2,6) / 1,97 * (6,18 + 2,6) = 0,93$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,87.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 16,94) / (0,87 * 0,75) = 12980 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 12980 [\text{Lúmenes}] / (6000 [\text{Lúmenes}]) = 2,16; \text{ se aproxima a 3 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$E_m = (3 * 6000 * 0,87 * 0,75) / (16,94) = 693 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en este recinto un total de 2 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.20. Con el cambio de coeficientes de reflexión en

las superficies, se necesitarían 3 luminarias para cumplir con la normativa, con ello obteniendo 693 Luxes como iluminación media, que comparándola con su estado actual en primera instancia, en el cual se necesitaban 3 luminarias para llegar a cumplir con la normativa. Como actualmente este recinto tiene 2 luminarias, en el que con el cambio de coeficiente de reflexión da un valor de 462 Luxes, siendo aun un valor por debajo de la normativa, se propone agregar 1 luminarias más para llegar al valor mencionado anteriormente (693). Con ello se aprecia la diferencia entre su estado actual y con el cambio de coeficientes de reflexión en cuanto a los Luxes, ya que, a pesar de que en ambos casos se requiere de agregar la misma cantidad de luminarias (1/1 respectivamente), se potencia con una mayor iluminación en el último caso al realizar el cambio de color en las superficies, de un valor de 573 a 693 Luxes.

$$E_m = (2 * 6000 * 0,87 * 0,75) / (16,94) = 462 \text{ Luxes.}$$

Método Cavidades Zonales Laboratorio Líquidos:

Largo sala: 6,18 m.

Ancho sala: 2,60 m.

Superficie total: 16,51 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 88% - Color blanco tráfico.

Coefficiente de reflexión Pared: 88% - Color blanco tráfico.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (6,18 * 2,6) / 1,97 * (6,18 + 2,6) = 0,93$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $C_u = 0,87$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 16,51) / (0,87 * 0,75) = 12651 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 12651 \text{ [Lúmenes]} / (6000 \text{ [Lúmenes]}) = 2,1; \text{ se aproxima a 3 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (3 * 6000 * 0,87 * 0,75) / (16,51) = 711 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en este recinto un total de 2 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.19. Con el cambio de coeficientes de reflexión en las superficies, se necesitarían 3 luminarias para cumplir con la normativa, con ello obteniendo 711 Luxes como iluminación media, que comparándola con su estado actual en primera instancia, en el cual se necesitaban 3 luminarias para llegar a cumplir con la normativa. Como actualmente este recinto tiene 2 luminarias, en el que con el cambio de coeficiente de reflexión da un valor de 474 Luxes, siendo aun un valor por debajo de la normativa, se propone agregar 1 luminarias más para llegar al valor mencionado anteriormente (711). Con ello se aprecia la diferencia entre su estado actual y con el cambio de coeficientes de reflexión en cuanto a los Luxes, ya que, a pesar de que en ambos casos se requiere de agregar la misma cantidad de luminarias (1/1 respectivamente), se potencia con una mayor iluminación en el último caso al realizar el cambio de color en las superficies, de un valor de 588 a 711 Luxes.

$$E_m = (2 * 6000 * 0,87 * 0,75) / (16,51) = 474 \text{ Luxes.}$$

Nivel 2

Método Cavidades Zonales Laboratorio Docencia 1:

Largo sala: 15,43 m.

Ancho sala: 8 m.

Superficie total: 110,34 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 88% - Color blanco tráfico.

Coefficiente de reflexión Pared: 88% - Color blanco tráfico.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

$$1.- \text{Índice de local (K): } K = (15,43 * 8) / 1,97 * (15,43 + 8) = 2,7$$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,81.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2.7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 110,34) / (0,81 * 0,75) = 90814 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$N = 90814 \text{ [Lúmenes]} / (6000 \text{ [Lúmenes]}) = 15,1$; se aproxima a 16 luminarias.

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 3 (E_m):

$$E_m = (16 * 6000 * 0,81 * 0,75) / (110,34) = 529 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en este recinto un total de 12 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.26. Con el cambio de coeficientes de reflexión en las superficies, se necesitarían 16 luminarias para cumplir con la normativa, con ello obteniendo 529 Luxes como iluminación media, que comparándola con su estado actual en primera instancia, en el cual se necesitaban 21 luminarias para llegar a cumplir con la normativa. Como actualmente este recinto tiene 12 luminarias, en el que con el cambio de coeficiente de reflexión da un valor de 396 Luxes, siendo aun un valor por debajo de la normativa, se propone agregar 4 luminarias más para llegar al valor mencionado anteriormente (529). Con ello se aprecia la diferencia entre su estado actual y con el cambio de coeficientes de reflexión en cuanto a la cantidad de luminarias que se necesitan agregar en ambos casos (9/4 respectivamente).

$$E_m = (12 * 6000 * 0,81 * 0,75) / (110,34) = 396 \text{ Luxes.}$$

Método Cavidades Zonales Auditorio:

Largo sala: 14,53 m.

Ancho sala: 10,3 m.

Superficie total: 135 m².

Altura montaje: 2,1 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 88% - Color blanco tráfico.

Coefficiente de reflexión Pared: 88% - Color blanco tráfico.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (14,53 * 10,3) / 2,1 * (14,53 + 10,3) = 2,9$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (C_u) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $C_u = 0,81$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2.7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 135) / (0,81 * 0,75) = 111111 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 111111[\text{Lúmenes}] / (6000 [\text{Lúmenes}]) = 18,5; \text{ se aproxima a } 19 \text{ luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 3 (Em):

$$Em = (19 * 6000 * 0,81 * 0,75) / (135) = 513 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en este recinto un total de 18 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.25. Con el cambio de coeficientes de reflexión en las superficies, se necesitarían 19 luminarias para cumplir con la normativa, con ello obteniendo 513 Luxes como iluminación media, que comparándola con su estado actual en primera instancia, en el cual se necesitaban 24 luminarias para llegar a cumplir con la normativa. Como actualmente este recinto tiene 18 luminarias, en el que con el cambio de coeficiente de reflexión da un valor de 486 Luxes, siendo aun un valor por debajo de la normativa, se propone agregar 1 luminarias más para llegar al valor mencionado anteriormente (513). Con ello se aprecia la diferencia entre su estado actual y con el cambio de coeficientes de reflexión en cuanto a la cantidad de luminarias que se necesitan agregar en ambos casos (6/1 respectivamente).

$$Em = (18 * 6000 * 0,81 * 0,75) / (135) = 486 \text{ Luxes.}$$

Nivel 3

Método Cavidades Zonales Laboratorio Docencia 2:

Largo sala: 16,9 m.

Ancho sala: 8,0 m.

Superficie total: 133,42 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 88% - Color blanco tráfico.

Coefficiente de reflexión Pared: 88% - Color blanco tráfico.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 4800 Lúmenes.

Cálculo:

$$1.- \text{Índice de local (K): } K = (16,9 * 8,0) / 1,97 * (16,9 + 8,0) = 2,76$$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,81.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 133,42) / (0,81 * 0,75) = 109810 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 109810 \text{ [Lúmenes]} / (4800 \text{ [Lúmenes]}) = 22,8; \text{ se aproxima a 23 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (23 * 4800 * 0,81 * 0,75) / (133,42) = 503 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en este recinto un total de 24 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.27. Con el cambio de coeficientes de reflexión en las superficies, se necesitarían 23 luminarias para cumplir con la normativa, con ello obteniendo 503 Luxes como iluminación media, que comparándola con su estado actual en primera instancia, en el cual se necesitaban 32 luminarias para llegar a cumplir con la normativa. Como actualmente este recinto tiene 24 luminarias, en el que con el cambio de coeficiente de reflexión da un valor de 525 Luxes, teniendo en cuenta que consta con 1 luminaria más de lo que arroja el método teórico (23), se mantendrá en su estado actual. Con ello se aprecia la diferencia entre su estado actual y con el cambio de coeficientes de reflexión en cuanto a la cantidad de luminarias que se necesitan agregar en ambos casos (8/0 respectivamente). A continuación el valor de Luxes, manteniendo la cantidad de luminarias ya existentes.

$$E_m = (24 * 4800 * 0,81 * 0,75) / (133,42) = 525 \text{ Luxes.}$$

Método Cavidades Zonales Laboratorio Ciencias Básicas 3 y 4:

Largo sala: 14,67 m.

Ancho sala: 8,0 m.

Superficie total: 119,02 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 88% - Color blanco tráfico.

Coefficiente de reflexión Pared: 88% - Color blanco tráfico.

Luminarias: Paneles Led 60x60 con Flujo Luminoso de 6000 Lúmenes..

Cálculo:

$$1.- \text{Índice de local (K): } K = (14,67 * 8,0) / 1,97 * (14,67 + 8,0) = 2,6$$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (C_u) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $C_u = 0,81$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 119) / (0,81 * 0,75) = 97942 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 97942 \text{ [Lúmenes]} / (6000 \text{ [Lúmenes]}) = 16,3; \text{ se aproxima a } 17 \text{ luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (17 * 6000 * 0,81 * 0,75) / (119) = 521 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en este recinto un total de 15 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.28. Con el cambio de coeficientes de reflexión en las superficies, se necesitarían 17 luminarias para cumplir con la normativa, con ello obteniendo 521 Luxes como iluminación media, que comparándola con su estado actual en primera instancia, en el cual se necesitaban 23 luminarias para llegar a cumplir con la normativa. Como actualmente este recinto tiene 15 luminarias, en el que con el cambio de coeficiente de reflexión da un valor de 459 Luxes, siendo aun un valor por debajo de la normativa, se propone agregar 2 luminarias más para llegar al valor mencionado anteriormente (521). Con ello se aprecia la diferencia entre su estado actual y con el cambio de coeficientes de reflexión en cuanto a la cantidad de luminarias que se necesitan agregar en ambos casos (8/2 respectivamente).

$$E_m = (15 * 6000 * 0,81 * 0,75) / (119) = 459 \text{ Luxes.}$$

Método Cavidades Zonales Laboratorio Microscopia:

Largo sala: 10,52 m.

Ancho sala: 8,63 m. o 8,73m

Superficie total: 73,0 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coeficiente de reflexión Cielo: 88% - Color blanco tráfico.

Coeficiente de reflexión Pared: 88% - Color blanco tráfico.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (10,52 * 8,63) / 1,97 * (10,52 + 8,63) = 2,4$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $Cu = 0,82$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m) = 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 73) / (0,82 * 0,75) = 59349 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 59349 \text{ [Lúmenes]} / (2 * 1800 \text{ [Lúmenes]}) = 16,5 \text{ se aproxima a 17 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (17 * 2 * 1800 * 0,82 * 0,75) / (73) = 516 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en este recinto un total de 11 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.33. Con el cambio de coeficientes de reflexión en las superficies, se necesitarían 17 luminarias para cumplir con la normativa, con ello obteniendo 516 Luxes como iluminación media, que comparándola con su estado actual en primera instancia, en el cual se necesitaban 23 luminarias para llegar a cumplir con la normativa. Como actualmente este recinto tiene 11 luminarias, en el que con el cambio de coeficiente de reflexión da un valor de 334 Luxes, siendo aun un valor por debajo de la normativa, se propone agregar 6 luminarias más para llegar al valor mencionado anteriormente (516). Con ello se aprecia la diferencia entre su estado actual y con el cambio de coeficientes de reflexión en cuanto a la cantidad de luminarias que se necesitan agregar en ambos casos (12/6 respectivamente).

$$E_m = (11 * 2 * 1800 * 0,82 * 0,75) / (73) = 334 \text{ Luxes.}$$

Nivel 4

Método Cavidades Zonales Laboratorio de Líquenes:

Largo sala: 7,14 m.

Ancho sala: 4,78 m.

Superficie total: 30,12 m².

Altura montaje: 1,97 m.

Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 43% - Color cerezo americano.

Coefficiente de reflexión Pared: 88% - Color blanco tráfico.

Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (7,14 * 4,78) / 1,97 * (7,14 + 4,78) = 1,45$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular $Cu = 0,45$.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (F_m) = 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 30,12) / (0,45 * 0,75) = 44622 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 44622 \text{ [Lúmenes]} / (2 * 1800 \text{ [Lúmenes]}) = 12,4; \text{ se aproxima a 13 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (E_m):

$$E_m = (13 * 2 * 1800 * 0,45 * 0,75) / (30,12) = 524 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en este recinto un total de 9 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.34. Con el cambio de coeficientes de reflexión en las superficies, se necesitarían 13 luminarias para cumplir con la normativa, con ello obteniendo 524 Luxes como iluminación media, que comparándola con su estado actual en primera instancia, en el cual se necesitaban 13 luminarias para llegar a cumplir con la normativa. Como actualmente este recinto tiene 9 luminarias, en el que con el cambio de coeficiente de reflexión da un valor de 363 Luxes, siendo aun un valor por debajo de la normativa, se propone agregar 4 luminarias más para llegar al valor mencionado anteriormente (524). Con ello se aprecia la diferencia entre su estado actual y con el cambio de coeficientes de reflexión en cuanto a la cantidad de luminarias que se necesitan agregar en ambos casos (4/4 respectivamente), en el cual se sigue manteniendo como en primera instancia.

$$E_m = (9 * 2 * 1800 * 0,45 * 0,75) / (30,12) = 363 \text{ Luxes.}$$

Método Cavidades Zonales Laboratorio de Análisis de Alimentos y Productos Bioactivos:

Largo sala: 7,19 m.
 Ancho sala: 7,07 m.
 Superficie total: 50,39 m².
 Altura montaje: 1,97 m.
 Iluminancia media deseada (E): 500 lux.

Coefficiente de reflexión Cielo: 88% - Color blanco tráfico.
 Coeficiente de reflexión Pared: 88% - Color blanco tráfico.
 Luminarias: Compuestas por 2 tubos led con flujo luminoso de 1800 lúmenes cada uno.

Cálculo:

1.- Índice de local (K): $K = (7,19 * 7,07) / 1,97 * (7,19 + 7,07) = 1,8$

2.- Al ya tener los coeficientes de reflexión, estos porcentajes se interceptan junto con el coeficiente del local, para obtener el coeficiente de utilización (Cu) que proviene de la tabla 2.5. Siendo en este caso particular Cu= 0,83.

