

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Arquitectura

Tesis

**Análisis del confort lumínico en las aulas educativas
de la escuela sor Irene Therese Mc Cormac,
Huasahuasi - Tarma, 2024**

Anyelina del Rosario Aranda Sosa

Para optar el Título Profesional de
Arquitecto

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : JORGE REVATTA ESPINOZA
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 15 de Mayo de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi – Tarma, 2024

Autores:

1. ANYELINA DEL ROSARIO ARANDA SOSA – EAP. Arquitectura

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 15 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|---|--|-----------------------------|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☒ | NO ☐ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): 20 | SI ☒ | NO ☐ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☒ | NO ☐ |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Dedicatoria

Esta investigación lo dedico especialmente a mi familia; mis padres, Oscar Aranda Espinoza y Carmen Sosa Osorio y mi hermana Cesia Evelyn Aranda Sosa, que han estado en todo momento a mi lado y que siguen apoyándome en cumplir mis sueños estando presentes en cada paso de mi proceso.

El día de hoy puedo decir que no son únicamente mis logros los que me pertenecen; sino que también les pertenece a ellos, pues son quienes se esforzaron y se esfuerzan aun por seguir dándome la oportunidad de seguir estudiando y de estar animándome. A lo igual que mi hermana, quien fue mi principal motivación a no rendirme, a entender que también su soporte fueron mis padres, estoy consciente que mis padres nos han inculcado una buena disciplina y dedicación por nuestras metas.

Agradecimiento

Quisiera agradecer de todo corazón a mi familia por su constante presencia, su paciencia y esfuerzo por apoyarme a que esta investigación se logre terminar. También, por ser parte de mi vida y de mis otros sueños, que sin importar lo que implica, siempre estuvieron presentes. De la misma forma, a Enrique López Tuesta por sus incontables recomendaciones y sugerencias.

Asimismo, agradezco al director Aníbal Humberto Soto Huere, director de la escuela primaria Sor Irene Therese Mc Cormac N°30731, por facilitarme los permisos correspondientes para poder ingresar a los interiores de la institución educativa.

Por último, y no menos importante, agradezco a todos los amigos que estuvieron presentes durante mi proceso de elaboración de esta investigación, aquellos que estuvieron apoyándome y animándome en cada paso que daba, a ellos que me motivaron a brillar por misma.

ÍNDICE

ÍNDICE	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y PLANOS	7
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. Planteamiento del problema	13
1.1.1. Problema general	14
1.1.2. Problemas específicos	15
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivo general	15
1.2.2. Objetivos específicos	15
1.3. Justificación e importancia	15
1.4. Delimitación del proyecto	17
1.5. Variables	18
1.5.1. Definición conceptual de las variables	18
1.5.2. Definición operacional de la variable	18
1.6. Limitaciones	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.2. Bases teóricas	27
2.2.1. Confort lumínico	28
Confort	28
Parámetros del confort en el ambiente	28
Parámetros arquitectónicos	28
Factores del confort del usuario	29
Visión humana	29
2.2.2. La luz	29
La luz	29
La luz solar	29
Radiación solar	30
Luz difusa	30
Luminancia o brillo	31
Reflectancia	31
Absorción de la luz	32
Transmitancia de la luz	32
2.2.4. Dimensión 1: Cantidad de iluminación	32
Método de cálculo para obtener el confort lumínico	32
Paso 1: Identificación de la iluminancia exterior (Eext).	34

Paso 2: Determinar el Factor de Luz Directa Corregido (FLDd)	35
Paso 3: Cálculo para hallar el Coeficiente de Reflexión Interna (CRI)	37
Paso 4: Cálculo para hallar el Factor de Reducción (FR)	38
2.2.3. Dimensión 2: Calidad de iluminación	39
Aprovechamiento de la luz natural	39
Captación natural de la luz	39
Transmisión natural de la luz	40
Sistemas de iluminación natural	40
2.3. Definición de términos	41
<i>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</i>	44
3.1. Método, tipo o alcance de la investigación	44
<i>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	47
4.1. Presentación de resultados	47
4.2. Discusión de resultados	177
<i>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	179
5.1. Conclusiones	179
5.2. Recomendaciones	180
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	181
<i>ANEXOS</i>	186
Matriz de consistencia	186
Matriz de operacionalización de la variable	186
Fichas de validación por expertos	187
Fichas de cálculo realizadas	192
FUT de la I.E. sor Irene Therese Mc Cormac	222
Fotografías de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac	223

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nivel lumínico en luxes por actividad.	30
Tabla 2. Valores indicativos de reflectancia (%) de algunos materiales.	31
Tabla 3. Luxes mínimas y máximas según el RNE Norma EM.110	32
Tabla 4. Ubicación de provincias por zona bioclimática	34
Tabla 5. Iluminación Exterior Promedio	35
Tabla 6. Coeficiente de reflexión interna	38
Tabla 7. Resumen del confort lumínico máximo del aula a del pabellón b.	47
Tabla 8. Resumen del confort lumínico medio del aula a del pabellón b.	52
Tabla 9. Resumen del confort lumínico mínimo del aula a del pabellón b.	57
Tabla 10. Resumen del confort lumínico máximo del aula b del pabellón b.	63
Tabla 11. Resumen del confort lumínico medio del aula b del pabellón b.	68
Tabla 12. Resumen del confort lumínico mínimo del aula b del pabellón b.	73
Tabla 13. Resumen del confort lumínico máximo del aula c del pabellón b.	78
Tabla 14. Resumen del confort lumínico medio del aula c del pabellón b.	84
Tabla 15. Resumen del confort lumínico mínimo del aula c del pabellón b.	89
Tabla 16. Resumen del confort lumínico máximo del aula a del pabellón c.	94
Tabla 17. Resumen del confort lumínico medio del aula a del pabellón c.	100
Tabla 18. Resumen del confort lumínico mínimo del aula a del pabellón c.	107
Tabla 19. Resumen del confort lumínico máximo del aula b del pabellón c.	113
Tabla 20. Resumen del confort lumínico medio del aula b del pabellón c.	120
Tabla 21. Resumen del confort lumínico mínimo del aula b del pabellón c.	126
Tabla 22. Cuadro resumen del confort lumínico en comparativa con la normativa.	133
Tabla 23. Ficha de observación de diseño arquitectónico del aula PB-A.	157
Tabla 24. Ficha de observación de diseño arquitectónico del aula PB-B.	158
Tabla 25. Ficha de observación de diseño arquitectónico del aula PB-C.	159
Tabla 26. Ficha de observación de diseño arquitectónico del aula PC-A.	160
Tabla 27. Ficha de observación de diseño arquitectónico del aula PC-B.	161
Tabla 28. Emplazamiento (accesibilidad y servicios) del distrito	164
Tabla 29. Ficha de observación de emplazamiento del aula PB-A.	165
Tabla 30. Ficha de observación de emplazamiento del aula PB-B.	166
Tabla 31. Ficha de observación de emplazamiento del aula PB-C.	167
Tabla 32. Ficha de observación de emplazamiento del aula PC-A.	168
Tabla 33. Ficha de observación de emplazamiento del aula PC-B.	169
Tabla 34. Factores de relevancia para colores y tipos de acabados según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)	170
Tabla 35. Ficha de observación de materialidad del aula PB-A.	172
Tabla 36. Ficha de observación de materialidad del aula PB-B.	173
Tabla 37. Ficha de observación de materialidad del aula PB-C.	174
Tabla 38. Ficha de observación de materialidad del aula PC-A.	175
Tabla 39. Ficha de observación de materialidad del aula PC-B.	176
Tabla 40. Resumen de la calidad lumínica en base a las fichas de observación de las aulas.	177
Tabla 41. Operacionalización de la variable "Confort lumínico"	186
Tabla 42. Resultados promedios por meses (Temperatura, humedad, precipitaciones y velocidad de viento)	234
Tabla 43. Solsticios y equinoccios del distrito	238

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y PLANOS

Gráfico 1. Cuadro de redimensionamiento	33
Gráfico 2. Punto a la misma altura del alfeizar.	36
Gráfico 3. Punto ubicado sobre el alfeizar.	37

Gráfico 4. Punto ubicado bajo el nivel del alfeizar.	37
Gráfico 5. Ejemplo de aplicación según el Ministerio de Educación	39
Gráfico 6. Croquis de identificación de aulas tomadas como muestra.	45
Gráfico 7. Organigrama del primer piso de la I.E. 30731	139
Gráfico 8. Organigrama del segundo piso de la I.E. 30731	140
Gráfico 9. Altura de techos dado por la normativa.	141
Gráfico 10. Altura de techo de la I.E.	141
Gráfico 11. Altura de vigas dado por la normativa.	142
Gráfico 12. Altura de viga de la I.E.	142
Gráfico 13. Carpintería de acuerdo del tipo de vidrio.	143
Gráfico 14. Tipo de ventana y carpintería de las aulas de la I.E.	143
Gráfico 15. Tipo de ventana y carpintería de las aulas de la I.E.	144
Gráfico 16. Dimensiones de las puertas.	145
Gráfico 17. Tipo de puertas y dimensión de la I.E. 30731.	145
Gráfico 18. Transmisión lumínica del material de las ventanas.	146
Gráfico 19. Iluminación natural y artificial según la norma.	147
Gráfico 20. Iluminación natural mediante ventanas.	147
Gráfico 21. Vidrios de la ventana de las aulas del pabellón B.	148
Gráfico 22. Vidrios de la ventana de las aulas del pabellón C.	148
Gráfico 23. Tabla para designar el tipo de escalera.	149
Gráfico 24. Escalera integrada.	150
Gráfico 25. Escalera integrada con descanso.	150
Gráfico 26. Tabla que muestra el ancho mínimo de las escaleras.	151
Gráfico 27. Pasos y descanso para escaleras integradas.	151
Gráfico 28. Pasos y contrapasos mínimos.	152
Gráfico 29. Circulación mínima en locales educativos.	155
Gráfico 30. Relieve del distrito de Huasahuasi.	162
Gráfico 31. Mapeo del emplazamiento por número de pisos de viviendas cercanas	163
Gráfico 32: Temperaturas máximas del distrito	235
Gráfico 33: Temperaturas mínimas del distrito	235
Gráfico 34: Humedad del distrito por meses	236
Gráfico 35: Precipitaciones de lluvia en el distrito por meses	236
Gráfico 36: Velocidad de vientos del distrito por meses	236
Gráfico 37: Sistemas de redireccionamiento incorporadas en la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.	252
Gráfico 38: Sistema de tubos de luz compartidos para el pabellón B de la I.E.	252
Gráfico 39: Sistema de tubos de luz compartidos para el pabellón B de la I.E.	253
Gráfico 40: Sistema de estantes de luz para el pabellón C de la I.E.	253
Gráfico 41: Sistema de estantes de luz para el pabellón C de la I.E.	254

PLANOS 1. Plano Arquitectura -Levantamiento del plano de planta primer piso de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.	134
PLANOS 2. Plano Arquitectura - Levantamiento del plano de planta segundo piso de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.	135
PLANOS 3. Plano Arquitectura - Levantamiento del plano de tercer primer piso de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.	136
PLANOS 4. Plano Arquitectura - Levantamiento del plano de techos de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.	137
PLANOS 5. Plano Arquitectura - Cortes de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.	138
PLANOS 6: Plano Arquitectura - Análisis de la incidencia lumínica usando la carta solar.	239
PLANOS 7: Plano Arquitectura - Análisis de la incidencia lumínica usando la carta solar.	240
PLANOS 8: Plano Arquitectura - Análisis de la incidencia lumínica usando la carta solar.	241

PLANOS 9: Plano Arquitectura -Propuesta de redireccionamiento solar en el primer piso de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.	245
PLANOS 10: Plano Arquitectura -Propuesta de redireccionamiento solar en el segundo piso de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.....	246
PLANOS 11: Plano Arquitectura -Propuesta de redireccionamiento solar en el tercer piso de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.....	247
PLANOS 12: Plano Arquitectura -Propuesta de redireccionamiento solar en techo de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.	248
PLANOS 13: Plano Arquitectura -Propuesta de redireccionamiento solar en los cortes de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.	249
PLANOS 14: Esquema de redireccionamiento de luz mediante estante de luz.	250
PLANOS 15: Esquema de redireccionamiento de luz mediante tubos de luz compartidos.	251

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi-Tarma, 2024” se centra en responder al problema general: ¿Es óptimo el confort lumínico en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, en el distrito de Huasahuasi, Tarma, en 2024? Para abordar esta cuestión, se analizaron dos problemas específicos: ¿De qué manera se presenta la cantidad de iluminación en las aulas? Y ¿De qué manera se presenta la calidad de iluminación en las aulas?

El objetivo principal de la investigación es evaluar si el confort lumínico en estas aulas educativas es adecuado para las actividades que en ellas se desarrollan. El estudio emplea el método científico y el método deductivo. Se trata de una investigación de tipo no experimental con diseño transeccional. La población considerada abarca 18 aulas de estudio y dos áreas administrativas de la institución, siendo la muestra los cinco salones del pabellón B y C del primer piso, área más afectada lumínicamente.

La investigación es de naturaleza aplicada y descriptiva, y pretende proporcionar información relevante sobre el aprovechamiento de la luz natural en las aulas, con el fin de mejorar la calidad educativa y reducir el uso excesivo de luz artificial.

Palabras clave: Confort lumínico, cantidad de iluminación, calidad de iluminación, aulas educativas.

ABSTRACT

This research work entitled “Analysis of lighting comfort in the educational classrooms of the Sor Irene Therese Mc Cormac school, Huashuasi-Tarma, 2024” focuses on responding to the general problem: Is lighting comfort optimal in classroom spaces? educational activities of the Sor Irene Therese Mc Cormac school, in the Huasahuasi district, Tarma, in 2024?. To address this question, two specific problems were analyzed: How is the amount of lighting presented in classrooms? And how is the quality of lighting presented in the classrooms?

The main objective of the research is to evaluate whether the lighting comfort in these educational classrooms is adequate for the activities that take place in them. The study uses the scientific method and the deductive method. This is a non-experimental research with a transectional design. The population considered covers 18 study classrooms and two administrative areas of the institution, the sample being the five classrooms of pavilion B and C on the first floor, the area most affected by lighting.

The research is of an applied and descriptive nature, and aims to provide relevant information on the use of natural light in classrooms, in order to improve educational quality and reduce the excessive use of artificial light.

Keywords: Lighting comfort, quantity of lighting, quality of lighting, educational classrooms.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación surge ante la necesidad de evaluar el confort lumínico en las aulas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, ubicada en Huasahuasi, Tarma, y determinar si este cumple con los estándares adecuados. Se ha identificado que estos espacios educativos presentan algunas deficiencias en el aprovechamiento de la luz natural, lo que genera una dependencia excesiva de la iluminación artificial. Esta situación no solo incrementa el consumo energético, sino que también puede afectar el rendimiento académico y el bienestar visual de los estudiantes.

El confort lumínico en entornos educativos es un aspecto fundamental, ya que una adecuada cantidad y calidad de iluminación contribuye a mejorar la concentración, reducir la fatiga visual y optimizar el uso de los recursos energéticos. En este contexto, la presente investigación busca analizar si las aulas cumplen con los estándares de iluminación establecidos en la Norma EM 110, la cual regula las condiciones lumínicas en edificaciones educativas.

Para ello, el objetivo general de este estudio es determinar cómo es el confort lumínico en los espacios educativos de las aulas durante el año 2024. Para ello, se establecen dos objetivos específicos: Identificar la cantidad de iluminación presente en las aulas, comparando sus niveles con los valores mínimos requeridos por la normativa vigente, y evaluar la calidad de la iluminación, analizando factores como el diseño arquitectónico, emplazamiento y la materialidad. A través de este análisis, se busca generar información que contribuya a la mejora de las condiciones lumínicas en el aula.

La investigación se organiza en cinco capítulos. En el Capítulo I, se plantea el problema de investigación, detallando el problema general y los problemas específicos. Asimismo, se establecen los objetivos generales y específicos, junto con la justificación del estudio y sus delimitaciones.

El Capítulo II desarrolla el marco teórico, incluyendo los antecedentes de la investigación y las bases teóricas. Se abordan conceptos clave como el confort lumínico, la luz natural y el procedimiento para evaluar el confort lumínico según la norma EM 110.

En el Capítulo III, se describe la metodología utilizada en el estudio. Se especifica el método de investigación, el tipo, nivel y diseño de estudio, además de la población y muestras analizadas. También, se explican las técnicas de recolección y análisis de datos empleados.

En el Capítulo IV, expone los resultados obtenidos aplicando la norma EM 110 y la discusión de los mismos.

Por último, el Capítulo V contiene las conclusiones y recomendaciones. Se presentan los principales aportes de la investigación.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.Planteamiento del problema

El diseño arquitectónico de espacios educativos tiene un impacto directo en el bienestar, el rendimiento académico y la salud de los estudiantes. Uno de los aspectos clave que debe considerarse en este tipo de edificaciones es la adaptación a las condiciones climáticas locales, lo que incluye el aprovechamiento eficiente de la luz natural. En climas con alta radiación solar, como en diversas regiones de Perú, la optimización de la iluminación natural no solo es una cuestión de confort, sino también de eficiencia energética y sostenibilidad ambiental. Estudios han demostrado que un diseño adecuado puede reducir el consumo de energía hasta en un 75%, aprovechando al máximo la luz solar (1).

La importancia de adaptar los edificios educativos a las condiciones climáticas también radica en su influencia en el confort lumínico. La luz natural tiene un impacto positivo en la salud visual y mental, así como en el rendimiento académico de los estudiantes. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la exposición a la luz insuficiente o mal distribuida puede aumentar el riesgo de fatiga visual y problemas de visión, como la miopía, lo cual afecta aproximadamente al 19% de los niños en edad escolar a nivel mundial (2) Además, un estudio realizado en Francia en el 2012, demostró que la cantidad de la luz natural incorporada de buena manera en las aulas, mejoró hasta un 15% los resultados de las pruebas de los alumnos en matemáticas y lógica (3).

En el contexto peruano, la arquitectura educativa ha sido predominantemente influenciada por modelos estandarizados, lo que resulta en diseños que no consideran las particularidades climáticas de cada región. La infraestructura educativa en Perú, especialmente en áreas rurales, enfrenta múltiples deficiencias que afectan tanto el confort de los usuarios como la sostenibilidad del entorno construido. De acuerdo con una publicación de la UNESCO del año 2020, indica que apenas un 19% los locales escolares rurales se encuentran en buen estado, 20% requiere reparación total o sustitución de todas sus aulas. Mientras que en zonas urbanas, la situación no es muy diferente, un 27% cuenta con su infraestructura en buen estado y un 14% requiere reparación total (4). Estas deficiencias son aún más marcadas en regiones con climas extremos, donde la falta de adaptación de los edificios exacerba problemas de salud y afecta el proceso de enseñanza- aprendizaje.

Un caso representativo de esta problemática es la Institución Educativa Sor Irene Therese McCormac N°30731, ubicada en el distrito de Huasahuasi, provincia de Tarma, Junín. Esta institución ha implementado un techo parabólico para proteger a los estudiantes de la intensa radiación solar que afecta la zona. Sin embargo, esta solución ha generado un nuevo problema:

la deficiencia en el confort lumínico, especialmente en el primer piso de la edificación, donde la luz natural es insuficiente para crear un entorno óptimo de aprendizaje.

Huasahuasi es una zona de alta radiación solar, donde la exposición constante al sol representa un desafío para el diseño de edificios educativos. La falta de estudios y normativas locales que aborden estas particularidades climáticas ha llevado a soluciones arquitectónicas que no optimizan el confort lumínico ni el uso eficiente de la luz natural. A pesar de estas limitaciones, existen tecnologías y estrategias de redireccionamiento de iluminación natural que podrían mejorar significativamente la situación.

Por lo tanto, esta investigación busca analizar y adoptar criterios principales sobre el confort lumínico para promover espacios de calidad para instituciones primarias y el desarrollo de sistemas de iluminación natural para garantizar un buen confort lumínico.

En ese contexto, se abarcó el estudio exclusivamente del confort lumínico de los espacios de estudio del primer piso de la Institución Educativa Sor Irene Therese Mc Cormac, dado que son los ambientes más afectados, dado que no reciben una buena calidad ni cantidad de iluminación natural a primera vista.

Fotografía 1: *Imagen real de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac (vista posterior)*



Descripción: Vista posterior de la Institución Educativa Sor Irene Therese Mc Cormac.

1.1.1. Problema general

¿Cómo es el confort lumínico en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, en el distrito de Huasahuasi, Tarma, en 2024?

1.1.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la cantidad de iluminación en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi, en 2024?
- b) ¿Cuál es la calidad de iluminación en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi, en 2024?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar cómo es el confort lumínico en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac es óptimo, en el distrito de Huasahuasi, Tarma, en 2024

1.2.2. Objetivos específicos

- a. Identificar la cantidad de iluminación en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi, en 2024
- b. Identificar la calidad de la iluminación en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi, en 2024

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Teórica

El presente estudio se sustenta teóricamente en la necesidad de analizar el confort lumínico en las aulas educativas con un enfoque específico en cómo se presenta la calidad y cantidad de la iluminación. La relación entre el confort lumínico y el diseño arquitectónico ha sido ampliamente investigada, particularmente en entornos educativos, donde se ha demostrado que una buena iluminación adecuada contribuye al bienestar y al rendimiento académico de los estudiantes. De acuerdo con Meltzoff et al. (2021), la calidad de la iluminación en las aulas tiene un impacto directo en la concentración, el aprendizaje y el desarrollo cognitivo de los niños (5). El factor lumínico es un factor clave en la arquitectura educativa, ya que influye en el bienestar, la salud visual y el rendimiento académico de los estudiantes. Por lo tanto, la iluminación natural juega un papel esencial al reducir el consumo de energía eléctrica y mejorar la percepción del espacio (6).

En el Perú, el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma EM 110 – Condiciones de Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia) establece los criterios para garantizar niveles adecuados de iluminación en edificaciones, especialmente en aulas escolares. Según esta norma, las aulas de educación primaria deben contar con un nivel de iluminación natural mínimo de 250 lux, para garantizar una distribución uniforme de la luz para evitar sombras o deslumbramientos.

Urrutia Salvador (2018), en su estudio sobre confort lumínico en instituciones educativas de Huancayo, analizó la cantidad y calidad de iluminación en diferentes aulas, encontrando que la

orientación del edificio, el tamaño de las ventanas y el uso de materiales con alta reflectancia tienen un impacto significativo en la distribución de la luz natural.

Desde un punto de vista arquitectónico, la Norma EM 110 enfatiza la importancia de la relación entre la orientación solar y el diseño de aberturas para maximizar y aprovechamiento de la luz natural. También destaca la necesidad de considerar el Coeficiente de Reflexión Interna (CRI), el cual permite evaluar la calidad de los materiales en términos de su capacidad para distribuir la luz de manera uniforme dentro del aula. De acuerdo con Moreira (7), una correcta planificación del diseño lumínico en espacios educativos no solo mejora la visibilidad y el confort de los usuarios, sino que también contribuye a la sostenibilidad energética del edificio.

En este sentido, la presente investigación busca evaluar las condiciones lumínicas en las aulas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac en Huasahuasi y determinar si cumple con los estándares establecidos en la norma EM 110. A través del análisis de la calidad y cantidad de iluminación en estos espacios, se pretende generar información que contribuya a futuras mejoras en el diseño arquitectónico de instituciones educativas, garantizando un entorno adecuado para el desarrollo académico y el bienestar de los estudiantes.

1.3.2. Social y práctica

El confort lumínico en los espacios educativos no solo es un tema técnico, sino también una necesidad social y práctica que impacta directamente en la calidad del aprendizaje y en el bienestar de los estudiantes. La iluminación inadecuada puede generar fatiga visual, distracción y problemas de salud ocular a largo plazo, afectando el rendimiento académico y la salud de los alumnos.

Desde un punto de vista social, la investigación responde a la necesidad de mejorar las condiciones de infraestructura educativa en el Perú. La UNESCO (2020) reporta que solo el 19% de las instituciones educativas rurales del país tienen una infraestructura óptima, mientras que un 20% requiere reparaciones urgentes (4). La iluminación deficiente es uno de los problemas más recurrentes, lo que afecta a miles de estudiantes y docentes en su desempeño diario.

Además, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016) advierte que la falta de iluminación adecuada puede provocar problemas de salud ocular, como fatiga visual y cefaleas, reduciendo la capacidad de atención en los niños (2). En entornos de aprendizaje, donde los estudiantes pasan largas horas expuestos a luz artificial o condiciones de iluminación malas, estos efectos pueden agravarse con el tiempo.

En la práctica, este estudio servirá como una guía técnica para la implementación de estrategias de diseño arquitectónico que mejoren la iluminación natural en las aulas de la escuela Sor Irene

Therese Mc Cormac, ayudando a reducir el consumo de energía eléctrica y creando ambientes más saludables. Siguiendo los principios planteados por Moreira (2021), el aprovechamiento de la luz natural mediante orientación estratégica, elección de materiales reflectantes y diseño de ventanas optimizado puede generar un impacto positivo en la sostenibilidad y la eficiencia energética de los edificios educativos (7).

Este análisis no solo beneficiará a los alumnos y docentes, sino que también servirá de referencia para futuras mejoras en instituciones con condiciones similares, facilitando la toma de decisiones en el diseño.

1.3.3. Metodología

Para alcanzar los objetivos de esta investigación, se empleará una metodología basada en la Norma EM 110, la cual establece los procedimientos técnicos para la evaluación de confort lumínico en edificaciones educativas. Esta normativa define los niveles mínimos de iluminancia requeridos en aulas escolares y proporciona un marco metodológico para medir y analizar la calidad de la iluminación en estos espacios.

Según Urrutia Salvador (2018), el confort lumínico no solo depende de la cantidad de luz presente en un ambiente, sino también de su distribución, calidad y relación con los factores arquitectónicos. En este sentido, el presente estudio aplicará el procedimiento establecido en la Norma EM 110 para realizar mediciones directas de iluminancia, permitiendo obtener datos cuantificables sobre los niveles de luz en las aulas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac.

El análisis seguirá los lineamientos técnicos de la Norma EM 110, considerando variables clave como la luminancia exterior, el Factor de Luz de Día Directo (FLDd) y el Factor de Reducción (FR). A partir de estos valores, se evaluará si la iluminación en los espacios estudiados cumple con los estándares normativos, asegurando una valorización objetiva y precisa del confort lumínico.

Esta metodología permitirá identificar posibles deficiencias en los niveles de iluminación, proporcionando una base técnica sólida para futuras recomendaciones de diseño arquitectónico y estrategias de optimización de la luz natural. De este modo, contribuirá a la mejora de la infraestructura educativa y al bienestar de los estudiantes, garantizando condiciones lumínicas adecuadas para el desarrollo de las actividades académicas.

1.4. Delimitación del proyecto

El presente estudio se delimita físicamente en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, ubicada en el distrito de Huasahuasi, provincia de Tarma. Se enfoca en el

análisis y estudio del uso adecuado de la luz natural como fuente de energía y proveedor de confort lumínico, tomando en cuenta las características climáticas de la región. Esta investigación está orientada a aprovechar la luz natural en las aulas de dicha institución educativa, de modo que pueda proponerse una opción para mejorar el confort lumínico a través de parámetros regulativos.

1.4.1. Espacial

Espacialmente, la investigación se desarrolla en los ambientes del primer piso de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, ubicada en el distrito de Huasahuasi, Tarma. No están incluidas en el estudio otras áreas de la institución, como oficinas administrativas, espacios recreativos o talleres extracurriculares.

1.4.2. Económica

La delimitación económica corresponderá al investigador, dado que asumirá los costos de realización del estudio.

1.5. Variables

1.5.1. Definición conceptual de las variables

Confort Lumínico: Se refiere al bienestar visual que una persona experimenta al recibir una cantidad y calidad adecuada de luz en un espacio. No se trata solo de permitir la mayor entrada de luz posible, sino de gestionarla de manera eficiente según las necesidades del lugar. Como señala Susanna Moreira (2021), el confort lumínico implica optimizar la luz natural en función de cada situación, ya sea maximizando o regulando su entrada (7).

Para lograr este confort, pueden utilizarse diversas estrategias, como ventanas amplias, patios interiores o elementos que controlen la luz solar, como pérgolas, ajustando la iluminación a las exigencias del espacio y mejorando tanto el bienestar como la funcionalidad del entorno.

1.5.2. Definición operacional de la variable

El confort lumínico puede describirse como la habilidad del ser humano para ajustarse a un ambiente y a su contexto cercano. Es el resultado de la interacción entre la persona y el espacio que ocupa temporalmente, lo que genera un sentido de pertenencia y conexión con el lugar. Este fenómeno responde a las conductas del individuo, influidas por sus creencias y necesidades.

1.6. Limitaciones

La investigación presentó varias limitaciones. Una de las más importantes fue de carácter geográfico, ya que el terreno de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, en el distrito de Huasahuasi, está completamente rodeado de viviendas, lo que impide ampliación significativa de su infraestructura. Este contexto urbano consolidado no permite la expansión de los espacios

educativos, lo que obliga a optimizar el diseño actual para mejorar el confort lumínico. Además, la escuela es la única institución educativa primaria ubicada en el área urbana del distrito, lo que restringe las comparaciones con otras instituciones similares en la región.

Asimismo, hubo limitaciones en cuanto a la obtención de planos arquitectónicos detallados de la institución. Esta dificultad fue superada mediante un levantamiento arquitectónico in situ de los espacios educativos. Finalmente, los instrumentos necesarios para medir la intensidad de iluminación en cada ambiente tienen un costo elevado; sin embargo, esta limitación fue abordada con el uso de metodología de cálculo basados en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), lo que permitió obtener resultados precisos sobre el confort lumínico en las aulas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Como parte del estudio sobre el confort lumínico, se encontró una cantidad limitada de antecedentes en la región. Los referentes utilizados se basan en investigaciones nacionales e internacionales que presentan similitudes con el tema de estudio. A nivel nacional, se analizaron las siguientes investigaciones.

En el ámbito internacional, se analizaron las siguientes investigaciones:

Salomón y Ávalos (2022) (8), en su investigación titulada *Optimización del diseño de aulas: aprovechamiento de la luz natural para confort visual en Villa María, Argentina*, mencionan que su objetivo principal es evaluar las aulas de uno de los edificios para verificar los indicadores de iluminación natural y plantear varias alternativas de mejora. Para ello, se emplea el programa “Hacia una Ciudad Universitaria Sustentable” impulsada por la Universidad Nacional de Villa María (UNVM) como parte de su metodología que consistía en evaluar y contrastar resultados. Su investigación toma a un aula que estuviera dentro de la infraestructura SPTS y M y que fuera considerada de “tipo” para que pueda ser replicada en otras aulas; como parte de su área de estudio. Asimismo, para el desarrollo, se emplearon instrumentos de medición y de simulación; medición con el luxómetro y simulación con el Formit y Relux. El desarrollo consistió en 3 etapas; donde la primera etapa consistió en la selección del aula de estudio, etapa 2, medir la iluminancia, la uniformidad y el deslumbramiento y la etapa 3 que consistiría en realizar una propuesta. Los autores tuvieron como resultado, los puntos más cercanos a la ventana registran valores de 1000 lux, excediendo rangos recomendados por la normativa y entre las 11:00 y 13:00, la incidencia de luz en exceso aumenta hacia los puntos centrales; sin embargo, los puntos del fondo de las aulas disminuyen a muy poco confortable. En caso de los deslumbramientos, son más elevados durante la mañana y a partir de las 13:30, comienza a disminuir. A raíz de ello, propone alternativas de solución como la incorporación de cortinas interiores tipo roller con telas sunscreen, los cuales actuaran como pantallas difusoras para impedir el paso del deslumbramiento. Dado los resultados, los autores llegan a la conclusión que los espacios educativos deben estar orientadas a alcanzar niveles recomendados de confort lumínico; además, obtendrían el beneficio excepcional del ahorro de energía eléctrica

Martínez (2020) (9), en su investigación *Evaluación de las condiciones lumínicas de las aulas del Campus San Felipe*, nos menciona que, describirá y evaluará las condiciones lumínicas de las aulas del campus San Felipe con el fin de contribuir a mejorar las condiciones de enseñanza y aprendizaje de las aulas del Campus, como objetivo principal. Asimismo, sus objetivos específicos serán, describir las condiciones estructurales y de acondicionamiento de las aulas,

determinar las condiciones lumínicas de las aulas, evaluar si las condiciones lumínicas cumplen con los requerimientos mínimos, evaluar si las condiciones lumínicas se ajustan a la normativa legal chilena. Para lograrlo, la investigación incidió en una metodología exploratoria, descriptiva, observacional y transversal. La autora trabajó con las salas de clases del campus San Felipe, como población; la muestra tomo solo al Edificio Central del campus mencionado. Para el desarrollo, empleo un luxómetro y un mini luxómetro UT383 con energía de detección fotoeléctrica para luego procesarlo en la pantalla LCD, como instrumentos clave. Para el comienzo de la investigación, se solicitó los planos de las aulas, se ubicaron 4 sectores, se solicitó permiso para poder ingresar a las instalaciones del campus y se procedió a tomar las medidas. Durante el medio considero la hora de inicio, dimensiones del aula, las condiciones del aula, identificación de los puntos a tomar la muestra, verificación de lectura con “0lux”, atención del promedio y registrar la hora de término. Los resultados fueron la comparación en tablas de cada uno de sus objetivos específicos, dando una clasificación que gran parte de las aulas si cuentan con un buen confort lumínico; sin embargo, algunas de ellas aún están en deficiencias al no cumplir con la normativa. Asimismo, es necesario considerar mejorar esos aspectos para poder contribuir con un lugar óptimo para que los estudiantes no puedan verse afectado por la poca confortabilidad lumínica. Finalmente, se llega a la conclusión que, las condiciones estructurales y de acondicionamiento de las aulas es adecuada en un 57%, las salas que cumplen con los requerimientos mínimos de confort visual son las que están ubicadas en la planta baja y las salas del segundo piso cumplirían parcialmente con la normativa legal chilena. Considero que esta investigación incluyo aspectos relevantes, como el posicionamiento de las cortinas por cada sala y que aquellas que se encuentran en el primer piso, serían las que se verían más afectadas a nivel lumínico.

Ledesma et al. (2018) (10), en su investigación titulada *Evaluación y propuestas de mejoras térmicas y lumínicas para aulas de escuelas primarias de reciente construcción en Tucumán*, mencionan que evaluara el comportamiento energético ambiental en aulas de escuelas primarias de la provincia de Tucumán, para definir propuestas y soluciones de diseño que posibiliten las condiciones adecuadas para habitabilidad, como objetivo principal. Para lograrlo, la investigación presentó una metodología a base de la aplicación del método científico, mediante el análisis el diagnóstico de soleamiento, diagnóstico de iluminación natural, diagnóstico de condiciones térmicas y una propuesta de mejora como las protecciones solares en aberturas. Su investigación tiene como población, las aulas primarias de la provincia de Tucumán que están en reciente construcción y como muestra, un aula con frente orientado hacia el norte. En primera instancia, analizó las dimensiones de las aulas (7m x 7m x 2.98 de alto); después se llegó a tomar las medidas de iluminación; primero con el luxómetro Tenmars DL -201 en horario de mayor altura solar, para después procesarlo en el software Autodesk Ecotec Analysis. En

segundo lugar, también, se analizó el comportamiento del confort térmico, para ello, usaron el programa CEEMAKMP.xls; en este caso, si realizó los ensayos tanto en meses de verano y en meses de invierno. Se apoyó, además, de un sensor para medir la temperatura exterior e interior. El resultado de la investigación fue, en situación de verano, la temperatura en las aulas supera al confort 25°C, subiendo 2°C o 6°C y en situación de invierno, bajaba considerablemente. Mientras que en iluminación fue, en un día despejado existe una distribución deficiente de iluminación natural, estando por debajo de lo establecido de la norma (500 lux). A raíz, de eso, los autores consideran una propuesta de mejora, a nivel de un corte del aula y empleo del programa para saber si funciona. La investigación concluye que, la construcción a pie no logra alcanzar las condiciones aceptables de confort y considerando que este tema debería ser abordado a profundidad, sobre todo, para reducir los costos económicos que implica la iluminación artificial. Bajo mi punto de vista, al añadir la propuesta de mejora a la investigación, su importancia aumenta; pues, están descartando un problema que haya pasado desapercibido por profesionales que estuvieron encargados de la construcción. Por ende, el valor de esta investigación asciende, si se trata de espacios de educación, donde se trata de manejar espacios óptimos para garantizar el desempeño y aprendizaje de los estudiantes.

Plagiero y Piderit (2017) (11), en su artículo titulado *Evaluación y percepción de la iluminación natural en aulas de preescolar, Región de los Lagos, Chile*, menciona que evaluará la iluminación natural en establecimientos preescolares de la JUNJI (Junta Nacional de Jardines Infantiles, Chile), con el propósito de reconocer la importancia en niños para la aplicación de principios arquitectónicos para estas edades. Para lograrlo, los autores analizarán lumínicamente el nivel de niños entre 1 y 2 años de dos jardines infantiles de la ciudad de Puerto Montt como población y tomaran aulas con orientación cercanas al norte como muestra. Para llevar a cabo el proceso, se utilizó el luxómetro Minolta LS110 por su precisión y amplitud a rango 0 – 200 000 lux y el uso del programa Ecotec. El desarrollo de este artículo consistió en el levantamiento de planos, cortes y la toma de fotografía de cada aula y el análisis respectivo de cada caso. Como resultado, se obtiene comparaciones entre la iluminación durante el equinoccio, el solsticio de invierno y el solsticio de verano; teniendo presente que el aula a de orientación noroeste posee mejor soleamiento, ya que recibe el sol desde el mediodía, potenciándose hasta la tarde. Debido a ello, se debería proteger con celosías horizontales manuales. También, se incide en el uso de energía artificial para las primeras horas del día, dado que el contraste de las aulas no es fuerte y dificulta por ende el encuentro de objetos de los niños. Adicional a ello, ejecutaron encuestas a profesionales para medir la percepción que tienen acerca del confort lumínico, dado ello el resultado fue, en su totalidad, les parece que hay una importancia de la luz natural en jardines, ello por factores de ahorro energético, educación, medioambiental, ayuda a identificar el entorno, ayuda a la visión, a un mejor desarrollo

cognitivo y a la absorción de vitamina D. También, un 97% del total indicó que utilizarían luz natural como elementos cotidianos dentro del juego y desarrollo de niños; debido a que: despierta sentidos y sensaciones, fomenta la atracción, imaginación y curiosidad por lo novedoso. En ese sentido, los autores concluyen que, al analizar los 3 indicadores de medición, se logrará un análisis integral según la orientación y emplazamiento. Al comparar las 3 orientaciones de las aulas (NO-SO-SE), se obtiene que el mejor comportamiento tuvo las aulas Noroeste y Sureste. Se debe usar revestimientos interiores puros con buen nivel de reflectividad, de preferencia colores claros de manera horizontal.

Contanzo, Evola y Marletta (2017) (12), en su estudio *Review of Daylighting Strategies in Shools: State of the Art and Expected Future Trends*, mencionan que su objetivo principal es analizar las estrategias de iluminación en escuelas de la era victoriana, sus características y la incidencia de iluminación natural hacia las aulas. Para ello, aplicó un estudio de sus componentes, explicando la época y las condiciones del entorno para que se tome en cuenta el diseño de las aulas, como metodología. Para su desarrollo, se desarrolló unas métricas para evaluar el desarrollo del rendimiento de la luz natural en las aulas. De esta forma, analizó la iluminancia, relación de uniformidad, factor de luz natural, iluminancia útil de luz diurna, anatomía de luz natural, autonomía espacial de luz natural, exposición anual a la luz solar, % de lugar de trabajo adecuado. Para su muestreo y análisis, tomará un aula, el cual posicionará de diferentes maneras de tal manera que podamos notar la diferencia del impacto lumínico hizo uso de las simulaciones con Relux Pro y EnergyPlus como instrumentos principales para el análisis de sus escuelas. Los autores tomaron como resultado de la investigación, un diseño para un aula ubicada en la ciudad de Toscana (Italia), lo cual muestra un equilibrio de la luz solar. Además, se buscó incorporar paneles selectivos y de baja emisión (acristalamiento) y rejillas para mejorar la disponibilidad de luz natural sin reducir las ganancias solares en invierno. Asimismo, se busca mejorar la iluminación natural en edificios mediante el uso de paneles cortados con láser (LCP). El LCP es un papel fino y transparente con cortes verticales, lo cual impedirán que el paso de los rayos solares sea de manera directa. Para las aulas orientas hacia el Ecuador, se planteó el uso de voladizos, persianas, pantallas solares, persianas móviles. En tanto, como sistemas de redireccionamiento, trataron de solucionar con estantes ligeros y tubos de luz. Como conclusión, la optimización de luz natural en las aulas es una tarea muy compleja que debe cumplirse con iluminación suficiente y bien distribuido para realizar tareas visuales, esta iluminación debería basarse en el cálculo de varias métricas del clima. Además, deben estudiarse más los dispositivos adecuados para protección del sol y la reflectividad; tales como tubos de luz, pantallas solares y paneles cortados con láser, del mismo modo, apuntan hacia la propuesta de los acristalamientos dinámicos “inteligentes”. Bajo mi punto de vista, el estudio aborda la incorporación de sistemas pasivos dentro del análisis de confort lumínico de una

determinada aula, para amenorar la reflectividad y que haya protección solar para los usuarios; siendo un punto de vital importancia para solucionar problemas de luminosidad en construcciones ya realizadas.

En el ámbito nacional, se analizaron las siguientes investigaciones:

Loa (2022) (13), en su investigación titulada *Criterios arquitectónicos físico-espaciales y confort lumínico de los estudiantes del Colegio Gran Amauta del distrito de San Martín de Porres Lima, 2019*, menciona que determinará como los criterios arquitectónicos físico-espaciales se relacionan con el confort lumínico de los estudiantes del colegio Gran Amauta del distrito de San Martín de Porres, Lima 2019; como objetivo principal. Asimismo, como objetivos específicos esta; determinar como la dimensionalidad (largo, ancho y altura) de los ambientes, se relacionan con el confort lumínico natural, determinar como la iluminación artificial se relaciona con los ambientes y determinar como el emplazamiento se relaciona con la iluminación natural. Para lograrlo, la investigación consistió en un diseño no experimental, de corte transversal, tipo correlacional, como metodología aplicada, que busca la relación entre la variable criterios arquitectónicos físico-espaciales y variable de confort lumínico. La investigación trabajará con una población de 530 y con una muestra de 223 estudiantes del turno tarde del pabellón A y B educación secundaria del colegio “Gran Amauta”. Asimismo, la autora contó con cuestionarios como instrumento de recolección de datos, para luego emplear el coeficiente de correlación de Rho de Spearman. Los resultados de la investigación fueron, el confort lumínico y los criterios arquitectónicos físico-espaciales mantienen una correlación fuerte, la relación entre confort lumínico y las dimensiones del ambiente son correlacionales, del mismo modo entre la iluminación artificial y los diferentes espacios del colegio Gran Amauta. La investigación concluye, que hay una correlación muy fuerte de Rho de Spearman de 0.855 entre criterios arquitectónicos físico-espaciales y el confort lumínico, que hay una correlación muy fuerte de Rho de Spearman de 0.944 entre dimensiones de los ambientes y el confort lumínico, hay una relación muy fuerte de Rho de Spearman de 0.937 entre la iluminación artificial y el uso de los ambientes, finalmente hay una correlación muy fuerte de Rho de Spearman de 0.775 entre el emplazamiento y la iluminación natural. Al finalizar la investigación, la autora propone un proyecto de biblioteca en Andahuaylas como intervención, por tanto, me parece una buena propuesta a raíz de la investigación acerca de la luz artificial, natural y las dimensiones que indagó.

Muñoz (2019) (14), en su investigación titulada *Características de un sistema de iluminación natural que generan confort lumínico para el diseño de una I.E. nivel secundario ubicada en el sector Calispuquio- Cajamarca al año 2019*, menciona que determinará las características de un sistema de iluminación natural en espacios educativos de nivel secundario que generan confort lumínico para el diseño de una institución educativa, como objetivo principal.

Asimismo, como objetivos específicos nos indica, conocer cuáles son las características de un sistema de iluminación natural, establecer como se logra el confort lumínico dentro de los espacios educativos y determinar cuáles características de iluminación natural favorecen en mejor medida la ganancia del confort lumínico. Para lograrlo, la investigación consistió en una metodología transversal de carácter no experimental de carácter descriptivo simple. La autora trabajó con la cantidad total de estudiantes de Calispuquio, 1528; sin embargo, tomando en cuenta las brechas, se trabajará con 1228 estudiantes como población; mientras que la muestra es 50 alumnos por salón, siendo un total aproximado de un colegio de 300 alumnos. Para llevar a cabo el proceso, se utilizó fichas de análisis de casos como instrumento de evaluación. Se trabajó mediante el análisis de 3 edificaciones tomando en cuenta los factores mencionados; al mismo tiempo se analizaban su posicionamiento, el tipo de cielo en aquel momento y si los ambientes están iluminados correctamente. Su primer resultado indicó que hay una luminancia baja en los colegios en relación con la normativa peruana que indica 250 lux como mínimo; mientras que normativas internacionales recomiendan como mínimo entre 800 y 700 lux. Su segundo resultado indica que es recomendable que las viviendas se ubiquen de norte a sur; si en caso es de este a oeste, será necesario el uso de parasoles. Posterior al análisis, propuso un proyecto del cual trabajo cortes, elevaciones, elevaciones, detalles constructivos, renders, una memoria descriptiva del proyecto y fichas técnicas. La investigación concluye con, la necesidad de usar y aplicar las características de un sistema de iluminación natural, el sistema de iluminación natural tipo lateral, permite que la luz solar ingrese de manera indirecta a los espacios educativos sin generar deslumbramiento, es mejor manejar luxes de 850 a 500 para proporcionar conformidad lumínica. Bajo mi punto de vista, el estudio de la mejor orientación de las aulas frente a los rayos solares fue un punto a favor para el avance de más investigaciones de confort lumínico en aulas educativas, debido a que considera las actividades que implica ser un estudiante.

Urrutia (2018) (15), en su investigación titulada *Confort lumínico en los espacios de estudio de las escuelas profesionales de arquitectura de las universidades de Huancayo – 2018*, menciona que su objetivo principal es determinar la diferencia del confort lumínico en los espacios de estudio de las escuelas profesionales de arquitectura de las universidades de Huancayo Asimismo, como objetivos específicos; evaluar la diferencia que existe en la cantidad de iluminación y evaluar la diferencia que existe en la calidad de iluminación en los espacios de estudio. Para lograrlo, la investigación empleó la metodología aplicada de nivel descriptivo-comparativo de diseño no experimental, evaluando los niveles de iluminación y confort lumínico entre la UNCP y UPLA. El autor trabajará con las aulas y talleres de la UNCP y UPLA; para lo cual, su muestreo o serán 13 ambientes de la UNCP y 15 ambientes de la UPLA. Para llevar a cabo el proceso, se utilizó una ficha de datos, para luego poder aplicarlo al Excel y

SPSS V.22 y para comprobar la hipótesis, se utilizó el Alfa de Cronbach y la U de Mannwhitney; como instrumento necesario para la investigación. El resultado de la investigación fue, que las aulas de la UNCP son óptimas con un 66.7% y también las aulas de la UPLA con un 35.3%. También, se realizó un segundo análisis de iluminación en los pabellones 1 de cada universidad, siendo así que la UNCP presenta una sobre iluminación; mientras que en caso de la UPLA hay muy poca iluminación; ambas no representan un confort lumínico. En caso del pabellón 2, las aulas de la UNCP presentan una iluminación óptima y en caso de la UPLA, un 53.8% presenta una buena iluminación; mientras un 46.2% presenta una sobre iluminación. En caso del pabellón 3, la UNCP presenta un poco iluminación; mientras que, en la UPLA, un 53.8% presenta poca iluminación y un 46.2% presenta una iluminación optima. La investigación concluye, que hay diferencias significativas del confort lumínico entre la UNCP y la UPLA, teniendo como resultado que gran parte de las aulas de la UNCP presentan confort lumínico; mientras que gran parte de las aulas de la UPLA no presenta una buena luminosidad. Al final de la investigación, el autor considera una propuesta de proyecto dentro de la ciudad de Huancayo, a base de los criterios que análisis que hizo en su estudio. Empezando desde su emplazamiento, programa arquitectónico, planos y renderizados, lo cual, bajo mi opinión considero que es una buena parte considerar una propuesta, puesto que así se refleja una solución alternativa de diseño en cuanto al tema de confort lumínico en aulas educativas.

Aliaga (2016) (16), en su investigación titulada *Confort lumínico en las aulas de las escuelas de nivel primario del Barrio de Chorrillos de Huancayo Metropolitano en el 2016*, menciona que su objetivo es “Determinar el porcentaje de aulas de las escuelas de primaria del Barrio de Chorrillos de Huancayo Metropolitano, que son confortables desde el punto de vista lumínico, en el 2016.”, siendo así como sus objetivos específicos son calcular los niveles de iluminación natural interior de las aulas de primaria y establecer los rangos de iluminación que deben tener las aulas de escuelas de primaria. Para ello, realizó una metodología a base de un método científico no experimental; asimismo, emplea un tipo de investigación aplicada a nivel descriptivo, debido a que identifica y cuantifica el objeto de estudio con un diseño transeccional o transversal. Su área de estudio será 4 instituciones de educación primaria del Barrio Chorrillos, un total de 45 aulas; sin embargo, al determinar el tamaño de la muestra, analizará 22 aulas. Para el desarrollo de su investigación, empleó como instrumento, una ficha de registro de datos estructuradas, con el fin de medir las características y componentes de las aulas. Asimismo, se empleó el SPSS V.23 como un procesador de datos y sus respectivos porcentajes para finalmente hacer una comparación con lo establecido por la normativa ISO 8995. Los resultados fueron las tablas que indicaban el confort lumínico y su comparación con lo establecido por el RNE del Perú, según la institución educativa y las aulas por cada una de ellas; especificando si es confortable o no. En consecuencia, se establece que sus resultados son

aparentemente óptimos, debido a que la normativa peruana no establece una iluminación máxima a comparación de otras normas internacionales y ello también podría ser perjudicial para el ojo humano debido a los destellos. En conclusión, la autora considera que las instituciones primarias estudiadas son confortables, alcanzando un nivel de iluminación alta en promedio 645 lux. También, las instituciones cuentan con lo mínimo establecido en la normativa peruana, siendo de 250 lux, estando por debajo sus condiciones a diferencia de otros países que se encuentra 300 lux a 500 lux como mínimo. Bajo mi punto de vista, la autora consideró un punto que es necesario recalcar en las investigaciones que inciden en el análisis del confort lumínico y es la identificación de un máximo de luminosidad, debido a que la presencia de mucha luz podría generar incomodidad y hasta avance de problemas oculares debido a los destellos.

Porras (2016) (17), en su investigación de tesis titulada *Nivel de confort lumínico natural en las aulas de la facultad de arquitectura de la Universidad Nacional del Centro del Perú en el departamento de Junín, provincia de Huancayo 2016*, menciona que su objetivo es “Determinar si desde el punto de vista del acondicionamiento lumínico natural, las aulas de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional del Centro del Perú, están diseñadas con un sistema de nivel de confort lumínico natural óptimo”, siendo así como sus objetivos específicos son; verificar si las aulas de la facultad están edificadas de acuerdo con lo normado por el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma 10. Determinar la cantidad y la manera en que reciben luz natural las aulas y conocer los materiales de construcción existentes en los pisos y muros de la universidad. Para ello, realizó una metodología a base un diseño no experimental de tipo transversal explicativo descriptivo, de tipo de investigación aplicada. Su población de estudio son las aulas de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional del Centro del Perú y como muestra probabilística tomara 18 aulas. Para el desarrollo de su investigación, empleó fichas de observación para luego proceder con los cálculos en el trabajo de campo como la aplicación según el procedimiento de la normativa EM0.10; además empleo el software DIALux. Los resultados indicaron que las condiciones lumínicas en las aulas de la Facultad de Arquitectura de la UNCP no cumplían adecuadamente con los estándares de confort lumínico establecidos. Se encontró que algunas aulas no recibían la cantidad de luz adecuada y que, en algunos casos, los pisos y muros no favorecían al confort lumínico. Como conclusión, sugiere mejorar el diseño arquitectónico de las aulas, para contribuir al bienestar y rendimiento de profesores y estudiantes.

2.2. Bases teóricas

El presente estudio se fundamenta principalmente en la Norma EM 110 – Condiciones de Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia, que establece los criterios técnicos para la evaluación del confort lumínico en instituciones educativas en el Perú. Asimismo, se toma como

referencia la tesis de Urrutia Salvador (2018), quien analizó el confort lumínico en instituciones educativas de Huancayo, estableciendo dimensiones clave para su evaluación. Basándonos en estos referentes, la presente investigación girará en torno a dos dimensiones, la cantidad de iluminación y la calidad de iluminación.

2.2.1. Confort lumínico

El confort lumínico se refiere a la percepción adecuada de la luz a través de nuestros sentidos, lo cual contribuye a generar una calidad espacial óptima y facilita las actividades que se desarrollan en un ambiente determinado. Sin embargo, no se limita únicamente a proporcionar luz. Según Susanna Moreira en su publicación en ArchDaily (2021) (7), implica gestionar adecuadamente la entrada de luz natural, ya sea maximizándola en interiores o bloqueándola cuando la iluminación excede los niveles apropiados.

Confort

De acuerdo con la Real Academia Española (RAE), confort sería aquello que brinda comodidades y genera bienestar al usuario (18). Por lo tanto, se comprende como el estado agradable o desagradable que el ser humano se encuentra en un ambiente o situación de bienestar, salud y comodidad. Ello se sustenta con lo mencionado por Urrutia Salvador (2018), quien menciona que el confort sería aquello que produce bienestar y comodidades a cualquier sensación y será percibida por los estímulos recibidos por los sentidos y otros factores complementarios (15).

Parámetros del confort en el ambiente

Los parámetros ambientales son importantes dado que causan sensaciones físicas de las personas y las características de un espacio. Algunas de ellas son la temperatura seca del aire, humedad relativa y velocidad del aire (19). De acuerdo a Urrutia Salvador (2018), los parámetros del confort de un ambiente, son propias de cada uno de los sentidos, que puede ser térmico, acústico o visual, los cuales se perciben en los componentes físicos y ambientales de un espacio habitable.

Parámetros arquitectónicos

Los factores psicológicos se enlazan con aspectos térmicos, lumínicos, acústicos y olfativos de un espacio, de tal manera que puede o no ser favorecedora en nuestra adaptación y percepción del espacio. Por ejemplo, el diseño de elementos visuales como colores y texturas pueden compensar la falta de confort térmico y lumínico, mientras que la implementación de barreras visuales, como plantas densas, pueden reducir la percepción del ruido y los olores (19). Ello se sustenta con lo mencionado por Urrutia Salvador (2018), quien menciona que una infraestructura construida conforme a los parámetros de confort lumínico, garantiza un

ambiente donde el estudiante sea atendido dentro de los estándares mínimos de enseñanza y aprendizaje (15).

Factores del confort del usuario

De acuerdo a Urrutia, las condiciones externas afectan la percepción que los usuarios tienen sobre su confort. Aunque los parámetros pueden ser idénticos, la percepción del confort varía según las condiciones individuales de cada usuario, las cuales se agrupan en tres categorías: biológicas y fisiológicas, sociológicas y psicológicas. En el contexto de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, estas condiciones juegan un rol importante en cómo se percibe el confort lumínico en los espacios lumínicos (15).

Visión humana

La vista humana es un sentido fundamental que nos permite percibir y comprender el mundo que nos rodea a través de la luz y color. Es vital para nuestra supervivencia y nuestro bienestar diario, pues nos permite reconocer objetos, interpretar señales, reconocer nuestro entorno y poder comunicarnos con otros. Este sentido se delimita por el ojo humano, lo cual convertirá la luz procedente del campo visual en un estímulo nervioso (20). Asimismo, la percepción de nuestro entorno dependerá de la agudeza visual, pues el ojo humano por un lado tiene mayor capacidad de resolución en el foco de visión, mientras la otra capacidad disminuye hacia la periferia.

2.2.2. La luz

La luz

La luz es una forma de energía que emite desde cuerpos luminosos, como el sol y fuego (fuentes naturales), o las lámparas que utilizamos en nuestros hogares (fuentes artificiales). También, se le conoce como radiación, ya que implica la emisión de energía. Esta radiación se propaga en forma de ondas, lo que permite que interactúe con el entorno y sea percibida por nuestros sentidos, desempeñando un rol crucial en la iluminación y el confort en los espacios (21). Urrutia Salvador (2018) menciona que la luz es una energía que se propaga por medio de partículas solares capaces de ser percibidos por el ojo humano (15).

La luz solar

La luz solar, o también conocida como radiación solar, se refiere a la luz que llega a la Tierra desde el sol, abarcando una parte del espectro electromagnético que incluye la luz visible, el infrarrojo y la ultravioleta. De acuerdo a Urrutia Salvador (2018), la luz solar sería el espectro de la radiación electromagnética proveniente del sol (15). Aproximadamente, la mitad de esta radiación corresponde a la luz visible, mientras que el resto se distribuye principalmente en el infrarrojo cercano y una pequeña fracción en el ultravioleta. Al atravesar la atmósfera terrestre, parte de la radiación ultravioleta es absorbida, aunque la que logra pasar puede causar efectos

como el bronceado o las quemaduras solares. Además de proporcionar luz, la radiación solar es fundamental para calentar la Tierra, desempeña un rol clave en la fotosíntesis y alimentar procesos como el efecto invernadero y la formación de combustibles fósiles. Sin embargo, parte de esta energía es reflejada o dispersada antes de ser absorbida por la superficie terrestre (22).

Radiación solar

La radiación solar es la energía emitida por el sol que se propaga en todas las direcciones a través de ondas electromagnéticas, influyendo en los procesos atmosféricos y climatológicos. Esta energía es responsable de fenómenos esenciales como la fotosíntesis, el mantenimiento de temperaturas adecuadas para la vida y la formación de viento, que es clave para la generación de energía eólica. Al llegar a la Tierra, parte de esta radiación es absorbida o reflejada por la superficie y la atmosfera. De acuerdo a Urrutia Salvador (2018), la radiación es la fuente de la luz y energía natural que depende mucho del grado de inclinación dado que ello determinará las estaciones (15).

Luz difusa

La luz difusa también conocida como luz suave, es aquella que ha sido filtrada a través de un elemento. Por ejemplo, la luz solar que pasa por una cortina transparente se vuelve difusa. Del mismo modo, la luz que se proyecta detrás de una pantalla es más suave en comparación con la luz directa de una bombilla. Durante la hora dorada, el sol está en un ángulo que permite que la atmosfera actúe como difusa, suavizando los rayos solares (23).

Para Urrutia Salvador (2018), la luz difusa, también, es conocida como luz dispersa que puede ser aprovechada usando adecuadamente las formas y orientación espacial arquitectónica (15). También, indica que no podemos prescindir de la luz artificial y considerar los niveles de iluminación adecuados. Menciona ello, nos presenta una tabla del nivel lumínico en luxes.

Tabla 1. Nivel lumínico en luxes por actividad.

Nivel lumínico en luxes						
ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO
ENSEÑANZA						
Dibujo de arte, industrial y costura	500	700	1000		-	-
Gimnasios	150	300	500		-	-
Pizarras	300	500	700		-	-
Salas de clases y laboratorios	200	500	1000		-	-
Salas de conferencias	200	500	1000		-	-
Vestibulos, habitaciones de paso	150	500	700		-	-
Vestuarios, tocadores, baños	50	100	250		-	-

Tabla 01.Fuente: Update Dominicana

Fuente. Urrutia Salvador (2018).

Descripción: Nivel lumínico en luxes por actividad.

Luminancia o brillo

El ojo humano es sensible a la luz que proviene del entorno, a ello se le denomina luminancia o brillo, las cuales pueden provenir de luminarias o pantallas de TV o las superficies del entorno. Se tiene la capacidad de adoptarse en ambientes con diferentes niveles de iluminación; desde 100 000 lux en días soleados, hasta menos de 0.1 lux en una noche de luna. Si la luminancia es excesiva puede llegar a ser dolorosa. Ello puede ocurrir cuando el contraste es demasiado alto en superficies brillantes, los cuales denominaremos “deslumbramiento” (20).

Reflectancia

La reflectancia es un fenómeno en que se observa el reflejo de un objeto de una determinada superficie, dado a ello hay algunos materiales que absorben mayor reflejo que otros. Por ejemplo, un cuarto blanco podría tener mayor iluminancia frente a un cuarto oscuro que absorbe gran parte de la luz, mientras en un cuarto blanco, esta se refleja (24). A continuación, se muestran algunos valores de reflectancia en porcentaje (%) de materiales:

Tabla 2. *Valores indicativos de reflectancia (%) de algunos materiales.*

Materiales	Indicativos de Reflectancia en porcentajes (%)
Ladrillos esmaltados blancos	85-75
Mármol Blanco	70-60
Acabado Iggam Claro	60-40
Acabado Iggam Oscuro	40-20
Piedra Arenisca Oscura	30-15
Ladrillo Vista Claro	40-30
Ladrillo Vista Oscuro	30-15
Madera Clara	50-30
Madera Oscura	30-10
Granito Intermedio	30-10
Hormigón Natural	20-10
Piedra Arenisca	20-10

Fuente. Iluminet (24)

Descripción: Tabla que indica algunos materiales y sus porcentajes indicativos de reflectancia según la página Iluminet.

Absorción de la luz

La absorción de la luz es un fenómeno que hace que un objeto se “quede” en algunas ondas electromagnéticas mientras que otras rebotan a la superficie. Esto sucede a que la luz blanca es una energía que contiene todos los colores que el ojo humano es capaz de percibir y que cuando hace contacto con alguna superficie, estas se reflejan. Por lo tanto, cuando se trata de absorción de la luz, es necesario considerar el tipo de luz y tipo de material (25).

Transmitancia de la luz

Es el porcentaje de luz visible que pasa un objeto. En otras palabras, se refiere a la relación entre la cantidad de luz solar que entra en una unidad de doble acristalamiento y la cantidad de luz que se trasmite a través de ello y se le denomina el coeficiente de transmisión de luz “Lt” y será expresado en porcentaje (%) (26).

2.2.4. Dimensión 1: Cantidad de iluminación

Método de cálculo para obtener el confort lumínico

El cumplimiento de la Norma EM.110 es fundamental para garantizar el bienestar de los usuarios en edificaciones y optimizar el uso de recursos energéticos. Esta norma proporciona un marco teórico que permite diseñar espacios interiores con condiciones adecuadas de confort lumínico y térmico, lo que tiene impactos positivos en la salud, sostenibilidad y ahorro energético.

En el Anexo 6 de la norma, aborda la metodología para calcular el confort lumínico, destacando aspectos clave como el mínimo de luxes necesarios por ambiente, el análisis del Factor de Luz Diurna (FLD) y la verificación de la calidad de los materiales mediante el Coeficiente de Reflexión Interna (CRI). Su implementación es esencial para las siguientes razones.

Cada espacio tiene un requerimiento específico de luxes según su uso, ya sea residencial, comercial, educativo o sanitario. Por ejemplo, una sala de lectura necesita niveles de iluminación superiores a un pasillo. El cumplimiento de estos niveles asegura que las actividades puedan desarrollarse de manera cómoda y segura.

Tabla 3. Luxes mínimas y máximas según el RNE Norma EM.110

AMBIENTES	ILUMINANCIA (lux)
Norma A 0.40 - Educación	
Aulas	250
Talleres	300
Circulaciones	100
Servicios Higiénicos	75

Fuente. Norma EM 110 Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia.

Descripción: Tabla de luxes mínimas y máximas según la Norma EM.110.

La norma, también, distingue entre FLD con cielo cubierto uniforme y cielo cubierto no uniforme, adaptándose a la distribución de luz natural según la zona geográfica. Esto permite un diseño que maximiza la entrada de luz natural, reduce la dependencia de iluminación artificial y minimiza el deslumbramiento o las zonas de penumbra.

El CRI permite evaluar la calidad de los materiales en términos de su capacidad para reflejar la luz. Materiales con un buen CRI favorecen una distribución uniforme de la luz en interiores, reduciendo sombras y maximizando la eficiencia lumínica. Este análisis, también, garantiza que los acabados interiores contribuyan al confort visual y reduzcan la necesidad de iluminación artificial. Los rangos óptimos del CRI varía según la superficie. Para techos, el rango ideal está entre 70% y 90%, permitiendo una buena distribución de la luz hacia abajo, lo que reduce las sombras y mejora la iluminación general. Las paredes, en cambio, deben tener un CRI de 50% a 70%, asegurando una reflexión moderada que evite tanto zonas oscuras como deslumbramientos. En los pisos, lo recomendable es entre 20% y 40%, ya que un exceso de reflexión puede generar reflejos molestos y dificultar la estabilidad visual.

La aplicación de esta metodología tiene un impacto significativo, ya que promueve la sostenibilidad al reducir el consumo energético asociado a la iluminación artificial, mejora el bienestar de los ocupantes al proporcionar ambientes saludables, cómodos y funcionales, genera ahorro económico al disminuir los costos operativos derivados de la dependencia de sistemas eléctricos y eleva la calidad de diseño arquitectónico al integrar soluciones que respetan las condiciones del entorno.

Gráfico 1. Cuadro de redimensionamiento

ZONA CLIMÁTICA	AREA DE VENTANA / AREA DE PISO	Los valores de la tabla tienen en cuenta el factor de reducción para el uso de cristales transparentes, carpintería que ocupa como máximo el 20% del vano, obstrucciones producto de vegetación, aleros, construcciones, entre otros menores al 20% . Para situaciones diferentes se aplicará la siguiente ecuación de corrección de % de ambiente, para el precálculo. $\text{NUEVO \%} = \% \text{ SEGÚN ZONA} \times \frac{0.85}{\text{TRAMITANCIA}} \times \frac{0.80}{(1 - \% \text{ CARPINTERIA})} \times \frac{0.80}{(1 - \% \text{ OBSTRUCCIONES})}$ Ejemplo: Para valores diferentes de tramitancia, carpintería y obstrucciones: Zona 3 Tramitancia = 75% Obstrucciones 30%. Carpintería = 10% $\text{NUEVO \%} = 18 \% \times \frac{0.85}{75\%} \times \frac{0.80}{90\%} \times \frac{0.80}{70\%} = 20.72\%$
1	25%	
2	23%	
3	18%	
4	16%	
5	15%	
6	15%	
7	25% *	
8	30% *	
9	30% *	

* Mayor % por criterios de ventilación.

Fuente. Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en los locales educativos (2009).

Descripción. Proceso de redimensionamiento de ventanas en relación con el área del piso en relación con la zona climática según la Norma EM. 110: “Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia”.

Para obtener el adecuado nivel de iluminación interna para un ambiente, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$E_{int} = FLDC \times E_{ext}$$

E_{int} : Iluminación Interior

FLDC: Factor de Luz Diurna corregido

E_{ext} : Iluminancia Exterior, según la zona climática

Paso 1: Identificación de la iluminancia exterior (E_{ext}).

Considerar la longitud del proyecto y para ello se aplicará la siguiente tabla.

Tabla 4. Ubicación de provincias por zona bioclimática

UBICACIÓN DE PROVINCIAS POR ZONA BIOCLIMÁTICA									
Departamento	1 Desértico Marino	2 Desértico	3 Interandino Bajo	4 Mesoandino	5 Alto Andino	6 Nevado	7 Ceja de Montaña	8 Subtropical Húmedo	9 Tropical Húmedo
Huancaavelica				Castrovirreyna		Angaraes	Tayacaja		
					Huancavelica				
				Tayacaja					
				Churcampá					
				Huaytará					
Huánuco				Acobamba					
			Marañón	Huamalis	Lauricocha		Ambo	Leoncio Prado	
				Huánuco	Dos de Mayo		Huacaybamba	Puerto Inca	
				Pachitea			Marañón		
				Ambo			Yarowilca		
Ica				Huacaybamba					
				Yarowilca					
		Palpa							
		Ica							
Junín	Chincha	Nazca							
	Pisco								
				Tarma					
				Sanchez	Junín		Chanchamayo	Chanchamayo	
La Libertad				Huancayo				Satipo	
				Chupaca					
				Jauja					
	Pacasmayo	Ascope		Bolívar			Gran Chimú		
	Trujillo	Chepén		Sánchez Carrión					
		Gran Chimú		Bolívar					
Lambayeque		Virú		Otuzco					
				Pataz					
				Julcán					
				Santiago de Chuco					
Lambayeque	Chiclayo							Lambayeque	
	Ferreñafe	Lambayeque							

Fuente. EM.110 Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia

Descripción: Tabla que indica la ubicación de las provincias por zonas bioclimáticas según la Norma EM. 110: “Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia”.

Tabla 5. Iluminación Exterior Promedio

Zona bioclimática	Iluminación Exterior Promedio
1	5500 Lm.
2	6000 Lm.
3	7500 Lm.
4	8500 Lm.
5	9000 Lm.
6	10000 Lm.
7	7500 Lm.
8	7500 Lm.
9	7500 Lm.

Fuente. EM.110 Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia

Descripción: Tabla que indica la iluminación exterior promedio en Lúmenes según de acuerdo con su zona climática según la Norma EM. 110: “Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia”.

Paso 2: Determinar el Factor de Luz Directa Corregido (FLDd)

1. Cálculo de Factor de Luz Diurna Corregido (FLDc):

Este cálculo contempla dos condiciones de cielo para la iluminación exterior: cielo cubierto uniforme (CCU), típico de Lima, y cielo cubierto no uniforme (CCNU), característico de la Sierra. La iluminación dependerá de cómo se distribuya la luminiscencia en el cielo, clasificándose como CCU en las zonas 1 y 2, y como CCNU en el resto de las zonas.

$$FLD_c\% = (FLD_d + CRI) \times FR$$

Donde:

FLDd: Factor de Luz de Día Directo

CRI: Coeficiente de Reflexión Interna

FR: Factor de Reducción

2. Cálculo de Factor de Luz Diurna Corregido (FLDc):

Cielo cubierto uniforme (CCU) y cielo cubierto no uniforme (CCNU). El CCU es el típico cielo de Lima. El CCNU es el típico cielo de la Sierra.

Cielo Cubierto Uniforme (CCU). De acuerdo con la Oficina de Infraestructura Educativa- Ministerio de Educación, el CCU sería el “típico cielo de Lima, donde se aprecia que no se define claramente las sombras, debido a que la luz llega de manera uniforme de todas las direcciones. El FLDd queda expresado por la siguiente fórmula:”

$$FLD_d = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D}$$

$$T = \frac{H}{D}$$

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)}$$

L es el ancho de la ventana, H es la altura y D, la distancia perpendicular a punto de calcular.

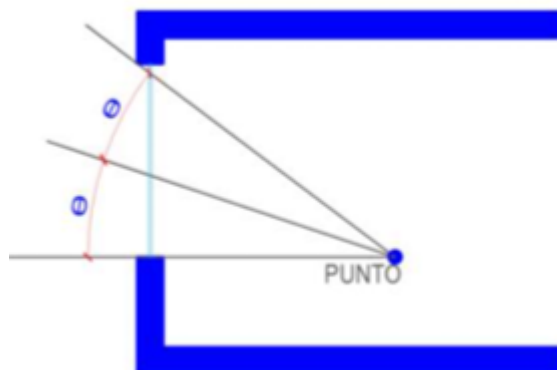
Cielo Cubierto No Uniforme (CCNU). De acuerdo con la Oficina de Infraestructura Educativa- Ministerio de Educación, el CCNU sería el “Típico cielo de la Sierra, cubierto por nubes, y distribución de la luz mayor hacia el zenit. El FLDD queda definido por la siguiente fórmula:”

$$FLDD(CCNU) = (3/7) \times FLDD(CCU) \times (1 + 2 \sin \varphi)$$

Donde:

φ es el ángulo que forma la bisectriz, medida desde la línea de horizonte.

Gráfico 2. Punto a la misma altura del alfeizar.

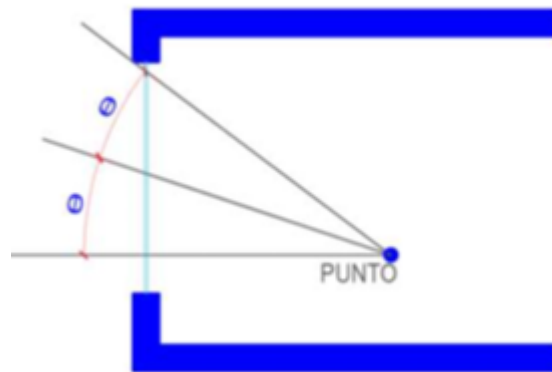


Fuente. EM.110 Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia

Descripción. Gráfico que muestra el ángulo que debe formar la relación de la ventana si el punto de toma de muestra está a la línea de horizonte según la Norma EM. 110: “Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia”.

Caso 1: Ángulo φ (para punto a iluminar ubicado a la misma altura del alfeizar).