3.- Ya con los datos anteriores se puede calcular el flujo luminoso total (Φ_t), agregando a este un factor de mantenimiento (Fm)= 0,75 como lo indica la tabla 2,7 para salas.

$$(\Phi_t) = (500 * 50,39) / (0,83 * 0,75) = 40473 \text{ Lúmenes.}$$

4.- Se procede a calcular el número de luminarias necesarias dentro del aula (N).

$$N = 40473 \text{ [Lúmenes]} / (2 * 1800 \text{ [Lúmenes]}) = 11,2; \text{ se aproxima a 12 luminarias.}$$

5.- Se procede a calcular la iluminancia media del aula 1 (Em):

$$Em = (12 * 2 * 1800 * 0,83 * 0,75) / (50,39) = 534 \text{ Luxes.}$$

6.- Distribución de las luminarias en el interior del aula:

Por medio de una visita a terreno se pudo verificar y contabilizar en este recinto un total de 9 luminarias, distribuidas como se muestra en la imagen 5.37. Con el cambio de coeficientes de reflexión en las superficies, se necesitarían 12 luminarias para cumplir con la normativa, con ello obteniendo 534 Luxes como iluminación media, que comparándola con su estado actual en primera instancia, en el cual se necesitaban 22 luminarias para llegar a cumplir con la normativa. Como actualmente este recinto tiene 9 luminarias, en el que con el cambio de coeficiente de reflexión da un valor de 400 Luxes, siendo aun un valor por debajo de la normativa, se propone agregar 3 luminarias más para llegar al valor mencionado anteriormente (534). Con ello se aprecia la diferencia entre su estado actual y con el cambio de coeficientes de reflexión en cuanto a la cantidad de luminarias que se necesitan agregar en ambos casos (13/3 respectivamente).

$$Em = (9 * 2 * 1800 * 0,83 * 0,75) / (50,39) = 400 \text{ Luxes.}$$

5.3 Resumen y análisis de los datos obtenidos:

A continuación se muestra los resultados obtenidos basándonos solamente en los 11 de los 37 recintos que no cumplían primeramente con la normativa RIC N° 10 en la suma de luz natural y luz artificial en su estado actual (30%), pero ahora con el cambio de reflectancia en las superficies de cielo y muro en iluminación artificial, las cuales ambas fueron aumentadas a 88%, en cuanto a su coeficiente de reflexión se trata.

Como se muestra en la tabla 5.4 se aprecia que los recintos aumentaron notoriamente la iluminación con el cambio de coeficiente de reflexión manteniendo consigo la misma cantidad de luminarias que se encuentran actualmente, sin embargo solo un recinto alcanza a cumplir los estándares mínimos exigidos por la RIC N° 10, el cual es Laboratorio Docencia 2 ubicado en el segundo piso de la Facultad.

Comparando con la tabla anterior 5.2 se interpreta que con el cambio de reflectancias, este llevo a un aumento significativo en la iluminación media interior, trayendo consigo una gran disminución de la falta de luminarias para llevar acabo el cumplimiento de la normativa RIC N° 10, esto solo enfocándonos con el criterio de si la única fuente de luz fuese la iluminación artificial.

Tabla 5.4: “Resumen de datos de métodos cavidades zonales por recinto con las mejoras aplicadas”.

			Calculo "Cavidades Zonales" sin modificaciones en el N° de luminarias y con cambios en las reflectancias de las superficies.	Calculo "Cavidades Zonales" con modificaciones en el N° de luminarias y con cambios en las reflectancias de las superficies.	
Nivel Zocalo	Tipo de luminaria	Total de luminarias	Iluminancia media (Em) [Lux]	Iluminancia media (Em) [Lux]	Observaciones
Auditorio	Led 60w	8	338	508	Agregar 4
Nivel 1					
Lab. Control Calidad	2x18w	7	416	535	Agregar 2
Laboratorio Liquidos	Led 60w	2	474	711	Agregar 1
Laboratorio Envasado	Led 60w	2	462	693	Agregar 1
Nivel 2					
Auditorio	Led 60w	18	486	513	Agregar 1
Lab. Docencia 1	Led 60w	12	396	529	Agregar 4
Nivel 3					
Lab. Docencia 2	Led 48w	24	525	503	Cumple
Lab. Ciencias Basicas 3 y	Led 60w	15	459	521	Agregar 2
Lab. Microscopia	2x18w	11	334	516	Agregar 6
Nivel 4					
Lab. De Liqueenes	2x18w	9	363	524	Agregar 4
Lab. Analisis de A. y P.B	2x18w	9	400	534	Agregar 3

Fuente: Elaboración propia.

Ahora el siguiente capítulo tratara del rendimiento de las mejoras de los coeficientes de reflexión, pero en la iluminación natural.

5.4 Modelamiento de simulación de la Luz Natural con Software DIALux

En este capítulo se procede a realizar la simulación nuevamente, esta vez con el cambio de colores de las superficies (Cielo y Muros), que trae consigo el cambio de reflectancias, para analizar el comportamiento que tendrán los recintos con las nuevos coeficientes de reflexión. Este estudio se basara únicamente desde aquí en el día más desfavorable (21 de Junio), con cielo cubierto.

Tabla 5.5: “Resultados Simulación DIALux de todos los recintos del edificio en el día más desfavorable (Estado actual)”.

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto										
Hora/Aula	Auditorio	Lab. Control calidad	Envasado	Liquidos	Laboratorio Doc.	Auditorio	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Microscopia	Lab. Lique nes	Lab Alimentos
09:00	2,27	158	4,86	1,77	37,2	112	41,7	28,5	171	190	136
12:00	5,79	402	12,4	4,51	94,7	285	106	72,8	435	484	346
16:00	3,3	229	7,07	2,57	53,9	162	60,6	41,5	248	276	197
18:00	1,56	108	3,34	1,21	25,4	76,6	28,6	19,6	117	130	93,1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6: “Resultados Simulación DIALux de todos los recintos del edificio en el día más desfavorable aplicando las mejoras (aumento de reflectancias en superficies y remover tabiquería)”.

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto										
Hora/Aula	Auditorio	Lab. Control calidad	Envasado	Liquidos	Laboratorio Doc.	Auditorio	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Microscopia	Lab. Lique nes	Lab Alimentos
09:00	9,76	169	36,5	24,9	44,8	113	55,9	35,9	196	208	178
12:00	24,9	432	93	63,6	114	289	143	91,7	501	532	453
16:00	14,2	246	53	36,3	65,1	165	81,3	52,2	285	303	258
18:00	6,7	116	25	17,1	30,8	77,8	38,4	24,7	135	143	122

Fuente: Elaboración propia.

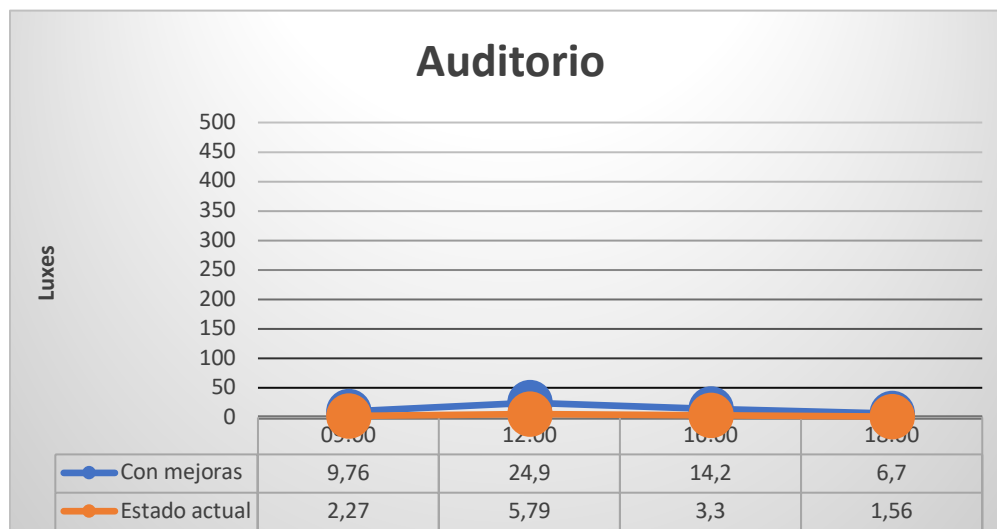


Gráfico 5.43: “Comparación de resultados con/sin mejoras en Auditorio”.

Fuente: Elaboración propia.

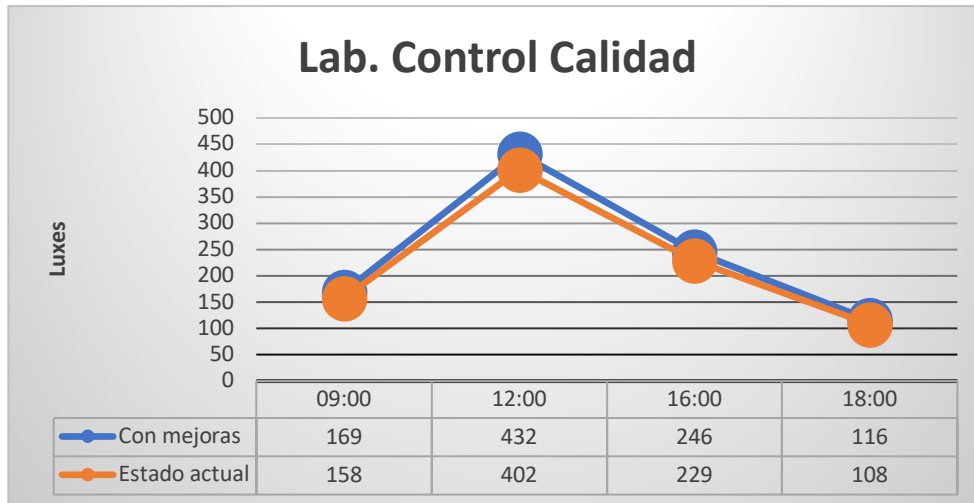


Gráfico 5.44: “Comparación de resultados con/sin mejoras en Laboratorio Control Calidad”.
Fuente: Elaboración propia.

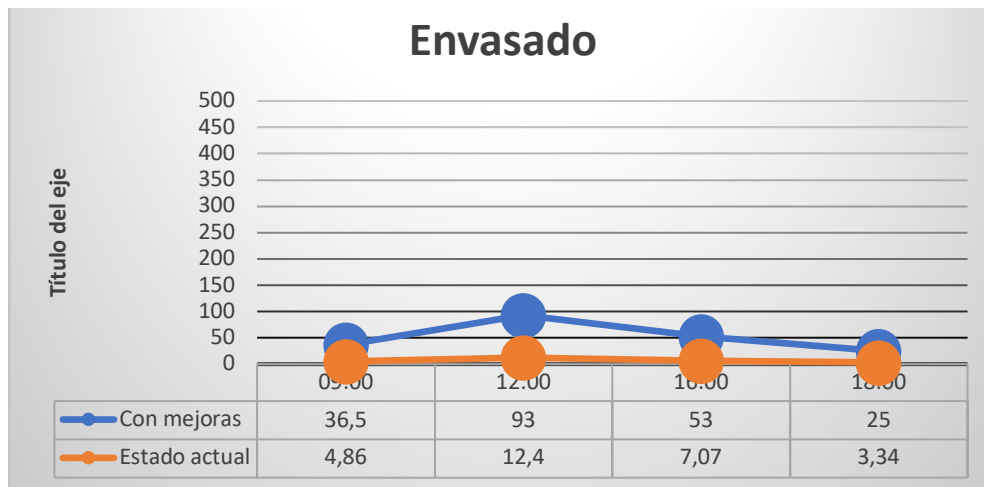


Gráfico 5.45: “Comparación de resultados con/sin mejoras en Laboratorio Envasado”.
Fuente: Elaboración propia.

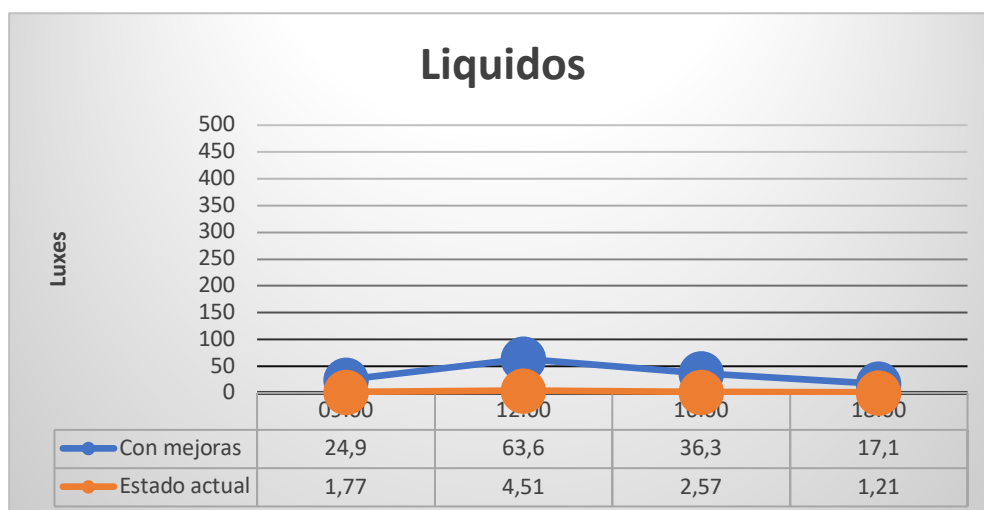


Gráfico 5.46: “Comparación de resultados con/sin mejoras en Laboratorio Líquidos”.
Fuente: Elaboración propia.

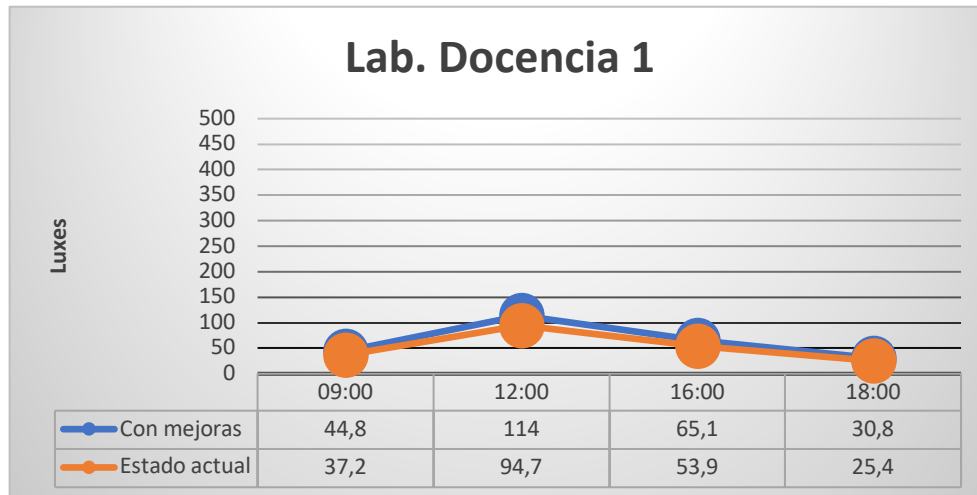


Gráfico 5.47: “Comparación de resultados con/sin mejoras en Laboratorio Docencia 1”.
Fuente: Elaboración propia.