Gráfico 3. Punto ubicado sobre el alfeizar:

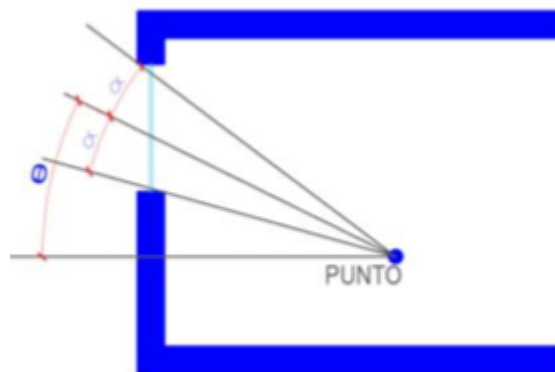


Fuente. EM.110 Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia

Descripción. Gráfico que muestra el ángulo que debe formar la relación de la ventana si el punto de toma de muestra está ubicado sobre el alfeizar según la Norma EM. 110: “Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia”.

Caso 2: Ángulo φ (para punto a iluminar ubicado sobre el alfeizar).

Gráfico 4. Punto ubicado bajo el nivel del alfeizar:



Fuente. EM.110 Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia

Descripción. Gráfico que muestra el ángulo que debe formar la relación de la ventana si el punto de toma de muestra está ubicado bajo el alfeizar según la Norma EM. 110: “Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia”.

Caso 3: Ángulo φ (para punto a iluminar ubicado bajo el nivel del alfeizar).

Paso 3: Cálculo para hallar el Coeficiente de Reflexión Interna (CRI)

a. Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (CRI):

De acuerdo con la Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia, para hallar el coeficiente de reflexión interna (CRI), se deberá hallar el área de la ventana (AV). Se halla el área de piso (AP). Se dividen ambos: AV/AP y se utiliza el porcentaje aproximado.

Tabla 6. Coeficiente de reflexión interna

Tabla N° 20													
AV/AP	AV%AP	Factor de reflexión del piso											
		10				20				40			
		Factor de reflexión del muro											
		20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
		%				%				%			
1:50	2	--	--	0.1	0.2	--	0.1	0.1	0.2	--	0.1	0.2	0.3
1:20	5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.2	0.3	0.5	0.1	0.2	0.4	0.6
1:14	7	0.1	0.2	0.3	0.5	0.1	0.2	0.4	0.6	0.2	0.3	0.6	0.8
1:10	10	0.1	0.2	0.4	0.7	0.2	0.3	0.6	0.9	0.3	0.5	0.8	1.2
1:6.7	15	0.2	0.4	0.6	1.0	0.2	0.5	0.8	1.3	0.4	0.7	1.1	1.6
1:5	20	0.2	0.5	0.8	1.4	0.3	0.6	1.1	1.7	0.5	0.9	1.5	2.0
1:4	25	0.3	0.6	1.0	1.7	0.4	0.8	1.3	2.0	0.6	1.1	1.8	2.5
1:3.3	30	0.3	0.7	1.2	2.0	0.5	0.9	1.5	2.4	0.8	1.3	2.1	3.0
1:2.9	35	0.4	0.8	1.4	2.3	0.5	1.0	1.8	2.8	0.9	1.5	2.4	3.5
1:2.5	40	0.5	0.9	1.6	2.6	0.6	1.2	2.0	3.1	1.0	1.7	2.7	4.0
1:2.2	45	0.5	1.0	1.8	2.9	0.7	1.3	2.2	3.4	1.2	1.9	3.0	4.4
1:2	50	0.6	1.1	1.9	3.1	0.8	1.4	2.3	3.7	1.3	2.1	3.2	4.8

Fuente. EM.110 Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia

Descripción: Tabla que indica el Coeficiente Reflexión Interna (CRI) de los materiales, tanto del piso y del muro en relación con el coeficiente del área de la ventana sobre el área del piso según la Norma EM. 110: “Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia”.

Paso 4: Cálculo para hallar el Factor de Reducción (FR)

b. Cálculo de Factor de Reducción (FR):

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

Donde:

El coeficiente de Mantenimiento se puede asumir como 0.8.

El coeficiente de Transmitancia dependerá del tipo de vidrio que se utilice.

El coeficiente de Obstrucciones dependerá del porcentaje de elementos opacos que posea la ventana.

El coeficiente de Carpintería dependerá del porcentaje de marco que posea la ventana.

c. Aplicación:

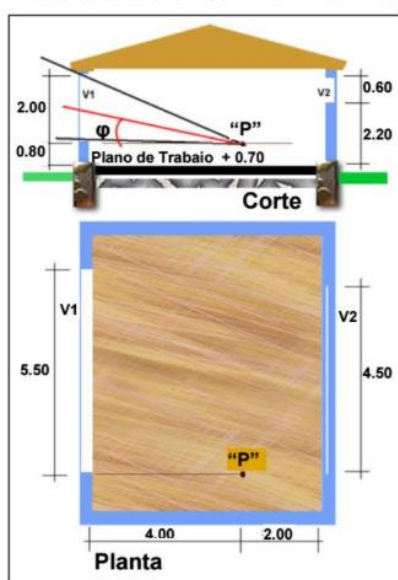
El objetivo es calcular el nivel de iluminación que llega al punto “P”, producto de las ventanas, se encuentra en la zona climática 2. Relevancia de muros 0.5, piso 0.20, techo 0.7, factor de

mantenimiento bueno = 0.8, la carpintería ocupa el 10% del vano y tiene 2% de obstrucciones. Transmitancia de 0.85.

Gráfico 5. Ejemplo de aplicación según el Ministerio de Educación

Datos Generales:

Aula de 6.00 m x 8.00 m x 2.80 m y el punto "P" se encuentra a 4.00 m de la ventana 1 y a 2.00 m. de la ventana 2
Ventana 1: Ancho 5.50 m Alf. 0.80 m Altura 2.00 m.
Ventana 2: Ancho 4.50 m Alf. 2.20 m Altura 0.60 m



Cálculo de la Ventana 1			
L= 5.50	M= 1.375	Area ventana	13.70
H= 2.10	T= 0.525	Area de piso	48.00
D= 4.00	R= 0.885	AV/AP =	29%
	FLDd= 2.548%	CRI	1.19%
Restar parte del Muro:			
L= 5.50	M= 1.375	Mantenimiento	0.8
H= 0.10	T= 0.025	Transmitancia	0.85
D= 4.00	R= 0.9997	obstrucciones	2%
	FLDd= 0.007%	Carpintería	10%
FLDd (CCU) V1 =	2.541%	Factor de Reducción	0.8 x 0.85 x 0.98 x 0.90
φ =	14.56°	FR	0.60
FLDd (CCNU) V1 =	1.633%		
Cálculo de la Ventana 2			
L= 4.50	M= 2.25	FLDd (CCU)	5.126%
H= 2.10	T= 1.05	FLDd (CCNU)	4.215%
D= 2.00	R= 0.690		
	FLDd= 7.386%		
Restar parte del Muro:			
L= 4.50	M= 2.25		
H= 1.50	T= 0.75		
D= 2.00	R= 0.8000		
	FLDd= 4.800%		
FLDd (CCU) V2 =	2.585%		
φ =	41.63		
FLDd (CCNU) V2 =	2.582%		
Zona Climática 2			
FLDc % = (FLDd + CRI) x FR			
Iluminancia exterior de la Zona			
6,000 luxes			
FLDc (CCU)%	3.788%		
Luxes :	227.287		
Porcentaje respecto al valor recomendado	76%		
Dentro del Límite Permitido			

Fuente. EM.110 Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia

Descripción. Gráfico que muestra el cálculo del FLDd (CCU) Y FLD (CCNU) de las ventanas, el cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (CRI) y cálculo del Factor de Reducción (FR) según la Norma EM. 110: "Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia".

2.2.3. Dimensión 2: Calidad de iluminación

Aprovechamiento de la luz natural

De acuerdo a Urrutia, para maximizar la luz natural en un proyecto arquitectónico, es esencial que se considere la geografía y el clima, además de las decisiones del arquitecto en relación con la orientación solar, la forma del edificio, la zonificación, la distribución de los espacios y el tamaño de la construcción (15).

Captación natural de la luz

De acuerdo con Urrutia, la captación de la luz natural depende de diversos factores como el tipo de cielo, la época del año, la hora del día, la ubicación y la orientación del edificio, así como la disposición de elementos arquitectónicos. La luz puede ser introducida en los espacios interiores mediante ventanas y otros componentes de diseño, aprovechando tanto la geometría como los principios arquitectónicos. La intensidad de la luz varía según el estado del cielo(despejado o

nublado), la latitud y la época del año, con momentos clave como los solsticios y equinoccios que influyen en el diseño de los elementos captadores y de protección solar. Además, el entorno físico del edificio, como el relieve, la altura de las construcciones vecinas y la vegetación, también afecta la cantidad y distribución de la luz disponible. Las aberturas deben estar alineadas con la trayectoria solar y su disposición puede maximizar la luz difusa o directa según su orientación y diseño (15).

Transmisión natural de la luz

Urrutia Salvador (2018) indica que el principal medio arquitectónico para transmitir la luz natural es la ventana, que además de iluminar, permite la ventilación y las ganancias solares. Sin embargo, existe un conflicto entre la luz natural y el confort térmico, ya que un mayor tamaño de ventana aumenta la cantidad de luz, pero también incrementa las ganancias y pérdidas de calor, a menos que se utilicen otros elementos para mitigar los efectos (15).

La proporción de la ventana es clave en la transmisión de la luz. Dependiendo de su tamaño, forma y material, las ventanas pueden proporcionar diferentes tipos de iluminación: unilateral (aberturas en una pared), bilateral (en dos paredes), o multilateral (en tres paredes), siendo la última que ofrece una distribución más uniforme.

Las características del cristal son esenciales. La transmisión luminosa y el factor solar determinan cuanta luz solar y calor permite pasar a través del vidrio. En la distribución natural de la luz, intervienen elementos como repisas de luz, túneles solares y atrios, que ayudan a reflejar y distribuir la luz de manera más uniforme en el interior. La forma de las ventanas también influye, ya que una ventana continua proporciona una iluminación más homogénea, mientras que varias ventanas más pequeñas generan zonas de contraste (15).

Sistemas de iluminación natural

Urrutia Salvador (2018) indica que para una buena iluminación natural, se debe considerar la cantidad y la calidad de la luz interior. La calidad y cantidad dependerá del funcionamiento conjunto de los sistemas y para ello recomienda aplicar cinco reglas para optimizar la iluminación: diseñar, captar, transmitir, distribuir y proteger (15). Asimismo, la luz solar puede presentarse de diversas maneras en torno a una construcción, dependiendo de su origen y característica, y es fundamental considerar el área geográfica, el clima y los elementos naturales para tomar la mejor decisión en su aprovechamiento. La iluminación cenital llega desde arriba a través de claraboyas o cúpulas; la iluminación lateral proviene de ventanas y puertas en las paredes; la iluminación difusa se dispersa uniformemente sin generar sombras marcadas; la iluminación dirigida proviene directamente del sol, creando sombras fuertes; la iluminación reflejada llega tras rebotar en superficies exteriores; y la iluminación filtrada se modula al atravesar elementos como cortinas o vegetación, generando efectos visuales únicos. Tomar en

cuenta estos factores permite un mejor control de la luz según las condiciones naturales y climáticas del lugar (27).

2.3. Definición de términos

- a) Sistema de iluminación natural: Se refiere al conjunto de técnicas y estrategias arquitectónicas diseñadas para aprovechar la luz natural del sol con el fin de iluminar los espacios interiores de una edificación. Además, puede ser un recurso estético para la creación de formas, destacar espacios y aportar significados. (27)
- b) Confort: De acuerdo con la Real Academia Española, confort es todo aquello que nos produce bienestar o comodidad. (18)
- c) Confort lumínico: Es la sensación de bienestar que surge cuando la calidad y cantidad de luz en un espacio están equilibradas de manera adecuada, lo que facilita la realización de tareas visuales sin generar fatiga o incomodidad. Este concepto se relaciona específicamente con la percepción a través del sentido de la vista, y abarca tanto los aspectos fisiológicos como psicológicos asociados a la iluminación (28).
- d) Luz natural directa: Se refiere a la fracción de la luz solar que llega directamente a un lugar específico sin interferencias. Se distingue por su variabilidad constante en cuanto a la dirección y su probabilidad de incidencia en un área. Además, genera una iluminancia considerable en superficies horizontales despejadas (29).
- e) Luz natural indirecta: Es la luz que llega a un espacio tras ser reflejada en superficies como paredes, pisos o techos. En climas soleados, esta luz representa un aporte significativo para los sistemas de iluminación natural, que el uso de superficies reflectantes permite redirigir la luz solar directa, por ejemplo, hacia el techo, lo que incrementa la cantidad de luz natural disponible y optimiza su distribución en el espacio (29).
- f) Luz natural difusa: Se refiere a la luz que se distribuye de manera uniforme en distintas direcciones, es decir, sin una fuente predominante. Este tipo de luz proviene del cielo, excluyendo la luz directa del sol (29).
- g) Dimensionamiento de la luz natural: Es el proceso mediante el cual se calcula la cantidad de luz natural que ingresa en un espacio interior en relación con la luz disponible en el exterior, así como su distribución dentro del espacio. Este análisis considera niveles de iluminancia y posibles deslumbramientos. Los resultados de estas evaluaciones se expresan en términos porcentuales respecto a la luz exterior, utilizando como referencia *Daylight Factor (DF)* o Factores de Iluminación Natural (FIN). Además, el dimensionamiento se relaciona con tres unidades de medida; el lumen (Lm), Lux(Lx) y Candela (Cd) (30).
- h) Intensidad Luminosa: Es la medida de la potencia luminosa que emite una fuente puntual dentro de un ángulo solido determinado. Representa el brillo o la fuerza de la luz emitida en

- una dirección específica. Se expresa en candelas(cd) y se utiliza para cuantificar la capacidad óptica de las fuentes de luz (31).
- i) Nivel de iluminación: Es la medida de la cantidad de luz presente en un área determinada, siendo clave en la visibilidad y seguridad de espacios, como las carreteras. Este nivel puede evaluarse a través de la iluminancia, que mide la luz que incide en una superficie y se expresa en lux (o en foot-candles en sistemas estadounidenses) (32),
 - j) Altitud: Es la distancia vertical entre un punto en la superficie terrestre o la atmósfera y el nivel promedio del mar, expresada en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m). Para medirla, se utiliza un altímetro, tomando como referencia el nivel medio del mar, que varía debido a fenómenos como mareas y oleaje (33),
 - k) Luminancia: Es la medida de la luminosidad que percibe el ojo humano desde una superficie que emite o refleja la luz. Se define como la relación entre la intensidad luminosa y la superficie proyectada perpendicular a la dirección de observación. Su unidad de medida es la candela por metro cuadrado (cd/m²) (34).
 - l) Azimut: Es una de las coordenadas que define la posición de un cuerpo celeste, como el sol o la luna, en el cielo, observada desde un lugar específico y en un momento determinados. (35)
 - m) Brillo: Es el efecto visual que exhibe la superficie de un objeto al reflejar la luz que le incide de manera específica. Este concepto está vinculado a la cantidad de luz que un objeto refleja directamente; a medida que aumenta la cantidad de luz reflejada, la percepción de brillo en el ojo humano también se intensifica (36).
 - n) Confort visual: Es un estado que depende de múltiples factores que permiten una experiencia visual óptima y ayudan a prevenir problemas relacionados con la vista y sus órganos. Los elementos clave incluyen naturaleza, la estabilidad y la cantidad de luz, considerando también las demandas visuales de las actividades y los factores individuales (37).
 - o) Deslumbramiento: De acuerdo con la *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, escrito por Proaño y Mendoza, nos indica “Es la sensación de incomodidad visual que produce molestias, tales como la reducción o pérdida de la habilidad para percibir objetos con nuestra visión o también causa una reacción de parpadeo de una persona, ello producto del cambio exagerado de los niveles de iluminación” (38).
 - p) Entorno visual: Es la experiencia de percibir el mundo a través de la vista, lo que requiere esfuerzo mental para observar con claridad y nitidez. A través del entorno visual, memorizamos y codificamos objetos, estableciendo una conexión con ellos. A lo largo de la evolución, el aprendizaje humano, ha sido mayormente visual, lo que ha influido en la manera en que vemos y entendemos el mundo que hemos transformado (39).
 - q) Iluminancia (E): De acuerdo con la *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, escrito por Proaño y Mendoza, nos indica “Es la cantidad de flujo luminoso

- (E) que recibe una superficie y se mide en lux (lx), que es la iluminancia recibida por 1 lumen en una superficie plana de 1 m².” (38).
- r) Lux: Es la unidad reconocida como estándar de iluminancia. El valor de un lux es un lumen por metro cuadrado y tiene la siguiente fórmula: $(lx) = lm / m^2$.
 - s) Reflectancia: Es la medida de la luz y el calor que una superficie o color refleja o absorbe, lo que influye en su nivel de oscuridad o claridad, enfocándose en la cantidad de energía reflejada más que en la viveza del color (40).
 - t) Transmisión luminosa: Es el porcentaje de luz visible que atraviesa un vidrio, indicando su nivel de transparencia y la cantidad de luz que llega al interior de un espacio (41).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo o alcance de la investigación

La investigación aplica el método científico como metodología general; ya que, nos permite corroborar un conocimiento previo y poder analizar posibles soluciones; a partir de la observación de un problema dado a nivel local. De acuerdo con Manterola, Carlos indica que es necesario aplicar la investigación con el método científico; puesto que nos permite tener una mayor cercanía y eficiencia con las soluciones a los problemas analizados y explicados (42).

3.1.1. Método de investigación específico

La investigación aplica el método deductivo; pues, se recolectará información mediante un instrumento de evaluación sin alterarla; además, de aplicar unas fichas de observación de manera general para luego poder brindar posibles soluciones a nivel específico. Tal como menciona Barchini, para este tipo de metodología, se extrae información de lo general a lo particular, para luego ser comprobado (43).

3.1.2. Tipo de investigación

Se desarrolló una investigación de tipo aplicada, debido a que se busca que en futuro sirva como un referente para nuevas ideas de solución para el confort lumínico de los estudiantes. Por lo tanto, se busca aclarar los conocimientos previos para poder aplicarlos tanto en el alcance de la investigación como futuros estudios. De acuerdo con Keith Stanovich, con este tipo de investigación se busca aclarar el conocimiento teórico para resolver determinados problemas, aplicarlos en un futuro a la realidad y proponer un diseño arquitectónico (44).

3.1.3. Nivel de investigación

A nivel de investigación, el estudio se desarrollará de tipo descriptivo simple; debido a que reúne información cuantificable que puede usarse para interpretar y analizar un problema. Para ello, se tomarán pruebas de campo que validen el enunciado de la hipótesis y al mismo tiempo se elaborarán fichas de observación que permitan visualizar la rigurosidad de la investigación.

En otras palabras, se realizará una investigación que observa y describe las características de un determinado grupo, situación o fenómeno, ofreciendo una realidad detallada (45).

3.1.4. Diseño de investigación

El tipo de investigación será de diseño no experimental de sub diseño transeccional, dado que se recolectará datos en un determinado momento. Además, será de tipo descriptivo, para analizar y conocer las características, rasgos, propiedades y cualidades del fenómeno estudiado.

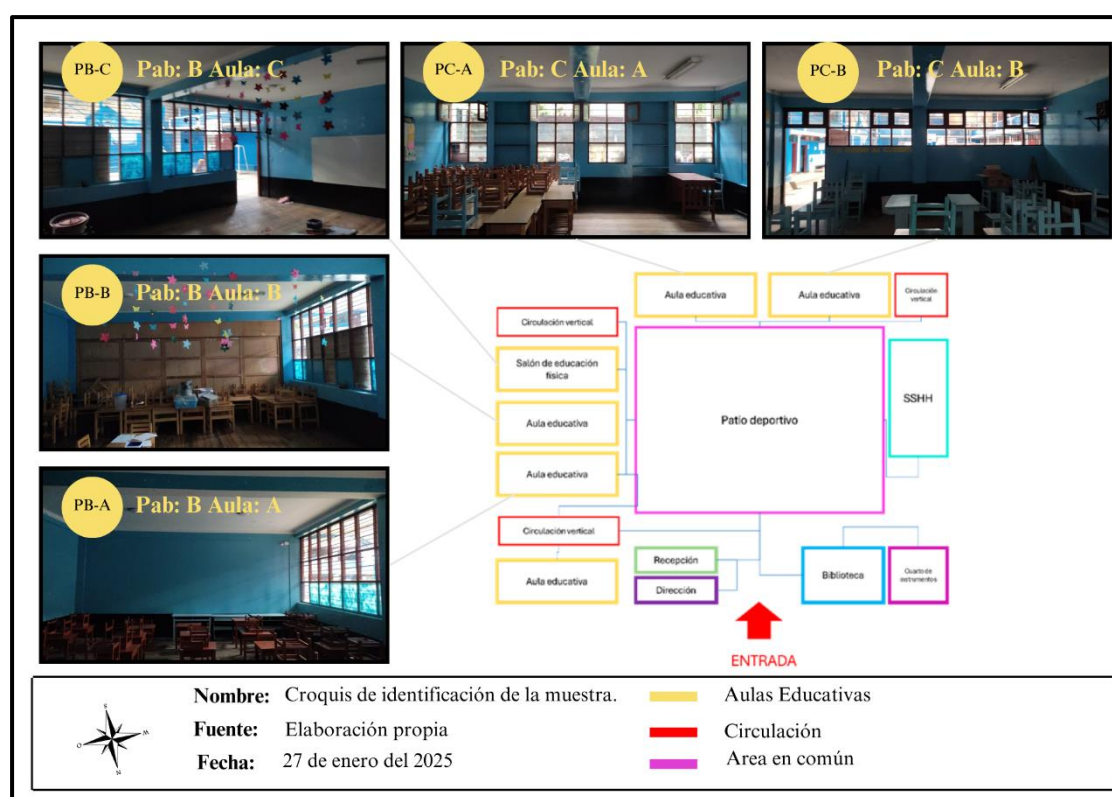
3.1.5. Población

La población tomada serán 18 aulas de estudio más dos áreas administrativas (dirección y biblioteca), lo cual es el total de ambientes que hay dentro de la institución Sor Irene Therese Mc Cormac, de las cuales están divididas en 3 pabellones, siendo una más administrativa y las otras dos de uso educativo.

3.1.6. Muestra

Debido a que el área más afectada lumínicamente es el primer piso, se tomará como muestra a los 5 salones del pabellón B y C (pabellones de aulas educativas). El tipo de muestra tomada será de tipo no probabilística por conveniencia.

Gráfico 6. Croquis de identificación de aulas tomadas como muestra.



Descripción: Croquis de identificación de las aulas tomadas como muestra de la I.E. analizada.

3.1.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se realizará mediante fichas de observación aprobadas por expertos en la materia. Posteriormente, se empleará una ficha de cálculo elaborada con base en la norma EM 110 para medir los niveles de iluminación interior, considerando un cálculo para hallar el valor máximo, medio y mínimo.

3.1.8. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información se llevará a cabo mediante la organización y comparación de los resultados obtenidos a través de las fichas de observación y ficha de cálculo basada en la norma EM 110. Estos valores serán contrastados con los rangos mínimos de luxes establecidos en la normativa peruana, permitiendo verificar si las condiciones actuales cumplen con los estándares de confort lumínico.

3.1.9. Técnicas y análisis de datos

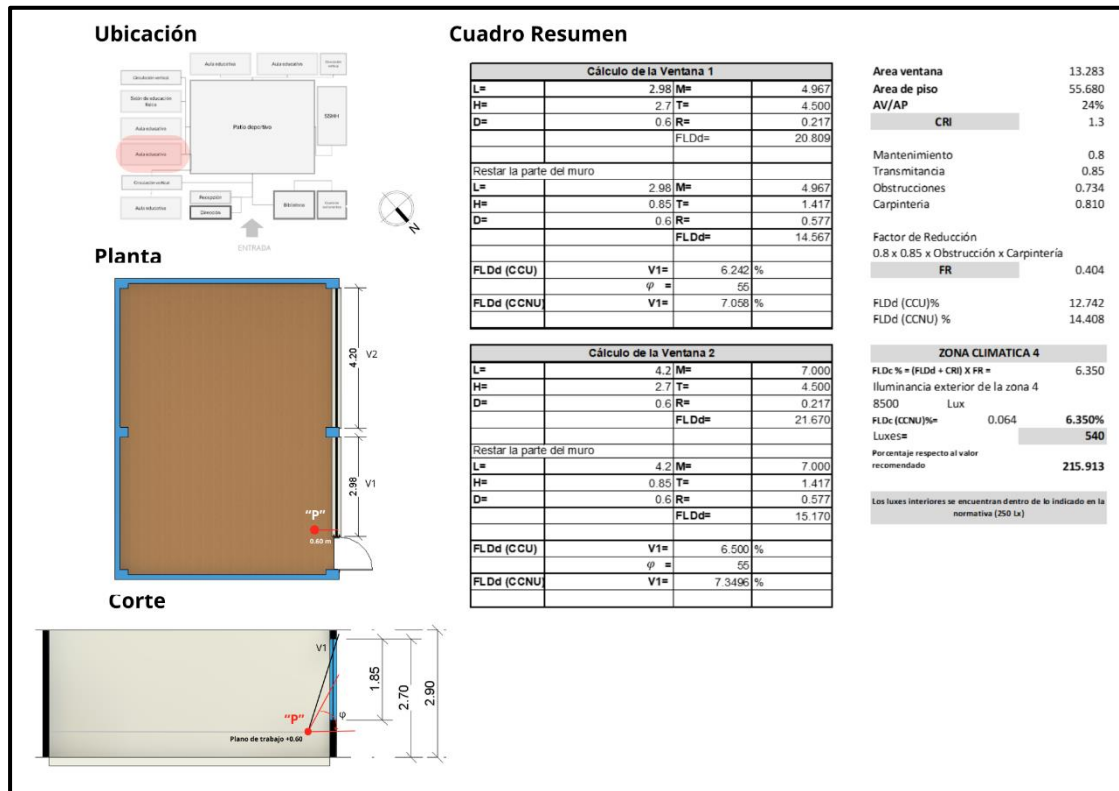
El análisis de datos se realizará mediante un enfoque descriptivo, permitiendo la comparación de los niveles de iluminación registrados con los valores normativos. Utilizando la ficha de cálculo basada en la norma EM 110, se determinará si la iluminación interior se encuentra dentro del rango adecuado.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Para las aulas del Pabellón B:

Tabla 7. Resumen del confort lumínico máximo del aula a del pabellón b.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior máxima del aula a del pabellón b.

PB-A (Iluminación máxima):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 8.70 m × 6.4 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p”: 0.60 m de las ventanas

Ventana 1: Ancho = 2.98 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Ventana 2: Ancho = 4.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D} \quad L = \text{ancho de la ventana}$$

$$T = \frac{H}{D} \quad H = \text{altura de la ventana}$$

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)} \quad D = \text{distancia perpendicular al punto P a calcular}$$

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{0.60} = 4.967$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{0.60} = 4.500$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.500^2}} = 0.217$$

B. Cálculo de FLDD:

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU) =$$

$$\frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6} = 20.809$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{0.60} = 4.967$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{0.60} = 1.417$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.417^2}} = 0.577$$

D. FLDD (muro)

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (4.967) - 0.577 \times (\arctan \arctan (4.967) \times 0.577)}{3.6}$$

$$= 14.567$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDd(CCU)_{\text{ventana}} = FLDd(CCU)_{\text{total}} - FLDd (CCU)_{\text{muro}} FLDd(CCU)_{\text{ventana}} =$$

$$20.809 - 14.567 = 6.242 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd CCNU):

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times FLDd (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times 6.242 \times (1 + 2 \sin \sin 55) = 7.058 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{0.60} = 7.00$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{0.60} = 4.500$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.500^2}} = 0.217$$

B. Cálculo de FLDd:

$$\begin{aligned} FLDd (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (7.00) - 0.217 \times (\arctan \arctan (7.00) \times 0.217)}{3.6} \\ &= 21.670 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDd para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{0.60} = 7.00$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{0.60} = 1.417$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.417^2}} = 0.577$$

D. FLDd (muro)

$$\begin{aligned} FLDd (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (4.967) - 0.577 \times (\arctan \arctan (4.967) \times 0.577)}{3.6} \\ &= 15.170 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDd (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned}
 FLDd(CCU)_{\text{ventana}} &= FLDd(CCU)_{\text{total}} - FLDd(CCU)_{\text{muro}} \\
 &= 21.670 - 15.170 = 6.50 \%
 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd CCNU):

$$FLDd(CCNU) = (3/7) \times FLDd(CCU) \times (1 + 2 \sin \varphi)$$

$$FLDd(CCNU) = (3/7) \times 6.50 \times (1 + 2 \sin 55) = 7.3496 \%$$

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{13.283}{55.680}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.24 \times 100\% = 24\%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Se calcula el área total de obstrucciones (AO) sumando las áreas de los diferentes tipos de ventanas:

$$\text{Tipo 1: Área} = 0.55 \times 0.55 \times 5 = 1.512$$

$$\text{Tipo 2: Área} = 0.55 \times 0.61 \times 6 = 2.013$$

$$AO \text{ Área} = V_{\text{Tipo 1}} + V_{\text{Tipo 2}}$$

$$AO \text{ Area} = 1.512 + 2.013 = 3.526 \text{ m}^2$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C. \text{Obstrucciones} = \frac{AO}{AV} \times 100$$

$$C. \text{Obstrucciones} = \frac{3.526}{13.248} \times 100\% = 26.615 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\% \text{de Obstrucciones} = 100 - 26.615 = 73.385$$

$$\% \text{de Obstrucciones} = 73.385 / 100 = 0.734$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI (VTipo 1) + AI (VTipo 2)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) = 1300$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$A_{Vertical} = 1.85 \text{ m} * \left(\frac{5}{100}\right) * 6 + 1.85 \text{ m} * \left(\frac{5}{100}\right) * 7$$

$$A_{Vertical} = 0.555 + 0.648 = 1.203 \text{ m}^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$A_{Horizontal} = 2.98 \text{ m} * \left(\frac{5}{100}\right) * 4 + 4.22 \text{ m} * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.596 + 0.844 = 1.44 \text{ m}^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 1.203 + 1.44 - 1300 / 10000 = 2.513$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C. Carpintería = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C. Carpintería = \frac{2.513}{13.248} * 100\% = 18.969 \%$$

$$\%de Carpintería = 100 - 18.969 = 81.031$$

$$\%de Carpintería = 81.031 / 100 = 0.810$$

6. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.734 \times 0.810 = 0.404$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLD_c(CCNU))

$$FLD_c(\%) = (FLD_d + CRI) \times FR$$

$$FLD_c(\%) = (14.408 + 1.3\%) \times 0.404$$

$$FLD_c(\%) = 6.350 \quad FLD_c = 0.064$$

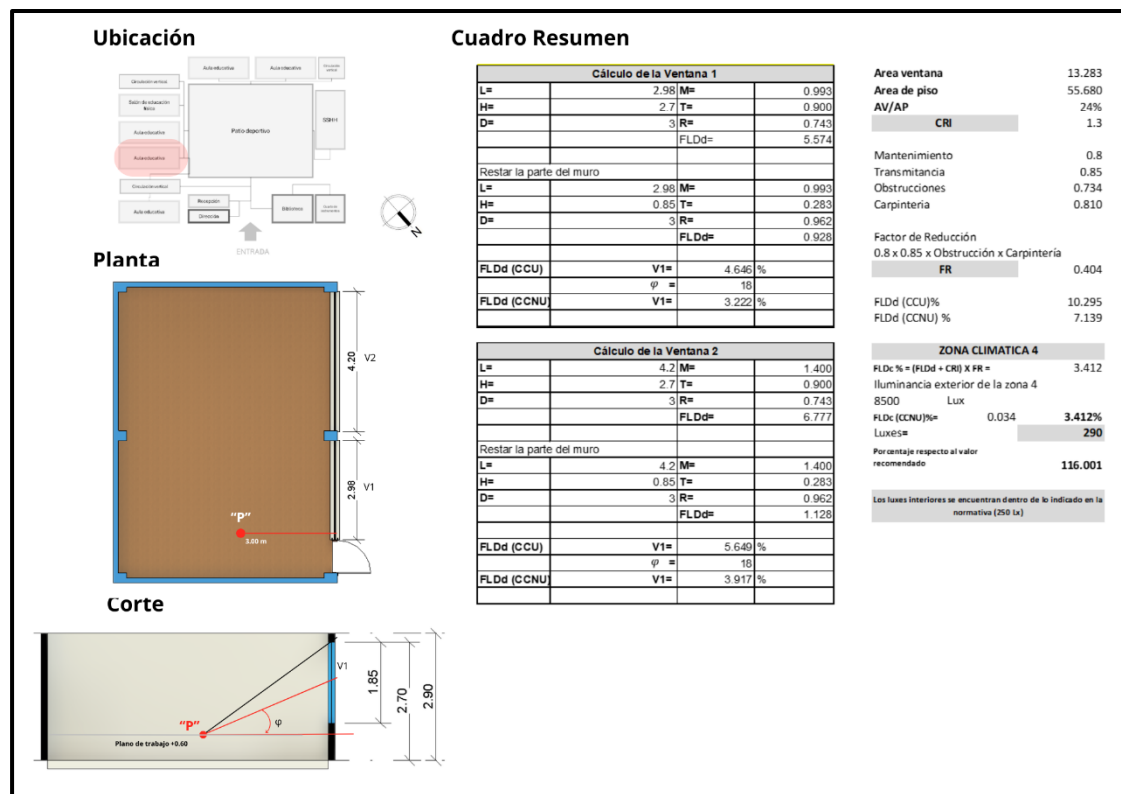
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLD_c(\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.064$$

$$E_{int} = 540 \text{ Lx}$$

Tabla 8. Resumen del confort lumínico medio del aula a del pabellón b.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior media del aula a del pabellón b.