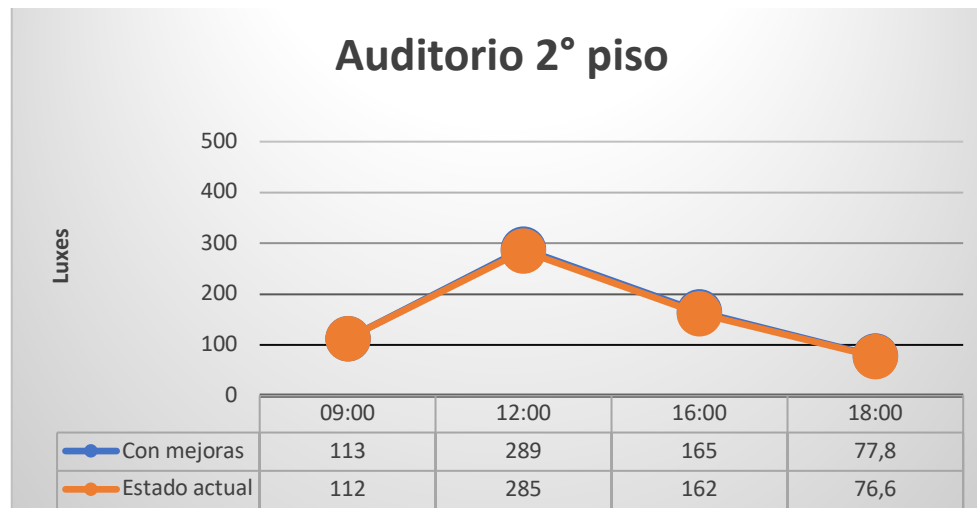


Gráfico 5.48: “Comparación de resultados con/sin mejoras en Auditorio 2° Piso”.
Fuente: Elaboración propia.

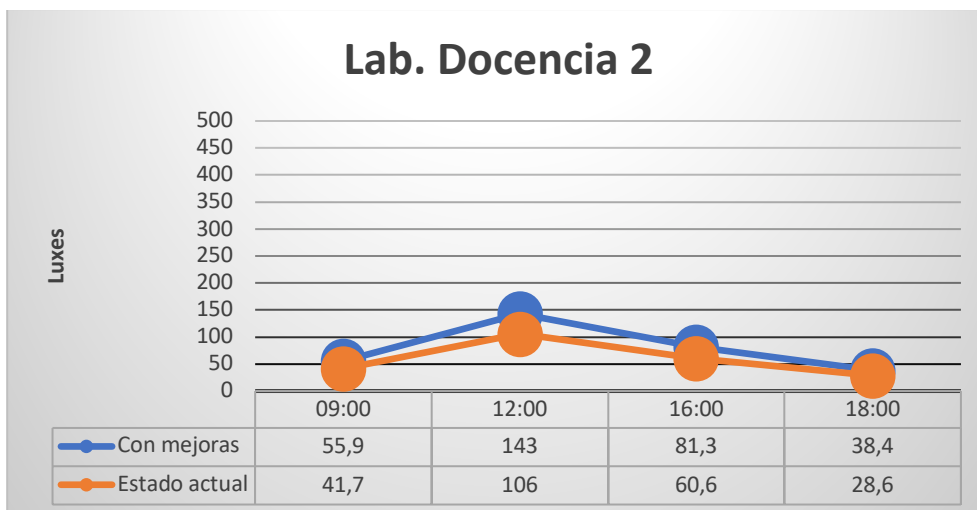


Gráfico 5.49: “Comparación de resultados con/sin mejoras en Laboratorio Docencia 2”.
Fuente: Elaboración propia.

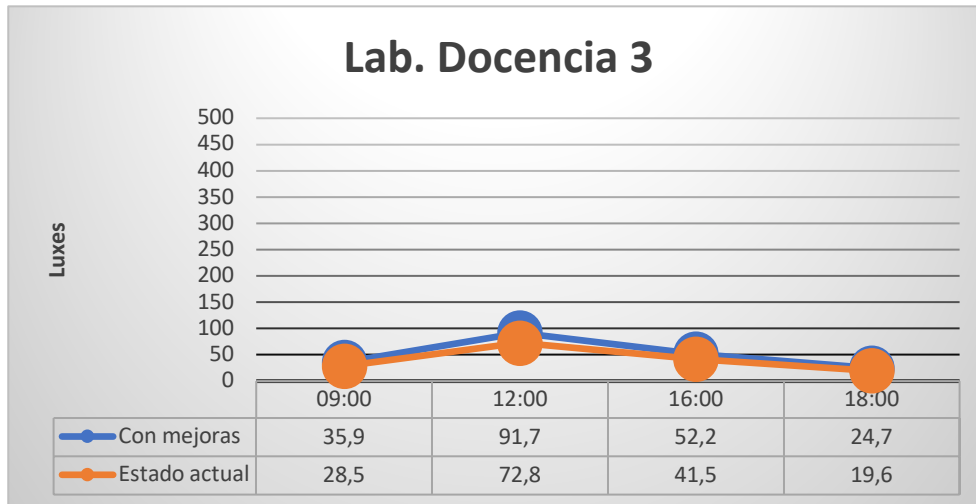


Gráfico 5.50: “Comparación de resultados con/sin mejoras en Laboratorio Docencia 3”.
Fuente: Elaboración propia.

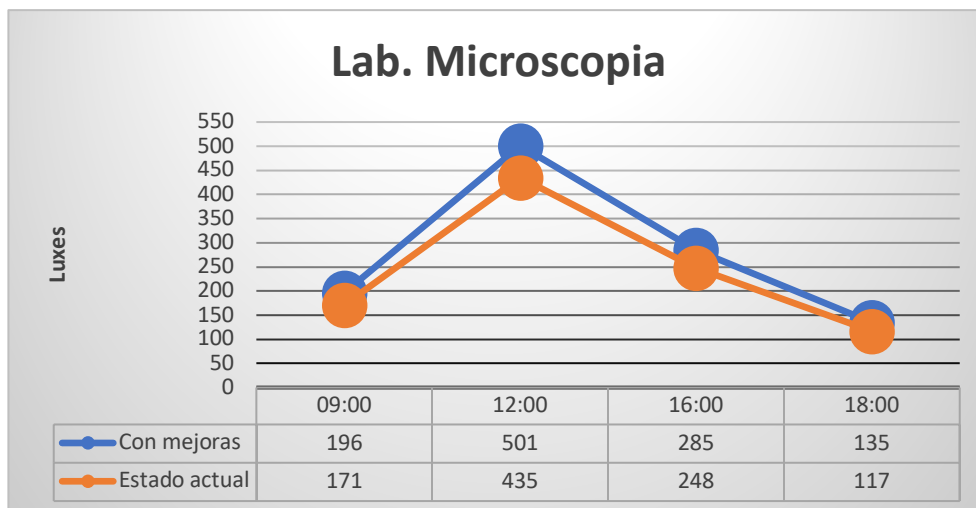


Gráfico 5.51: “Comparación de resultados con/sin mejoras en Laboratorio Microscopia”.
Fuente: Elaboración propia.

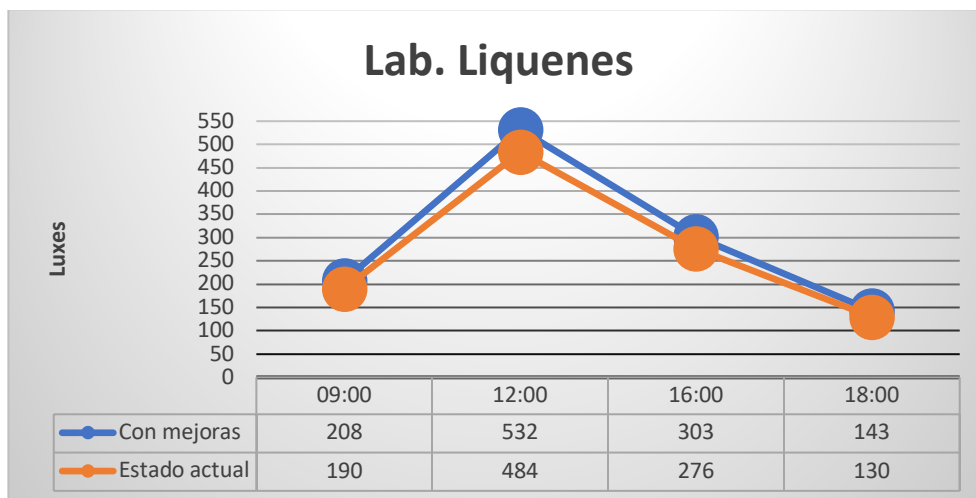


Gráfico 5.52: “Comparación de resultados con/sin mejoras en Laboratorio Líquenes”.
Fuente: Elaboración propia.

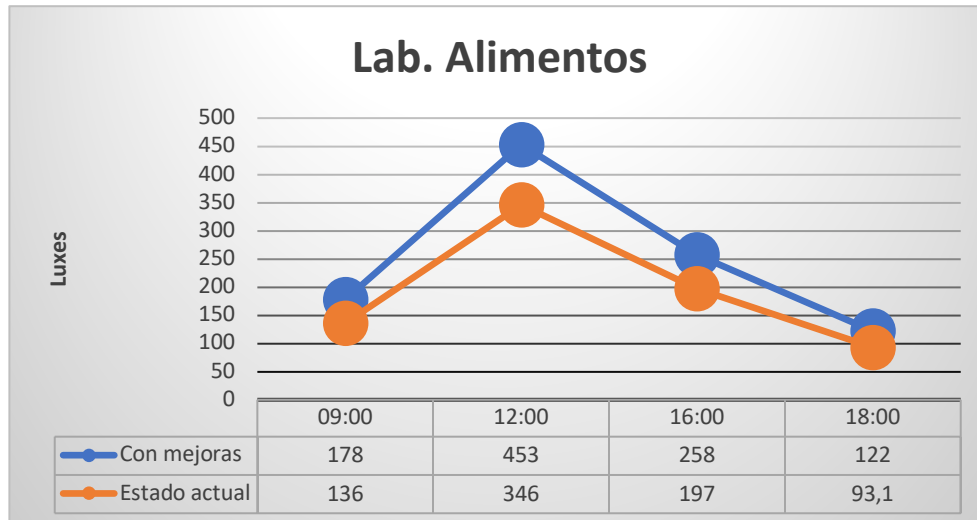


Gráfico 5.53: “Comparación de resultados con/sin mejoras en Laboratorio Alimentos”.
Fuente: Elaboración propia.

Comparando los valores del estado actual de los recintos con los de mejoras en los coeficientes de reflexión en las superficies (Cielo y Muro) y en algunos casos donde corresponda la demolición de tabiquería (antepecho), se aprecia un aumento de iluminación natural media en todos los recintos analizados, al cambiar a un color con mayor porcentaje de reflexión. En el mejor de los casos aumento hasta 14 veces la iluminación como lo es en el recinto de Laboratorio Líquidos y otro en el cual aumento 6 veces, que sería Laboratorio Envasado, de lo contrario fue el Auditorio del 2° piso, que sería el peor de los casos de aumento, en el cual solo fue en un 1,01% y así en distintas magnitudes lo fue con los restantes recintos que se estudian.

5.5 Iluminancia media real (Luz Natural + Artificial) con los cambios en los coeficientes de reflexión en las superficies.

En este capítulo se demostrara de manera cuantitativa los resultados obtenidos mediante la sumatoria de iluminación (Luz Natural + Artificial) con el cambio de coeficientes de reflexión en las superficies, para así obtener la iluminación media real de cada recinto analizado. Esta sumatoria, por parte de la iluminación artificial se hace sin la modificación de luminarias, es decir, como se encuentra actualmente en terreno, pero con los cambios de coeficientes de reflexión en las superficies y la demolición de tabiquería según corresponda.

Se hace la comparación entre los recintos en estado actual con la integración de las mejoras efectuadas.

Tabla 5.7: Resultados iluminancia media real (Luz natural + artificial) de los recintos con deficiencia lumínica en el día más desfavorable en su estado actual.

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto											
	Zocalo	Nivel 1			Nivel 2		Nivel 3			Nivel 4		
Hora/Aula	Auditorio	Lab. Control calidad	Envasado	Líquidos	Laboratorio Doc.	Auditorio	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Microscopia	Lab. Lique nes	Lab Alimentos	
09:00	193,27	485	386,86	393,77	330,8	502	423,7	368,5	419	553	343	
12:00	196,79	729	394,4	396,51	388,3	675	488	412,8	683	847	553	
16:00	194,3	556	389,07	394,57	347,5	552	442,6	381,5	496	639	404	
18:00	192,56	435	385,34	393,21	319	466,6	410,6	359,6	365	493	300,1	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.8: Resultados de iluminancia media real (Luz natural + artificial) de los recintos con deficiencia lumínica aplicando las mejoras (coeficientes de reflexión de superficies y demolición de tabiquería).

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto											
	Zocalo	Nivel 1			Nivel 2		Nivel 3			Nivel 4		
Hora/Aula	Auditorio	Lab. Control calidad	Envasado	Líquidos	Laboratorio Doc.	Auditorio	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Microscopia	Lab. Lique nes	Lab Alimentos	
09:00	347,76	585	498,5	498,9	440,8	599	580,9	494,9	530	571	578	
12:00	362,9	848	555	537,6	510	775	668	550,7	835	895	853	
16:00	352,2	662	515	510,3	461,1	651	606,3	511,2	619	666	658	
18:00	344,7	532	487	491,1	426,8	563,8	563,4	483,7	469	506	522	

Fuente: Elaboración propia.

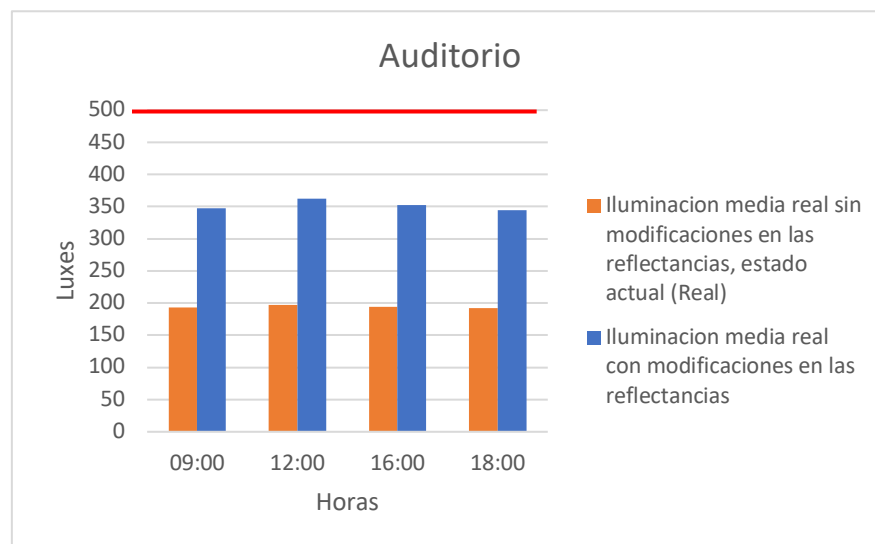


Gráfico 5.54: “Comparación de resultados de iluminancia media real con/sin mejoras en Auditorio”.

Fuente: Elaboración propia.

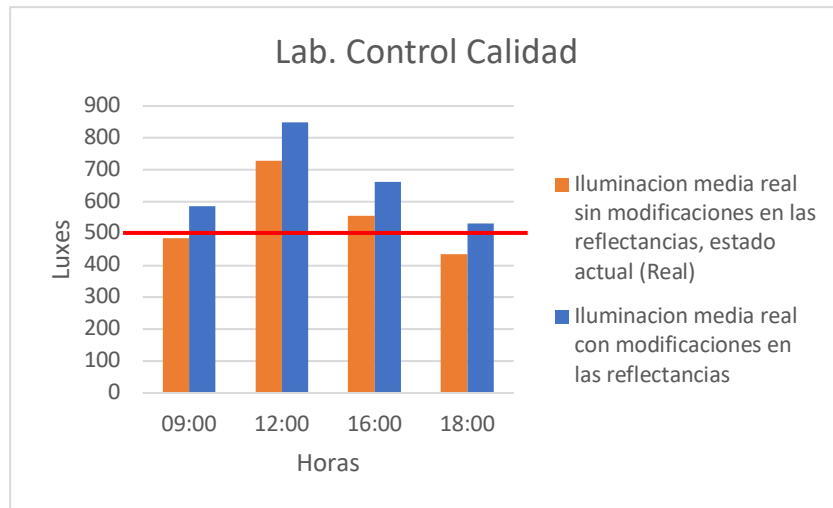


Gráfico 5.55: “Comparación de resultados de iluminancia media real con/sin mejoras en Laboratorio Control Calidad”.
Fuente: Elaboración propia.

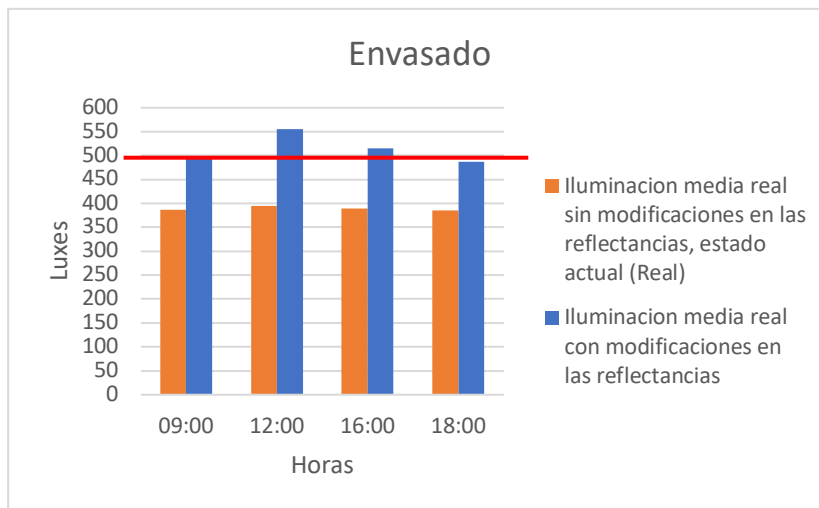


Gráfico 5.56: “Comparación de resultados de iluminancia media real con/sin mejoras en Laboratorio Envasado”.
Fuente: Elaboración propia.

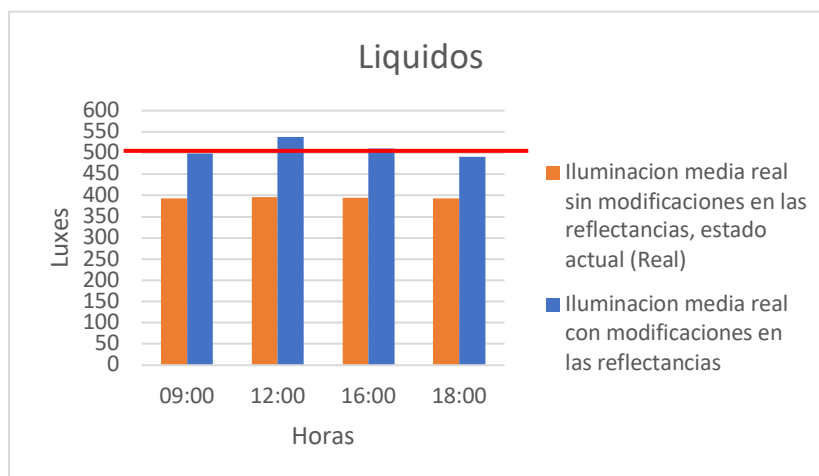


Gráfico 5.57: “Comparación de resultados de iluminancia media real con/sin mejoras en Laboratorio Líquidos”.
Fuente: Elaboración propia.

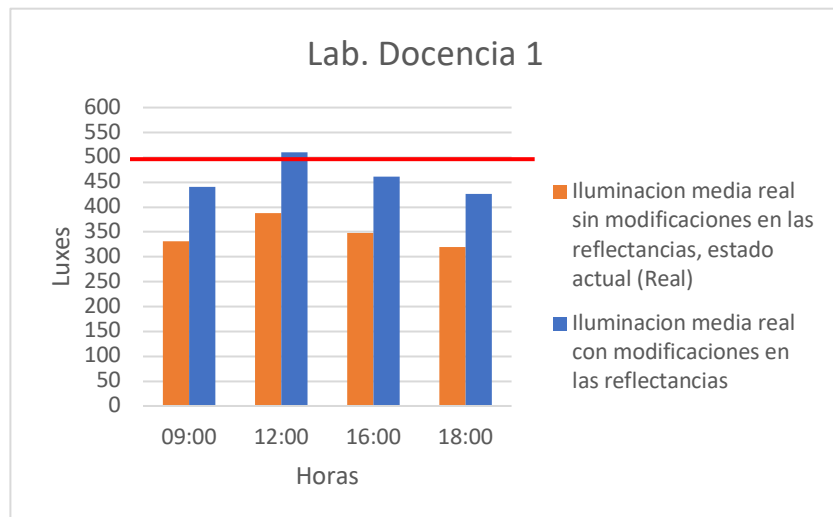


Gráfico 5.58: “Comparación de resultados de iluminancia media real con/sin mejoras en Laboratorio Docencia 1”.
Fuente: Elaboración propia.

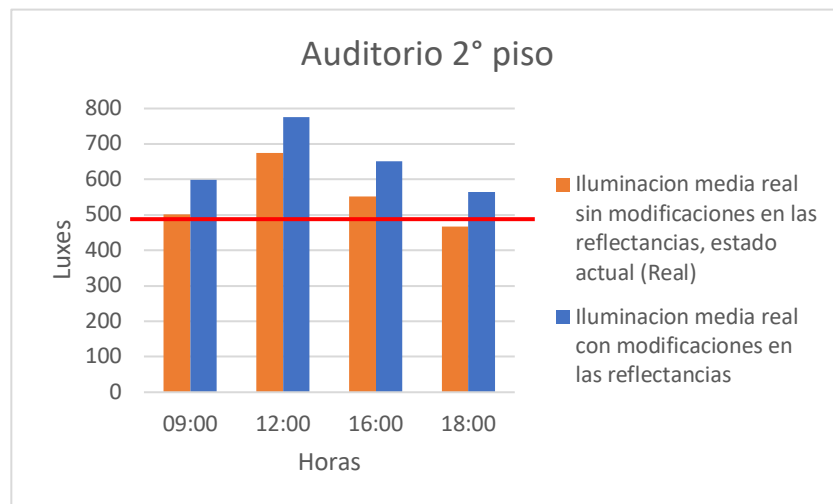


Gráfico 5.59: “Comparación de resultados de iluminancia media real con/sin mejoras en Auditorio 2° Piso”.
Fuente: Elaboración propia.

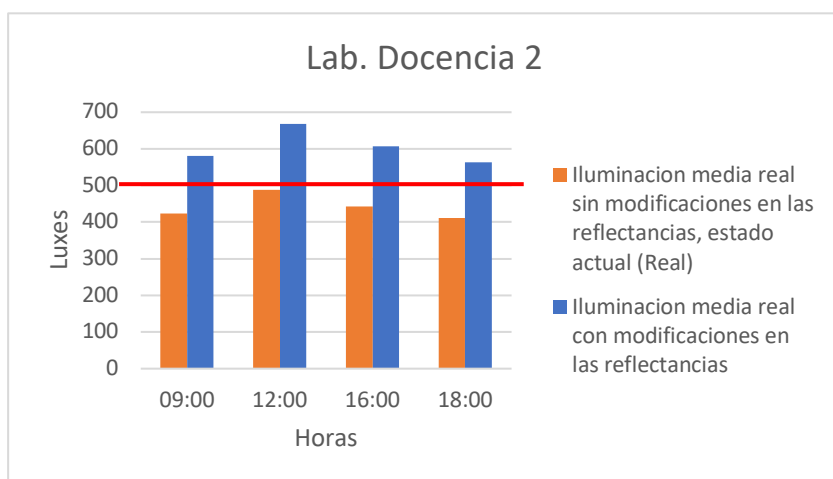


Gráfico 5.60: “Comparación de resultados de iluminancia media real con/sin mejoras en Laboratorio Docencia 2”.
Fuente: Elaboración propia.

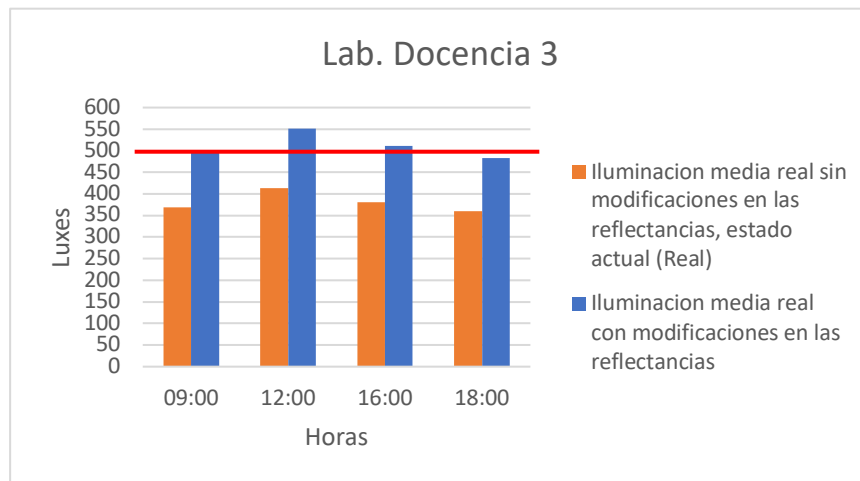


Gráfico 5.61: “Comparación de resultados de iluminancia media real con/sin mejoras en Laboratorio Docencia 3”.
Fuente: Elaboración propia.

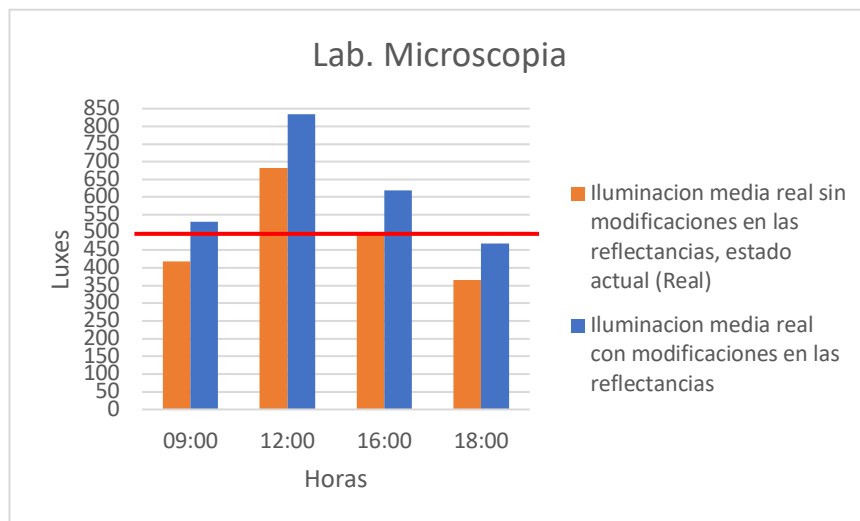


Gráfico 5.62: “Comparación de resultados de iluminancia media real con/sin mejoras en Laboratorio Microscopia”.
Fuente: Elaboración propia.

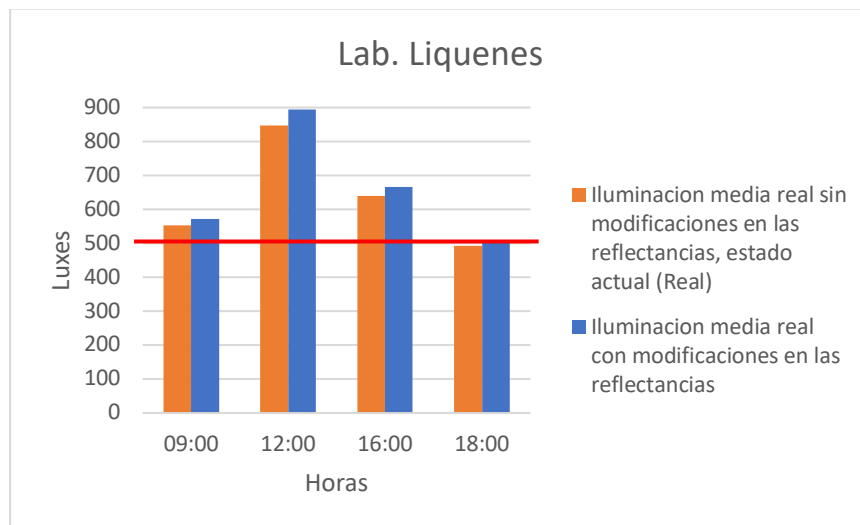


Gráfico 5.63: “Comparación de resultados de iluminancia media real con/sin mejoras en Laboratorio Líquenes”.
Fuente: Elaboración propia.

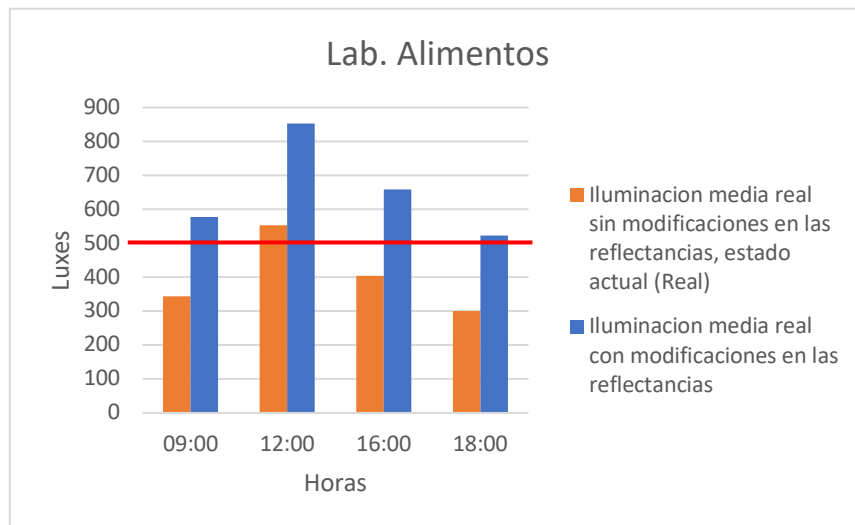


Gráfico 5.64: “Comparación de resultados de iluminancia media real con/sin mejoras en Laboratorio Alimentos”.
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5.6 Se aprecia que 5 de 11 recintos cumplen con la normativa RIC N°10 con el cambio de coeficientes de reflexión y la disminución de antepecho (tabiquería) según corresponda. Esto indica que el 45% de los recintos que presentan ineficiencia lumínica inicialmente (11), con el cambio de color de las superficie a uno con mayor reflexión (88%) y la disminución de tabiquería, que con ello trae una entrada mayor de luz natural, da un aumento significativo de la iluminación media real dentro de algunos recintos llegando así a cumplir con la normativa dentro de toda la jornada en el día más desfavorable. Mientras que el 55% sigue no cumpliendo con la normativa a pesar de haber aplicado estas mejoras, lo que para ello será necesario aplicar la mejoras del sistema de iluminación artificial, que consiste en agregar luminarias, la cantidad que esta especificada en la tabla 5.8 para llegar a cumplir con la normativa.