PB-A (Iluminación media):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 8.70 m × 6.4 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p”: 3.00 m de las ventanas

Ventana 1: Ancho = 2.98 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Ventana 2: Ancho = 4.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D} \quad L = \text{ancho de la ventana}$$

$$T = \frac{H}{D} \quad H = \text{altura de la ventana}$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} \quad D = \text{distancia perpendicular al punto P a calcular}$$

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{3.00} = 0.993$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.900$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.900^2}} = 0.743$$

B. Cálculo de FLDd:

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctanarctan(M) - R \times (\arctanarctan(M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6} = 5.574$$

C. Cálculo del FLDd para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{3.00} = 0.993$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{3.00} = 0.283$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.283^2}} = 0.962$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (0.993) - 0.962 \times (\arctan \arctan (0.993) \times 0.962)}{3.6}$$

$$= 0.928$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDD(CCU)_{ventana} = FLDD(CCU)_{total} - FLDD (CCU)_{muro}$$

$$= 5.574 - 0.928 = 4.643 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 4.643 \times (1 + 2 \sin \sin 18) = 3.222 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 2**A. Cálculo para la Ventana 2:**

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{3.00} = 1.40$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.90$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.90^2}} = 0.743$$

B. Cálculo de FLDD:

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU)$$

$$= \frac{\arctan \arctan (1.40) - 0.743 \times (\arctan \arctan (1.40) \times 0.743)}{3.6}$$

$$= 6.777$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{3.00} = 1.40$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{3.00} = 0.90$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.417^2}} = 0.743$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (1.4) - 0.743 \times (\arctan \arctan (1.4) \times 0.743)}{3.6}$$
$$= 1.128$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDD(CCU)_{ventana} = FLDD(CCU)_{total} - FLDD (CCU)_{muro}$$
$$= 6.777 - 1.128 = 5.649 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 5.649 \times (1 + 2 \sin \sin 18) = 3.917 \%$$

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{13.283}{55.680}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.24 \times 100\% = 24\%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Se calcula el área total de obstrucciones (AO) sumando las áreas de los diferentes tipos de ventanas:

Tipo 1: Área=0.55*0.55*5=1.512

Tipo 2: Área=0.55*0.61*6=2.013

$$AO \text{ Área} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$AO \text{ Area} = 1.512 + 2.013 = 3.526 \text{ m}^2$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C. Obstrucciones = \frac{AO}{AV} \times 100$$

$$C. Obstrucciones = \frac{3.526}{13.248} \times 100\% = 26.615 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de\ Obstrucciones = 100 - 26.615 = 73.385$$

$$\%de\ Obstrucciones = 73.385 / 100 = 0.734$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI\ (VTipo\ 1) + AI\ (VTipo\ 2)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) = 1300$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo\ 1 + VTipo\ 2$$

$$A_{Vertical} = 1.85\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 6 + 1.85\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7$$

$$A_{Vertical} = 0.555 + 0.648 = 1.203\ m^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = VTipo\ 1 + VTipo\ 2$$

$$A_{Horizontal} = 2.98\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4 + 4.22\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.596 + 0.844 = 1.44\ m^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior\ total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 1.203 + 1.44 - 1300 / 10000 = 2.513$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C.\ Carpintería = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C.\ Carpintería = \frac{2.513}{13.248} * 100\% = 18.969\ \%$$

$$\%de\ Carpintería = 100 - 18.969 = 81.031$$

$$\%de\ Carpintería = 81.031 / 100 = 0.810$$

6. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.734 \times 0.810 = 0.404$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLDc(CCNU))

$$FLDc(\%) = (FLDd + CRI) \times FR$$

$$FLDc(\%) = (7.139 + 1.3\%) \times 0.404$$

$$FLDc(\%) = 3.412 \quad FLDc = 0.034$$

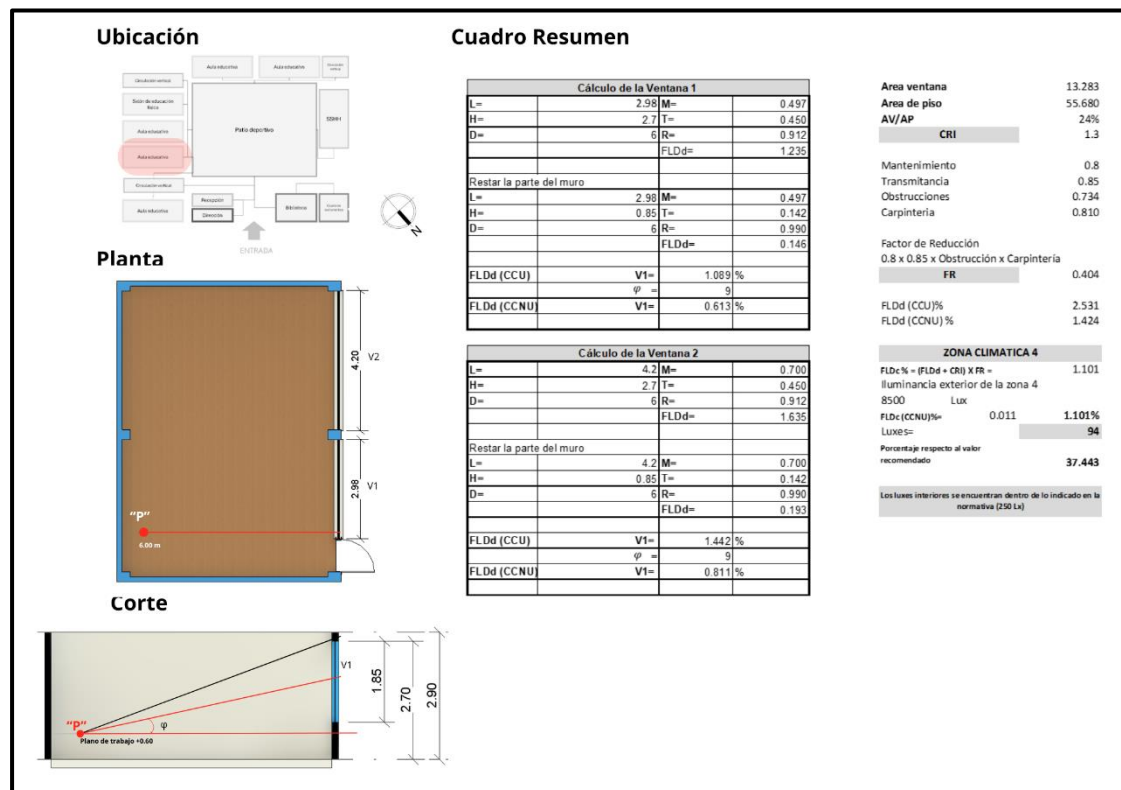
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLDc(\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.037$$

$$E_{int} = 290 \text{ Lx}$$

Tabla 9. Resumen del confort lumínico mínimo del aula a del pabellón b.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior mínima del aula a del pabellón b.

PB-A (Iluminación mínima):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 8.70 m × 6.4 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p”: 6.00 m de las ventanas

Ventana 1: Ancho = 2.98 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Ventana 2: Ancho = 4.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D} \quad L = \text{ancho de la ventana}$$

$$T = \frac{H}{D} \quad H = \text{altura de la ventana}$$

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)} \quad D = \text{distancia perpendicular al punto P a calcular}$$

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{6.00} = 0.497$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{6.00} = 0.450$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.450^2}} = 0.912$$

B. Cálculo de FLDd:

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (0.497) - 0.912 \times (\arctan \arctan (0.497) \times 0.912)}{3.6} = 1.235$$

C. Cálculo del FLDd para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{6.00} = 0.497$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{6.00} = 0.142$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1+T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+0.142^2}} = 0.990$$

D. FLDD (muro)

$$\begin{aligned} FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (0.497) - 0.990 \times (\arctan \arctan (0.497) \times 0.990)}{3.6} \\ &= 0.146 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned} FLDD(CCU)_{ventana} &= FLDD(CCU)_{total} - FLDD (CCU)_{muro} \\ &= 1.235 - 0.146 = 1.089 \% \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 1.089 \times (1 + 2 \sin \sin 9) = 0.613 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{6.00} = 0.700$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{6.00} = 0.450$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1+T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+0.45^2}} = 0.912$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned} FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} \\ &= \frac{\arctan \arctan (0.7) - 0.912 \times (\arctan \arctan (0.7) \times 0.912)}{3.6} = 1.635 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{6.00} = 0.70$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{6.00} = 0.142$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.142^2}} = 0.990$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD(CCU) = \frac{\arctan \arctan (0.7) - 0.990 \times (\arctan \arctan (0.7) \times 0.990)}{3.6}$$

$$= 0.193$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDD(CCU)_{ventana} = FLDD(CCU)_{total} - FLDD(CCU)_{muro}$$

$$= 1.635 - 0.193 = 1.442 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD(CCNU) = (3/7) \times FLDD(CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD(CCNU) = (3/7) \times 1.442 \times (1 + 2 \sin \sin 9) = 0.811 \%$$

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{13.283}{55.680}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.24 \times 100\% = 24\%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Se calcula el área total de obstrucciones (AO) sumando las áreas de los diferentes tipos de ventanas:

$$\text{Tipo 1: } \text{Área} = 0.55 \times 0.55 \times 5 = 1.512$$

$$\text{Tipo 2: } \text{Área} = 0.55 \times 0.61 \times 6 = 2.013$$

$$AO \text{ Área} = V_{\text{Tipo 1}} + V_{\text{Tipo 2}}$$

$$AO \text{ Area} = 1.512 + 2.013 = 3.526 \text{ m}^2$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C.Obstrucciones = \frac{AO}{AV} * 100$$

$$C.Obstrucciones = \frac{3.526}{13.248} * 100\% = 26.615 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de Obstrucciones = 100 - 26.615 = 73.385$$

$$\%de Obstrucciones = 73.385 / 100 = 0.734$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI (VTipo 1) + AI (VTipo 2)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) = 1300$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$A_{Vertical} = 1.85 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 6 + 1.85 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7$$

$$A_{Vertical} = 0.555 + 0.648 = 1.203 m^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$A_{Horizontal} = 2.98 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4 + 4.22 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.596 + 0.844 = 1.44 m^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 1.203 + 1.44 - 1300 / 10000 = 2.513$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C. Carpintería = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C. Carpintería = \frac{2.513}{13.248} * 100\% = 18.969 \%$$

$$\%de Carpintería = 100 - 18.969 = 81.031$$

$$\%de Carpintería = 81.031 / 100 = 0.810$$

6. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.734 \times 0.810 = 0.404$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLDc(CCNU))

$$FLDc(\%) = (FLDd + CRI) \times FR$$

$$FLDc(\%) = (1.424 + 1.3\%) \times 0.404$$

$$FLDc(\%) = 1.101 \quad FLDc = 0.011$$

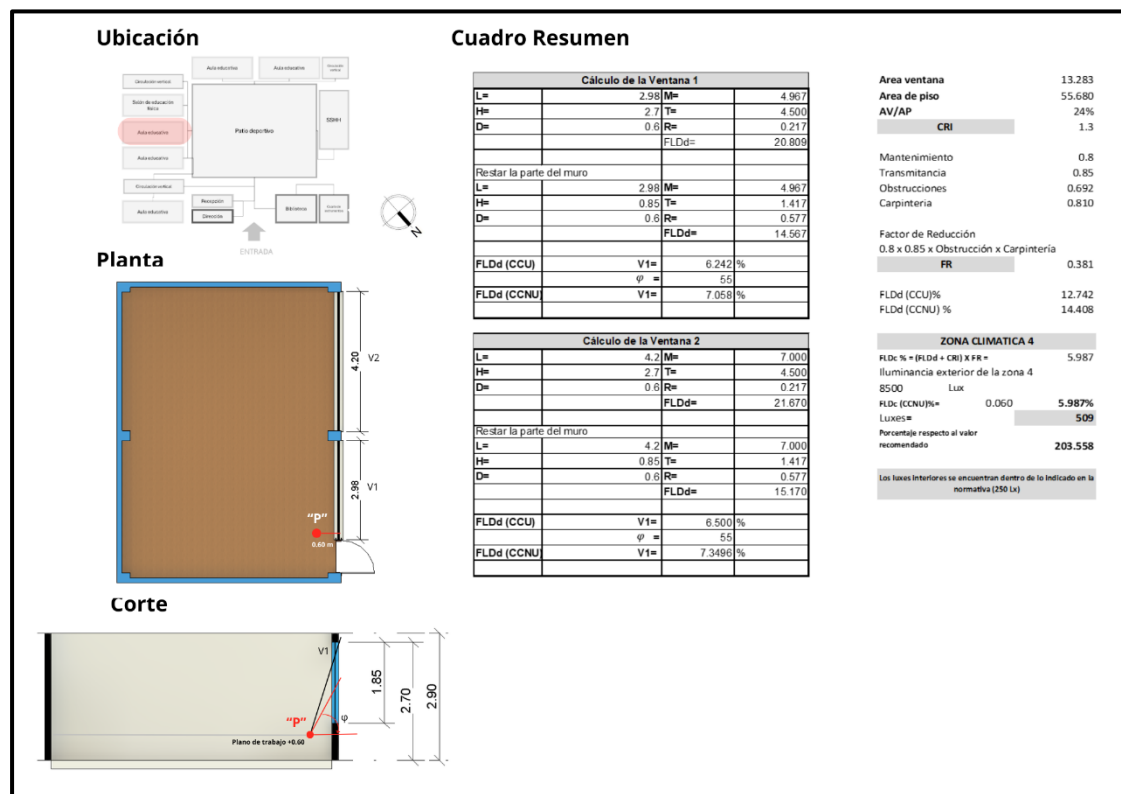
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLDc (\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.011$$

$$E_{int} = 94 \text{ Lx}$$

Tabla 10. Resumen del confort lumínico máximo del aula b del pabellón b.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior máxima del aula b del pabellón b.

PB-B (Iluminación máxima):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 8.70 m × 6.4 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p”: 0.60 m de las ventanas

Ventana 1: Ancho = 2.98 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Ventana 2: Ancho = 4.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R x (Atg M x R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D}$$

$L =$ ancho de la ventana

$$T = \frac{H}{D}$$

$H =$ altura de la ventana

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)}$$

$D =$ distancia perpendicular al punto P a calcular

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{0.60} = 4.967$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{0.60} = 4.500$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.500^2}} = 0.217$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned} FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (4.967) - 0.217 \times (\arctan \arctan (4.967) \times 0.217)}{3.6} \\ &= 20.809 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{0.60} = 4.967$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{0.60} = 1.417$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.417^2}} = 0.577$$

D. FLDD (muro)

$$\begin{aligned} FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (4.967) - 0.577 \times (\arctan \arctan (4.967) \times 0.577)}{3.6} \\ &= 14.567 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned} FLDD(CCU)_{ventana} &= FLDD(CCU)_{total} - FLDD (CCU)_{muro} \\ &= 20.809 - 14.567 = 6.242 \% \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times FLDd (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times 6.242 \times (1 + 2 \sin \sin 55) = 7.058 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{0.60} = 7.00$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{0.60} = 4.500$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.500^2}} = 0.217$$

B. Cálculo de FLDd:

$$\begin{aligned} FLDd (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (7.00) - 0.217 \times (\arctan \arctan (7.00) \times 0.217)}{3.6} \\ &= 21.670 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDd para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{0.60} = 7.00$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{0.60} = 1.417$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.417^2}} = 0.577$$

D. FLDd (muro)

$$\begin{aligned} FLDd (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (7.00) - 0.577 \times (\arctan \arctan (7.00) \times 0.577)}{3.6} \\ &= 15.170 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDd (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned} FLDd(CCNU)_{ventana} &= FLDd(CCNU)_{total} - FLDd (CCU)_{muro} \\ &= 21.670 - 15.170 = 6.50 \% \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd CCNU):

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times FLDd (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times 6.50 \times (1 + 2 \sin \sin 55) = 7.3496 \%$$

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{13.283}{55.680}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.24 \times 100\% = 24\%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Se calcula el área total de obstrucciones (AO) sumando las áreas de los diferentes tipos de ventanas:

$$\text{Tipo 1: Área} = 0.55 \times 0.55 \times 4 = 1.21$$

$$\text{Tipo 2: Área} = 0.55 \times 0.61 \times 6 = 0.715$$

$$\text{Pizarra: Área} = 1.20 \times 1.80 \times 1 = 2.16$$

$$AO \text{ Área} = VTipo 1 + VTipo 2 + APizarra$$

$$AO \text{ Area} = 1.21 + 0.715 + 2.16 = 4.085 \text{ m}^2$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C. Obstrucciones = \frac{AO}{AV} \times 100$$

$$C. Obstrucciones = \frac{4.085}{13.248} \times 100\% = 30.835 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de Obstrucciones = 100 - 30.835 = 69.165$$

$$\%de Obstrucciones = 69.165 / 100 = 0.692$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI (VTipo 1) + AI (VTipo 2)$$

$$A_{Interior} = (5 \times 5) + (5 \times 5) = 1300$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = V_{Tipo\ 1} + V_{Tipo\ 2}$$

$$A_{Vertical} = 1.85\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 6 + 1.85\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7$$

$$A_{Vertical} = 0.555 + 0.648 = 1.203\ m^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = V_{Tipo\ 1} + V_{Tipo\ 2}$$

$$A_{Horizontal} = 2.98\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4 + 4.22\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.596 + 0.844 = 1.44\ m^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior\ total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 1.203 + 1.44 - 1300 / 10000 = 2.513$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C. Carpintería = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C. Carpintería = \frac{2.513}{13.248} * 100\% = 18.969\ \%$$

$$\%de\ Carpintería = 100 - 18.969 = 81.031$$

$$\%de\ Carpintería = 81.031 / 100 = 0.810$$

6. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.692 \times 0.810 = 0.381$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLDc(CCNU))

$$FLDc(\%) = (FLDd + CRI) \times FR$$

$$FLDc(\%) = (14.408 + 1.3\%) \times 0.381$$

$$FLDc(\%) = 5.987 \quad FLDc = 0.06$$

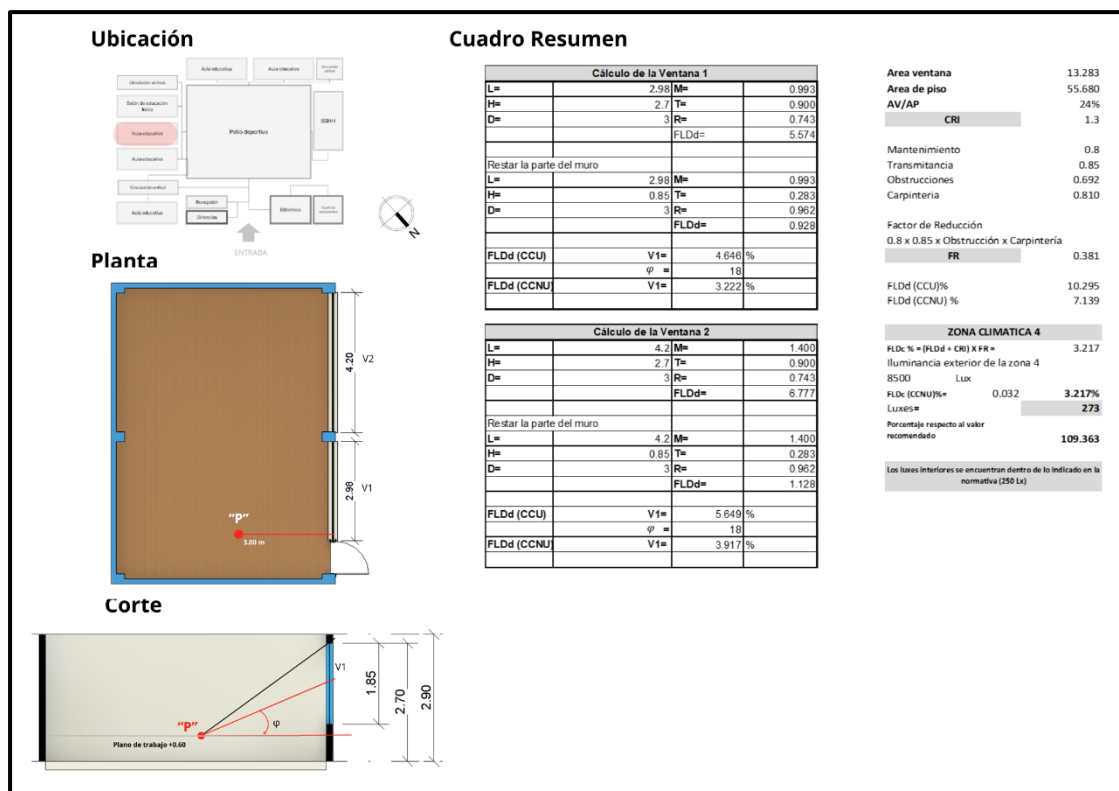
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLDc (\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.06$$

$$E_{int} = 509 \text{ Lx}$$

Tabla 11. Resumen del confort lumínico medio del aula b del pabellón b.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior media del aula b del pabellón b.

PB-B (Iluminación media):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 8.70 m × 6.4 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p”: 3.00 m de las ventanas

Ventana 1: Ancho = 2.98 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Ventana 2: Ancho = 4.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D} \quad L = \text{ancho de la ventana}$$

$$T = \frac{H}{D} \quad H = \text{altura de la ventana}$$

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)} \quad D = \text{distancia perpendicular al punto P a calcular}$$

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{3.00} = 0.993$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.900$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.900^2}} = 0.743$$

B. Cálculo de FLDd:

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan(\arctan(M) - R \times (\arctan(\arctan(M) \times R))}{3.6} FLDd (CCU) =$$

$$\frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6} = 5.574$$

C. Cálculo del FLDd para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{3.00} = 0.993$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{3.00} = 0.283$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.283^2}} = 0.962$$

D. FLDd (muro)

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (0.993) - 0.962 \times (\arctan \arctan (0.993) \times 0.962)}{3.6}$$

$$= 0.928$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDd(CCU)_{ventana} = FLDd(CCU)_{total} - FLDd (CCU)_{muro}$$

$$= 5.574 - 0.928 = 4.643 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times FLDd (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times 4.643 \times (1 + 2 \sin \sin 18) = 3.222 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{3.00} = 1.40$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.90$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.90^2}} = 0.743$$

B. Cálculo de FLDD:

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} \times FLDd (CCU)$$

$$= \frac{\arctan \arctan (1.40) - 0.743 \times (\arctan \arctan (1.40) \times 0.743)}{3.6}$$

$$= 6.777$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{3.00} = 1.40$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{3.00} = 0.90$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.417^2}} = 0.743$$

D. FLDD (muro)

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (1.4) - 0.743 \times (\arctan \arctan (1.4) \times 0.743)}{3.6}$$

$$= 1.128$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDd(CCU)_{ventana} = FLDd(CCU)_{total} - FLDd (CCU)_{muro}$$

$$= 6.777 - 1.128 = 5.649 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times FLDd (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times 5.649 \times (1 + 2 \sin \sin 18) = 3.917 \%$$

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{13.283}{55.680}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.24 \times 100\% = 24\%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Se calcula el área total de obstrucciones (AO) sumando las áreas de los diferentes tipos de ventanas:

$$\text{Tipo 1: } \text{Área} = 0.55 \times 0.55 \times 4 = 1.21$$

$$\text{Tipo 2: } \text{Área} = 0.55 \times 0.61 \times 6 = 0.715$$

$$\text{Pizarra: } \text{Área} = 1.20 \times 1.80 \times 1 = 2.16$$

$$AO \text{ Área} = V_{\text{Tipo 1}} + V_{\text{Tipo 2}} + AP_{\text{Pizarra}}$$

$$AO \text{ Area} = 1.21 + 0.715 + 2.16 = 4.085 \text{ m}^2$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C. \text{Obstrucciones} = \frac{AO}{AV} \times 100$$

$$C. \text{Obstrucciones} = \frac{4.085}{13.248} \times 100\% = 30.835 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de\ Obstrucciones = 100 - 30.835 = 69.165$$

$$\%de\ Obstrucciones = 69.165 / 100 = 0.692$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI\ (VTipo\ 1) + AI\ (VTipo\ 2)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) = 1300$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo\ 1 + VTipo\ 2$$

$$A_{Vertical} = 1.85\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 6 + 1.85\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7$$

$$A_{Vertical} = 0.555 + 0.648 = 1.203\ m^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = VTipo\ 1 + VTipo\ 2$$

$$A_{Horizontal} = 2.98\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4 + 4.22\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.596 + 0.844 = 1.44\ m^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior\ total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 1.203 + 1.44 - 1300 / 10000 = 2.513$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C.\ Carpintería = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C.\ Carpintería = \frac{2.513}{13.248} * 100\% = 18.969\ \%$$

$$\%de\ Carpintería = 100 - 18.969 = 81.031$$

$$\%de\ Carpintería = 81.031 / 100 = 0.810$$

6. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.692 \times 0.810 = 0.381$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLDc(CCNU))

$$FLDc(\%) = (FLDd + CRI) \times FR$$

$$FLDc(\%) = (7.139 + 1.3\%) \times 0.381$$

$$FLDc(\%) = 3.217 \quad FLDc = 0.032$$

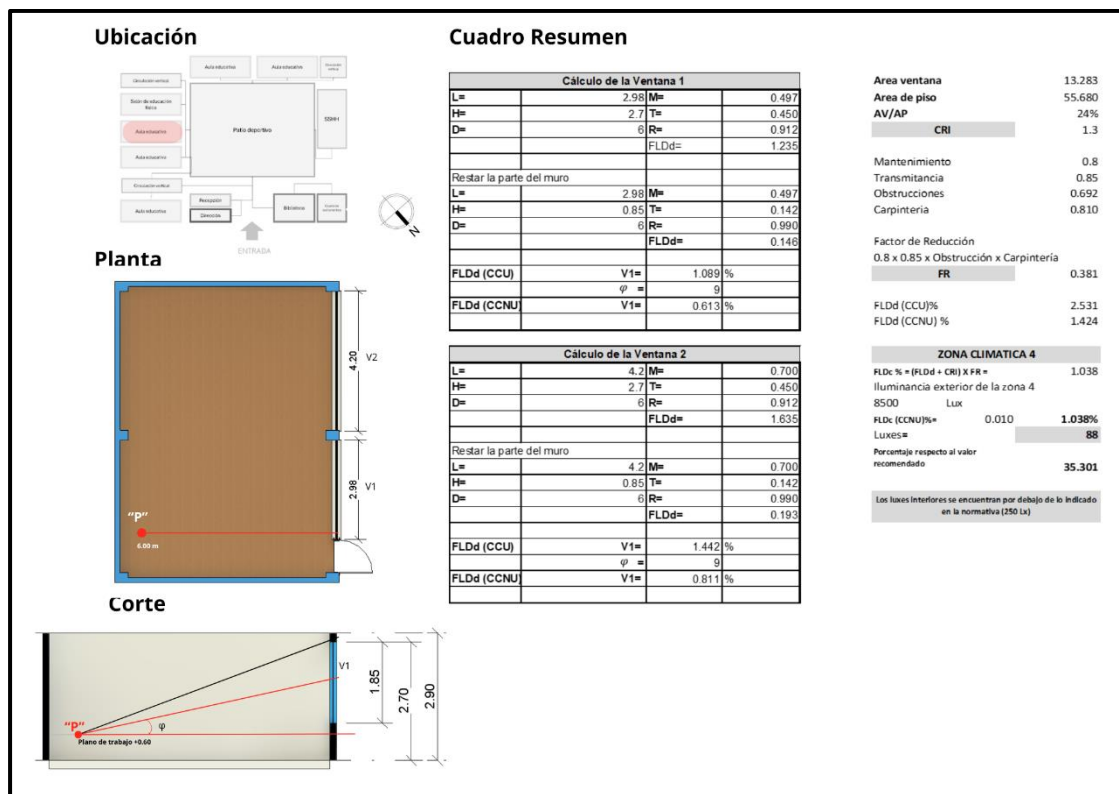
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLDc(\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.032$$

$$E_{int} = 273 \text{ Lx}$$

Tabla 12. Resumen del confort lumínico mínimo del aula b del pabellón b.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior mínima del aula b del pabellón b.

PB-B (Iluminación mínima):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 8.70 m × 6.4 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p”: 6.00 m de las ventanas

Ventana 1: Ancho = 2.98 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Ventana 2: Ancho = 4.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D} \quad L = \text{ancho de la ventana}$$

$$T = \frac{H}{D} \quad H = \text{altura de la ventana}$$

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)} \quad D = \text{distancia perpendicular al punto P a calcular}$$

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{6.00} = 0.497$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{6.00} = 0.450$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.450^2}} = 0.912$$

B. Cálculo de FLDd:

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctanarctan (M) - R \times (\arctanarctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU) = \frac{\arctanarctan (0.497) - 0.912 \times (\arctanarctan (0.497) \times 0.912)}{3.6} = 1.235$$

C. Cálculo del FLDd para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{6.00} = 0.497$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{6.00} = 0.142$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1+T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+0.142^2}} = 0.990$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (0.497) - 0.990 \times (\arctan \arctan (0.497) \times 0.990)}{3.6}$$

$$= 0.146$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDD(CCU)_{ventana} = FLDD(CCU)_{total} - FLDD (CCU)_{muro}$$

$$= 1.235 - 0.146 = 1.089 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 1.089 \times (1 + 2 \sin \sin 9) = 0.613 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{6.00} = 0.700$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{6.00} = 0.450$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1+T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+0.45^2}} = 0.912$$

B. Cálculo de FLDD:

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} \times FLDD (CCU)$$

$$= \frac{\arctan \arctan (0.7) - 0.912 \times (\arctan \arctan (0.7) \times 0.912)}{3.6} = 1.635$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{6.00} = 0.700$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{6.00} = 0.142$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1+T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+0.142^2}} = 0.990$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD(CCU) = \frac{\arctan \arctan(0.7) - 0.990 \times (\arctan \arctan(0.7) \times 0.990)}{3.6}$$

$$= 0.193$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDD(CCU)_{ventana} = FLDD(CCU)_{total} - FLDD(CCU)_{muro}$$

$$= 1.635 - 0.193 = 1.442 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD(CCNU) = (3/7) \times FLDD(CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD(CCNU) = (3/7) \times 1.442 \times (1 + 2 \sin \sin 9) = 0.811 \%$$

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{13.283}{55.680}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.24 \times 100\% = 24\%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Se calcula el área total de obstrucciones (AO) sumando las áreas de los diferentes tipos de ventanas:

$$\text{Tipo 1: } \text{Área} = 0.55 \times 0.55 \times 4 = 1.21$$

$$\text{Tipo 2: } \text{Área} = 0.55 \times 0.61 \times 6 = 0.715$$

$$\text{Pizarra: } \text{Área} = 1.20 \times 1.80 \times 1 = 2.16$$

$$AO \text{ Área} = VTipo 1 + VTipo 2 + APizarra$$

$$AO \text{ Area} = 1.21 + 0.715 + 2.16 = 4.085 m^2$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C. Obstrucciones = \frac{AO}{AV} * 100$$

$$C. Obstrucciones = \frac{4.085}{13.248} * 100\% = 30.835$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de Obstrucciones = 100 - 30.835 = 69.165$$

$$\%de Obstrucciones = 69.165 / 10 = 0.692$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI (VTipo 1) + AI (VTipo 2)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) = 1300$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$A_{Vertical} = 1.85 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 6 + 1.85 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7$$

$$A_{Vertical} = 0.555 + 0.648 = 1.203 m^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$A_{Horizontal} = 2.98 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4 + 4.22 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.596 + 0.844 = 1.44 m^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 1.203 + 1.44 - 1300 / 10000 = 2.513$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C. Carpintería = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C. Carpintería = \frac{2.513}{13.248} * 100\% = 18.969 \%$$

$$\%de Carpintería = 100 - 18.969 = 81.031$$

$$\% \text{ de Carpintería} = 81.031 / 100 = 0.810$$

6. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.692 \times 0.810 = 0.381$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLD_c(CCNU))

$$FLD_c(\%) = (FLD_d + CRI) \times FR$$

$$FLD_c(\%) = (1.424 + 1.3\%) \times 0.381$$

$$FLD_c(\%) = 1.038 \quad FLD_c = 0.01$$

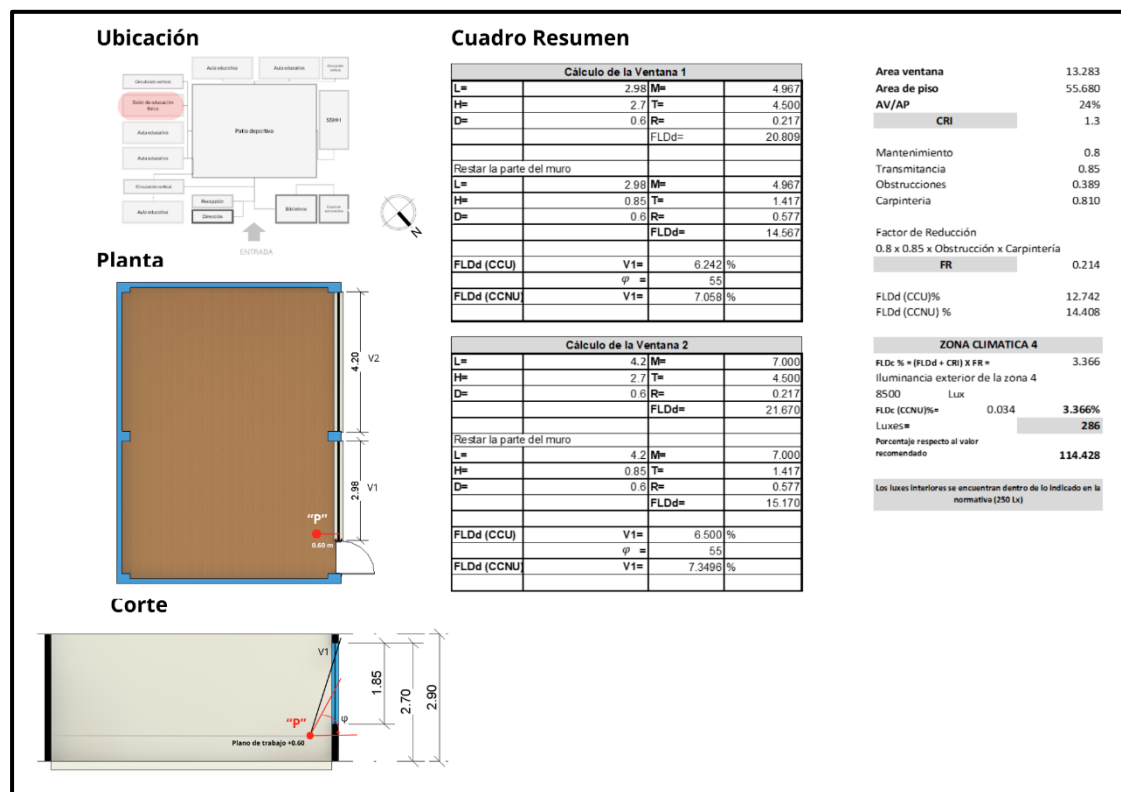
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLD_c(\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.01$$

$$E_{int} = 88 \text{ Lx}$$

Tabla 13. Resumen del confort lumínico máximo del aula c del pabellón b.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior máxima del aula c del pabellón b.

PB-C (Iluminación máxima):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 8.70 m × 6.4 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p”: 0.60 m de las ventanas

Ventana 1: Ancho = 2.98 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Ventana 2: Ancho = 4.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D} \quad L = \text{ancho de la ventana}$$

$$T = \frac{H}{D} \quad H = \text{altura de la ventana}$$

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)} \quad D = \text{distancia perpendicular al punto P a calcular}$$

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{0.60} = 4.967$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{0.60} = 4.500$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.500^2}} = 0.217$$

B. Cálculo de FLDd:

$$\begin{aligned} FLDd (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (4.967) - 0.217 \times (\arctan \arctan (4.967) \times 0.217)}{3.6} \\ &= 20.809 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDd para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{0.60} = 4.967$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{0.60} = 1.417$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.417^2}} = 0.577$$

D. FLDD (muro)

$$\begin{aligned} FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (4.967) - 0.577 \times (\arctan \arctan (4.967) \times 0.577)}{3.6} \\ &= 14.567 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned} FLDD(CCU)_{\text{ventana}} &= FLDD(CCU)_{\text{total}} - FLDD (CCU)_{\text{muro}} \\ &= 20.809 - 14.567 = 6.242 \% \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 6.242 \times (1 + 2 \sin \sin 55) = 7.058 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{0.60} = 7.00$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{0.60} = 4.500$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.500^2}} = 0.217$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned} FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (7.00) - 0.217 \times (\arctan \arctan (7.00) \times 0.217)}{3.6} \\ &= 21.670 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{0.60} = 7.00$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{0.60} = 1.417$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.417^2}} = 0.577$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (7.00) - 0.577 \times (\arctan \arctan (7.00) \times 0.577)}{3.6}$$

$$= 15.170$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDD(CCU)_{ventana} = FLDD(CCU)_{total} - FLDD (CCU)_{muro}$$

$$= 21.670 - 15.170 = 6.50 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 6.50 \times (1 + 2 \sin \sin 55) = 7.3496 \%$$

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{13.283}{55.680}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.24 \times 100\% = 24\%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Se calcula el área total de obstrucciones (AO) sumando las áreas de los diferentes tipos de ventanas:

$$\text{Tipo 1: } \text{Área} = 0.55 \times 0.55 \times 9 = 2.723$$

$$\text{Tipo 2: } \text{Área} = 0.55 \times 0.61 \times 6 = 5.363$$

$$AO \text{ Área} = V_{\text{Tipo 1}} + V_{\text{Tipo 2}}$$

$$AO \text{ Area} = 2.723 + 5.363 = 8.086 \text{ m}^2$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C.Obstrucciones = \frac{AO}{AV} * 100$$

$$C.Obstrucciones = \frac{8.086}{13.248} * 100\% = 61.036 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de Obstrucciones = 100 - 61.036 = 38.964$$

$$\%de Obstrucciones = 38.964 / 100 = 0.389$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI (VTipo 1) + AI (VTipo 2)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) = 1300$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$A_{Vertical} = 1.85 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 6 + 1.85 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7$$

$$A_{Vertical} = 0.555 + 0.648 = 1.203 m^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$A_{Horizontal} = 2.98 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4 + 4.22 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.596 + 0.844 = 1.44 m^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 1.203 + 1.44 - 1300 / 10000 = 2.513$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C. Carpintería = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C. \text{Carpintería} = \frac{2.513}{13.248} * 100\% = 18.969 \%$$

$$\%de \text{Carpintería} = 100 - 18.969 = 81.031$$

$$\%de \text{Carpintería} = 81.031 / 100 = 0.810$$

6. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.389 \times 0.810 = 0.214$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLDc(CCNU))

$$FLDc(\%) = (FLDd + CRI) \times FR$$

$$FLDc(\%) = (14.408 + 1.3\%) \times 0.214$$

$$FLDc(\%) = 3.366 \quad FLDc = 0.034$$

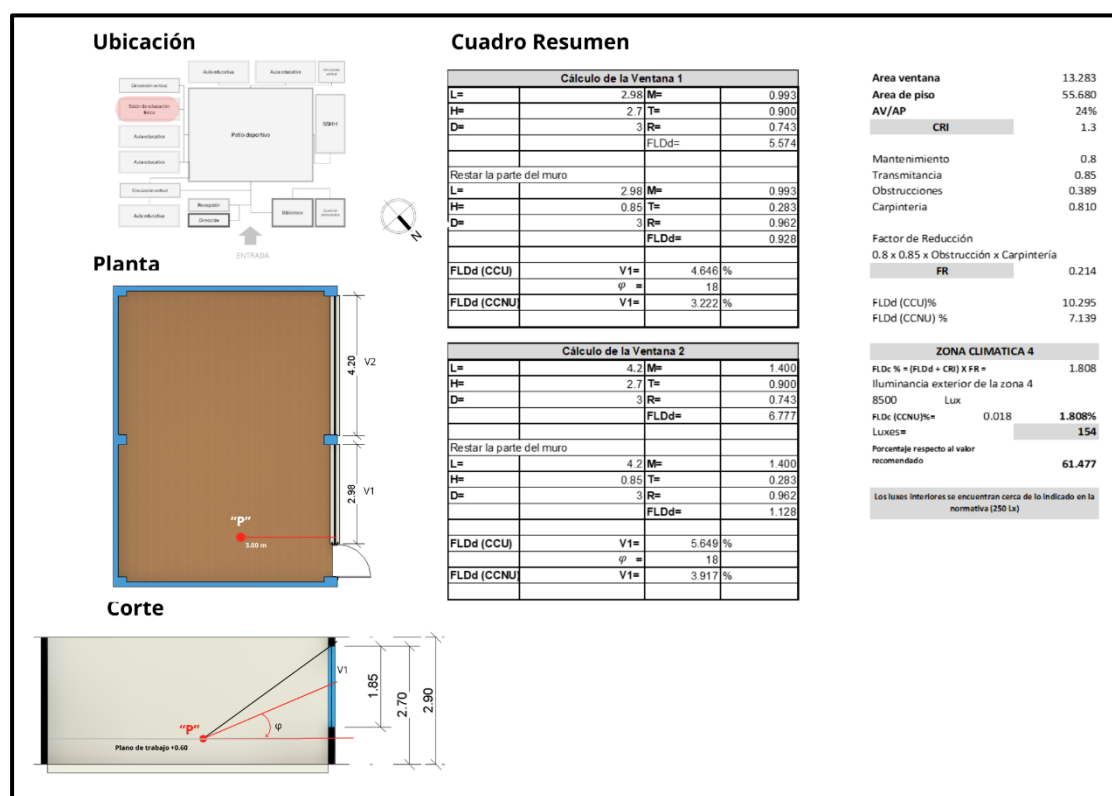
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLDc (\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.034$$

$$E_{int} = 286 \text{ Lx}$$

Tabla 14. Resumen del confort lumínico medio del aula c del pabellón b.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior media del aula c del pabellón b.