RESUMEN

Cumplen con Normativa:

- Laboratorio Control Calidad
- Auditorio 2° Piso
- Laboratorio Docencia 2
- Laboratorio de Líquenes
- Laboratorio Análisis y Productos Bioactivos

No Cumplen con Normativa:

- Auditorio
- Laboratorio Líquidos
- Laboratorio Envasado
- Laboratorio Docencia 1
- Laboratorio Ciencias Básicas 3 y 4
- Laboratorio Microscopia

Tabla 5.9: Resumen de datos , método cavidades zonales por aula con cambios en la reflectancias y con/sin cambios en el N° de luminarias.

			Calculo "Cavidades Zonales" sin modificaciones en el N° de luminarias y con cambios en las reflectancias de las superficies.	Calculo "Cavidades Zonales" con modificaciones en el N° de luminarias y con cambios en las reflectancias de las superficies.	
Nivel Zocalo	Tipo de luminaria	Total de luminarias	Iluminancia media (Em) [Lux]	Iluminancia media (Em) [Lux]	Observaciones
Auditorio	Led 60w	8	338	508	Agregar 4
Nivel 1					
Laboratorio Liquidos	Led 60w	2	474	711	Agregar 1
Laboratorio Envasado	Led 60w	2	462	693	Agregar 1
Nivel 2					
Lab. Docencia 1	Led 60w	12	396	529	Agregar 4
Nivel 3					
Lab. Ciencias Basicas 3 y 4	Led 60w	15	459	521	Agregar 2
Lab. Microscopia	2x18w	11	334	516	Agregar 6

Fuente: Elaboración propia.

En este capítulo se presenta las mejoras con respecto a la iluminación artificial, ya que no fue suficiente con las mejoras con respecto al cambio de reflectancias en las superficies y la demolición de tabiquería, por lo que se optara por agregar luminarias faltantes según corresponda con el método cavidades zonales para los distintos recintos que la necesitaran.

En el Auditorio de nivel zócalo se agregan 4 luminarias de mismo tipo, esto permite aumentar de 338 a 508 Luxes en la iluminación media artificial, en Laboratorio Líquidos y Envasado se agregan 1 luminarias de mismo tipo, aumentando de 474 a 711 y de 462 a 693 Luxes respectivamente, En Laboratorio Docencia 1 se propone agregar 4 luminarias para aumentar de 396 a 529 Luxes, en Laboratorio Ciencias Básicas 3 y 4 se agregan 2 luminarias, para aumentar de 459 a 521 Luxes dentro del recinto, finalmente se propone agregar 6 luminarias de mismo tipo para Laboratorio Microscopia con el objetivo de aumentar de 334 a 516 Luxes. Estas mejoras permiten lograr un aumento significativo de la iluminación media real en el interior de estos recintos que será superior a la normativa RIC N°10 como se puede apreciar en la tabla siguiente.

Tabla 5.10: Resultados iluminancia media real de los recintos con deficiencia para el día más desfavorable, con las respectivas modificaciones, esta vez con las luminarias agregadas en el recinto que correspondiera.

Fecha y Tipo de cielo	21 de Junio de 2024 - Solsticio de invierno - Cielo Cubierto										
	Zocalo	Nivel 1			Nivel 2		Nivel 3			Nivel 4	
Hora/Aula	Auditorio	Lab. Control calidad	Envasado	Liquidos	Laboratorio Doc.	Auditorio	Lab. Docencia 2	Lab. Docencia 3	Lab. Microscopia	Lab. Liqueues	Lab Alimentos
09:00	517,76	585	729,5	735,9	573,8	599	580,9	556,9	712	571	578
12:00	532,9	848	786	774,6	643	775	668	612,7	1017	895	853
16:00	522,2	662	746	747,3	594,1	651	606,3	573,2	801	666	658
18:00	514,7	532	718	728,1	559,8	563,8	563,4	545,7	651	506	522

Fuente: Elaboración propia.

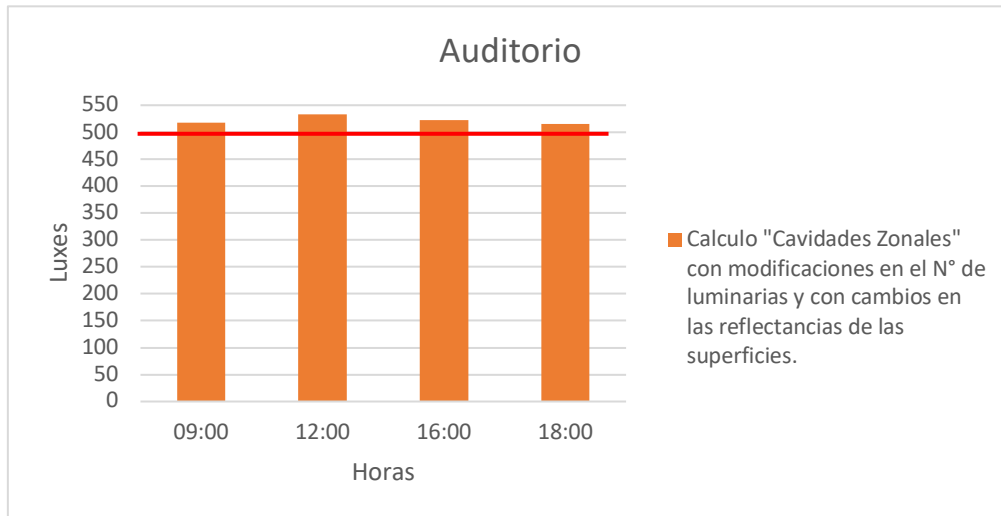


Gráfico 5.65: “Aumento de iluminancia media , producto del cambio de luminarias y aumento de coeficientes de reflexión en las superficies”.
Fuente: Elaboración propia.

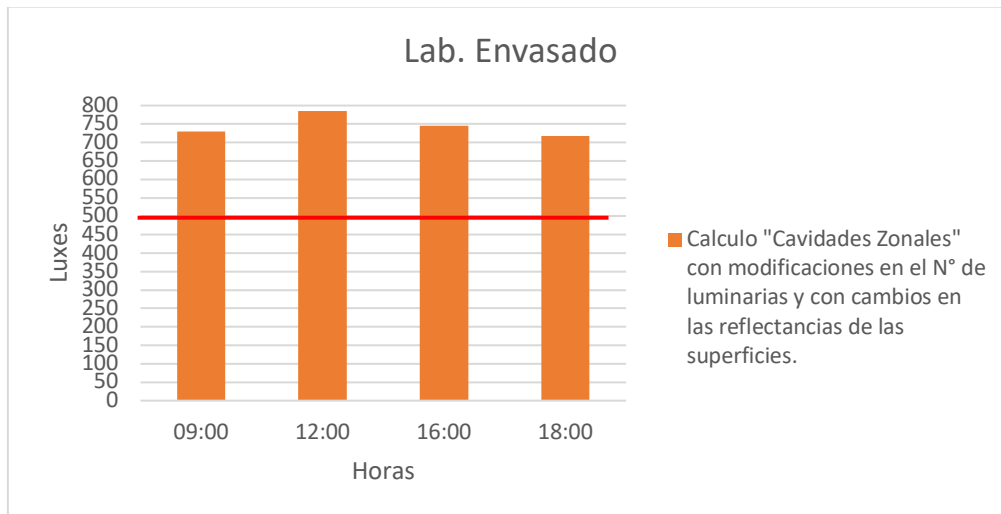


Gráfico 5.66: “Aumento de iluminancia media , producto del cambio de luminarias y aumento de coeficientes de reflexión en las superficies”.
Fuente: Elaboración propia.

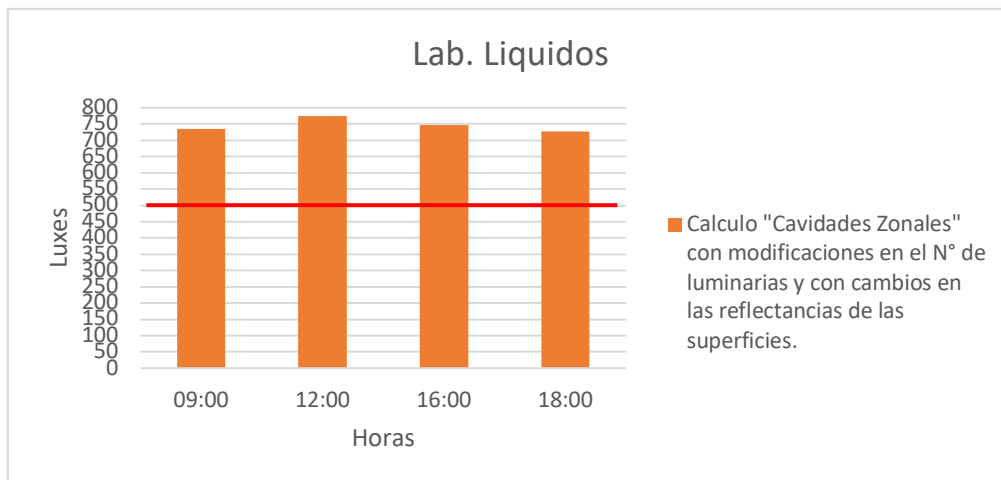


Gráfico 5.67: “Aumento de iluminancia media , producto del cambio de luminarias y aumento de coeficientes de reflexión en las superficies”.
Fuente: Elaboración propia.

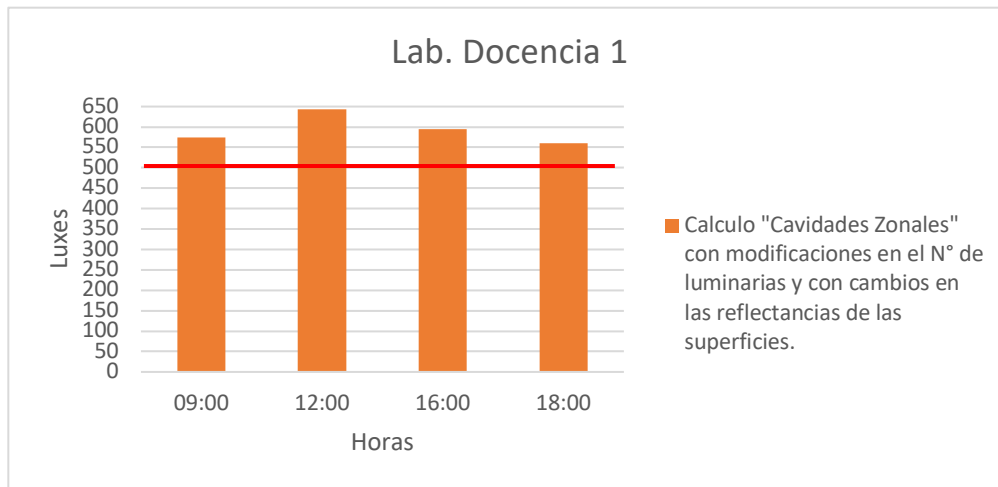


Gráfico 5.68: “Aumento de iluminancia media , producto del cambio de luminarias y aumento de coeficientes de reflexión en las superficies”.

Fuente: Elaboración propia.

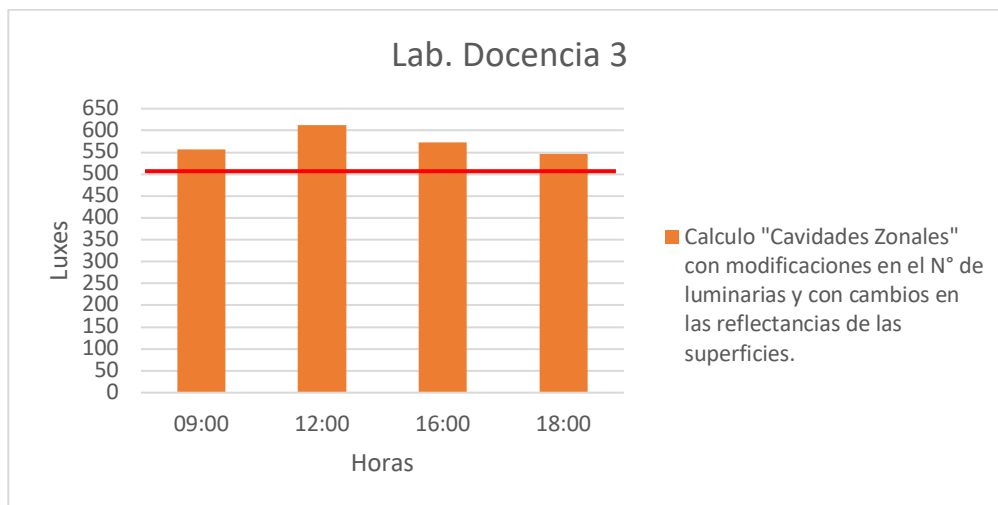


Gráfico 5.69: “Aumento de iluminancia media , producto del cambio de luminarias y aumento de coeficientes de reflexión en las superficies”.

Fuente: Elaboración propia.

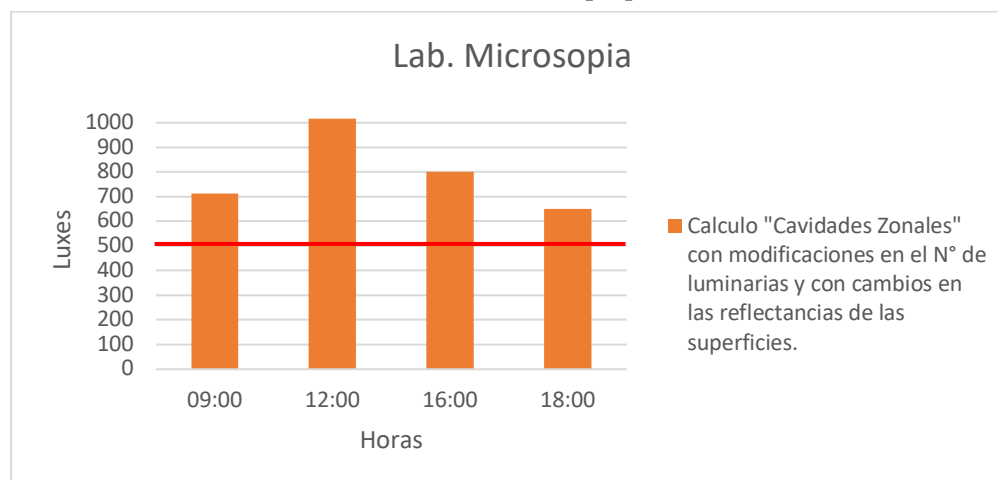


Gráfico 5.70: “Aumento de iluminancia media , producto del cambio de luminarias y aumento de coeficientes de reflexión en las superficies”.

Fuente: Elaboración propia.

Finalizando, se logra apreciar que, ya una vez realizado los cambios en las luminarias de estos 6 recintos faltantes, estos aumentaron considerablemente sobrepasando la barrera de la normativa RIC N°10 de los 500 Luxes, permitiendo así que todos los recintos estudiados se encuentren en las óptimas condiciones para llevar a cabo las labores de aprendizaje lumínicamente confortables, complementándose la luz natural con la luz artificial.

6 FACTIBILIDAD ELÉCTRICA POR EL AUMENTO DE LUMINARIAS EN LOS RECINTOS QUE CORRESPONDEN EN LOS NIVELES ZÓCALO, 1, 2 Y 3.

El aumento de luminarias en los recintos correspondientes afectará a los tableros eléctricos de los respectivos niveles de ambos edificios, por lo que se harán las respectivas modificaciones con respecto a cómo se encuentran actualmente.

Tabla 6.1: “Cuadro de cargas diseñado para Nivel Zócalo de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso”

CUADRO DE CARGAS T.D.G. 1 ZÓCALO A - EXISTENTE																											
Designación de tablero	Circuito N°	Luminarias						Enchufes					TDA1	TDA2	Total de Centros	Potencia en KW	Fase [A]			Protecciones		Canalización		Ubicación			
		5 W	18 W	2x18W	48W	60 W	100 W	250 W	500 W	800 W	1500 W	3000 W					R	S	T	Disyuntor	Diferencial	Ducto	Conductor				
○	1			24		14									38	1,7				7,7	1x10 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 1,5 mm2	ILUMINACIÓN ZÓCALO	
	2							8	2						10	3,0	13,6				1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5 mm2	ENCHUFES SECRETARÍA, BAÑO AUXILIARES Y SALA DE MÁQUINA	
	3							7	1						8	2,2			10,2		1x20 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5 mm2	ENCHUFES ESTAR ALUMNOS Y CENTRO DE ALUMNOS	
	4								2						2	1,0			2,2		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5 mm2	ENCHUFES ESTABILIZADORES	
	5							1	1						2	0,7	3,4				1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5 mm2	ENCHUFES SALA REFRIGERACIÓN.	
	6							5	2						7	1,7			7,9		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5 mm2	ENCHUFES AUDITORIO Y OFICINA	
	7								5						5	1,2			5,6		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5 mm2	ENCHUFES AUDITORIO	
	8								5						5	1,2			5,6		1x20 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5 mm2	ENCHUFES OFICINA PROFESOR, OFICINA 1 PART-TIME Y OFICINA 2 PART-TIME	
△	1											1		1	1,8	8,4					1x20 [A]	Curva C	-	B.P.C.	H0721-K 4 mm2	T.D.A.1	
	2																									T.D.A.2	
TOTAL	10	0	0	0																							DICALO EDIFICIO A - EXISTENTE

Fuente: Dirección de Infraestructura de la Universidad de Valparaíso.

Tabla 6.2: “Cuadro de cargas diseñado para Nivel 1 de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso”

CUADRO DE CARGAS TDA 3 - EXISTENTE																													
Designación de tablero	Circuito N°	Luminarias						Enchufes					Total de Centros	Potencia en KW	Fase [A]			Protecciones		Canalización		Ubicación							
		5 W	18 W	2x18W	48W	60 W	100 W	250 W	500 W	800 W	1500 W	3000 W			R	S	T	Disyuntor	Diferencial	Ducto	Conductor								
○	1											3			3	0,7			3,4		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5 mm2	ENCHUFES ENVASADO			
	2											2	2		4	1,5			6,8		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5 mm2	ENCHUFES ENVASADO			
	3						2								2	0,1			0,5		1x10 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 1,5 mm2	ILUMINACIÓN ENVASADO			
TOTAL	3	0	0	0	0	2	0					5	2	0	0	0	0	0	9	2,3	3,4	6,8	0,5	4x16 [A]	Curva C	-	B.P.C.	RZ1-K 4 mm2	ENVASADO - EXISTENTE

CUADRO DE CARGAS TDA 4 - EXISTENTE																													
Designación de tablero	Circuito N°	Luminarias						Enchufes					Total de Centros	Potencia en KW	Fase [A]			Protecciones		Canalización		Ubicación							
		5 W	18 W	2x18W	48W	60 W	100 W	250 W	500 W	800 W	1500 W	3000 W			R	S	T	Disyuntor	Diferencial	Ducto	Conductor								
○	1					2									2	1,2	5,6				1x10 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 1,5 mm2	ILUMINACIÓN LÍQUIDOS			
	2											1			1	0,5			2,2		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5 mm2	ENCHUFES LÍQUIDOS			
	3											5			5	0,1			0,5		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5 mm2	ENCHUFES LÍQUIDOS			
	4														0	0,0	0,0				1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5 mm2	DISPONIBLE			
TOTAL	3	0	0	0	0	2	0					5	1	0	0	0	0	0	8	1,8	5,6	2,2	0,5	4x20 [A]	Curva C	-	B.P.C.	RZ1-K 4 mm2	LÍQUIDOS - EXISTENTE

Tabla 6.3: “ Fuente: Dirección de Infraestructura de la Universidad de Valparaíso. macia de la Universidad de Valparaíso”

CUADRO DE CARGAS T.D.G. 8 PISO 2 B - EXISTENTE																							
Designación de tablero	Circuito N°	Luminarias						Enchufes					Total de Centros	Potencia en KW	Fase [A]			Protecciones		Canalización		Ubicación	
		5 W	18 W	2x18W	48 W	60 W	100 W	250 W	500 W	800 W	1500 W	3000 W			R	S	T	Disyuntor	Diferencial	Ducto	Conductor		
○	1	15		35		5		3	1				59	2,8			12,9	1x20 [A]	Curva C	2x40 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5 mm2	ILUMINACIÓN SEGUNDO PISO Y ENCHUFES SALA DE CLASES FARMACIA
	2						1						1	0,2		1,1		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5 mm2	RACK PISO 2
	3						1						1	0,2		1,1		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5 mm2	RACK SALA COMPUTACIÓN
	4						5	1					6	1,7	7,9			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5 mm2	ENCHUFES SALA DE ESTUDIO 1, 2, 3 Y 4, SECRETARÍA DE DOCENCIA ESCUELA QUÍMICA Y FARMACIA Y BODEGA
	5						2	1					3	1,0	4,5			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5 mm2	ENCHUFES OFICINA SOPORTE INFORMÁTICO
	6						5	1					6	1,7	7,9			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5 mm2	ENCHUFES SECRETARÍA DE DOCENCIA ESCUELA QUÍMICA Y FARMACIA, PASILLO 3.2 Y PASILLO 3.3
	7						1						1	0,2	1,1			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5 mm2	ENCHUFES LABORATORIO MICROSCOPIA
	8						2						2	0,5	2,2			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5 mm2	ENCHUFES SALA DE COMPUTACIÓN 3.1 Y 3.2
	9						1						1	0,2	1,1			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5 mm2	ENCHUFES SALA DE COMPUTACIÓN 3.1
	10						1	1					2	0,7		3,4		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5 mm2	ENCHUFES SALA DE COMPUTACIÓN 3.2
	11						5	2					7	2,2		10,2		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA] HPI	B.P.C.	H0721-K 2.5 mm2	ENCHUFES COMPUTACIÓN SALA DE COMPUTACIÓN 3.1 Y 3.2
TOTAL	11	15	0	35	0	5	0	27	7	0	0	0	89	11,4	18	18	17,4	4x40 [A]	Curva C	-	B.P.C.	R21-K 6 mm2	PISO 2 EDIFICIO B - EXISTENTE

Fuente: Dirección de Infraestructura de la Universidad de Valparaíso.

Ahora se procede a realizar los cambios generados en las cuadros de carga al verse afectados por el hecho de agregar luminarias del mismo tipo que ya presentan los distintos recintos dentro de los Niveles Zócalo, 1, 2 y 3.

Tabla 6.5: “Cuadro de cargas diseñado para Nivel Zócalo de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso”.

CUADRO DE CARGAS T.D.G. 1 ZOCALO A - EXISTENTE																									
Designación de tablero	Circuito N°	Luminarias						Enchufes					TDA 1	TDA 2	Total de centros	Potencia en KW	Fase (A)			Protecciones		Canalización		Ubicación	
		5 W	18 W	2x18 W	48 W	60 W	100 W	250 W	500 W	800 W	1500 W	3000 W					1800 W	1500 W	R	S	T	Disyuntor	Diferencial		Ducto
	1			24		18									42	1,9			8,8	1x10 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 1.5mm2	ILUMINACION ZOCALO
	2						8	2							10	3,0	13,6			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5mm2	ENCHUFES SECRETARIA, BANO AUXILIARES Y SALA DE MAQUINAS
	3						7	1							8	2,2		10,2		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5mm2	ENCHUFES ESTAR ALUMINOS Y CENTRO DE ALUMNOS
	4								2						2	1,0			2,2	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 4 mm2	ENCHUFES ESTABILIZADORES
	5						1	1							2	0,7	3,4			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5mm2	ENCHUFES SALA DE REFRIGERACION
	6						5	2							7	1,7		7,9		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5mm2	ENCHUFES AUDITORIO Y OFICINA
	7						5								5	1,2		5,6		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5mm2	ENCHUFES AUDITORIO
	8						5								5	1,2	5,6			1x20 [A]	Curva C	2x25 [A] - 30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2.5mm2	ENCHUFES OFICINA PROFESOR, OFICINA PARTITIME Y OFICINA
	1												1	1	1,8	8,4			1x20 [A]	Curva C	-	B.P.C.	R21-K 4 mm2	T.D.A.1	
	2												1	1	1,5	9,2			1x20 [A]	Curva C	-	B.P.C.	R21-K 4 mm2	T.D.A.2	
TOTAL	10	0	0	24	0	18	0	31	8	0	0	0	1	1	83	16	25,4	25	24,54	4x32 [A]	Curva C	-	B.P.C.	R21-K 6 mm2	ZOCALO EDIFICIO A

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 6.1 y 6.5 se aprecia el aumento de potencia para el Nivel Zócalo en que de un valor de 16 a 16,2 kW, ya que se agregaron 4 luminarias de 60 W.

Tabla 6.6: “Cuadro de cargas diseñado para Nivel 1 de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso”.

CUADRO DE CARGAS T.D.G. 2 PISO 1 A - EXISTENTE																							
Designación de tablero	Circuito N°	Luminarias						Enchufes					Total de centros	Potencia en KW	Fase (A)			Protecciones		Canalización		Ubicación	
		5 W	18 W	2X18 W	48 W	60 W	100 W	250 W	500 W	800 W	1500 W	3000 W			R	S	T	Disyuntor	Diferencial	Ducto	Conductor		
	1							3					3	0,7	3,4			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES ENVASADO
	2							2	2				4	1,5		6,8		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES ENVASADO
	3					3							3	0,2			0,818	1x10 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 1,5mm2	ILUMINACION ENVASADO
TOTAL	34	0	0	0	0	3	0	5	2	0	0	0	10	2,4	3,4	6,8	0,818	4X16 [A]	Curva C	-	B.P.C.	R21-K 4 mm2	ENVASADO

CUADRO DE CARGAS T.D.G. 2 PISO 1 A - EXISTENTE																							
Designación de tablero	Circuito N°	Luminarias						Enchufes					Total de centros	Potencia en KW	Fase (A)			Protecciones		Canalización		Ubicación	
		5 W	18 W	2X18 W	48 W	60 W	100 W	250 W	500 W	800 W	1500 W	3000 W			R	S	T	Disyuntor	Diferencial	Ducto	Conductor		
	1					3							3	0,2			0,818	1x10 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 1,5mm2	ILUMINACION LIQUIDOS
	2								1				1	0,5		2,2		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES LIQUIDOS
	3							5					5	1,2	5,6			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES LIQUIDOS
																		1x10 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	DISPONIBLE
TOTAL	34	0	0	0	0	3	0	5	1	0	0	0	9	1,9	5,6	2,2	0,818	4X20 [A]	Curva C	-	B.P.C.	R21-K 4 mm2	LIQUIDOS

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 6.2 y 6.6 se aprecia el aumento de potencia para el Nivel 1 en que de un valor de 2,3 a 2,4 kW y de 1,8 a 1,9 kW respectivamente, ya que se agregaron 1 luminarias de 60 W en ambas.

Tabla 6.7: “Cuadro de cargas diseñado para Nivel 2 de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso”.

CUADRO DE CARGAS T.D.G. 3 PISO 2 A - EXISTENTE																							
Designación de tablero	Circuito N°	Luminarias						Enchufes					Total de centros	Potencia en KW	Fase (A)			Protecciones		Canalización		Ubicación	
		5 W	18 W	2X18 W	48 W	60 W	100 W	250 W	500 W	800 W	1500 W	3000 W			R	S	T	Disyuntor	Diferencial	Ducto	Conductor		
	1	2				16							18	1,0	4,4			1x10 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 1,5mm2	ILUMINACION LABORATORIO DOCCENCIA 1
	2						6						6	1,5		6,8		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DOCCENCIA 1
	3						6						6	1,5		6,8		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DOCCENCIA 1
	4						6						6	1,5	6,8			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DOCCENCIA 1
	5						6						6	1,5	6,8			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES LABORATORIO DOCCENCIA 1
	6						4	1					5	1,5		6,8		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES LABORATORIO DOCCENCIA 1
	7						4	1					5	1,5	6,8			1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES LABORATORIO DOCCENCIA 1
	8							1					2	0,5		2,2		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES SALA DE PREPARACION LABORATORIO 1
	9							2					2	1			4,5	1x20 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES SALA DE PREPARACION LABORATORIO 1
	10						1						1	0,2	1,3			1x20 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES COMPUTACION LABORATORIO DOCCENCIA 1
	11						2						2	0,5		2,2		1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0721-K 2,5mm2	ENCHUFES COMPANIAS LABORATORIO DOCCENCIA 1 Y
TOTAL	11	2	0	0	0	16	0	35	5	0	0	0	58	12,2	19,3	18	18,1	4X40 [A]	Curva C	-	B.P.C.	R21-K 4 mm2	LABORATORIO DOCCENCIA 1 Y SALA PREPARACION 1

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 6.3 y 6.7 se aprecia el aumento de potencia para el Nivel 2 en que de un valor de 11,9 a 12,2 kW, ya que se agregaron 4 luminarias de 60 W.

Tabla 6.8: “Cuadro de cargas diseñado para Nivel 3 de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso”.