PB-C (Iluminación media):

Dimensiones del aula: 8.70 m × 6.4 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p”: 3.00 m de las ventanas

Ventana 1: Ancho = 2.98 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Ventana 2: Ancho = 4.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D}$$

L = ancho de la ventana

$$T = \frac{H}{D}$$

$H =$ altura de la ventana

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)}$$

$D =$ distancia perpendicular al punto P a calcular

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{3.00} = 0.993$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.900$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.900^2}} = 0.743$$

B. Cálculo de FLDD:

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) =$$

$$\frac{(\text{Atg } M - R \times (\text{Atg } M \times R))}{3.6} = 5.574$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{3.00} = 0.993$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{3.00} = 0.283$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.283^2}} = 0.962$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (0.993) - 0.962 \times (\arctan \arctan (0.993) \times 0.962)}{3.6}$$

$$= 0.928$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDD(CCU)_{\text{ventana}} = FLDD(CCU)_{\text{total}} - FLDD (CCU)_{\text{muro}}$$

$$= 5.574 - 0.928 = 4.643 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 4.643 \times (1 + 2 \sin \sin 18) = 3.222 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{3.00} = 1.40$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.90$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1+T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+0.90^2}} = 0.743$$

B. Cálculo de FLDd:

$$\begin{aligned} FLDd (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (1.40) - 0.743 \times (\arctan \arctan (1.40) \times 0.743)}{3.6} \\ &= 6.777 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDd para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{3.00} = 1.40$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{3.00} = 0.28$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1+T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+0.28^2}} = 0.96$$

D. FLDd (muro)

$$\begin{aligned} FLDd (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (1.4) - 0.96 \times (\arctan \arctan (1.4) \times 0.96)}{3.6} \\ &= 1.128 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDd (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned} FLDd(CCU)_{ventana} &= FLDd(CCU)_{total} - FLDd (CCU)_{muro} \\ &= 6.777 - 1.128 = 5.649 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd CCNU):

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times FLDd (CCU) \times (1 + 2 \sin \varphi)$$

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times 5.649 \times (1 + 2 \sin 18) = 3.917$$

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{13.283}{55.680}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.24 * 100\% = 24\%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Se calcula el área total de obstrucciones (AO) sumando las áreas de los diferentes tipos de ventanas:

Tipo 1: Área=0.55*0.55*9=2.723

Tipo 2: Área=0.55*0.61*6=5.363

$$AO \text{ Área} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$AO \text{ Area} = 1.21 + 5.363 = 8.086 m^2$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C. Obstrucciones = \frac{AO}{AV} * 100$$

$$C. Obstrucciones = \frac{8.086}{13.248} * 100\% = 61.036 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de Obstrucciones = 100 - 61.036 = 38.964$$

$$\%de Obstrucciones = 38.964 / 100 = 0.389$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI (VTipo 1) + AI (VTipo 2)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) = 1300$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$A_{Vertical} = 1.85 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 6 + 1.85 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7$$

$$A_{Vertical} = 0.555 + 0.648 = 1.203 \text{ m}^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = V_{Tipo 1} + V_{Tipo 2}$$

$$A_{Horizontal} = 2.98 \text{ m} * \left(\frac{5}{100}\right) * 4 + 4.22 \text{ m} * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.596 + 0.844 = 1.44 \text{ m}^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 1.203 + 1.44 - 1300 / 10000 = 2.513$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C. \text{Carpintería} = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C. \text{Carpintería} = \frac{2.513}{13.248} * 100\% = 18.969 \%$$

$$\%de \text{Carpintería} = 100 - 18.969 = 81.031$$

$$\%de \text{Carpintería} = 81.031 / 100 = 0.810$$

6. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.389 \times 0.810 = 0.214$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLDc(CCNU))

$$FLDc(\%) = (FLDd + CRI) \times FR$$

$$FLDc(\%) = (7.139 + 1.3\%) \times 0.214$$

$$FLDc(\%) = 1.808 \quad FLDc = 0.018$$

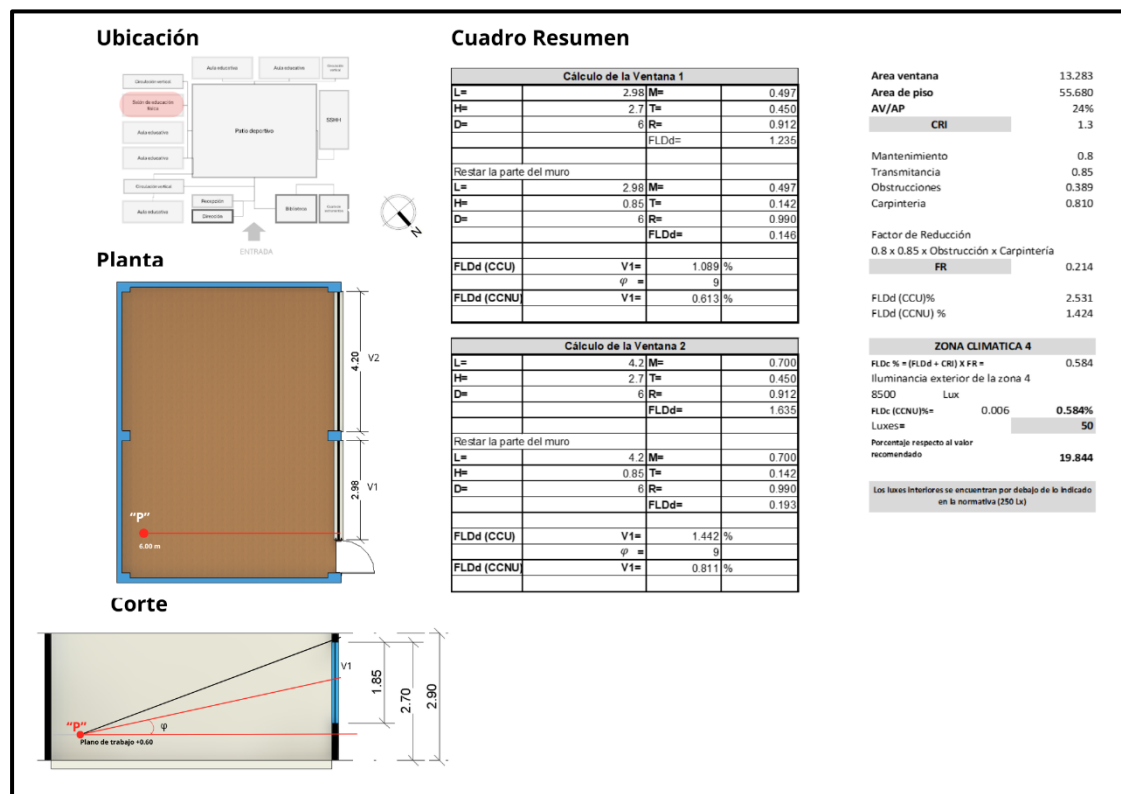
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLDc (\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.018$$

$$E_{int} = 154 \text{ Lx}$$

Tabla 15. Resumen del confort lumínico mínimo del aula c del pabellón b.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior mínimo del aula c del pabellón b.

PB-C (Iluminación mínima):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 8.70 m × 6.4 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p”: 6.00 m de las ventanas

Ventana 1: Ancho = 2.98 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Ventana 2: Ancho = 4.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R x (Atg M x R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D}$$

$L =$ ancho de la ventana

$$T = \frac{H}{D}$$

$H =$ altura de la ventana

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)}$$

$D =$ distancia perpendicular al punto P a calcular

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{6.00} = 0.497$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{6.00} = 0.450$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.450^2}} = 0.912$$

B. Cálculo de FLDD:

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (0.497) - 0.912 \times (\arctan \arctan (0.497) \times 0.912)}{3.6} = 1.235$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.98}{6.00} = 0.497$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{6.00} = 0.142$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.142^2}} = 0.990$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (0.497) - 0.990 \times (\arctan \arctan (0.497) \times 0.990)}{3.6} = 0.146$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDD(CCNU)_{ventana} = FLDD(CCNU)_{total} - FLDD (CCU)_{muro} FLDD(CCNU)_{ventana} = 1.235 - 0.146 = 1.089 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times 1.089 \times (1 + 2 \sin \sin 9) = 0.613 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{6.00} = 0.700$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{6.00} = 0.450$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.45^2}} = 0.912$$

B. Cálculo de FLDd:

$$\begin{aligned} FLDd (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (0.7) - 0.912 \times (\arctan \arctan (0.7) \times 0.912)}{3.6} = 1.635 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDd para la parte del muro debajo de la ventana

$$M = \frac{L}{D} = \frac{4.20}{6.00} = 0.700$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{6.00} = 0.142$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.142^2}} = 0.990$$

D. FLDd (muro)

$$\begin{aligned} FLDd (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (0.7) - 0.990 \times (\arctan \arctan (0.7) \times 0.990)}{3.6} \\ &= 0.193 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDd (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned} FLDd(CCNU)_{ventana} &= FLDd(CCNU)_{total} - FLDd (CCU)_{muro} \\ &= 1.635 - 0.193 = 1.442 \% \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd CCNU):

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times FLDd (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times 1.442 \times (1 + 2 \sin \sin 9) = 0.811 \%$$

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{13.283}{55.680}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.24 \times 100\% = 24\%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Se calcula el área total de obstrucciones (AO) sumando las áreas de los diferentes tipos de ventanas:

$$\text{Tipo 1: Área} = 0.55 \times 0.55 \times 9 = 2.723$$

$$\text{Tipo 2: Área} = 0.55 \times 0.61 \times 6 = 5.363$$

$$AO \text{ Área} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$AO \text{ Area} = 2.723 + 5.363 = 8.086 \text{ m}^2$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C. Obstrucciones = \frac{AO}{AV} \times 100$$

$$C. Obstrucciones = \frac{8.086}{13.248} \times 100\% = 61.036 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de Obstrucciones = 100 - 61.036 = 38.964$$

$$\%de Obstrucciones = 38.964 / 10 = 0.389$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI (VTipo 1) + AI (VTipo 2)$$

$$A_{Interior} = (5 \times 5) + (5 \times 5) = 1300$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo 1 + VTipo 2$$

$$A_{Vertical} = 1.85 \text{ m} \times \left(\frac{5}{100}\right) \times 6 + 1.85 \text{ m} \times \left(\frac{5}{100}\right) \times 7$$

$$A_{Vertical} = 0.555 + 0.648 = 1.203 \text{ m}^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = V_{Tipo 1} + V_{Tipo 2}$$

$$A_{Horizontal} = 2.98 \text{ m} * \left(\frac{5}{100}\right) * 4 + 4.22 \text{ m} * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.596 + 0.844 = 1.44 \text{ m}^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 1.203 + 1.44 - 1300 / 10000 = 2.513$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C. \text{Carpintería} = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C. \text{Carpintería} = \frac{2.513}{13.248} * 100\% = 18.969 \%$$

$$\%de \text{Carpintería} = 100 - 18.969 = 81.031$$

$$\%de \text{Carpintería} = 81.031 / 100 = 0.810$$

6. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.389 \times 0.810 = 0.214$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLDc(CCNU))

$$FLDc(\%) = (FLDd + CRI) \times FR$$

$$FLDc(\%) = (1.424 + 1.3\%) \times 0.214$$

$$FLDc(\%) = 0.584 \quad FLDc = 0.006$$

Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLDc (\%)$$

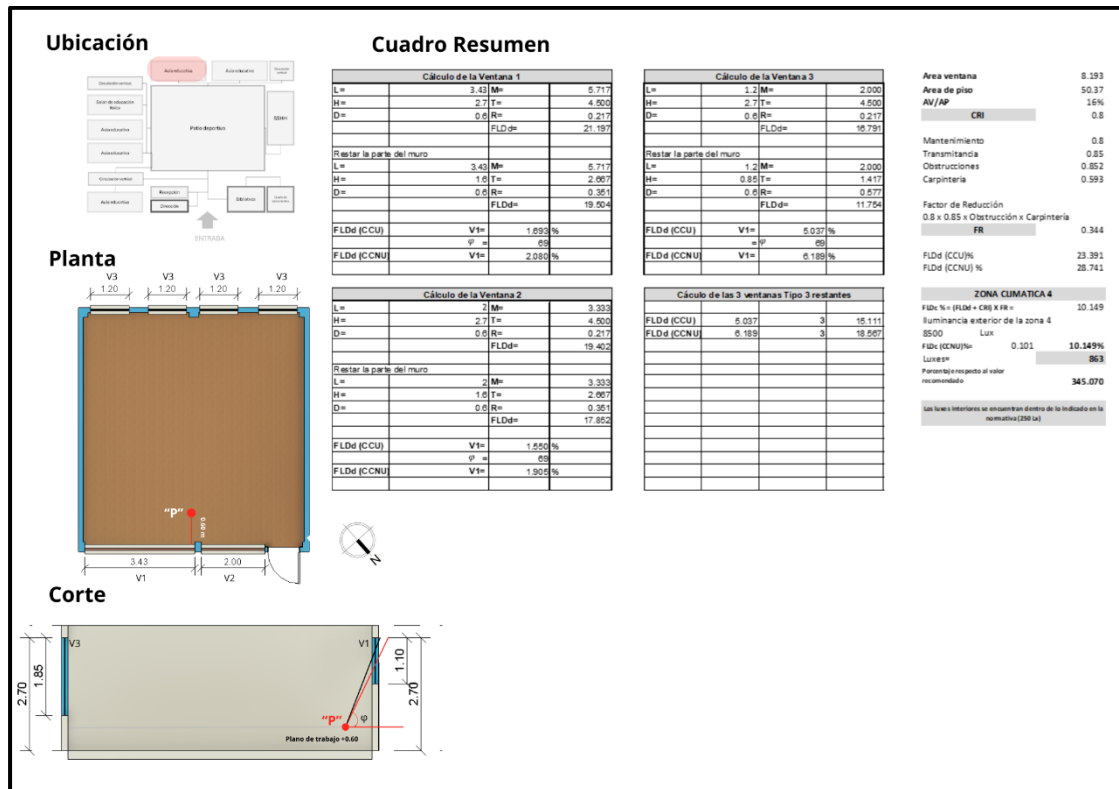
$$E_{int} = 8500 \times 0.01$$

$$E_{int} = 50 \text{ Lx}$$

4.1.2. Para las aulas del pabellón C

Las aulas del pabellón C tienen dimensiones de 6.90 m de ancho x 7.3 m de largo, y están equipadas con una puerta y seis ventanas. De estas, dos ventanas (Tipo 1) se ubican al lado derecho del aula, mientras que las otras cuatro (Tipo 2) se ubican al lado izquierdo.

Tabla 16. Resumen del confort lumínico máximo del aula a del pabellón c.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior máxima del aula a del pabellón c.

PC-A (Iluminación máxima):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 7.30 m x 6.90 m x 2.90 m

Ubicación del punto "p" V: 0.60 m de la ventana 1 y a 6.70m de la ventana 2

Ventana 1: Ancho = 3.43 m, Alto = 1.10 m, Alféizar = 1.60 m

Ventana 2: Ancho = 2.00 m, Alto = 1.10 m, Alféizar = 1.60 m

Ventana 3: Ancho = 1.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Cabe mencionar que por cada aula del pabellón C, hay 4 ventanas tipo 3.

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D} \quad L = \text{ancho de la ventana}$$

$$T = \frac{H}{D} \quad H = \text{altura de la ventana}$$

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)} \quad D = \text{distancia perpendicular al punto P a calcular}$$

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{3.43}{0.60} = 5.717$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{0.60} = 4.500$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.500^2}} = 0.217$$

B. Cálculo de FLDd:

$$\begin{aligned} FLDd (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (5.717) - 0.217 \times (\arctan \arctan (5.717) \times 0.217)}{3.6} \\ &= 21.197 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDd para la parte del muro debajo de la ventana 1

$$M = \frac{L}{D} = \frac{3.43}{0.60} = 5.717$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{1.60}{0.60} = 2.667$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 2.667^2}} = 0.351$$

D. FLDd (muro)

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (5.717) - 0.351 \times (\arctan \arctan (5.717) \times 0.351)}{3.6}$$

$$= 19.504$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDd(CCU)_{ventana} = FLDd(CCU)_{total} - FLDd (CCU)_{muro}$$

$$= 21.197 - 19.504 = 1.693 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times FLDd (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times 1.693 \times (1 + 2 \sin \sin 69) = 2.080 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.00}{0.60} = 3.333$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{0.60} = 4.50$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.50^2}} = 0.217$$

B. Cálculo de FLDD:

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU)$$

$$= \frac{\arctan \arctan (3.333) - 0.217 \times (\arctan \arctan (3.333) \times 0.217)}{3.6}$$

$$= 19.402$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 2

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.00}{0.60} = 3.333$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{1.60}{0.60} = 2.667$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 2.667^2}} = 0.351$$

D. FLDD (muro)

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan (3.333) - 0.351 \times (\arctan \arctan (3.333) \times 0.351)}{3.6} \\
 &= 17.852
 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU)_{\text{ventana}} &= FLDD(CCU)_{\text{total}} - FLDD (CCU)_{\text{muro}} \\
 &= 19.402 - 17.852 = 1.550 \%
 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCNU) &= (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi) \\
 FLDD (CCNU) &= (3/7) \times 1.442 \times (1 + 2 \sin \sin 69) = 1.905 \%
 \end{aligned}$$

3. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 3

A. Cálculo para la Ventana 3:

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{L}{D} = \frac{1.20}{0.60} = 2.00 \\
 T &= \frac{H}{D} = \frac{2.70}{0.60} = 4.50 \\
 R &= \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.50^2}} = 0.217
 \end{aligned}$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan (2) - 0.217 \times (\arctan \arctan (2) \times 0.217)}{3.6} = 16.791
 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 1

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{L}{D} = \frac{1.20}{0.60} = 2.00 \\
 T &= \frac{H}{D} = \frac{0.85}{0.60} = 1.417 \\
 R &= \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.417^2}} = 0.577
 \end{aligned}$$

D. Cálculo de FLDD:

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU)$$

$$= \frac{\arctan \arctan (2) - 0.577 \times (\arctan \arctan (2) \times 0.577)}{3.6} = 11.754$$

E. Restamos el FLDd (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDd(CCU)_{ventana} = FLDd(CCU)_{total} - FLDd (CCU)_{muro}$$

$$= 16.791 - 11.754 = 5.037 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd CCNU):

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times FLDd (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times 5.037 \times (1 + 2 \sin \sin 69) = 6.189 \%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{8.193}{50.37}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.162 * 100\% = 16.265\%$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Para las obstrucciones, consideraremos las ventanas pintadas del tipo de ventana 3.

Tipo 3: Área=0.55*0.55*4=1.21

$$AO \text{ Área} = V_{\text{Tipo 3}}$$

$$AO \text{ Area} = \mathbf{1.21}$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C. Obstrucciones = \frac{AO}{AV} * 100$$

$$C. Obstrucciones = \frac{1.21}{8.193} * 100\% = 14.769 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de Obstrucciones = 100 - 14.769 = 85.231$$

$$\%de\ Obstrucciones = 85.231 / 100 = 0.852$$

6. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI\ (VTipo\ 1) + AI\ (VTipo\ 2) + AI\ (VTipo\ 3)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) + (5 * 5) = 100$$

$$A_{Interior\ total} = Cantidad\ (VTipo\ 1) + Cantidad\ (VTipo\ 2)$$

$$A_{Interior\ total} = 21\ (25) + 15\ (25) + 12\ (25) = 1200$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo\ 1 + VTipo2 + VTipo3$$

$$A_{Vertical} = 1.10\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7 + 1.10\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 5 + 1.85\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3$$

$$A_{Vertical} = 0.385 + 0.275 + 0.278 = 0.938\ m^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = VTipo\ 1 + VTipo2 + VTipo3$$

$$A_{Horizontal} = 3.43\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3 + 2.00\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3 + 1.20\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.515 + 0.300 + 0.240 = 1.055\ m^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior\ total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 0.938 + 1.055 - 1200 / 10000 = 3.335$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C.\ Carpintería = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C.\ Carpintería = \frac{3.335}{8.193} * 100\% = 40.705\ \%$$

$$\% \text{ de Carpintería} = 100 - 40.705 = 59.295$$

$$\% \text{ de Carpintería} = 59.295 / 100 = 0.593$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.852 \times 0.593 = 0.344$$

8. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLDc(CCNU))

$$FLDc(\%) = (FLDd + CRI) \times FR$$

$$FLDc(\%) = (28.741 + 0.8\%) \times 0.344$$

$$FLDc(\%) = 10.149 \quad FLDc = 0.101$$

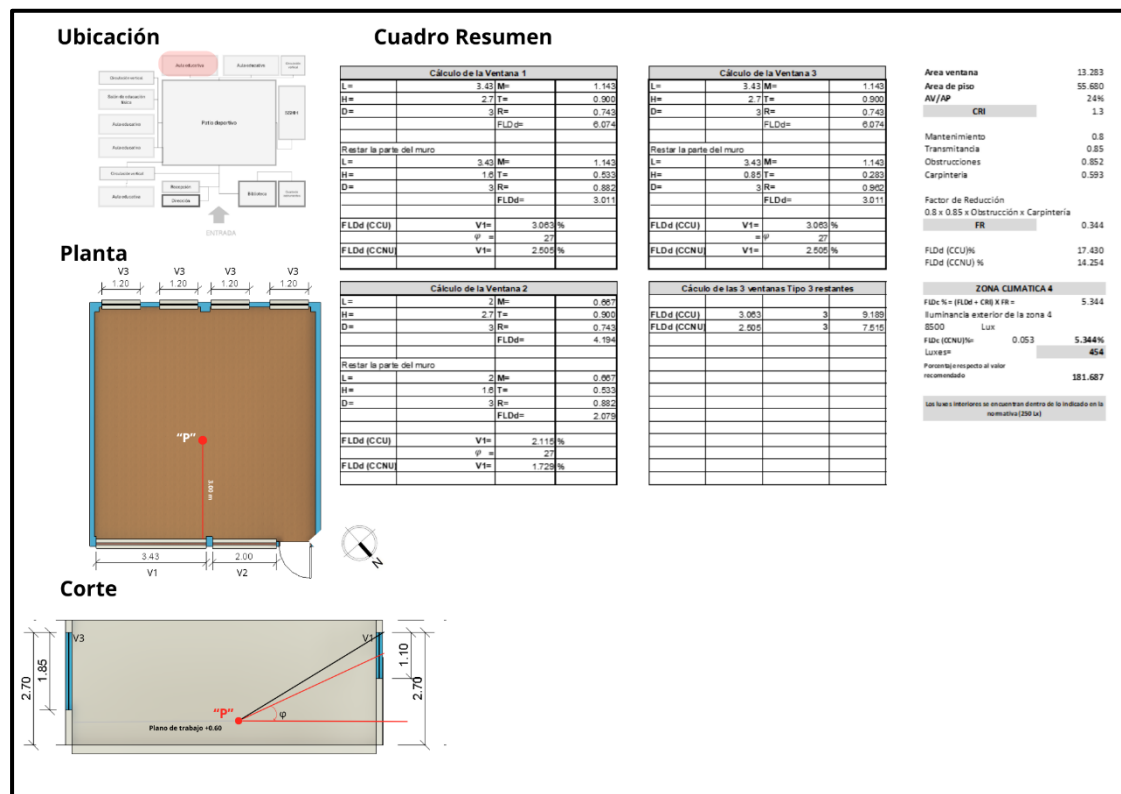
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLDc(\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.101$$

$$E_{int} = 863 \text{ Lx}$$

Tabla 17. Resumen del confort lumínico medio del aula a del pabellón c.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior mínima del aula a del pabellón c.

PC-A (Iluminación media):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 7.30 m × 6.90 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p” V: 3.00 m de la ventana 1 y a 6.70 m de la ventana 2

Ventana 1: Ancho = 3.43 m, Alto = 1.10 m, Alféizar = 1.60 m

Ventana 2: Ancho = 2.00 m, Alto = 1.10 m, Alféizar = 1.60 m

Ventana 3: Ancho = 1.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Cabe mencionar que por cada aula del pabellón C, hay 4 ventanas tipo 3.

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D} \quad L = \text{ancho de la ventana}$$

$$T = \frac{H}{D} \quad H = \text{altura de la ventana}$$

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)} \quad D = \text{distancia perpendicular al punto P a calcular}$$

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{3.43}{3.00} = 1.143$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.900$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.900^2}} = 0.743$$

B. Cálculo de FLDd:

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan (1.143) - 0.743 \times (\arctan \arctan (1.143) \times 0.743)}{3.6} \\
 &= 6.074
 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 1

$$M = \frac{L}{D} = \frac{3.43}{3.00} = 1.143$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{1.60}{3.00} = 0.533$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.533^2}} = 0.882$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6}$$

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (1.143) - 0.882 \times (\arctan \arctan (1.143) \times 0.882)}{3.6} = 3.011$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU)_{\text{ventana}} &= FLDD(CCU)_{\text{total}} - FLDD (CCU)_{\text{muro}} \\
 &= 6.074 - 3.011 = 3.063 \%
 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 3.063 \times (1 + 2 \sin 27^\circ) = 2.505 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.00}{3.00} = 0.667$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.900$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.900^2}} = 0.743$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan (0.667) - 0.743 \times (\arctan \arctan (0.667) \times 0.743)}{3.6} \\
 &= 4.194
 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 2

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.00}{3.00} = 0.667$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{1.60}{3.00} = 0.900$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.900^2}} = 0.882$$

D. FLDD (muro)

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} \\
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (0.667) - 0.882 \times (\arctan \arctan (0.667) \times 0.882)}{3.6} \\
 &= 2.079
 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU)_{\text{ventana}} &= FLDD(CCU)_{\text{total}} - FLDD (CCU)_{\text{muro}} \\
 &= 4.194 - 2.079 = 2.115 \%
 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 2.115 \times (1 + 2 \sin \sin 27) = 1.729 \%$$

3. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 3**A. Cálculo para la Ventana 2**

$$M = \frac{L}{D} = \frac{1.20}{3.00} = 1.143$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.900$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.50^2}} = 0.743$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned} FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (1.143) - 0.743 \times (\arctan \arctan (1.143) \times 0.743)}{3.6} \\ &= 6.074 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 3

$$M = \frac{L}{D} = \frac{1.20}{3.00} = 1.143$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{3.00} = 0.283$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.283^2}} = 0.962$$

D. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned} FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (1.143) - 0.962 \times (\arctan \arctan (1.143) \times 0.962)}{3.6} \\ &= 3.011 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned} FLDD(CCU)_{ventana} &= FLDD(CCU)_{total} - FLDD (CCU)_{muro} \\ &= 6.074 - 3.011 = 3.063 \% \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 3.063 \times (1 + 2 \sin \sin 27) = 2.505 \%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{8.193}{50.37}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.162 * 100\% = 16.265\%$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Para las obstrucciones, consideraremos las ventanas pintadas del tipo de ventana 3.

Tipo 3: Área=0.55*0.55*4=1.21

$$AO \text{ Área} = VTipo 3$$

$$AO \text{ Area} = 1.21$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C.Obstrucciones = \frac{AO}{AV} * 100$$

$$C.Obstrucciones = \frac{1.21}{8.193} * 100\% = 14.769 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de Obstrucciones = 100 - 14.769 = 85.231$$

$$\%de Obstrucciones = 85.231 / 100 = 0.852$$

6. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI (VTipo 1) + AI (VTipo 2) + AI (VTipo 3)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) + (5 * 5) = 100$$

$$A_{Interior total} = Cantidad (VTipo 1) + Cantidad (VTipo 2)$$

$$A_{Interior total} = 21 (25) + 15 (25) + 12 (25) = 1200$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo 1 + VTipo2 + VTipo3$$

$$A_{Vertical} = 1.10 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7 + 1.10 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 5 + 1.85 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3$$

$$A_{Vertical} = 0.385 + 0.275 + 0.278 = 0.938 m^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = VTipo 1 + VTipo2 + VTipo3$$

$$A_{Horizontal} = 3.43 \text{ m} * \left(\frac{5}{100}\right) * 3 + 2.00 \text{ m} * \left(\frac{5}{100}\right) * 3 + 1.20 \text{ m} * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.515 + 0.300 + 0.240 = 1.055 \text{ m}^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior \text{ total}} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 0.938 + 1.055 - 1200 / 10000 = 3.335$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C. \text{Carpintería} = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C. \text{Carpintería} = \frac{3.335}{8.193} * 100\% = 40.705 \%$$

$$\%de \text{Carpintería} = 100 - 40.705 = 59.295$$

$$\%de \text{Carpintería} = 59.295 / 100 = 0.593$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.852 \times 0.593 = 0.344$$

8. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLDc(CCNU))

$$FLDc(\%) = (FLDd + CRI) \times FR$$

$$FLDc(\%) = (14.254 + 0.8\%) \times 0.344$$

$$FLDc(\%) = 5.344 \quad FLDc = 0.053$$

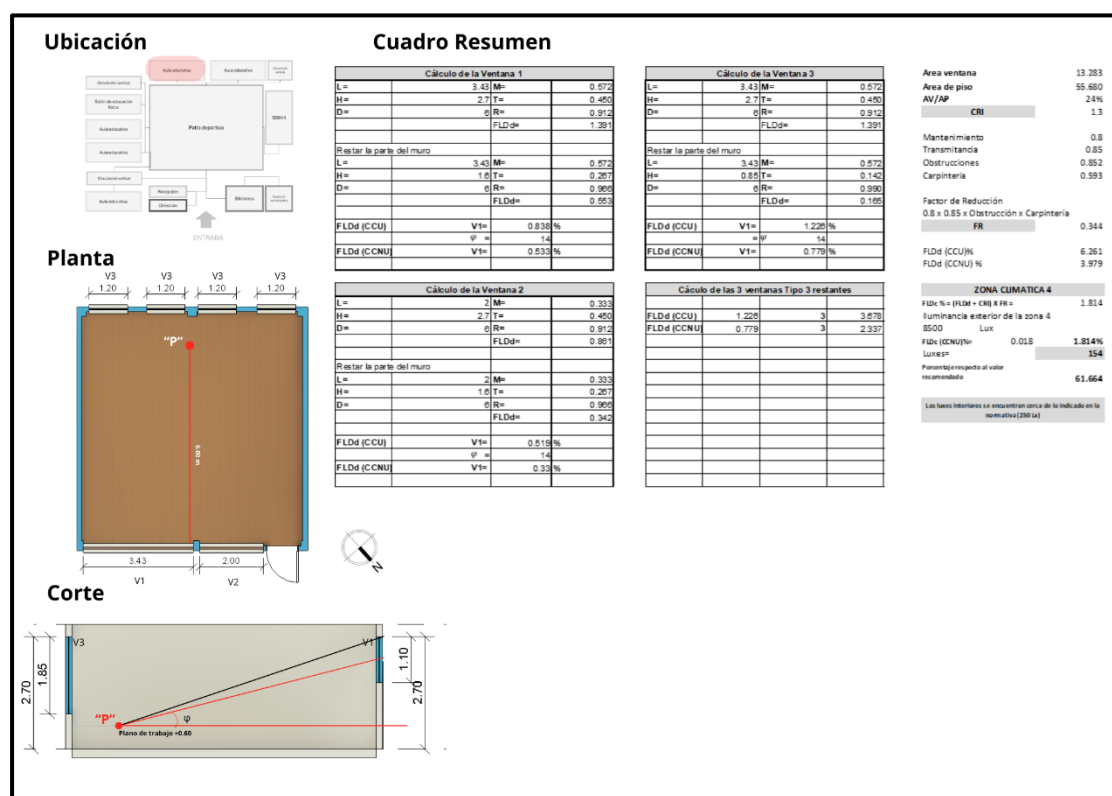
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLDc (\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.053$$

$$E_{int} = 454 \text{ Lx}$$

Tabla 18. Resumen del confort lumínico mínimo del aula a del pabellón c.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior mínimo del aula a del pabellón c.

PC-A (Iluminación mínima):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 7.30 m × 6.90 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p” : 6.00 m de la ventana 1 y a 6.70 m de la ventana 2

Ventana 1: Ancho = 3.43 m, Alto = 1.10 m, Alféizar = 1.60 m

Ventana 2: Ancho = 2.00 m, Alto = 1.10 m, Alféizar = 1.60 m

Ventana 3: Ancho = 1.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Cabe mencionar que por cada aula del pabellón C, hay 4 ventanas tipo 3.

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R x (Atg M x R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D} \quad L = \text{ancho de la ventana}$$

$$T = \frac{H}{D} \quad H = \text{altura de la ventana}$$

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)} \quad D = \text{distancia perpendicular al punto P a calcular}$$

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{3.43}{6.00} = 0.572$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{6.00} = 0.450$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.450^2}} = 0.912$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned} FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R x (\arctan \arctan (M) x R)}{3.6} FLDD (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (0.572) - 0.912 x (\arctan \arctan (0.572) x 0.912)}{3.6} \\ &= 1.391 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 1

$$M = \frac{L}{D} = \frac{3.43}{6.00} = 0.572$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{1.60}{6.00} = 0.267$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.267^2}} = 0.966$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R x (\arctan \arctan (M) x R)}{3.6}$$

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (0.572) - 0.966 x (\arctan \arctan (0.572) x 0.966)}{3.6} = 0.553$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU)_{ventana} &= FLDD(CCU)_{total} - FLDD(CCU)_{muro} \\
 &= 1.391 - 0.553 = 0.838 \%
 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD(CCNU) = (3/7) \times FLDD(CCU) \times (1 + 2 \sin \varphi)$$

$$FLDD(CCNU) = (3/7) \times 0.838 \times (1 + 2 \sin 14^\circ) = 0.533 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.00}{3.00} = 0.333$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.450$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.900^2}} = 0.912$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU) &= \frac{\arctan \arctan(M) - R \times (\arctan \arctan(M) \times R)}{3.6} FLDD(CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan(0.333) - 0.912 \times (\arctan \arctan(0.333) \times 0.912)}{3.6} \\
 &= 0.861
 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 2

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.00}{6.00} = 0.333$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{1.60}{6.00} = 0.267$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.267^2}} = 0.966$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD(CCU) = \frac{\arctan \arctan(M) - R \times (\arctan \arctan(M) \times R)}{3.6}$$

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU) &= \frac{\arctan \arctan(0.333) - 0.966 \times (\arctan \arctan(0.333) \times 0.966)}{3.6} \\
 &= 0.342
 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned} FLDD(CCU)_{\text{ventana}} &= FLDD(CCU)_{\text{total}} - FLDD(CCU)_{\text{muro}} \\ &= 0.861 - 0.342 = 0.519 \% \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$\begin{aligned} FLDD(CCNU) &= (3/7) \times FLDD(CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi) \\ FLDD(CCNU) &= (3/7) \times 0.519 \times (1 + 2 \sin \sin 14) = 0.33 \% \end{aligned}$$

3. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 3

A. Cálculo para la Ventana 2

$$\begin{aligned} M &= \frac{L}{D} = \frac{1.20}{6.00} = 0.572 \\ T &= \frac{H}{D} = \frac{2.70}{6.00} = 0.450 \\ R &= \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.450^2}} = 0.912 \end{aligned}$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned} FLDD(CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD(CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (0.572) - 0.912 \times (\arctan \arctan (0.572) \times 0.912)}{3.6} \\ &= 1.391 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 3

$$\begin{aligned} M &= \frac{L}{D} = \frac{1.20}{6.00} = 0.572 \\ T &= \frac{H}{D} = \frac{0.85}{6.00} = 0.142 \\ R &= \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.283^2}} = 0.962 \end{aligned}$$

D. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan (0.572) - 0.990 \times (\arctan \arctan (0.572) \times 0.990)}{3.6} \\
 &= 0.165
 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU)_{\text{ventana}} &= FLDD(CCU)_{\text{total}} - FLDD (CCU)_{\text{muro}} \\
 &= 1.391 - 0.165 = 1.226 \%
 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCNU) &= (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi) \\
 FLDD (CCNU) &= (3/7) \times 1.226 \times (1 + 2 \sin \sin 14) = 0.779 \%
 \end{aligned}$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\begin{aligned}
 \frac{AV}{AP} &= \frac{8.193}{50.37} \\
 \frac{AV}{AP} &= 0.162 * 100\% = 16.265\%
 \end{aligned}$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Para las obstrucciones, consideraremos las ventanas pintadas del tipo de ventana 3.

Tipo 3: Área=0.55*0.55*4=1.21

$$AO \text{ Área} = V_{\text{Tipo 3}}$$

$$AO \text{ Area} = 1.21$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$\begin{aligned}
 C.Obstrucciones &= \frac{AO}{AV} * 100 \\
 C.Obstrucciones &= \frac{1.21}{8.193} * 100\% = 14.769 \%
 \end{aligned}$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de Obstrucciones = 100 - 14.769 = 85.231$$

$$\%de\ Obstrucciones = 85.231 / 100 = 0.852$$

6. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI\ (VTipo\ 1) + AI\ (VTipo\ 2) + AI\ (VTipo\ 3)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) + (5 * 5) = 100$$

$$A_{Interior\ total} = Cantidad\ (VTipo\ 1) + Cantidad\ (VTipo\ 2)$$

$$A_{Interior\ total} = 21\ (25) + 15\ (25) + 12\ (25) = 1200$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo\ 1 + VTipo2 + VTipo3$$

$$A_{Vertical} = 1.10\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7 + 1.10\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 5 + 1.85\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3$$

$$A_{Vertical} = 0.385 + 0.275 + 0.278 = 0.938\ m^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = VTipo\ 1 + VTipo2 + VTipo3$$

$$A_{Horizontal} = 3.43\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3 + 2.00\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3 + 1.20\ m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.515 + 0.300 + 0.240 = 1.055\ m^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior\ total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 0.938 + 1.055 - 1200 / 10000 = 3.335$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C.\ Carpintería = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C.\ Carpintería = \frac{3.335}{8.193} * 100\% = 40.705\ \%$$

$$\%de\ Carpintería = 100 - 40.705 = 59.295$$

$$\%de\text{ Carpintería} = 59.295 / 100 = 0.593$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.852 \times 0.593 = 0.344$$

8. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLDc(CCNU))

$$FLDc(\%) = (FLDd + CRI) \times FR$$

$$FLDc(\%) = (3.979 + 0.8\%) \times 0.344$$

$$FLDc(\%) = 1.814 \quad FLDc = 0.018$$

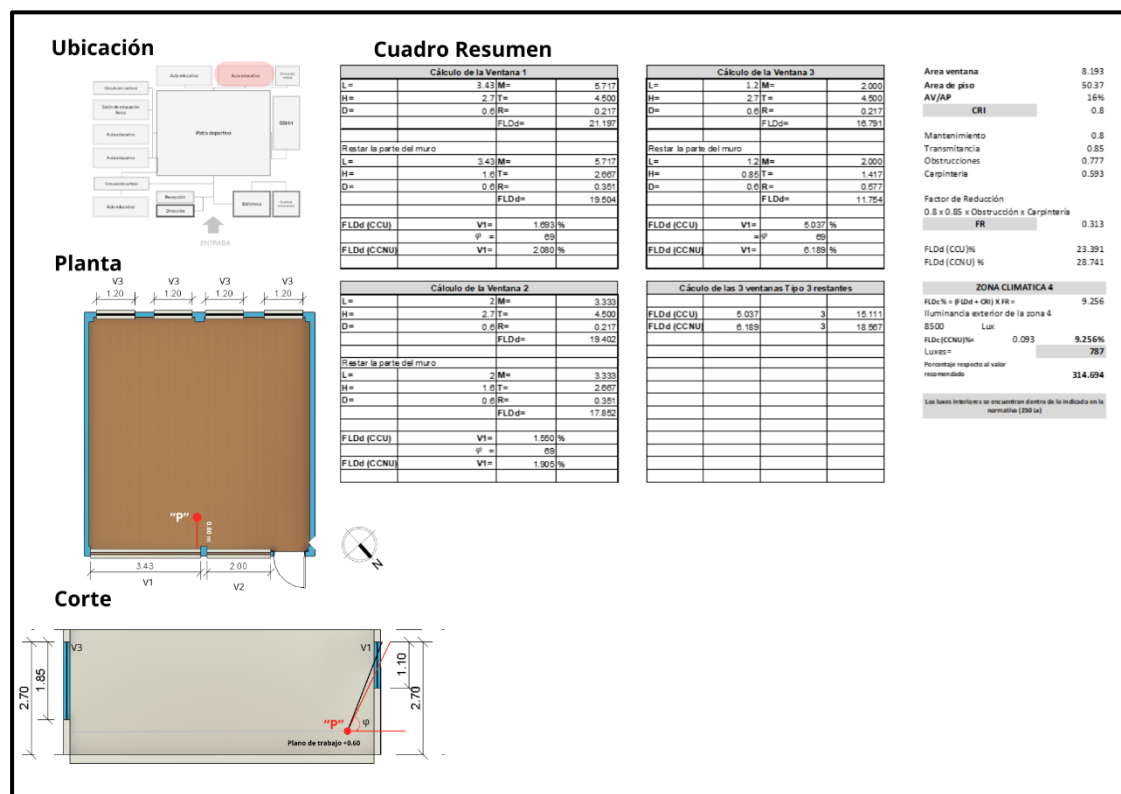
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLDc(\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.018$$

$$E_{int} = 154 \text{ Lx}$$

Tabla 19. Resumen del confort lumínico máximo del aula b del pabellón c.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior máxima del aula b del pabellón c.

PC-B (Iluminación máxima):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 7.30 m × 6.90 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p” V: 0.60 m de la ventana 1 y a 6.70m de la ventana 2

Ventana 1: Ancho = 3.43 m, Alto = 1.10 m, Alféizar = 1.60 m

Ventana 2: Ancho = 2.00 m, Alto = 1.10 m, Alféizar = 1.60 m

Ventana 3: Ancho = 1.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Cabe mencionar que por cada aula del pabellón C, hay 4 ventanas tipo 3.

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D} \quad L = \text{ancho de la ventana}$$

$$T = \frac{H}{D} \quad H = \text{altura de la ventana}$$

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)} \quad D = \text{distancia perpendicular al punto P a calcular}$$

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{3.43}{0.60} = 5.717$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{0.60} = 4.500$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.500^2}} = 0.217$$

B. Cálculo de FLDd:

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan (5.717) - 0.217 \times (\arctan \arctan (5.717) \times 0.217)}{3.6} \\
 &= 21.197
 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 1

$$M = \frac{L}{D} = \frac{3.43}{0.60} = 5.717$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{1.60}{0.60} = 2.667$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 2.667^2}} = 0.351$$

D. FLDD (muro)

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (5.717) - 0.351 \times (\arctan \arctan (5.717) \times 0.351)}{3.6} \\
 &= 19.504
 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU)_{\text{ventana}} &= FLDD(CCU)_{\text{total}} - FLDD (CCU)_{\text{muro}} \\
 &= 21.197 - 19.504 = 1.693 \%
 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 1.693 \times (1 + 2 \sin \sin 69) = 2.080 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.00}{0.60} = 3.333$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{0.60} = 4.50$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.50^2}} = 0.217$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan (3.333) - 0.217 \times (\arctan \arctan (3.333) \times 0.217)}{3.6} \\
 &= 19.402
 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 2

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.00}{0.60} = 3.333$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{1.60}{0.60} = 2.667$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 2.667^2}} = 0.351$$

D. FLDD (muro)

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan (3.333) - 0.351 \times (\arctan \arctan (3.333) \times 0.351)}{3.6} \\
 &= 17.852
 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU)_{\text{ventana}} &= FLDD(CCU)_{\text{total}} - FLDD (CCU)_{\text{muro}} \\
 &= 19.402 - 17.852 = 1.550 \%
 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 1.442 \times (1 + 2 \sin \sin 69) = 1.905 \%$$

3. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 3

A. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 3

$$M = \frac{L}{D} = \frac{1.20}{0.60} = 2.00$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{0.60} = 4.50$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.50^2}} = 0.217$$

B. Cálculo de FLDD:

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU)$$

$$= \frac{\arctan \arctan (2) - 0.217 \times (\arctan \arctan (2) \times 0.217)}{3.6} = 16.791$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 1

$$M = \frac{L}{D} = \frac{1.20}{0.60} = 2.00$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{0.60} = 1.417$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.417^2}} = 0.577$$

D. Cálculo de FLDD:

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDd (CCU)$$

$$= \frac{\arctan \arctan (2) - 0.577 \times (\arctan \arctan (2) \times 0.577)}{3.6} = 11.754$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDd(CCU)_{ventana} = FLDd(CCU)_{total} - FLDd (CCU)_{muro}$$

$$= 16.791 - 11.754 = 5.037 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times FLDd (CCU) \times (1 + 2 \sin \varphi)$$

$$FLDd (CCNU) = (3/7) \times 5.037 \times (1 + 2 \sin 69) = 6.189 \%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{8.193}{50.37}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.162 * 100\% = 16.265\%$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Para las obstrucciones consideraremos las ventanas pintadas del tipo de ventana 3.

Tipo 3: Área=0.55*0.55*6=1.815

$$AO \text{ Área} = VTipo 3$$

$$AO \text{ Area} = 1.815$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C.Obstrucciones = \frac{AO}{AV} * 100$$

$$C.Obstrucciones = \frac{1.815}{8.193} * 100\% = 22.275 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de Obstrucciones = 100 - 22.275 = 77.725$$

$$\%de Obstrucciones = 77.725 / 100 = 0.777$$

6. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI (VTipo 1) + AI (VTipo 2) + AI (VTipo 3)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) + (5 * 5) = 100$$

$$A_{Interior total} = Cantidad (VTipo 1) + Cantidad (VTipo 2)$$

$$A_{Interior total} = 21 (25) + 15 (25) + 12 (25) = 1200$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo 1 + VTipo2 + VTipo3$$

$$A_{Vertical} = 1.10 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7 + 1.10 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 5 + 1.85 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3$$

$$A_{Vertical} = 0.385 + 0.275 + 0.278 = 0.938 m^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = VTipo 1 + VTipo2 + VTipo3$$

$$A_{Horizontal} = 3.43 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3 + 2.00 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3 + 1.20 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.515 + 0.300 + 0.240 = 1.055 m^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 0.938 + 1.055 - 1200 / 10000 = 3.335$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C. Carpintería = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C. Carpintería = \frac{3.335}{8.193} * 100\% = 40.705 \%$$

$$\%de Carpintería = 100 - 40.705 = 59.295$$

$$\%de Carpintería = 59.295 / 100 = 0.593$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.777 \times 0.593 = 0.313$$

8. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLDc(CCNU))

$$FLDc(\%) = (FLDd + CRI) \times FR$$

$$FLDc(\%) = (28.741 + 0.8\%) \times 0.313$$

$$FLDc(\%) = 9.256 \quad FLDc = 0.093$$

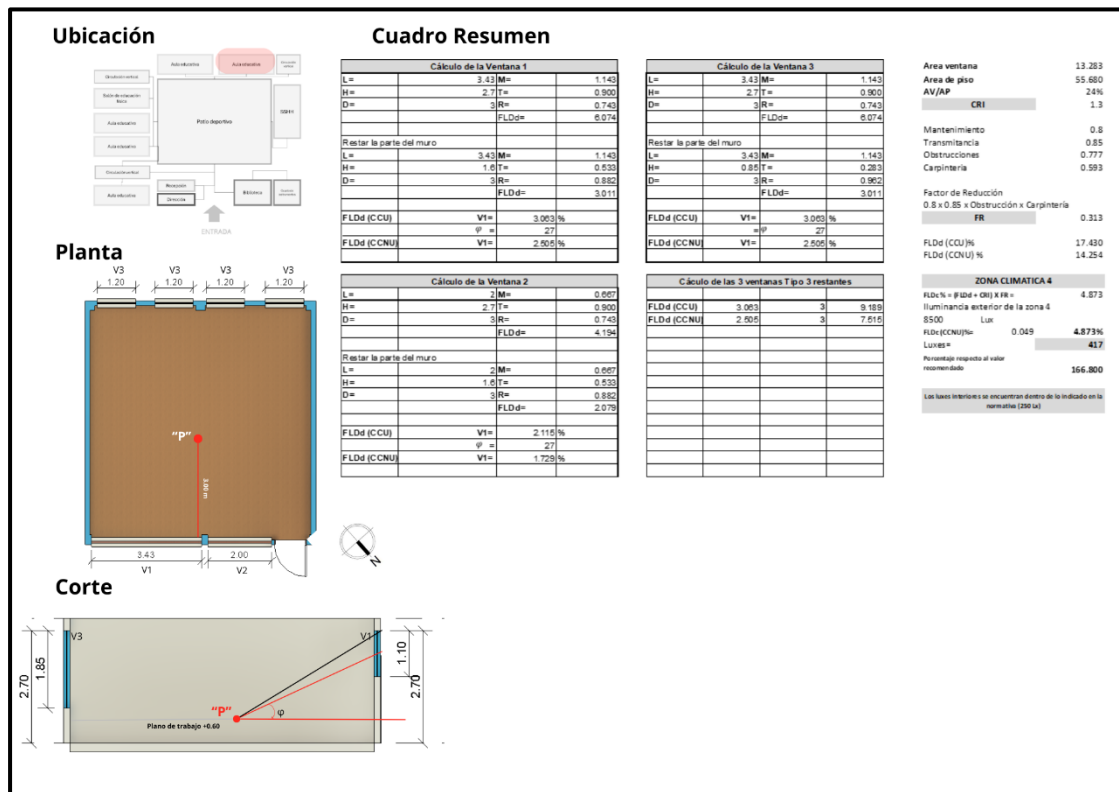
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLDc (\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.093$$

$$E_{int} = 787 \text{ Lx}$$

Tabla 20. Resumen del confort lumínico medio del aula b del pabellón c.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior media del aula b del pabellón c.

PC-B (Iluminación media):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 7.30 m × 6.90 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p” V: 3.00 m de la ventana 1 y a 6.70 m de la ventana 2

Ventana 1: Ancho = 3.43 m, Alto = 1.10 m, Alféizar = 1.60 m

Ventana 2: Ancho = 2.00 m, Alto = 1.10 m, Alféizar = 1.60 m

Ventana 3: Ancho = 1.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Cabe mencionar que por cada aula del pabellón C, hay 4 ventanas tipo 3.

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R x (Atg M x R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D} \quad L = \text{ancho de la ventana}$$

$$T = \frac{H}{D} \quad H = \text{altura de la ventana}$$

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)} \quad D = \text{distancia perpendicular al punto P a calcular}$$

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{3.43}{3.00} = 1.143$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.900$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.900^2}} = 0.743$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned} FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R x (\arctan \arctan (M) x R)}{3.6} FLDD (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (1.143) - 0.743 x (\arctan \arctan (1.143) x 0.743)}{3.6} \\ &= 6.074 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 1

$$M = \frac{L}{D} = \frac{3.43}{3.00} = 1.143$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{1.60}{3.00} = 0.533$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.533^2}} = 0.882$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R x (\arctan \arctan (M) x R)}{3.6}$$

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (1.143) - 0.882 x (\arctan \arctan (1.143) x 0.882)}{3.6} = 3.011$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU)_{\text{ventana}} &= FLDD(CCU)_{\text{total}} - FLDD(CCU)_{\text{muro}} \\
 &= 6.074 - 3.011 = 3.063 \%
 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD(CCNU) = (3/7) \times FLDD(CCU) \times (1 + 2 \sin \varphi)$$

$$FLDD(CCNU) = (3/7) \times 3.063 \times (1 + 2 \sin 27^\circ) = 2.505 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.00}{3.00} = 0.667$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.900$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.900^2}} = 0.743$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU) &= \frac{\arctan \arctan(M) - R \times (\arctan \arctan(M) \times R)}{3.6} FLDD(CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan(0.667) - 0.743 \times (\arctan \arctan(0.667) \times 0.743)}{3.6} \\
 &= 4.194
 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 2

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.00}{3.00} = 0.667$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{1.60}{3.00} = 0.900$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.900^2}} = 0.882$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD(CCU) = \frac{\arctan \arctan(M) - R \times (\arctan \arctan(M) \times R)}{3.6}$$

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (0.667) - 0.882 x (\arctan \arctan (0.667) x 0.882)}{3.6}$$

$$= 2.079$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$FLDd(CCU)_{ventana} = FLDd(CCU)_{total} - FLDd (CCU)_{muro}$$

$$= 4.194 - 2.079 = 2.115 \%$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDd (CCNU) = (3/7) x 2.115 x (1 + 2 \sin \sin 27) = 1.729 \%$$

3. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 3

A. Cálculo para la Ventana 2

$$M = \frac{L}{D} = \frac{1.20}{3.00} = 1.143$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.900$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4.50^2}} = 0.743$$

B. Cálculo de FLDD:

$$FLDd (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R x (\arctan \arctan (M) x R)}{3.6} FLDd (CCU)$$

$$= \frac{\arctan \arctan (1.143) - 0.743 x (\arctan \arctan (1.143) x 0.743)}{3.6}$$

$$= 6.074$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 3

$$M = \frac{L}{D} = \frac{1.20}{3.00} = 1.143$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{3.00} = 0.283$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.283^2}} = 0.962$$

D. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan (1.143) - 0.962 \times (\arctan \arctan (1.143) \times 0.962)}{3.6} \\
 &= 3.011
 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU)_{\text{ventana}} &= FLDD(CCU)_{\text{total}} - FLDD (CCU)_{\text{muro}} \\
 &= 6.074 - 3.011 = 3.063 \%
 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 3.063 \times (1 + 2 \sin \sin 27) = 2.505 \%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{8.193}{50.37}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.162 \times 100\% = 16.265\%$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Para las obstrucciones, consideraremos las ventanas pintadas del tipo de ventana 3.

Tipo 3: Área=0.55*0.55*6=1.815

$$AO \text{ Área} = V_{\text{Tipo 3}}$$

$$AO \text{ Area} = 1.815$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C.Obstrucciones = \frac{AO}{AV} \times 100$$

$$C.Obstrucciones = \frac{1.815}{8.193} \times 100\% = 22.275 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de Obstrucciones = 100 - 22.275 = 77.725$$

$$\%de Obstrucciones = 77.725 / 100 = 0.777$$

6. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI (VTipo 1) + AI (VTipo 2) + AI (VTipo 3)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) + (5 * 5)$$

$$A_{Interior total} = Cantidad (VTipo 1) + Cantidad (VTipo 2)$$

$$A_{Interior total} = 21 (25) + 15 (25) + 12 (25) = 1200$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo 1 + VTipo2 + VTipo3$$

$$A_{Vertical} = 1.10 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7 + 1.10 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 5 + 1.85 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3$$

$$A_{Vertical} = 0.385 + 0.275 + 0.278 = 0.938 m^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = VTipo 1 + VTipo2 + VTipo3$$

$$A_{Horizontal} = 3.43 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3 + 2.00 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3 + 1.20 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.515 + 0.300 + 0.240 = 1.055 m^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior total} / 10\ 000$$

$$A_{Carpintería} = 0.938 + 1.055 - 1200 / 10000 = 3.335$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C. Carpintería = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C. Carpintería = \frac{3.335}{8.193} * 100\% = 40.705 \%$$

$$\%de Carpintería = 100 - 40.705 = 59.295$$

$$\%de Carpintería = 59.295 / 100 = 0.593$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.777 \times 0.593 = 0.313$$

8. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLD_c(CCNU))

$$FLD_c(\%) = (FLD_d + CRI) \times FR$$

$$FLD_c(\%) = (14.254 + 0.8\%) \times 0.313$$

$$FLD_c(\%) = 4.873 \quad FLD_c = 0.049$$

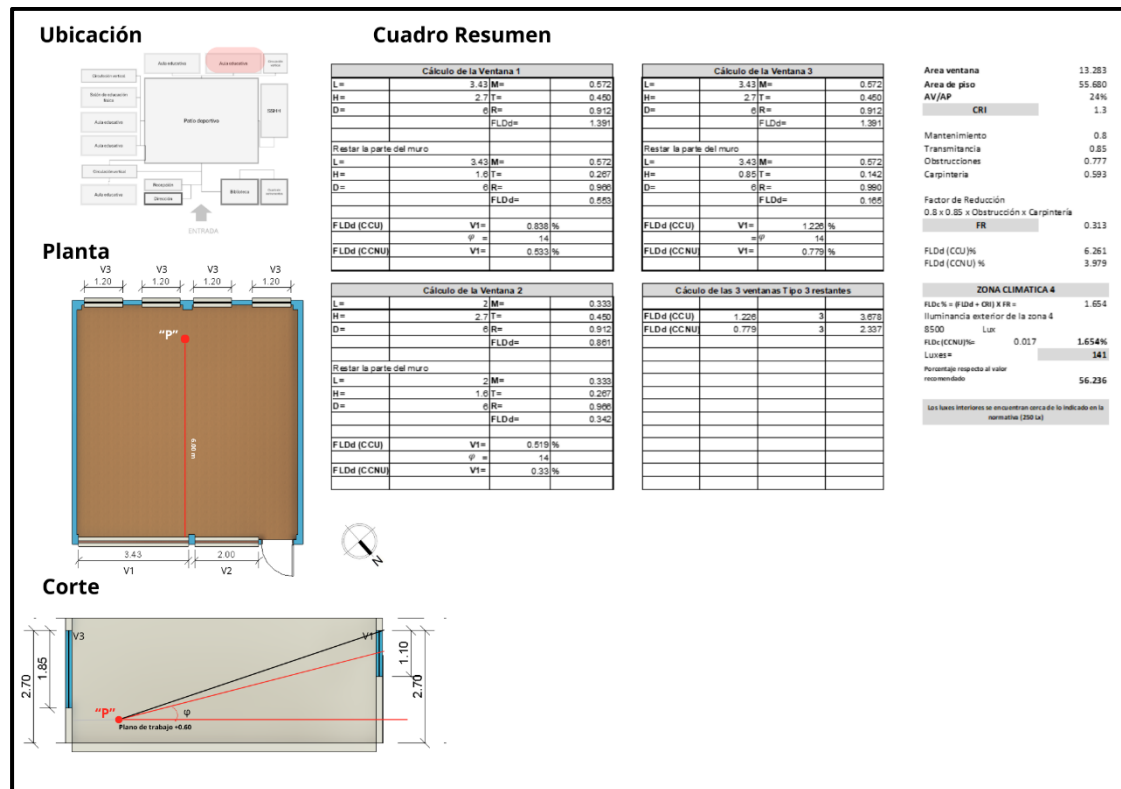
Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLD_c(\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.049$$

$$E_{int} = 417 \text{ Lx}$$

Tabla 21. Resumen del confort lumínico mínimo del aula b del pabellón c.



Descripción: Cuadro resumen del procedimiento para hallar la iluminación interior mínimo del aula b del pabellón c.

PC-B (Iluminación mínima):

DATOS INICIALES:

Dimensiones del aula: 7.30 m × 6.90 m × 2.90 m

Ubicación del punto “p” : 6.00 m de la ventana 1 y a 6.70 m de la ventana 2

Ventana 1: Ancho = 3.43 m, Alto = 1.10 m, Alféizar = 1.60 m

Ventana 2: Ancho = 2.00 m, Alto = 1.10 m, Alféizar = 1.60 m

Ventana 3: Ancho = 1.20 m, Alto = 1.85 m, Alféizar = 0.85 m

Cabe mencionar que por cada aula del pabellón C, hay 4 ventanas tipo 3.

1. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDd) PARA VENTANA 1

El FLDd se calcula con la ecuación:

$$FLDd (CCU) = \frac{(Atg M - R \times (Atg M \times R))}{3.6}$$

Donde:

$$M = \frac{L}{D} \quad L = \text{ancho de la ventana}$$

$$T = \frac{H}{D} \quad H = \text{altura de la ventana}$$

$$R = 1/\sqrt{(1 + T^2)} \quad D = \text{distancia perpendicular al punto P a calcular}$$

A. Cálculo para la Ventana 1:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{3.43}{6.00} = 0.572$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{6.00} = 0.450$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.450^2}} = 0.912$$

B. Cálculo de FLDd:

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan (0.572) - 0.912 \times (\arctan \arctan (0.572) \times 0.912)}{3.6} \\
 &= 1.391
 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 1

$$M = \frac{L}{D} = \frac{3.43}{6.00} = 0.572$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{1.60}{6.00} = 0.267$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.267^2}} = 0.966$$

D. FLDD (muro)

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6}$$

$$FLDD (CCU) = \frac{\arctan \arctan (0.572) - 0.966 \times (\arctan \arctan (0.572) \times 0.966)}{3.6} = 0.553$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU)_{ventana} &= FLDD(CCU)_{total} - FLDD (CCU)_{muro} \\
 &= 1.391 - 0.553 = 0.838 \%
 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 0.838 \times (1 + 2 \sin 14) = 0.533 \%$$

2. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 2

A. Cálculo para la Ventana 2:

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.00}{3.00} = 0.333$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{3.00} = 0.450$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.900^2}} = 0.912$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\
 &= \frac{\arctan \arctan (0.333) - 0.912 \times (\arctan \arctan (0.333) \times 0.912)}{3.6} \\
 &= 0.861
 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 2

$$M = \frac{L}{D} = \frac{2.00}{6.00} = 0.333$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{1.60}{6.00} = 0.267$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.267^2}} = 0.966$$

D. FLDD (muro)

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} \\
 FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (0.333) - 0.966 \times (\arctan \arctan (0.333) \times 0.966)}{3.6} \\
 &= 0.342
 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned}
 FLDD(CCU)_{\text{ventana}} &= FLDD(CCU)_{\text{total}} - FLDD (CCU)_{\text{muro}} \\
 &= 0.861 - 0.342 = 0.519 \%
 \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$\begin{aligned}
 FLDD (CCNU) &= (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi) \\
 FLDD (CCNU) &= (3/7) \times 0.519 \times (1 + 2 \sin \sin 14) = 0.33 \%
 \end{aligned}$$

3. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DE DÍA DIRECTO (FLDD) PARA VENTANA 3**A. Cálculo para la Ventana 2**

$$M = \frac{L}{D} = \frac{1.20}{6.00} = 0.572$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{2.70}{6.00} = 0.450$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.450^2}} = 0.912$$

B. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned} FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (0.572) - 0.912 \times (\arctan \arctan (0.572) \times 0.912)}{3.6} \\ &= 1.391 \end{aligned}$$

C. Cálculo del FLDD para la parte del muro debajo de la ventana 3

$$M = \frac{L}{D} = \frac{1.20}{6.00} = 0.572$$

$$T = \frac{H}{D} = \frac{0.85}{6.00} = 0.142$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{1 + T^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.142^2}} = 0.990$$

D. Cálculo de FLDD:

$$\begin{aligned} FLDD (CCU) &= \frac{\arctan \arctan (M) - R \times (\arctan \arctan (M) \times R)}{3.6} FLDD (CCU) \\ &= \frac{\arctan \arctan (0.572) - 0.990 \times (\arctan \arctan (0.572) \times 0.990)}{3.6} \\ &= 0.165 \end{aligned}$$

E. Restamos el FLDD (CCU) de la primera ventana menos la parte del muro:

$$\begin{aligned} FLDD(CCU)_{ventana} &= FLDD(CCU)_{total} - FLDD (CCU)_{muro} \\ &= 1.391 - 0.165 = 1.226 \% \end{aligned}$$

F. Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDD CCNU):

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times FLDD (CCU) \times (1 + 2 \sin \sin \varphi)$$

$$FLDD (CCNU) = (3/7) \times 1.226 \times (1 + 2 \sin \sin 14) = 0.779 \%$$

4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN INTERNA (CRI)

El CRI se obtiene dividiendo el área de la ventana (AV) entre el área del piso (AP):

$$\frac{AV}{AP} = \frac{8.193}{50.37}$$

$$\frac{AV}{AP} = 0.162 \times 100\% = 16.265\%$$

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE OBSTRUCCIONES

Para las obstrucciones consideraremos las ventanas pintadas del tipo de ventana 3.

Tipo 3: Área=0.55*0.55*6=1.815

$$AO \text{ Área} = VTipo 3$$

$$AO \text{ Area} = 1.815$$

A. El coeficiente de obstrucciones se obtiene como:

$$C.Obstrucciones = \frac{AO}{AV} * 100$$

$$C.Obstrucciones = \frac{1.815}{8.193} * 100\% = 22.275 \%$$

B. El porcentaje libre de obstrucciones es:

$$\%de Obstrucciones = 100 - 22.275 = 77.725$$

$$\%de Obstrucciones = 77.725 / 100 = 0.777$$

6. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CARPINTERÍA DE AMBAS VENTANAS

$$A_{Interior} = AI (VTipo 1) + AI (VTipo 2) + AI (VTipo 3)$$

$$A_{Interior} = (5 * 5) + (5 * 5) + (5 * 5)$$

$$A_{Interior total} = Cantidad (VTipo 1) + Cantidad (VTipo 2)$$

$$A_{Interior total} = 21 (25) + 15 (25) + 12 (25) = 1200$$

A. Área de carpintería vertical:

$$A_{Vertical} = VTipo 1 + VTipo2 + VTipo3$$

$$A_{Vertical} = 1.10 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 7 + 1.10 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 5 + 1.85 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3$$

$$A_{Vertical} = 0.385 + 0.275 + 0.278 = 0.938 m^2$$

B. Área de carpintería Horizontal:

$$A_{Horizontal} = VTipo 1 + VTipo2 + VTipo3$$

$$A_{Horizontal} = 3.43 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3 + 2.00 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 3 + 1.20 m * \left(\frac{5}{100}\right) * 4$$

$$A_{Horizontal} = 0.515 + 0.300 + 0.240 = 1.055 \text{ m}^2$$

C. Área total de carpintería:

$$A_{Carpintería} = A_{Vertical} + A_{Horizontal} - A_{Interior \text{ total}} / 10\,000$$

$$A_{Carpintería} = 0.938 + 1.055 - 1200 / 10000 = 3.335$$

D. Coeficiente de carpintería:

$$C. \text{Carpintería} = \frac{AC}{AV} * 100$$

$$C. \text{Carpintería} = \frac{3.335}{8.193} * 100\% = 40.705 \%$$

$$\%de \text{Carpintería} = 100 - 40.705 = 59.295$$

$$\%de \text{Carpintería} = 59.295 / 100 = 0.593$$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN (FR)

$$FR = \text{Mantenimiento} \times \text{Transmitancia} \times \text{Obstrucciones} \times \text{Carpintería}$$

$$FR = 0.80 \times 0.85 \times 0.777 \times 0.593 = 0.313$$

8. CÁLCULO DEL FACTOR DE LUZ DIURNA CORREGIDO (FLDc(CCNU))

$$FLDc(\%) = (FLDd + CRI) \times FR$$

$$FLDc(\%) = (3.979 + 0.8\%) \times 0.313$$

$$FLDc(\%) = 1.654 \quad FLDc = 0.017$$

Aplicamos la fórmula para obtener la cantidad de luxes:

$$E_{int} = E_{ext} \times FLDc (\%)$$

$$E_{int} = 8500 \times 0.017$$

$$E_{int} = 141 \text{ Lx}$$

Tabla 22. Cuadro resumen del confort lumínico en comparativa con la normativa.

UNIVERSIDAD CONTINENTAL							
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA							
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc							
Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)							
RESUMEN DEL CONFORT LUMÍNICO							
Confort lumínico en luxes realizado mediante la formula de la Norma EM. 110					NORMATIVA (LUXES)	CUMPLE	
		COD	NIVELES	LUX		SI	NO
PABELLÓN B	AULA A	PB-A	MAXIMO	540	250		
			MEDIO	290	250		
			MÍNIMO	94	250		
	AULA B	PB-B	MAXIMO	509	250		
			MEDIO	273	250		
			MÍNIMO	88	250		
	AULA C	PB-C	MAXIMO	286	250		
			MEDIO	154	250		
			MÍNIMO	50	250		
PABELLÓN C	AULA A	PC-A	MAXIMO	863	250		
			MEDIO	454	250		
			MÍNIMO	154	250		
	AULA B	PC-B	MAXIMO	787	250		
			MEDIO	417	250		
			MÍNIMO	141	250		
TOTAL						9	6

Descripción: Cuadro resumen de las iluminaciones interiores (máximas, medias y mínimas) de cada aula.

A partir de los niveles de iluminancia obtenidos mediante el procesamiento de los datos según la norma EM 110, se extrajeron los valores máximos, medios y mínimos por cada aula. Estos resultados fueron comparados con los valores normativos establecidos, permitiendo evaluar el grado de confort lumínico en los espacios analizados. Como resultado se determinó que las aulas en general cumplen con los estándares de confort lumínico. Sin embargo, se identificó que ciertos factores como obstrucciones en el entorno o en las ventanas, pueden afectar la distribución de la luz natural, tal como se evidenció en el aula c del pabellón b.

4.1.2. Diseño arquitectónico:

Architectural floor plan of the first floor of the SOR IRENE THERESE MC CORMAC school. The plan shows a large central area with two circular patios (PATIO EDUCATIVO) and a central corridor (PASADIZO). Rooms include classrooms (AULA EDUCATIVA), a library (BIBLIOTECAS), a reception area (RECEPCION), a direction office (DIRECCION), a physical education hall (SALON DE EDUCACION FISICA), a sports storage room (ALMACEN DEPORTIVO), and a storage room (ALMACEN). The plan is labeled 'PRIMER PISO' and 'LEVANTAMIENTO ARQ. - PRIMER NIVEL'. A scale bar at the top indicates dimensions in meters. A north arrow is located in the top right corner. A legend at the bottom right explains the symbols used for walls, doors, and furniture.