CUADRO DE CARGAS T.D.G. 4 PISO 3 A - EXISTENTE																								
Designación de tablero	Circuito N°	Luminarias					Enchufes					Total de centros	Potencia en KW	Fase (A)			Protecciones		Canalización		Ubicación			
		5 W	2x18 W	48 W	60 W	70 W	250 W	500 W	1000 W	1500 W	6000 W			R	S	T	Disyuntor	Diferencial	Ducto	Conductor				
	1						1	1				2	0,7			3,4	1x20 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	2						1	1				2	0,7			3,4	1x20 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	3						1	1				2	0,7			3,4	1x20 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	4						1	1				2	0,7			3,4	1x20 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	5						1	1				2	0,7			3,4	1x20 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	6						1	1				2	0,7			3,4	1x20 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	7						1	1				2	0,7			3,4	1x20 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	8						1	1				2	0,7			3,4	1x20 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	9						1	1				2	0,7			3,4	1x20 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	10						1	1				2	0,7			3,4	1x20 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES MESON CENTRAL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	11						6					6	1,5			6,8	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	12						3					3	0,7			3,4	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	13						3					3	0,7			3,4	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	14						5					5	1,2			5,6	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	15						2					2	0,5			2,2	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	16						2	1				3	1			4,5	1x32 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES SALA PREPARACION 3		
	17						3	1				4	1,2			5,6	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES SALA PREPARACION 3		
	18						3					3	0,9			3	4,3	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES SALA PREPARACION 3	
	19										1	1	6			27,2	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 3,31mm ²	ENCHUFES DESTILADOR SALA PREPARACION 3		
	20						2					2	0,5			2,2	1x10 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES DESTILADOR SALA PREPARACION 3		
	21										10	0,6				2,7	1x10 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ILUMINACION SALA PREPARACION 3		
	22										8	0,48				2,2	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ILUMINACION LABORATORIO CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4		
	23											0	0				1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	DISPONIBLE		
TOTAL	23	0	0	0	18	0	39	12	0	0	1	70	22,3			35,0	35,71	36,4	4x40 [A]	Curva C	-	B.P.C.	R21 x 6 mm ²	SALA DE PREPARACION 3 Y LABORATORIO CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4

CUADRO DE CARGAS T.D.G. 4 PISO 3 A - EXISTENTE																								
Designación de tablero	Circuito N°	Luminarias					Enchufes					Total de centros	Potencia en KW	Fase (A)			Protecciones		Canalización		Ubicación			
		5 W	18 W	2x18 W	48 W	60 W	100 W	250 W	500 W	800 W	1500 W			3000 W	R	S	T	Disyuntor	Diferencial	Ducto		Conductor		
	1	15		41		5	3	1				65	3,10			14,1	1x20 [A]	Curva C	3x40 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ILUMINACION SEGUNDO PISO Y ENCHUFES SALA DE CLASES FARMACIA		
	2						1					1	0,2			1,1	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	BACK PISO 2		
	3						1					1	0,2			1,1	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	BACK SALA COMPUTACION		
	4						5	1				6	1,7			7,9	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES SALA DE ESTUDIO 1, 2, 3 Y 4, SECRETARIA DE DOCENCIA ESCUELA QUIMICA Y FARMACIA Y BODEGA		
	5						2	1				3	1			4,5	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES OFICINA SOPORTE INFORMATICO		
	6						5	1				6	1,7			7,9	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES SECRETARIA DE DOCENCIA ESCUELA QUIMICA Y FARMACIA, PASILLO 3.2 Y PASILLO 3.3		
	7						1					1	0,2			1,1	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES LABORATORIO MICROSCOPIA		
	8						2					2	0,5			2,2	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES SALA DE COMPUTACION 3.1 Y 3.2		
	9						1					1	0,2			1,1	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA]	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES SALA DE COMPUTACION 3.1		
	10						1	1				2	0,7			3,4	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES SALA DE COMPUTACION 3.2		
	11						5	2				7	2,2			10,2	1x16 [A]	Curva C	2x25 [A]-30 [mA] HR	B.P.C.	H0725-K 2,5mm ²	ENCHUFES COMPUTACION SALA DE COMPUTACION 3.1 Y 3.2		
TOTAL	11	15		41	0	5	0	27	7	0	0	95	11,7			18	18	18,6	4x40 [A]	Curva C	-	B.P.C.	R21 x 6 mm ²	SALA DE PREPARACION 3 Y LABORATORIO CIENCIAS BÁSICAS 3 Y 4

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 6.4 y 6.8 se aprecia el aumento de potencia para el Nivel 3 en que de un valor de 21,9 a 22,3 kW y de 11,4 a 11,7 kW respectivamente, ya que se agregaron 2 luminarias de 60 W en Laboratorio de Ciencias Básicas 3 y 4, y 6 luminarias de 2x18 W en Laboratorio Microscopia.

7 PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA DE MEJORAS EN COEFICIENTES DE REFLEXIÓN Y LA REBAJA DE TABIQUERÍA SEGÚN CORRESPONDA.

Este capítulo trata del presupuesto estimado para la aplicación de las mejoras planteadas.

Tabla 7.1: cubicación de la pintura color blanco para todos los niveles de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

Nivel Zocalo- Facultad de Farmacia		
Recinto	Ubicación	Total m2
Auditorio	Muros	84,697
	Cielo	88,3
Nivel 1- Facultad de Farmacia		
Recinto	Ubicación	Total m2
Control Lab.	Muros	63
	Cielo	38,64
Envasado	Muros	45,59
	Cielo	16,94
Liquidos	Muros	52,79
	Cielo	16,51
Nivel 2- Facultad de Farmacia		
Recinto	Ubicación	Total m2
Lab. Docencia	Muros	111,797
	Cielo	110,34
Auditorio	Muros	133,804
	Cielo	135
Total		897,408
Total Muros		491,678
Total Cielo		405,73
Total m2		897,408
Nivel 3- Facultad de Farmacia		
Recinto	Ubicación	Total m2
Lab. Docencia 2	Muros	126,135
	Cielo	133,42
Lab. Ciencias basicas 3 y 4	Muros	113,433
	Cielo	119,02
Lab. Microscopia	Muros	84,44
	Cielo	73
Nivel 4- Facultad de Farmacia		
Recinto	Ubicación	Total m2
Lab. Liqueenes	Muros	61,41
	Cielo	0
Lab. Allimentos	Muros	100,955
	Cielo	50,39
Total		862,203
Total Muros		486,373
Total Cielo		375,83
Total m2		862,203
TOTAL m2		1759,611

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.2: Cubicación de rebaja de tabiquería para todos los niveles de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

Cubicacion remover tabiguera	Unidad
Recinto	m2
Envasado	4,398
Liquidos	4,953
Auditorio	9,9
Lab. Docencia 1	15,096
Lab. Docencia 2	25,27
Lab. Docencia 3	2,934
TOTAL	62,551

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.3: Presupuesto detallado de implementación de las mejoras mencionadas.

	Unidad	Cantidad	P.U	P. Total
A. Obras preliminares				\$ 43.872
A.1 Limpieza de area	gl	1	\$ 43.872	\$ 43.872
B. Instalaciones electricas (iluminacion)				\$ 529.374
B.1 Luminarias tubos led 2x18 W	Uni	6	\$ 49.030	\$ 294.181
B.2 Paneles Led 60 W 600x600x30mm	Uni	12	\$ 19.599	\$ 235.193
C. Demoliciones				\$ 130.474
C.1 Demolicion de tabiqueria	m2	62,551	\$ 2.086	\$ 130.474
D. Terminaciones				\$ 5.518.493
D.1 Pinturas y barnices				
D.1.1 Pintura esmalte	m2	1759,611	\$ 2.972	\$ 5.229.564
D.2 Terciado 9 mm	ml	82,41	\$ 3.506	\$ 288.929
E. Aseo y entrega				\$ 54.957
E.1 Aseo general y retiro de excedentes	gl	1	\$ 54.957	\$ 54.957

Subtotal Directo		\$6.277.170
	Gastos generales (4%)	\$ 251.087
	Utilidad (12%)	\$ 753.260
Subtotal neto		\$7.281.517
IVA 19%		\$1.383.488
TOTAL		\$8.665.005

Fuente: Elaboración propia.

8 Análisis comparativo de la recuperación de inversión en los casos de: Si se aplicarían mejoras en solo incrementar las luminarias artificiales vs aplicando las distintas mejoras, ya sean de cambio de coeficientes de reflexión de superficies, reducción de tabiquería e iluminarias.

A continuación en este capítulo se analizara el cambio significativo de implementar las mejoras realizadas en este estudio y el ahorro energético que tendría con respecto a un caso hipotético en el que solo se realizaran mejoras incluyendo únicamente luminarias artificiales.

Se realizaron distintas simulaciones en dos escenarios distintos, en los cuales, se extrajeron las horas en las cuales las luminarias artificiales debería estar prendidas durante un jornada en un año universitario completo (Marzo a Diciembre), estos con respecto a los recintos con deficiencia lumínica analizados previamente (11). En el primer escenario sería como se encuentra actualmente el edificio de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso y el otro con las mejoras de tabiquería y cambio de reflexión de las superficies, lo que haría en este último caso, mejorar las condiciones lumínicas dentro de los recintos, llevando consigo la no implementación de más luminarias o en el caso de necesitar, sería en una cantidad menor a cómo se encuentra actualmente el edificio, es decir, lo que sería el escenario uno.

Primero se vera la diferencia que existe en ambos escenarios con respecto al consumo energético en KWh que tiene un escenario de otro, mostrando así el cambio que tendría el elegir como mejora el implementar solo luminarias vs implementando mejoras en los cambios de reflexión de las superficies, reducción de tabiquerías y agregar luminarias.

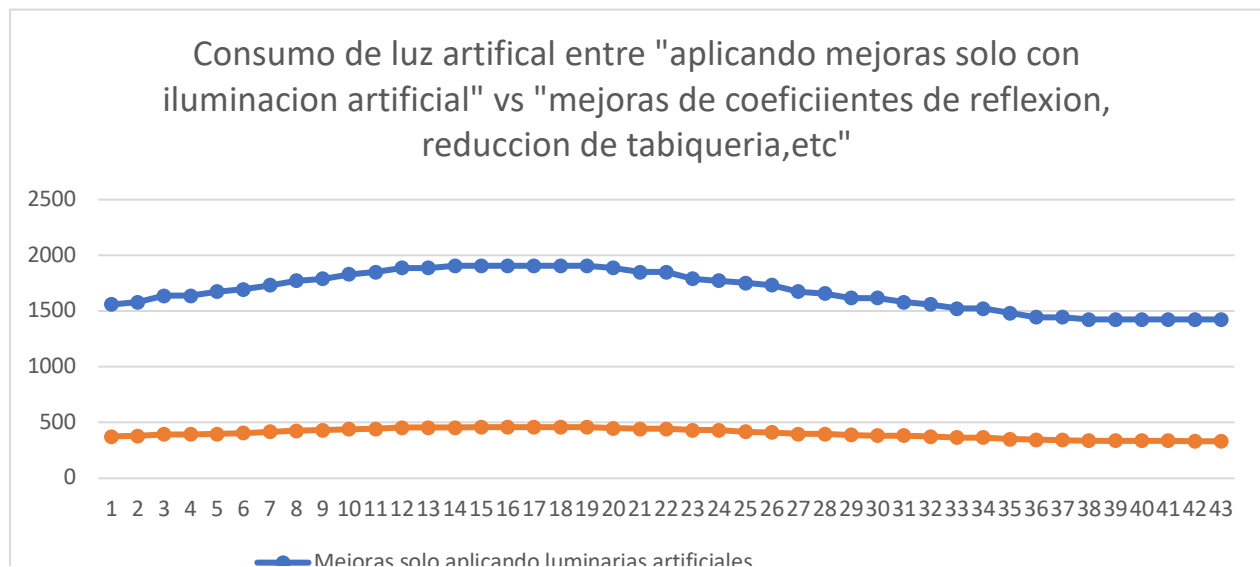


Gráfico 8.1: "Consumo de luz artificial entre "aplicando mejoras solo con iluminación artificial" vs "mejoras de coeficientes de reflexión, reducción de tabiquería, etc."

Fuente: Elaboración propia.

las semanas correspondientes desde la primera semana de marzo hasta la última de diciembre.

Del grafico se analiza como anteriormente se dijo, que la diferencia de consumo es bastante ya que por el hecho de que en la línea azul (primer escenario, tabla 5.1) sería un caso hipotético en que se agregan solamente luminarias como mejoras al edificio como se encuentra actualmente, mientras que la línea naranja (segundo escenario) corresponde al caso de estudio en el que se trabajó, la cual tiene un consumo menor, al implementar una menor cantidad de luminarias debido a las mejoras realizadas en cuanto a los coeficientes de reflexión y tabiquerías

Se destaca que en el primer caso hipotético se agregarían un total de 79 luminarias en total viéndose afectada mayormente el consumo energético siendo añadidos un total de 3,852 KW aparte de los ya existentes, mientras que en el segundo escenario, se agregarían 18 luminarias y en cuanto al consumo eléctrico, se añaden un total de 0,936 KW aparte de los ya existentes.

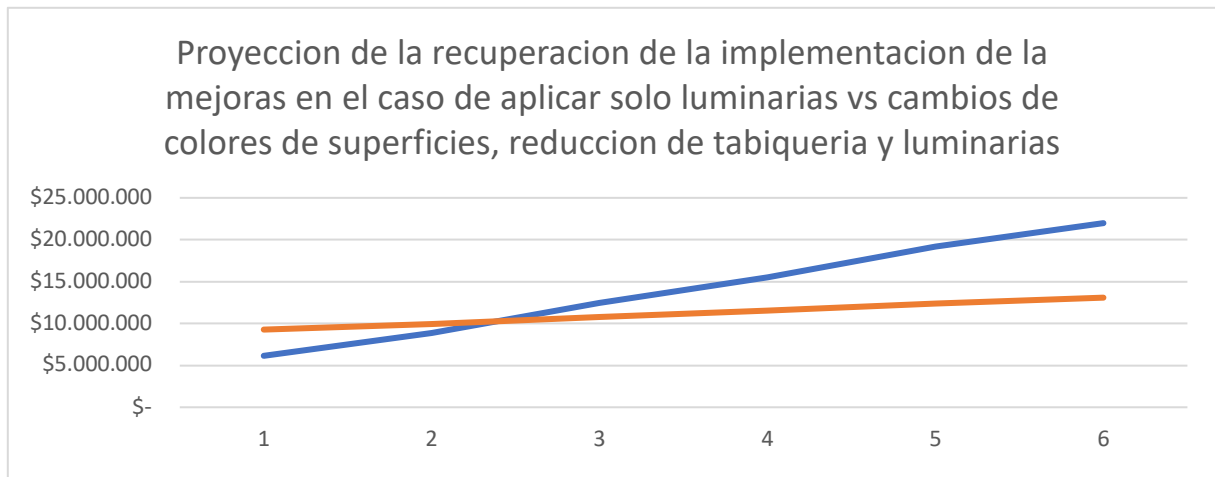


Gráfico 8.2: "Proyección de la recuperación de la implementación de la mejoras en el caso de aplicar solo luminarias vs cambios de colores de superficies, reducción de tabiquería y luminarias."

Fuente: Elaboración propia.

En el grafico 8.2 el eje vertical es el valor en precios chilenos, el eje horizontal corresponde a los meses del año.

En el grafico 8.2 se aprecia las proyecciones de los dos escenarios, en el cual el primero tiene un presupuesto o costo inicial menor equivalente a \$3.614.436 pero un costo de consumo eléctrico anual de \$28.483.029, mientras que el escenario 2, se tiene un presupuesto, es decir un costo inicial mayor de \$8.665.005, pero con un costo de consumo eléctrico anual mucho menor equivalente a \$6.845.500, dando a entender que el retorno de la inversión al comparar estos escenarios sería al tercer mes. Esto dando a entender el impacto que tiene el tener superficies con alto coeficiente de reflexión para lograr mejores estándares de iluminación llevando consigo un ahorro energético dentro del edificio.