134

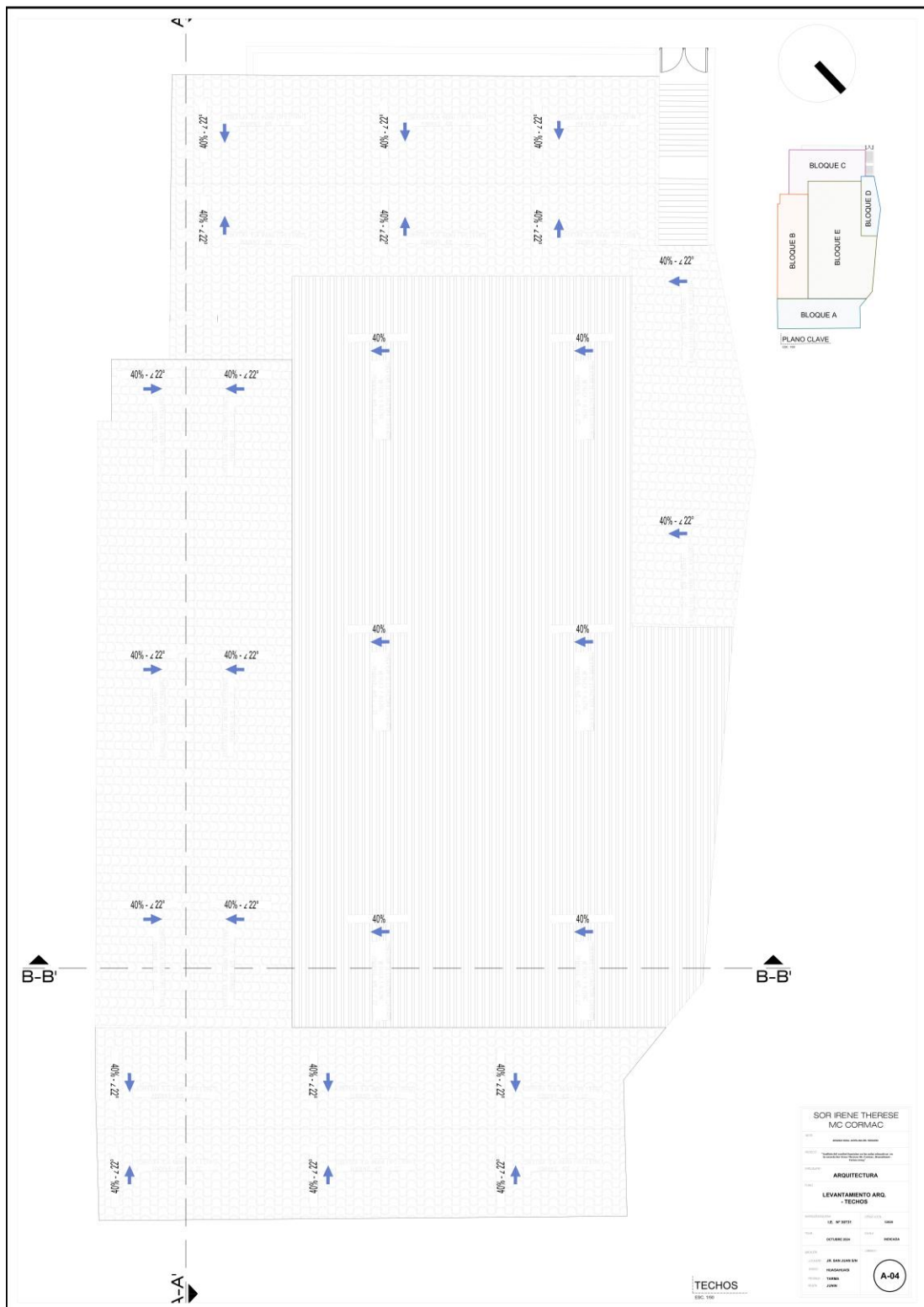
[illegible]

135

Architectural floor plan of the 3rd floor of the Sor Irene Therese MC Cormac school. The plan shows a large rectangular hall with a central staircase and several classrooms. The hall is divided into three main sections by two transverse corridors. The left section contains three classrooms, each with a desk and chair arrangement. The middle section is a large open space with a central staircase. The right section contains two more classrooms. The plan includes dimensions, grid lines, and a legend for wall types. A north arrow is located in the top right corner. The title block in the bottom right corner identifies the project as 'SOR IRENE THERESE MC CORMAC' and the drawing as 'LEVANTAMIENTO ARG. - TERCER NIVEL'.

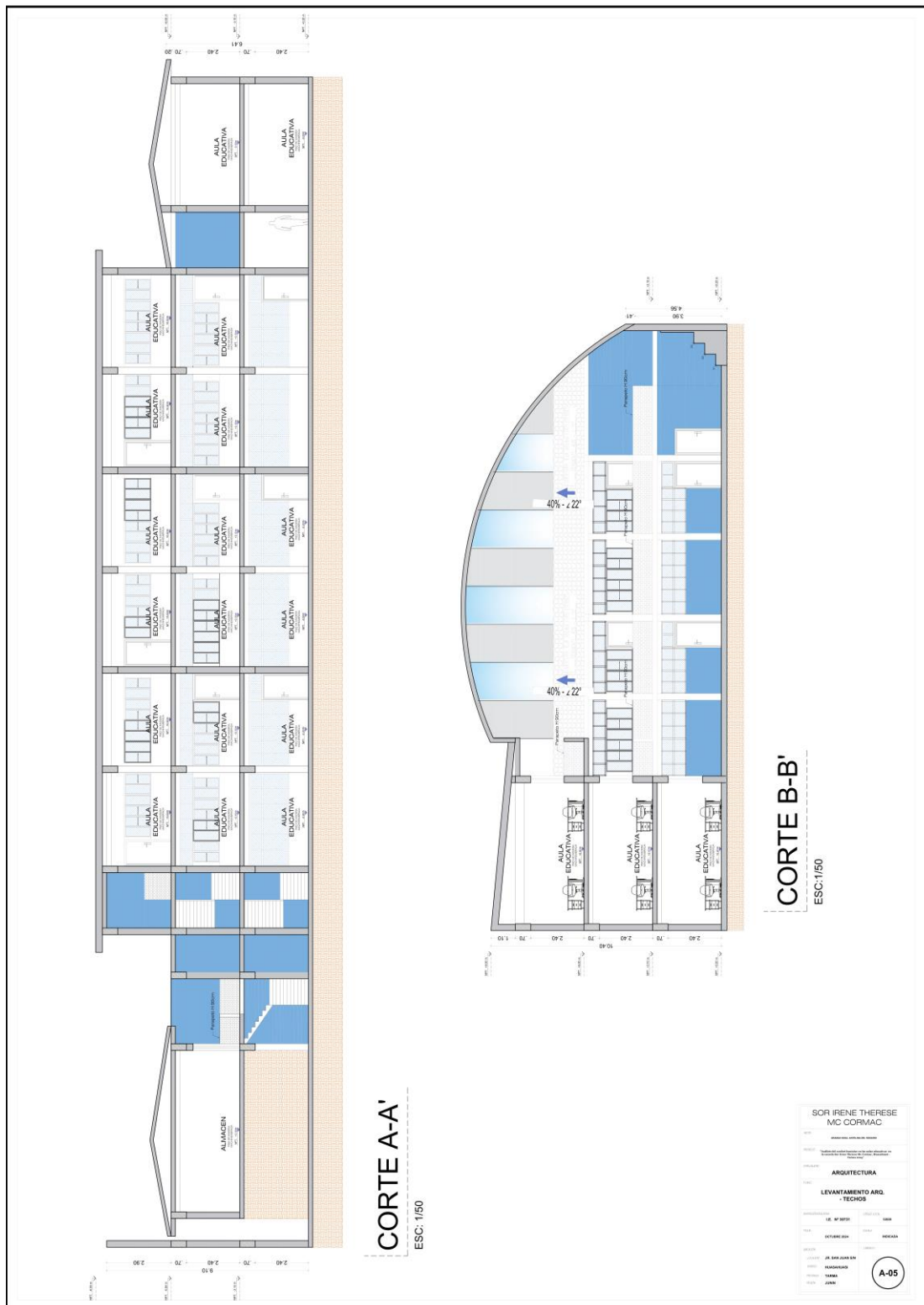
136

PLANOS 4. *Plano Arquitectura - Levantamiento del plano de techos de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.*



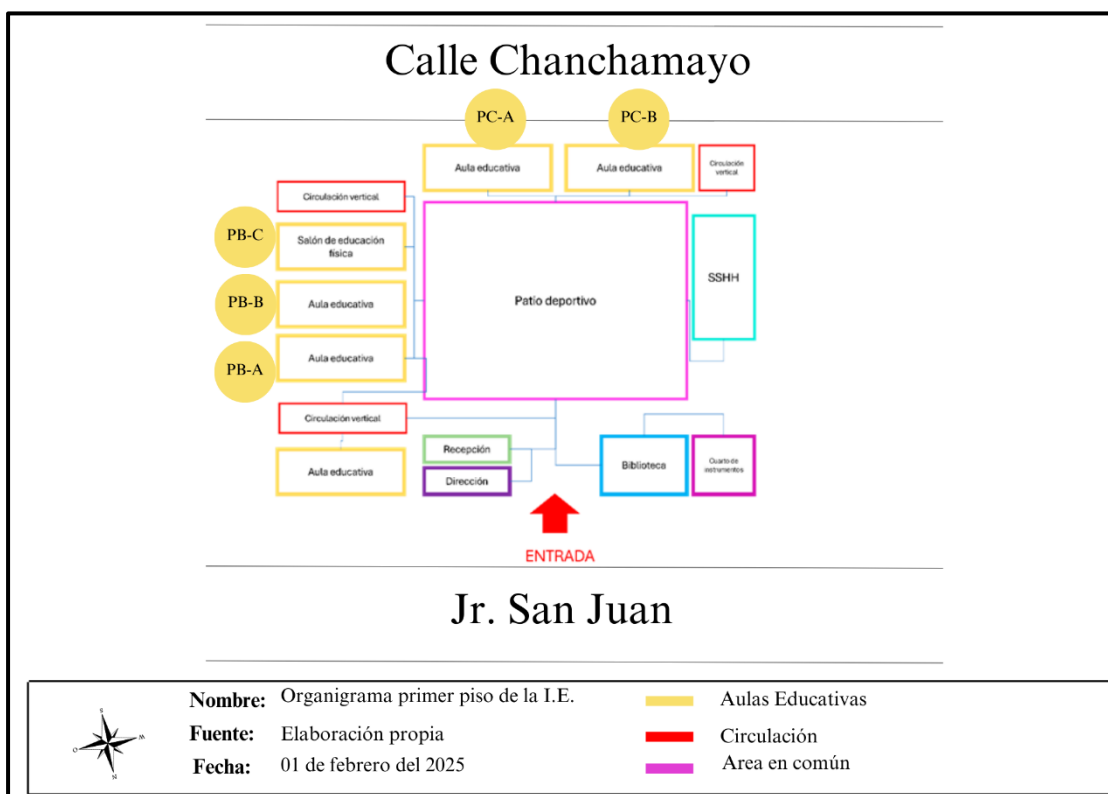
Descripción: Plano de techo.

PLANOS 5. *Plano Arquitectura - Cortes de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.*



Descripción: Plano de cortes.

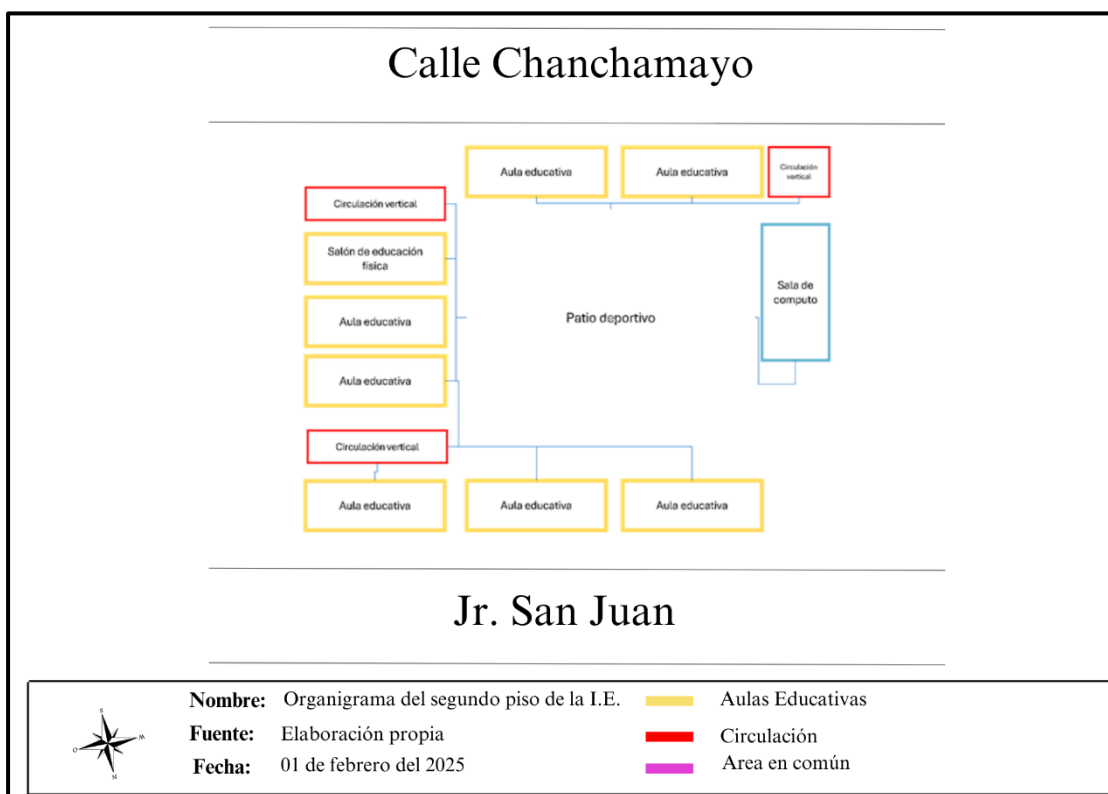
Gráfico 7. Organigrama del primer piso de la I.E. 30731



Descripción: Organigrama del primer piso de la I.E. Sor Irene actual.

Dado el espacio limitado del terreno, el centro educativo presenta una distribución eficiente que conecta todas sus áreas. La zona administrativa está situada cerca de la entrada, lo que facilita el acceso y la gestión. Los dos pabellones adyacentes están destinados exclusivamente para los estudiantes, creando un entorno enfocado en su desarrollo. Además, el diseño incluye un área de multiactividades, diseñada para llevar a cabo actividades físicas, formación y recreación, proporcionando un espacio adecuado para el juego de niños.

Gráfico 8. Organigrama del segundo piso de la I.E. 30731



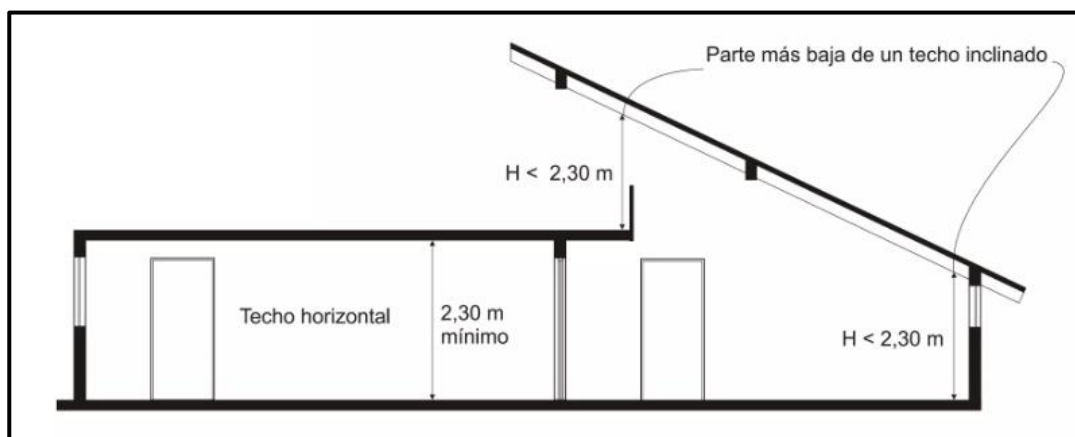
Descripción: Organigrama del segundo piso de la I.E. Sor Irene actual.

A partir del levantamiento de los planos arquitectónicos, se procederá a analizar si la institución educativa cumple con los parámetros establecidos en la Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”. Para ello, se realizará una comparativa detallada entre los requerimientos normativos y las características actuales de la infraestructura, evidenciadas mediante fotografías tomadas por la autora. Este análisis permitirá identificar las posibles discrepancias o adecuaciones necesarias para garantizar el cumplimiento de los estándares establecidos.

ART. 22 – Altura de techos

Los ambientes con techos horizontales tendrán una altura mínima de piso terminado a cielo raso de 2.30 m, las partes más bajas de los techos inclinados podrán tener una menor altura. En climas calurosos la altura deberá ser mayor.

Gráfico 9. *Altura de techos dado por la normativa.*



Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

Descripción: Altura de techos estandarizada por la normativa.

Gráfico 10. *Altura de techo de la I.E.*

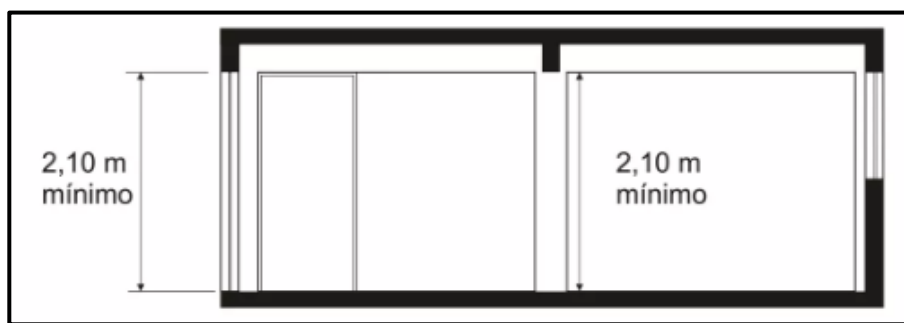


Descripción: Los techos de la I.E. se encuentran a una altura de 2.90 m, cumpliendo de esta forma con la normativa.

ART. 24 – Vigas y dinteles

Las vigas y dinteles deberán estar a una altura mínima de 2.70 m sobre el piso terminado.

Gráfico 11. *Altura de vigas dado por la normativa.*



Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

Descripción: Altura de vigas estandarizadas por la normativa.

Gráfico 12. *Altura de viga de la I.E.*



Descripción: Las vigas de la I.E. se encuentran a una altura de 2.30 m, cumpliendo de esta forma con la normativa.

ART. 19 - Ventanas y puertas vidriadas

Las ventanas dan iluminación y ventilación a los ambientes, deberán tener un cierre adecuado a las condiciones del clima y contar con carpintería de materiales compatibles con los materiales del cerramiento. Los vidrios crudos deberán contar con carpintería de soporte en todos sus lados. De lo contrario deberán ser templados.

Las ventanas deberán ser de fácil operación y en todos los casos permitir su limpieza desde la habitación que iluminan y ventilación.

El alféizar de una ventana tendrá una altura mínima de 0.90 m. En caso de que esta altura sea menor, la parte de la ventana entre el alféizar y los 0.90 m deberá ser fija y el vidrio templado o con una baranda de protección interior o exterior con elementos espaciados un máximo de 0.15 m.

Las puertas con superficies vidriadas deberán tener bandas señalizadoras entre 1.20 m y 0.90 m de altura.

Gráfico 13. *Carpintería de acuerdo del tipo de vidrio.*



Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

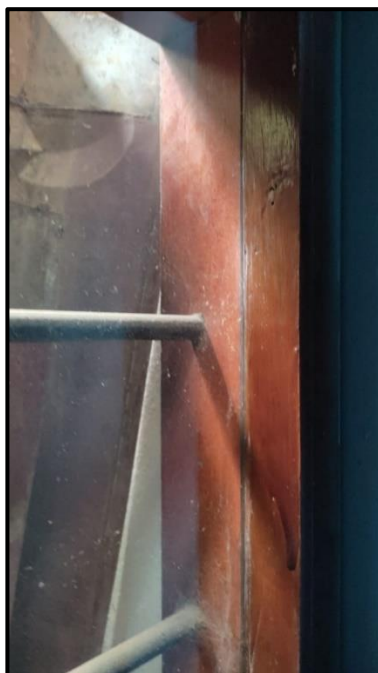
Descripción: Carpintería de acuerdo con el tipo de vidrio según la Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

Gráfico 14. *Tipo de ventana y carpintería de las aulas de la I.E.*



Descripción: Las ventanas están fabricadas con vidrio crudo, por lo que se ha diseñado la carpintería con una modulación de 45 cm de ancho y 50 de alto para garantizar su resistencia y estabilidad.

Gráfico 15. *Tipo de ventana y carpintería de las aulas de la I.E.*



Descripción: Las ventanas están fabricadas con vidrio crudo, por lo que se ha diseñado la carpintería con una modulación de 45 cm de ancho y 50 de alto para garantizar su resistencia y estabilidad.

ART. 34 – Vanos para puertas

Las dimensiones de los vanos para la instalación de puertas de acceso, comunicación y salida deberán calcularse según el uso de los ambientes a los que sirven y al tipo de usuario que emplearán, cumpliendo los siguientes requisitos.

- a) La altura mínima será de 2.10 m.
- b) Los anchos mínimos de los vanos en que instalarán puertas serán:

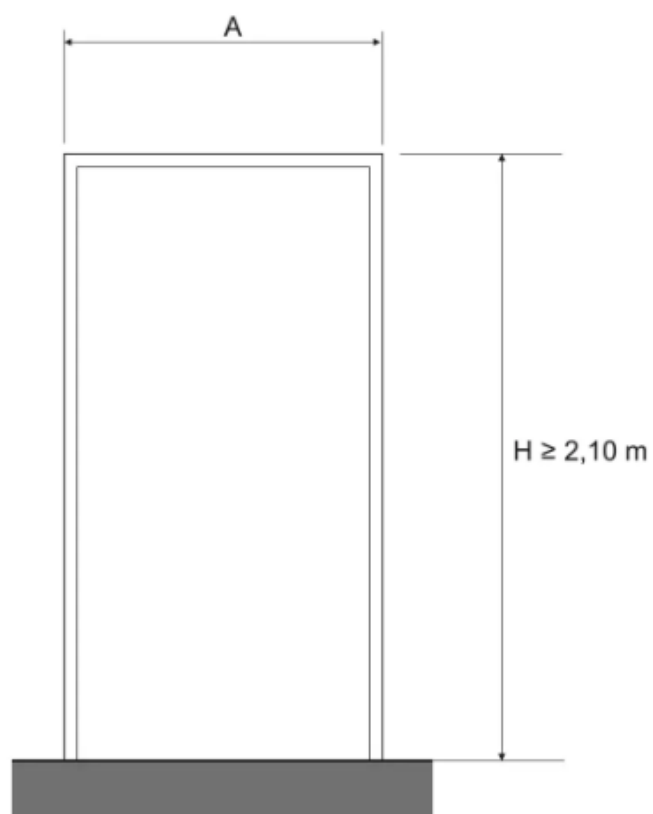
Vivienda ingreso principal 0.90 m

Vivienda habitaciones 0.80 m

Vivienda baños 0.70 m

- c) El ancho de un vano se mide entre muros terminados.

Gráfico 16. Dimensiones de las puertas.



Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

Descripción: Altura de las puertas y ancho de acuerdo con el tipo de vivienda según la Norma A.010 - “Condiciones generales de diseño”.

Gráfico 17. Tipo de puertas y dimensión de la I.E. 30731.



Descripción: Las dimensiones de las puertas de la I.E. son 1.20 m de ancho y 2.10 m de alto, cumpliendo con la Norma A.010.

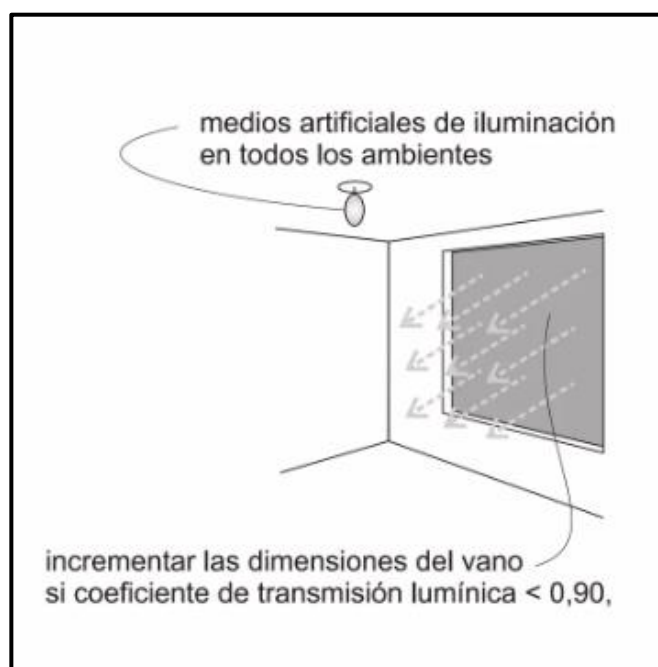
ART. 49 – Transmisión lumínica

El coeficiente de transmisión lumínica del material transparente o traslúcido que sirva de cierre de los vanos no será inferior a 0.90. En caso de ser inferior, deberán incrementarse las dimensiones del vano.

ART. 50 – Iluminación artificial

Todos los ambientes contarán, además, con medios artificiales de iluminación en los que las luminarias factibles de ser instaladas deberán proporcionar los niveles de iluminación para la función que se desarrolla en ellos, según lo establecido en la norma EM.010.

Gráfico 18. *Transmisión lumínica del material de las ventanas.*



Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

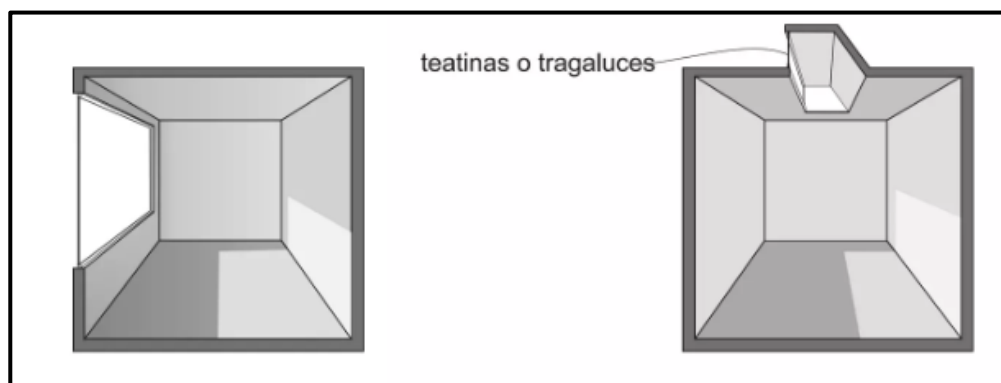
Descripción: El coeficiente de transmisión lumínica del material de los vanos no será menor a 0.90 o en todo caso deberá incrementarse las dimensiones.

ART. 47 – Iluminación natural y artificial

Los ambientes de las edificaciones contarán con componentes que aseguren la iluminación natural y artificial necesaria para el uso por sus ocupantes.

Se permitirán la iluminación natural por medio de teatinas o tragaluces.

Gráfico 19. Iluminación natural y artificial según la norma.



Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

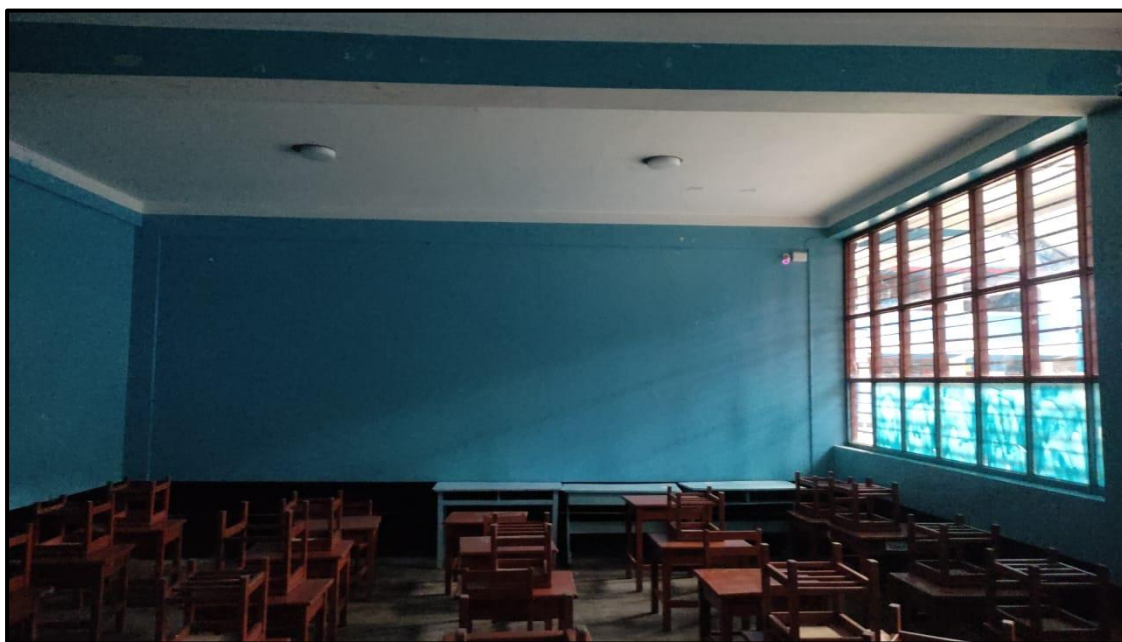
Descripción: Iluminación mediante teatinas o tragaluces.

Gráfico 20. Iluminación natural mediante ventanas.



Descripción: Las aulas están iluminadas mediante iluminación natural y artificial.

Gráfico 21. *Vidrios de la ventana de las aulas del pabellón B.*



Descripción: Los vidrios de las ventanas tanto en las aulas del pabellón B y C son vidrios crudos. Su transmisión lumínica suele ser del 80% a 90%, dependiendo de su grosor. Dado que los vidrios de la I.E. son delgadas (3mm a 6mm), la transmisión lumínica estaría cerca al 90%.

Gráfico 22. *Vidrios de la ventana de las aulas del pabellón C.*



Descripción: Los vidrios de las ventanas tanto en las aulas del pabellón B y C son vidrios crudos. Su transmisión lumínica suele ser del 80% a 90%, dependiendo de su grosor. Dado que los vidrios de la I.E. son delgadas (3mm a 6mm), la transmisión lumínica estaría cerca al 90%.

Tipo de escalera y dimensiones

El tipo de escalera que se provea depende del uso y de la altura de la edificación, de acuerdo con la siguiente tabla:

Gráfico 23. *Tabla para designar el tipo de escalera.*

	Integrada	De evacuación
Vivienda	hasta 5 niveles	más de 5 niveles
Hospedaje	hasta 3 niveles	más de 3 niveles
Educación	hasta 4 niveles	más de 4 niveles
Salud	hasta 3 niveles	más de 3 niveles
Comercio	hasta 3 niveles	más de 3 niveles
Oficinas	hasta 4 niveles	más de 4 niveles
Servicios comunales	hasta 3 niveles	más de 3 niveles
Recreación y deportes	hasta 3 niveles	más de 3 niveles
Transportes y comunicaciones	hasta 3 niveles	más de 3 niveles

Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

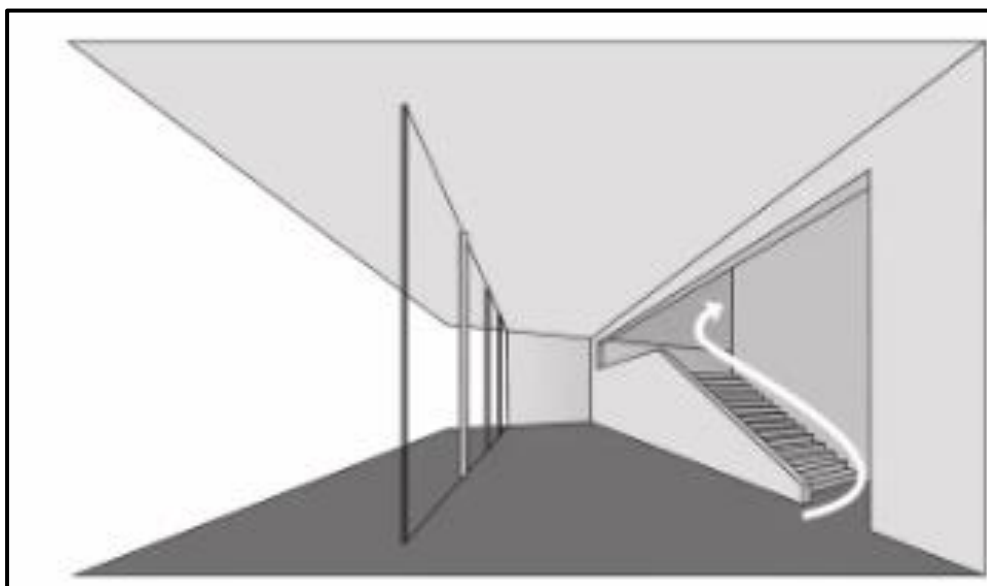
Descripción: Tabla extraída desde la Norma A.010, para designar el tipo de escalera según el uso y altura de la edificación.

Dado que el tipo de edificación es salud y actualmente existen 3 niveles, el tipo de escalera será tipo integrada.

Escaleras integradas: Son aquellas que no están aisladas de las circulaciones horizontales y cuyo objetivo es satisfacer las necesidades de tránsito de las personas entre pisos de manera fluida y visible.

- a) En las escaleras integradas, el descanso de las escaleras en el nivel del piso al que sirven puede ser el pasaje de circulación horizontal del piso.

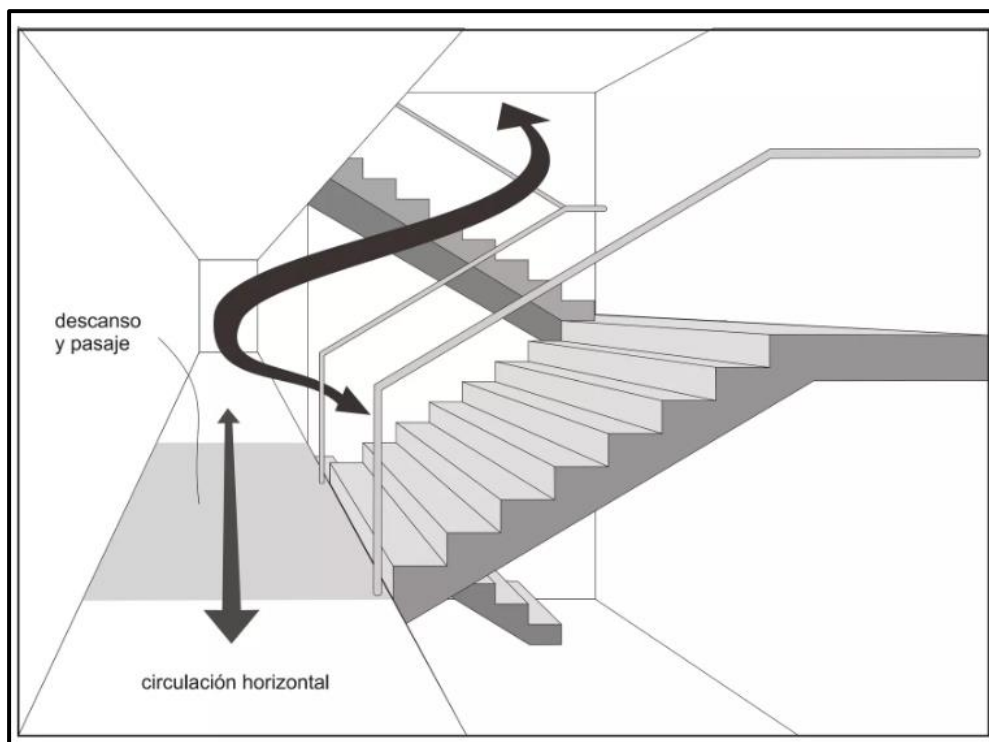
Gráfico 24. *Escalera integrada.*



Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

Descripción: Escalera integrada.

Gráfico 25. *Escalera integrada con descanso.*



Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

Descripción: Escalera integrada con descanso y pasaje.

ART. 28 – Número y ancho de escaleras

El número y ancho de las escaleras se define según la distancia del ambiente más alejado de la escalera y el número de ocupantes de la edificación a partir del segundo piso, según la siguiente tabla:

Gráfico 26. *Tabla que muestra el ancho mínimo de las escaleras.*

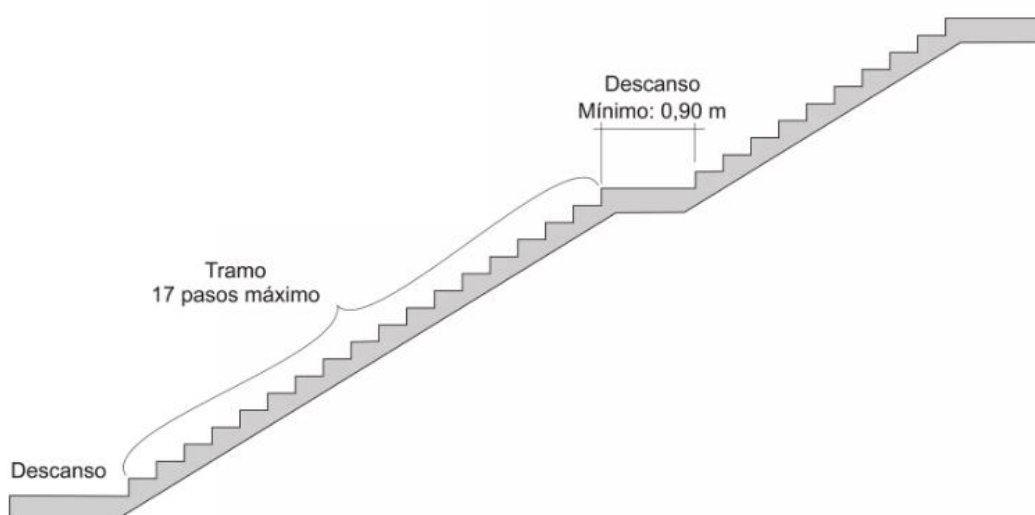
Uso residencial	ancho total requerido
De 1 a 300 ocupantes	1,20 m en escalera
De 301 a 800 ocupantes	2,40 m en 2 escaleras
De 801 a 1200 ocupantes	3,60 m en 3 escaleras
Más de 1201 ocupantes	un módulo de 0,60 m por cada 360 ocupantes

Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

Descripción: Tabla del ancho de la escalera de acuerdo al uso residencial.