9 CONCLUSIONES

Para finalizar con este trabajo con respecto al rendimiento de los recintos analizados, estos van:

Al realizar los estudios en cuanto a la simulación de la luz natural y métodos cavidades zonales en cuanto a la luz artificial, se concluye que las paredes son la superficie más influyentes dentro de los recintos interiores estudiados, ya que al realizar los distintos métodos de cambios de color de las superficies por separado, estos se vieron con más aumento al cambiar las paredes, en relación con el cielo.

Con respecto al objetivo número 1, se afirma que la iluminación artificial se encuentra deficiente en un 30% con respecto a los recintos analizados (37), por lo que no cumplen con los estándares mínimos estipulados por el Pliego Normativo RIC N°10, lo que trae consigo que las labores de aprendizaje no se realicen de manera confortable visualmente.

En cuanto a la iluminación natural dentro de los recintos analizados, esta no es capaz de brindar la iluminación necesaria por si sola para satisfacer las labores dentro de los recintos en el día más desfavorable que sería el 21 de Junio de 2024 para el tipo de cielo cubierto. Esto es debido en gran parte a la orientación de los recintos y la condiciones constructivas que tienen en cuanto a los accesos de luz natural se trata. Destacar que todos los recintos tienen accesos de luz natural.

Con respecto al objetivo específico 2 señalar que las características físicas de las superficies como su coeficiente de reflexión y color, afectan de manera negativa a la distribución de la luz, ya que estas al poseer un color oscuro y/o coeficiente de reflexión menor a lo ideal, provoca que la luz que entra no llegue a todos los sectores a cubrir dentro de los recintos analizados

Con respecto al objetivo específico 3 al no cumplir con la normativa, en la totalidad de los casos, se propuso el cambio de color de las superficies y con esto también un cambio de los coeficientes de reflexión de estos, pasando de un 68% a 88% en las paredes y de un 77% a 88% en el cielo. También demoler tabiquería en donde correpondiera. Esto logro cambios significativos en el interior de los recintos estudiados de manera positiva en el cual aumentaron hasta por 17 veces mayor iluminación como lo fue el caso de Laboratorio Líquidos, al remover la tabiquería que actuaba como antepecho de 2.4 m. a 0.9 m de altura, sumándole consigo el cambio de coeficientes de reflexión. A su vez al realizar estos cambios, los recintos con deficiencia luminica en primera instancia, que eran 11, pasaron a ser 6 los que, al aplicar estas mejoras, siguieron con deficiencia, es decir hubo una mejoría del 45% con relación a estos 11 recintos con deficiencia luminica. Por otro lado este restante 55% se aplicaron las mejoras de luminarias artificiales, pero con una cantidad menor a lo estipulado en primera instancia del estudio, como se muestra en comparación entre las tablas 5.1 y 5.8.

Finalizando, con los antecedentes presentados en este trabajo de investigación se puede concluir que los objetivos fueron abordados de manera satisfactoria, permitiendo hacer un análisis completo de como se encuentra actualmente el edificio de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso y su comportamiento lumínico presentando a su vez propuestas de mejoras para así llegar a cumplir los estándares mínimos de la normativa RIC N° 10 y que los usuarios puedan desarrollar de manera adecuada sus labores en el interior de cada recinto sin tener problemas de iluminación y por ende malestares que afecten la calidad de vida.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Quevedo, R. 2020. La importancia de una buena iluminación en los espacios educativos. Lightecture. <https://www.lightecture.com/iluminacion-en-espacios-educativos/>
- Iluminica, 2020. Aprovechando la reflectancia. <http://iluminica.com/aprovechando-la-reflectancia/#:~:text=El%20coeficiente%20de%20reflexión%20será,diseño%20de%20la%20iluminación%20interior.>
- Gualpa, P, Jimenez, L. 2019. Evaluación de la influencia de los niveles de iluminación y temperatura del color en la atención a clases, aplicado a un caso en la universidad politécnica salesiana sede cuenca.
- Agencia Chilena de Eficiencia Energética. 2013. “Guía Eficiencia Energética Para Establecimientos Educativos.”
- CITEC UBB. 2012. Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos, IC-DA MOP, Santiago.
- Boada, J. .. 1983. “Manual De Luminotecnia.” 317.
- Boyce, Peter, Claudia Hunter, and Owen Howlett. 2003. “The Benefits of Daylight through Windows Sponsored by: Capturing the Daylight Dividend Program The Benefits of Daylight through Windows.” 1–88.
- Castro Guaman, Miguel Paul, and Norman Christos Murillo Posligua. 2015. “Diseño de Iluminación Con Luminarias Tipo Led Basado En El Concepto Eficiencia Energética y Confort Visual, Implementación de Estructura Para Pruebas.” *Tesis de Grado 222*. Chimborazo, José. 2015. “Identificación De Riesgos Del Nivel De Iluminación De Aulas, Talleres Y Laboratorios De La Facultad De Mecánica – Espoch Bajo Normas Vigentes.” *Escuela Superior Politécnica De Chimborazo 95*.
- Colombo, Elisa, Beatriz O’Donell, and Carlos Kirschbaum. 2006. “Iluminación Eficaz , Calidad y Factores Humanos.” *Manual de Iluminación Eficiente - Seminario de Iluminación Eficiente* 1–24.
- Comite español de iluminación, (CEI). 2001. “Guía Técnica de Eficiencia Energética En Iluminación Hospitales y Centros de Atención.” 88.
- Comite español de iluminación, (CEI), Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (IDAE), and Consejo superior de los colegios de arquitectos de España (CSCAE). 2005.

- “Guía Técnica Aprovechamiento de La Luz Natural de Edificios.” 177.
 Concejo Superior de Investigaciones Cientificas, CSIC. n.d. “Recomendaciones Básicas Sobre Iluminación.”
- Indalux. 2002. “Capítulo 2. EL OJO.” *Manual de Iluminación, Luminotecnia 2002* 21–30.
 ingeniería de iluminación, universidad del callao. 2016. “CAPÍTULO III. MÉTODOS DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO DEL.”
- Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, (INSHT). 2015. “Iluminación En El Puesto de Trabajo.”
- Ison, Mirta Susana., and A. Pattini. 2009. “Eficacia Atencional En Niños Y Optimización Acondicionamiento Lumínico En Aulas.”
- José, María, Pagliero Caro, and Beatriz Piderit. 2017. “Evaluación y Percepción de La Iluminación Natural En Aulas de Preescolar, Región de Los Lagos, Chile.” *Arquitectura y Urbanismo XXXVIII* (3):41–59.
- Lechner, Norbert. 2001. *Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects*. Lechner, Norbert. 2007. “Iluminación. Conceptos Generales.” *Tectónica* 4–15.
- Monteoliva, J. M., and A. Pattini. 2010. “Evaluación Dinámica de La Luz Natural En Aulas. Métodos de Relevamiento y Análisis Sensibles Al Clima Luminoso.” 14:51–56.
- Monteoliva, Juan Manuel, Celina Graciela Korzeniowski, Mirta Susana Ison, Javier Santillán, and Andrea Elvira Pattini. 2016. “Estudio Del Desempeño Atencional En Niños En Aulas Con Diferentes Acondicionamientos Lumínicos.” *CES Psicología* 68–79.
- Monteoliva, Juan Manuel, and Andrea Pattini. 2013. “Iluminación Natural En Aulas: Análisis Predictivo Dinámico Del Rendimiento Lumínico-Energético En Clima Soleados.” *Ambiente Construido* 13(4):235–48.
- Pattini, Andrea. 2007. “Luz Natural e Iluminación de Interiores.” *Manual de Iluminación Natural* 2–24.
- Paz, Alonso, and Andres Soto. 2006. “Manual de Iluminacion Interior.”
- Pérez González, Marlix. 2015. “Determinación y Caracterización de Los Indicadores Que Intervienen En Un Sistema Integral de Iluminación Natural y Protección Solar : Aplicado a La Incorporación de Bandejas En Los Huecos de Fachadas Existentes.” 330.
- Plesent, Erick. 2017. “La Iluminación Artificial En El Uso Eficiente de Entornos de Oficina: Caso de Estudio: El Desempeño de Los Usuarios de Oficinas En La Ciudad de México.”
- Li, Danny H. W., and Joseph C. Lam. 2001. “Evaluation of Lighting Performance in Office Buildings with Daylighting Controls.” *Energy and Buildings* 33(8):793–803.

Loisos, George, and Fair Oaks Blvd. 2000. "Daylighting in Schools." *Glass Digest* 79(12):56.

Marín Naranjo, Luis Diego. 2011. "Análisis De La Ley De Cuadrado Inverso Para Medición Práctica De Iluminancia." *Revista Ingeniería* 19(1):87–96.

Melchiori, Mariana, Gustavo San Juan, and Carlos Discoli. 2014. "Comparación Del Comportamiento Energético En Dos Establecimientos Educativos: Campinas (Brasil) y La Plata (Argentina)." *Estudios Del Hábitat* 12(2):63–81
015. "The Use of Lighting as a Generator of Theatricality in Architecture
O Uso Da Iluminação Como Geradora de Teatralidade Na Arquitetura." *Dearq Revista de Arquitectura / Journal of Architecture* (16):194–203.

ANEXOS

(Informativo)

Análisis de Precios Unitarios

OBRA Y UBICACION	Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaiso	
PARTIDA	Pintura esmalte	Fecha:
CANTIDAD DE OBRA	1759,611	Unidad: m2

A. Materiales, Descripción	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Esmalte al agua color blanco marca	m2	0,008	\$ 79.890	\$ 639
			Total P. Unitario A	\$ 639

B. Maquinas, Equipos y Herramientas	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Brocha	m2	0,02	\$ 3.690	\$ 74
Polietileno	un	0,017	\$ 14.490	\$ 246
Rodillo	m2	0,025	\$ 5.110	\$ 128
			Total P. Unitario B	\$ 448

C. Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Pintor	DH	0,025	\$ 60.000	\$ 1.500
Jornal	DH	0,011	\$ 35.000	\$ 385
			Subtotal	\$ 1.885
Leyes Sociales %			1,24	
			Total P. Unitario C	\$ 1.885

Costo A+B+C	\$ 2.972
Precio Total	\$ 5.229.564

OBRA Y UBICACION	Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaiso	
PARTIDA	Demolicion Tabiqueria	Fecha:
CANTIDAD DE OBRA	62,551	Unidad: m2

A. Maquinas, Equipos y Herramientas	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Herramientas	%	2%	\$ 2.045	\$ 41
			Total P. Unitario B	\$ 41

B. Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Jornal	h	0,341	\$ 5.997	\$ 2.045
			Subtotal	\$ 2.045
Leyes Sociales %			1,24	
			Total P. Unitario C	\$ 2.045

Costo A+B+C	\$ 2.086
Precio Total	\$ 130.474

OBRA Y UBICACION	Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaiso	
PARTIDA	Luminarias tubos led 2x18 W	Fecha:
CANTIDAD DE OBRA	6	Unidad: un

A. Materiales, Descripcion	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Tubo Led 18 1200mm Luz calida Ekoline G-13-T8-6000	Un	2	\$ 9.280	\$ 18.560
Luminaria 2x18w 1220x300x65mm (geolux)	Un	1	\$ 23.545	\$ 23.545
			Total P. Unitario A	\$ 42.105

B. Maquinas, Equipos y Herramientas	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
	%	2%	\$ 107.047	\$ 2.141
			Total P. Unitario B	\$ 2.141

C. Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Maestro electricista	h	0,454	\$ 6.110	\$ 2.774
Ayudante electricista	h	0,454	\$ 4.428	\$ 2.010
			Subtotal	\$ 4.784
Leyes Sociales %			1,24	
			Total P. Unitario C	\$ 4.784

Costo A+B+C	\$ 49.030
Precio Total	\$ 294.181

OBRA Y UBICACION	Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaiso	
PARTIDA	Paneles Led 60 W 600x600x30mm	Fecha:
CANTIDAD DE OBRA	12	Unidad: un

A. Materiales, Descripcion	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Paneles Led 60w 600x600x30mm	Un	1	\$ 13.865	\$ 13.865
			Total P. Unitario A	\$ 13.865

B. Maquinas, Equipos y Herramientas	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
	%	2%	\$ 107.047	\$ 2.141
			Total P. Unitario B	\$ 2.141

C. Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Maestro electricista	h	0,341	\$ 6.110	\$ 2.084
Ayudante electricista	h	0,341	\$ 4.428	\$ 1.510
			Subtotal	\$ 3.593
Leyes Sociales %			1,24	
			Total P. Unitario C	\$ 3.593

Costo A+B+C	\$ 19.599
Precio Total	\$ 235.193

OBRA Y UBICACION	Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaiso	
PARTIDA	Limpieza de terreno	Fecha:
CANTIDAD DE OBRA	1	Unidad: gl

A. Materiales, Descripcion	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
			Total P. Unitario A	\$ -

B. Maquinas, Equipos y Herramientas	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Maquinaria para limpieza	gl	1	\$ 3.690	\$ 3.690
			Total P. Unitario B	\$ 3.690

C. Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Personal para limpieza (Jornal)	gl	1	\$ 40.182	\$ 40.182
			Subtotal	\$ 40.182
Leyes Sociales %			1,24	
			Total P. Unitario C	\$ 40.182

Costo A+B+C	\$ 43.872
Precio Total	\$ 43.872

OBRA Y UBICACION	Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaiso	
PARTIDA	Aseo general y retiro de excedentes	Fecha:
CANTIDAD DE OBRA	1	Unidad: gl

A. Materiales, Descripcion	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
			Total P. Unitario A	\$ -

B. Maquinas, Equipos y Herramientas	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Maquinaria para limpieza	gl	1	\$ 4.390	\$ 4.390
			Total P. Unitario B	\$ 4.390

C. Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Personal para limpieza (Jornal)	gl	1	\$ 50.567	\$ 50.567
			Subtotal	\$ 50.567
Leyes Sociales %			1,24	
			Total P. Unitario C	\$ 50.567

Costo A+B+C	\$ 54.957
Precio Total	\$ 54.957

OBRA Y UBICACION	Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaiso	
PARTIDA	Terciado 9 mm	Fecha:
CANTIDAD DE OBRA	82,41	Unidad: ml

A. Materiales, Descripcion	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Terciado 9x1220x2440mm	ml	1	\$ 2.536	\$ 2.536
			Total P. Unitario A	\$ 2.536

B. Maquinas, Equipos y Herramientas	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Herramientas	gl	1	\$ 100	\$ 100
			Total P. Unitario B	\$ 100

C. Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Maestro carpintero	h	0,3	\$ 1.670	\$ 501
Ayudante carpintero	h	0,3	\$ 1.230	\$ 369
			Subtotal	\$ 870
Leyes Sociales %			1,24	
			Total P. Unitario C	\$ 870

Costo A+B+C	\$ 3.506
Precio Total	\$ 288.929