- b) Las edificaciones deben tener escaleras que comuniquen todos los niveles.
- c) Las escaleras contarán con un máximo de diecisiete pasos entre descansos.
- d) La dimensión de los descansos deberá tener un mínimo de 0.90 m.

Gráfico 27. *Pasos y descanso para escaleras integradas.*

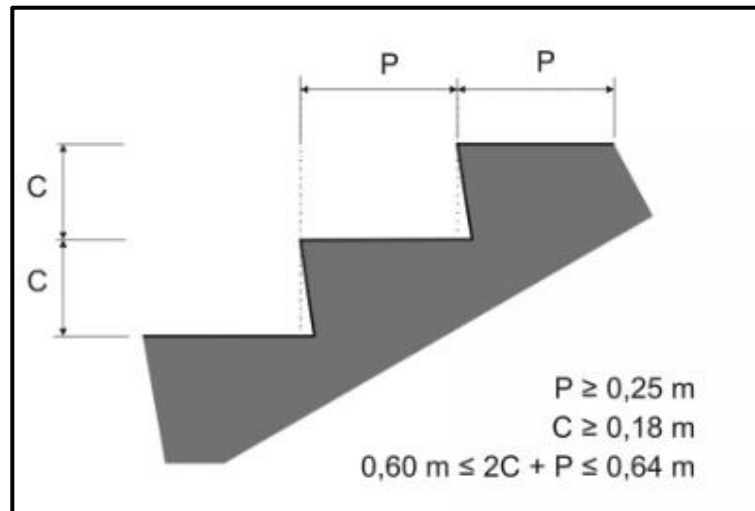


Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

Descripción: Descanso y pasos máximos por escalera integrada.

- e) En cada tramo de escalera, los pasos y los contrapasos serán uniformes, debiendo cumplir con la regla de 2 contrapasos + 1 paso debe tener entre 0.60 m y 0.64 m, con un mínimo de 0.25 m para los pasos y un máximo de 0.18 para los contrapasos, medido entre proyecciones verticales de dos bordes contiguos.

Gráfico 28. Pasos y contrapasos mínimos.



Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

Descripción: Pasos y contrapasos mínimos.

Fotografía 2. Escaleras del pabellón B.



Descripción: Escaleras lado izquierdo del pabellón B de la I.E.

Fotografía 3. *Escaleras del pabellón B.*



Descripción: Escaleras lado derecho del pabellón B de la I.E.

Fotografía 4. *Escaleras del pabellón C - tramo 2.*



Descripción: Escaleras lado derecho del pabellón C de la I.E.

Fotografía 5. Escaleras del pabellón C - tramo 1.



Descripción: Escaleras lado derecho del pabellón C de la I.E.

Fotografía 6. Pasos y contrapasos de la I.E.

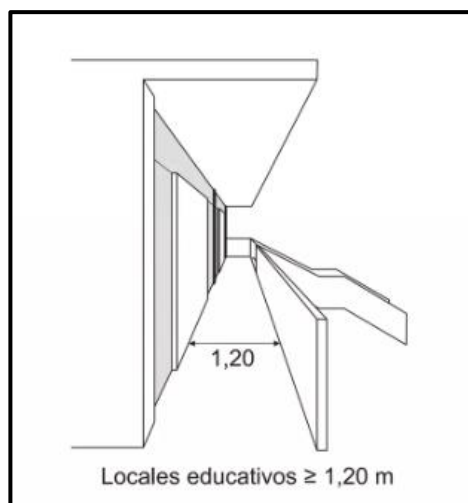


Descripción: Los contrapasos son adecuados para una I.E. primaria y los pasos cumplen con las dimensiones mínimos dados por la Norma A.010.

Circulación:

La circulación en los locales educativos no debe ser menor a 1.20 m, tal como presenta la Norma A.010.

Gráfico 29. *Circulación mínima en locales educativos.*



Fuente: Norma A.010 – “Condiciones generales de diseño”.

Descripción: La circulación mínima en locales educativos no deberá ser menor a 1.20 m.

Fotografía 7. *Circulación del segundo piso del pabellón B.*



Descripción: La circulación del segundo piso del pabellón B es de 1.20, adecuado de acuerdo a la Norma A.010.

Fotografía 8. *Circulación del primer piso del pabellón B.*



Descripción: La circulación del primer piso del pabellón B es de 1.20, adecuado de acuerdo a la Norma A.010.

Tabla 23. Ficha de observación de diseño arquitectónico del aula PB-A.

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA			
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)					
FICHA DE OBSERVACION					
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC			
Aula N° :		PB-A			
DISEÑO ARQUITECTONICO					
CRITERIOS EN RELACIÓN A LA NORMA		CALIFICACIÓN			
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	
Distribución funcional	Los espacios están bien organizados y permiten un flujo adecuado de personas.	X			
Accesibilidad	Existen rampas, señalización y facilidades para personas con discapacidad.		X		
Altura de los techos	Cumple con la altura mínima establecida por la normativa vigente.	X			
Altura de la viga	La altura de la viga cumple con la normativa y no genera obstrucciones visuales o de circulación.	X			
Carpintería	Ventanas y puertas cumplen con las dimensiones y materiales exigidos por la normativa.		X		
Dimensiones de las puertas	Ancho y altura de las puertas cumplen con la normativa para accesibilidad y evacuación.	X			
Escaleras	Paso	Dimensión del paso cumple con la normativa vigente.	X		
	Contrapaso	Dimensión del contrapaso cumple con la normativa vigente.	X		
	Ancho	Cumple con el ancho mínimo exigido en la normativa para evacuación segura.	X		
Ancho de circulación	Cumple con la dimensión mínima establecida en la normativa.	X			
OBSERVACIONES					
Totales		8	2		
Resultado		BUENO			

Descripción: La ficha de observación del aula PB-A, en relación con el diseño arquitectónico, evalúa aspectos como distribución funcional, accesibilidad, carpintería, y dimensiones de circulación en relación con la normativa vigente. De los 10 criterios, 8 han sido calificados como “Bueno” y 2 como “Regular”, lo que determina que en general el aula PB-A, cumple con un diseño arquitectónico bueno.

Tabla 24. Ficha de observación de diseño arquitectónico del aula PB-B.

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA			
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)					
FICHA DE OBSERVACION					
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC			
Aula N° :		PB-B			
DISEÑO ARQUITECTONICO					
CRITERIOS EN RELACIÓN A LA NORMA		CALIFICACIÓN			
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	
Distribución funcional	Los espacios están bien organizados y permiten un flujo adecuado de personas.		X		
Accesibilidad	Existen rampas, señalización y facilidades para personas con discapacidad.		X		
Altura de los techos	Cumple con la altura mínima establecida por la normativa vigente.	X			
Altura de la viga	La altura de la viga cumple con la normativa y no genera obstrucciones visuales o de circulación.		X		
Carpintería	Ventanas y puertas cumplen con las dimensiones y materiales exigidos por la normativa.		X		
Dimensiones de las puertas	Ancho y altura de las puertas cumplen con la normativa para accesibilidad y evacuación.	X			
Escaleras	Paso	Dimensión del paso cumple con la normativa vigente.		X	
	Contrapaso	Dimensión del contrapaso cumple con la normativa vigente.	X		
	Ancho	Cumple con el ancho mínimo exigido en la normativa para evacuación segura.	X		
Ancho de circulación	Cumple con la dimensión mínima establecida en la normativa.	X			
OBSERVACIONES					
Totales		5	5		
Resultado		BUENO			

Descripción: La ficha de observación del aula PB-B, en relación al diseño arquitectónico, evalúa aspectos como distribución funcional, accesibilidad, carpintería, y dimensiones de circulación en relación a la normativa vigente. De los 10 criterios, 5 han sido calificados como “Bueno” y 5 como “Regular”, lo que determina que en general el aula PB-B, cumple con un diseño arquitectónico bueno.

Tabla 25. Ficha de observación de diseño arquitectónico del aula PB-C.

 Universidad Continental ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA				
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110) FICHA DE OBSERVACION				
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :		PB-C		
DISEÑO ARQUITECTONICO				
CRITERIOS EN RELACIÓN A LA NORMA		CALIFICACIÓN		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO
Distribución funcional	Los espacios están bien organizados y permiten un flujo adecuado de personas.			X
Accesibilidad	Existen rampas, señalización y facilidades para personas con discapacidad.		X	
Altura de los techos	Cumple con la altura mínima establecida por la normativa vigente.	X		
Altura de la viga	La altura de la viga cumple con la normativa y no genera obstrucciones visuales o de circulación.		X	
Carpintería	Ventanas y puertas cumplen con las dimensiones y materiales exigidos por la normativa.	X		
Dimensiones de las puertas	Ancho y altura de las puertas cumplen con la normativa para accesibilidad y evacuación.		X	
Escaleras	Paso	Dimensión del paso cumple con la normativa vigente.	X	
	Contrapaso	Dimensión del contrapaso cumple con la normativa vigente.		X
	Ancho	Cumple con el ancho mínimo exigido en la normativa para evacuación segura.		X
Ancho de circulación	Cumple con la dimensión mínima establecida en la normativa.	X		
OBSERVACIONES				
Totales		4	5	1
Resultado		REGULAR		

Descripción: La ficha de observación del aula PB-C, en relación al diseño arquitectónico, evalúa aspectos como distribución funcional, accesibilidad, carpintería, y dimensiones de circulación en relación a la normativa vigente. De los 10 criterios, 4 han sido calificados como “Bueno”, 5 como “Regular” y 1 como “Malo”, lo que determina que en general el aula PB-C, cumple con un diseño arquitectónico regular.

Tabla 26. Ficha de observación de diseño arquitectónico del aula PC-A.

 Universidad Continental ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA				
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110) FICHA DE OBSERVACION				
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :		PC-A		
DISEÑO ARQUITECTONICO				
CRITERIOS EN RELACIÓN A LA NORMA		CALIFICACIÓN		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO
Distribución funcional	Los espacios están bien organizados y permiten un flujo adecuado de personas.		X	
Accesibilidad	Existen rampas, señalización y facilidades para personas con discapacidad.		X	
Altura de los techos	Cumple con la altura mínima establecida por la normativa vigente.	X		
Altura de la viga	La altura de la viga cumple con la normativa y no genera obstrucciones visuales o de circulación.		X	
Carpintería	Ventanas y puertas cumplen con las dimensiones y materiales exigidos por la normativa.	X		
Dimensiones de las puertas	Ancho y altura de las puertas cumplen con la normativa para accesibilidad y evacuación.	X		
Escaleras	Paso	Dimensión del paso cumple con la normativa vigente.	X	
	Contrapaso	Dimensión del contrapaso cumple con la normativa vigente.	X	
	Ancho	Cumple con el ancho mínimo exigido en la normativa para evacuación segura.		X
Ancho de circulación	Cumple con la dimensión mínima establecida en la normativa.		X	
OBSERVACIONES				
Totales		5	4	1
Resultado		BUENO		

Descripción: La ficha de observación del aula PC-A, en relación al diseño arquitectónico, evalúa aspectos como distribución funcional, accesibilidad, carpintería, y dimensiones de circulación en relación a la normativa vigente. De los 10 criterios, 5 han sido calificados como “Bueno”, 4 como “Regular” y 1 como “Malo”, lo que determina que en general el aula PC-A, cumple con un diseño arquitectónico bueno.

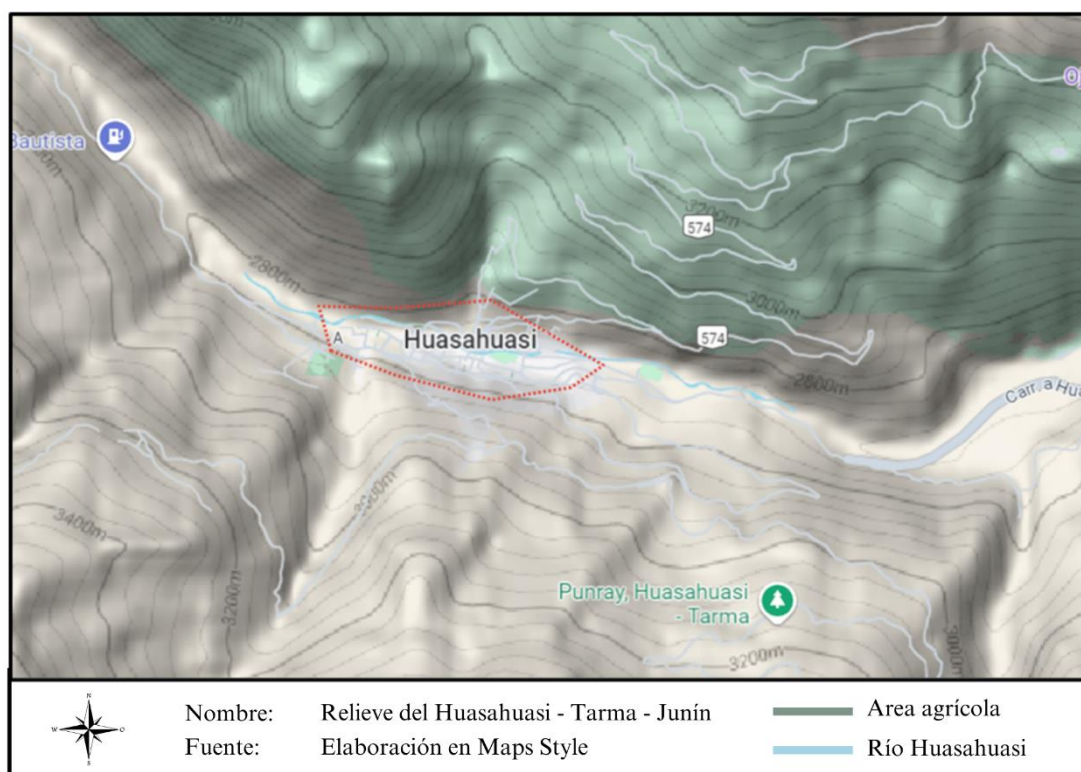
Tabla 27. Ficha de observación de diseño arquitectónico del aula PC-B.

 Universidad Continental ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA				
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110) FICHA DE OBSERVACION				
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :		PC-B		
DISEÑO ARQUITECTONICO				
CRITERIOS EN RELACIÓN A LA NORMA		CALIFICACIÓN		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO
Distribución funcional	Los espacios están bien organizados y permiten un flujo adecuado de personas.		X	
Accesibilidad	Existen rampas, señalización y facilidades para personas con discapacidad.	X		
Altura de los techos	Cumple con la altura mínima establecida por la normativa vigente.	X		
Altura de la viga	La altura de la viga cumple con la normativa y no genera obstrucciones visuales o de circulación.	X		
Carpintería	Ventanas y puertas cumplen con las dimensiones y materiales exigidos por la normativa.	X		
Dimensiones de las puertas	Ancho y altura de las puertas cumplen con la normativa para accesibilidad y evacuación.	X		
Escaleras	Paso	Dimensión del paso cumple con la normativa vigente.		X
	Contrapaso	Dimensión del contrapaso cumple con la normativa vigente.	X	
	Ancho	Cumple con el ancho mínimo exigido en la normativa para evacuación segura.	X	
Ancho de circulación	Cumple con la dimensión mínima establecida en la normativa.	X		
OBSERVACIONES				
Totales		8	2	
Resultado		BUENO		

Descripción: La ficha de observación del aula PC-B, en relación al diseño arquitectónico, evalúa aspectos como distribución funcional, accesibilidad, carpintería, y dimensiones de circulación en relación con la normativa vigente. De los 10 criterios, 8 han sido calificados como “Bueno” y 2 como “Regular”, lo que determina que en general el aula PC-B, cumple con un diseño arquitectónico bueno.

4.1.3. Emplazamiento:

Gráfico 30. *Relieve del distrito de Huasahuasi.*



Descripción: Relieve del distrito de Huasahuasi extraído desde maps style.

El análisis del emplazamiento de la institución educativa revela que el espacio disponible para cualquier posible ampliación está limitado por las construcciones colindantes. En los bordes del terreno, se encuentran viviendas particulares que imposibilitan la expansión horizontal de la infraestructura educativa, lo que reduce significativamente las oportunidades de crecimiento físico. Esta situación plantea un desafío considerable para futuras intervenciones o mejoras que requieran un aumento en la capacidad o en los espacios disponibles para actividades académicas y recreativas.

Gráfico 31. Mapeo del emplazamiento por número de pisos de viviendas cercanas



Descripción: Mapeo del emplazamiento de acuerdo al número de pisos de las viviendas cercanas a la institución educativa.

A pesar de estas limitaciones, el entorno inmediato ofrece algunos elementos favorables para la comunidad educativa. En las cercanías, se localizan áreas verdes y parques que puede ser utilizados como espacios complementarios para actividades recreativas o deportivas, lo que podría compensar parcialmente a falta de expansión interna. Además, la presencia de un puesto policial cercano brinda una sensación de seguridad adicional, contribuyendo con un ambiente protegido tanto para los estudiantes como para el personal.

Asimismo, la proximidad a la municipalidad distrital facilita el acceso a servicios y trámites administrativos, lo que puede ser de utilidad en la gestión diaria de la institución. Estos factores externos, aunque no solucionan las limitaciones espaciales de la institución, ofrecen de un valor añadido en términos de seguridad, recreación y conectividad con las instituciones locales, lo que es un aspecto relevante a la hora de evaluar el emplazamiento en su conjunto.

Tabla 28. Emplazamiento (accesibilidad y servicios) del distrito

ACCESIBILIDAD Y SERVICIOS	EMPLAZAMIENTO				
	CUANTITATIVO				
	CERCANIA A VIAS PUBLICAS	Calle Chanchamayo	1.20m desde la puerta posterior	1.2m x segundo tiempo aproximado de un niño	1 segundo
		Calle Lima	1.5m desde la puerta principal		1.25 segundos
	CERCANIA A AREAS PUBLICAS	Parque Principal de Huasahuasi	58.00 desde la puerta principal		48.3 segundos
		Parque el Agricultor	97.80m desde la puerta principal		81.5 segundos
	EQUIPAMIENTO CERCANOS	PNP	75.80m desde la puerta principal		63.17 segundos
		Municipalidad Distrital de Huasahuasi	115.30m desde la puerta principal		96.08 segundos
		Parroquia de Huasahuasi	95.00m desde la puerta principal		79.17 segundos
	CUALITATIVO				
	1 (PESIMO)	2 (MALO)	3 (REGULAR)	4 (BUENO)	5 (MUY BUENO)
Mantenimiento	Seguridad	Accesibilidad	Equipamiento y facilidades	Conservacion ambiental	
La limpieza y cuidado .	Presencia de iluminacion adecuada y de personal de seguridad.	Es necesario que sea viable para todas las personas, incluyendo a las personas con discapacidad.	Presencia de area de juegos, bancos, baños publicos y otras cosas.	La proteccion y preservacion del entorno natural para su sostenibilidad.	
EVALUACION DE LAS AREAS CERCANAS Y SERVICIOS					
CERCANA A VIAS PUBLICAS	Calle Chanchamayo	Mantenimiento	1	2	
		Seguridad	0		
		Accesibilidad	1		
		Equipamiento y facilidades	0		
		Conservacion ambiental	0		
	Calle Lima	Mantenimiento	1	3	
		Seguridad	1		
		Accesibilidad	1		
		Equipamiento y facilidades	0		
		Conservacion ambiental	0		
CERCANIA A AREAS PUBLICAS	Parque Principal de Huasahuasi	Mantenimiento	1	4	
		Seguridad	0		
		Accesibilidad	1		
		Equipamiento y facilidades	1		
		Conservacion ambiental	1		
	Parque el Agricultor	Mantenimiento	0	2	
		Seguridad	0		
		Accesibilidad	1		
		Equipamiento y facilidades	1		
		Conservacion ambiental	0		
EQUIPAMIENTOS CERCANOS	PNP	Mantenimiento	1	4	
		Seguridad	1		
		Accesibilidad	1		
		Equipamiento y facilidades	1		
		Conservacion ambiental	0		
	Municipalidad Distrital de Huasahuasi	Mantenimiento	1	4	
		Seguridad	1		
		Accesibilidad	1		
		Equipamiento y facilidades	1		
		Conservacion ambiental	0		
	Parroquia de Huasahuasi	Mantenimiento	1	4	
		Seguridad	1		
		Accesibilidad	1		
		Equipamiento y facilidades	1		
		Conservacion ambiental	0		

Descripción: Tabla de emplazamiento y análisis de accesos y servicios cerca de la institución educativa.

El análisis del emplazamiento de la escuela es crucial para determinar el confort lumínico en las aulas. Ubicada en una zona con viviendas colindantes que limitan la entrada de luz natural desde ciertos ángulos, la disposición física de la escuela influye directamente en la cantidad y calidad de iluminación natural que ingresa a los salones de clase. No obstante, la evaluación ha revelado que, en ciertos momentos del día, las aulas orientadas hacia las viviendas vecinas experimentan unas reducciones la iluminación natural, lo que impacta en la visibilidad y el confort visual de los estudiantes. Por lo tanto, el emplazamiento no solo condiciona el acceso a luz natural, sino que también influye en las posibles estrategias arquitectónicas para mejorar la iluminación interna, como la incorporación de soluciones pasivas para optimizar el confort lumínico en toda la escuela.

Tabla 29. Ficha de observación de emplazamiento del aula PB-A.

 Universidad Continental UNIVERSIDAD CONTINENTAL ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110) FICHA DE OBSERVACIÓN					
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC			
Aula N° :		PB-A			
EMPLAZAMIENTO					
ITEMS			CALIFICACIÓN		
CRITERIO	FACTORES	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO
Ubicación respecto al entorno	Relación con la comunidad	Grado de interacción y cooperación entre la I.E. y los residentes locales.	X		
	Cercanía a servicios básicos	Accesibilidad a infraestructuras esenciales.		X	
	Condiciones del terreno (pendiente, estabilidad, riesgoso)	Se evaluará como "Bueno" si hay estabilidad. Regular si hay una pendiente. Malo si es riesgoso por posibles riesgos geológicos o pendientes.	X		
Accesos y circulación	Seguridad en los accesos (peatonales y vehiculares)	Facilidad y protección para el acceso de personas a la I.E. y salida de la misma.		X	
	Claridad y señalización en los accesos	Visibilidad y correcta identificación de rutas y entradas, asegurando que se pueda circular sin confusión.	X		
	Conectividad con vías públicas	Facilidad de acceso a la red vial pública, lo que determina la disponibilidad de transporte.		X	
Condiciones ambientales	Nivel de ruido en la zona	Intensidad de los sonidos producidos. Bueno si no hay sonidos molestos o persistentes. Regular si hay sonidos no molestos pero persistentes. Malo si hay sonidos molestos y persistentes.		X	
	Calidad del aire (contaminación)	Buena si ICA = 0 a 50 (Color verde). Regular si ICA= 51 a 100 (Color amarillo). Mala si ICA = 101 a 150 (Color naranja).	X		
	Factores de riesgo ambiental (inundaciones, deslizamientos, etc.)	Posibilidad de que eventos naturales como inundaciones o deslizamientos de tierra afecten a la I.E.	X		
Observaciones					
Totales			5	4	
Resultado			BUENO		

Descripción: La ficha de observación del aula PB-A, en relación con el emplazamiento, evalúa aspectos como la relación con la comunidad, accesibilidad a servicios básicos, seguridad en los accesos, conectividad vial, entre otros. De los 9 criterios analizados, 5 han sido calificados como “Bueno” y 4 como “Regular”. En consecuencia, se determina que el emplazamiento del aula PB-A presenta una calificación de bueno.

Tabla 30. Ficha de observación de emplazamiento del aula PB-B.

 Universidad Continental UNIVERSIDAD CONTINENTAL ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110) FICHA DE OBSERVACIÓN					
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC			
Aula N° :		PB-B			
EMPLAZAMIENTO					
ITEMS			CALIFICACIÓN		
CRITERIO	FACTORES	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO
Ubicación respecto al entorno	Relación con la comunidad	Grado de interacción y cooperación entre la I.E. y los residentes locales.		X	
	Cercanía a servicios básicos	Accesibilidad a infraestructuras esenciales.	X		
	Condiciones del terreno (pendiente, estabilidad, riesgoso)	Se evaluará como "Bueno" si hay estabilidad. Regular si hay una pendiente. Malo si es riesgoso por posibles riesgos geológicos o pendientes.		X	
Accesos y circulación	Seguridad en los accesos (peatonales y vehiculares)	Facilidad y protección para el acceso de personas a la I.E. y salida de la misma.		X	
	Claridad y señalización en los accesos	Visibilidad y correcta identificación de rutas y entradas, asegurando que se pueda circular sin confusión.		X	
	Conectividad con vías públicas	Facilidad de acceso a la red vial pública, lo que determina la disponibilidad de transporte.	X		
Condiciones ambientales	Nivel de ruido en la zona	Intensidad de los sonidos producidos. Bueno si no hay sonidos molestos o persistentes. Regular si hay sonidos no molestos pero persistentes. Malo si hay sonidos molestos y persistentes.		X	
	Calidad del aire (contaminación)	Buena si ICA = 0 a 50 (Color verde). Regular si ICA= 51 a 100 (Color amarillo). Mala si ICA = 101 a 150 (Color naranja).	X		
	Factores de riesgo ambiental (inundaciones, deslizamientos, etc.)	Posibilidad de que eventos naturales como inundaciones o deslizamientos de tierra afecten a la I.E.		X	
Observaciones					
Totales			3	6	
Resultado			REGULAR		

Descripción: La ficha de observación del aula PB-B, en relación con el emplazamiento, evalúa aspectos como la relación con la comunidad, accesibilidad a servicios básicos, seguridad en los accesos, conectividad vial, entre otros. De los 9 criterios analizados, 3 han sido calificados como “Bueno” y 6 como “Regular”. En consecuencia, se determina que el emplazamiento del aula PB-B presenta una calificación de regular.

Tabla 31. Ficha de observación de emplazamiento del aula PB-C.

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA				
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110) FICHA DE OBSERVACIÓN						
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC				
Aula N° :		PB-C				
EMPLAZAMIENTO						
ITEMS			CALIFICACIÓN			
CRITERIO	FACTORES	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	
Ubicación respecto al entorno	Relación con la comunidad	Grado de interacción y cooperación entre la I.E. y los residentes locales.		X		
	Cercanía a servicios básicos	Accesibilidad a infraestructuras esenciales.		X		
	Condiciones del terreno (pendiente, estabilidad, riesgoso)	Se evaluará como "Bueno" si hay estabilidad. Regular si hay una pendiente. Malo si es riesgoso por posibles riesgos geológicos o pendientes.		X		
Accesos y circulación	Seguridad en los accesos (peatonales y vehiculares)	Facilidad y protección para el acceso de personas a la I.E. y salida de la misma.	X			
	Claridad y señalización en los accesos	Visibilidad y correcta identificación de rutas y entradas, asegurando que se pueda circular sin confusión.		X		
	Conectividad con vías públicas	Facilidad de acceso a la red vial pública, lo que determina la disponibilidad de transporte.		X		
Condiciones ambientales	Nivel de ruido en la zona	Intensidad de los sonidos producidos. Bueno si no hay sonidos molestos o persistentes. Regular si hay sonidos no molestos pero persistentes. Malo si hay sonidos molestos y persistentes.		X		
	Calidad del aire (contaminación)	Buena si ICA = 0 a 50 (Color verde). Regular si ICA= 51 a 100 (Color amarillo). Mala si ICA = 101 a 150 (Color naranja).	X			
	Factores de riesgo ambiental (inundaciones, deslizamientos, etc.)	Posibilidad de que eventos naturales como inundaciones o deslizamientos de tierra afecten a la I.E.	X			
Observaciones						
Totales			3	6		
Resultado			REGULAR			

Descripción: La ficha de observación del aula PB-C, en relación con el emplazamiento, evalúa aspectos como la relación con la comunidad, accesibilidad a servicios básicos, seguridad en los accesos, conectividad vial, entre otros. De los 9 criterios analizados, 3 han sido calificados como “Bueno” y 6 como “Regular”. En consecuencia, se determina que el emplazamiento del aula PB-C presenta una calificación de regular.

Tabla 32. Ficha de observación de emplazamiento del aula PC-A.

 Universidad Continental UNIVERSIDAD CONTINENTAL ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110) FICHA DE OBSERVACIÓN					
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC			
Aula N° :		PC-A			
EMPLAZAMIENTO					
ITEMS			CALIFICACIÓN		
CRITERIO	FACTORES	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO
Ubicación respecto al entorno	Relación con la comunidad	Grado de interacción y cooperación entre la I.E. y los residentes locales.		X	
	Cercanía a servicios básicos	Accesibilidad a infraestructuras esenciales.		X	
	Condiciones del terreno (pendiente, estabilidad, riesgoso)	Se evaluará como "Bueno" si hay estabilidad. Regular si hay una pendiente. Malo si es riesgoso por posibles riesgos geológicos o pendientes.		X	
Accesos y circulación	Seguridad en los accesos (peatonales y vehiculares)	Facilidad y protección para el acceso de personas a la I.E. y salida de la misma.		X	
	Claridad y señalización en los accesos	Visibilidad y correcta identificación de rutas y entradas, asegurando que se pueda circular sin confusión.		X	
	Conectividad con vías públicas	Facilidad de acceso a la red vial pública, lo que determina la disponibilidad de transporte.		X	
Condiciones ambientales	Nivel de ruido en la zona	Intensidad de los sonidos producidos. Bueno si no hay sonidos molestos o persistentes. Regular si hay sonidos no molestos pero persistentes. Malo si hay sonidos molestos y persistentes.	X		
	Calidad del aire (contaminación)	Buena si ICA = 0 a 50 (Color verde). Regular si ICA= 51 a 100 (Color amarillo). Mala si ICA = 101 a 150 (Color naranja).	X		
	Factores de riesgo ambiental (inundaciones, deslizamientos, etc.)	Posibilidad de que eventos naturales como inundaciones o deslizamientos de tierra afecten a la I.E.	X		
Observaciones					
Totales			3	6	
Resultado			REGULAR		

Descripción: La ficha de observación del aula PC-A, en relación con el emplazamiento, evalúa aspectos como la relación con la comunidad, accesibilidad a servicios básicos, seguridad en los accesos, conectividad vial, entre otros. De los 9 criterios analizados, 3 han sido calificados como “Bueno” y 6 como “Regular”. En consecuencia, se determina que el emplazamiento del aula PC-A presenta una calificación de regular.

Tabla 33. Ficha de observación de emplazamiento del aula PC-B.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110) FICHA DE OBSERVACIÓN					
INSTITUCIÓN EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC			
Aula N° :		PC-B			
EMPLAZAMIENTO					
ITEMS			CALIFICACIÓN		
CRITERIO	FACTORES	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO
Ubicación respecto al entorno	Relación con la comunidad	Grado de interacción y cooperación entre la I.E. y los residentes locales.		X	
	Cercanía a servicios básicos	Accesibilidad a infraestructuras esenciales.		X	
	Condiciones del terreno (pendiente, estabilidad, riesgoso)	Se evaluará como "Bueno" si hay estabilidad. Regular si hay una pendiente. Malo si es riesgoso por posibles riesgos geológicos o pendientes.	X		
Accesos y circulación	Seguridad en los accesos (peatonales y vehiculares)	Facilidad y protección para el acceso de personas a la I.E. y salida de la misma.			X
	Claridad y señalización en los accesos	Visibilidad y correcta identificación de rutas y entradas, asegurando que se pueda circular sin confusión.		X	
	Conectividad con vías públicas	Facilidad de acceso a la red vial pública, lo que determina la disponibilidad de transporte.	X		
Condiciones ambientales	Nivel de ruido en la zona	Intensidad de los sonidos producidos. Bueno si no hay sonidos molestos o persistentes. Regular si hay sonidos no molestos pero persistentes. Malo si hay sonidos molestos y persistentes.		X	
	Calidad del aire (contaminación)	Buena si ICA = 0 a 50 (Color verde). Regular si ICA= 51 a 100 (Color amarillo). Mala si ICA = 101 a 150 (Color naranja).	X		
	Factores de riesgo ambiental (inundaciones, deslizamientos, etc.)	Posibilidad de que eventos naturales como inundaciones o deslizamientos de tierra afecten a la I.E.		X	
Observaciones					
Totales			3	5	1
Resultado			REGULAR		

Descripción: La ficha de observación del aula PC-B, en relación con el emplazamiento, evalúa aspectos como la relación con la comunidad, accesibilidad a servicios básicos, seguridad en los accesos, conectividad vial, entre otros. De los 9 criterios analizados, 3 han sido calificados como “Bueno”, 5 como “Regular” y 1 como “Malo”. En consecuencia, se determina que el emplazamiento del aula PC-B presenta una calificación de regular.

4.1.2. Materialidad:

Las aulas del centro educativo presentan un piso de madera de color oscuro, combinado con un acabado esmaltado de color azulino en las paredes y un cielo raso de tonalidad crema. Este tipo de materialidad no resulta óptima, especialmente en ambientes pequeños, ya que la combinación

de colores oscuros y el diseño actual tienden a absorber la luz en lugar de reflejarla. Esto genera una percepción de reducción del espacio y un ambiente poco iluminado, lo que afecta negativamente la comodidad y el bienestar de los estudiantes.

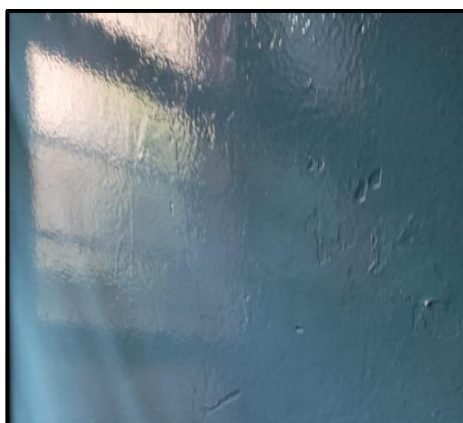
Tabla 34. Factores de relevancia para colores y tipos de acabados según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

Color	Factor de Reflexión	Material	Factor de Reflexión
Blanco	.70 - .85	Mortero claro	.35 - .55
Gris claro	.40 - .50	Mortero oscuro	.20 - .30
Gris oscuro	.10 - .20	Hormigón claro	.30 - .50
Negro	.03 - .07	Hormigón oscuro	.15 - .25
Crema	.50 - .75	Arenisca clara	.30 - .40
Amarillo claro	.50 - .75	Arenisca oscura	.15 - .25
Marrón claro	.30 - .40	Ladrillo claro	.30 - .40
Marrón oscuro	.10 - .20	Ladrillo oscuro	.15 - .25
Rosado	.45 - .55	Mármol blanco	.60 - .70
Rojo claro	.30 - .50	Granito	.15 - .25
Rojo oscuro	.10 - .25	Madera clara	.30 - .50
Verde claro	.45 - .65	Madera oscura	.10 - .25
Verde oscuro	.10 - .20	Aluminio mate	.55 - .60
Azul claro	.40 - .55	Aluminio brillante	.80 - .85
Azul oscuro	.05 - .15	Acero pulido	.55 - .65

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (46)

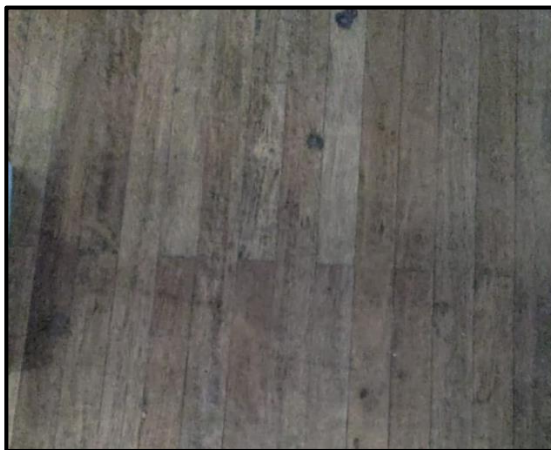
Descripción: Tabla que indica el factor de reflexión de acuerdo con el color y material según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Fotografía 9. Paredes de las aulas de la I.E.



Descripción: Color y tipo de las paredes de las aulas educativas.

Fotografía 10. *Pisos de las aulas de la I.E.*



Descripción: Color y tipo de los pisos de las aulas educativas.

Además, se observa que los materiales utilizados en las aulas son poco reflectivos y no cumplen con la normativa vigente que establece la necesidad de contar con superficies lavables y que favorezcan una adecuada reflectividad de la luz. La elección de materiales que no promueven una buena calidad de iluminación contribuye a una disminución en el nivel de iluminación natural en las aulas, lo que podría resultar en un entorno menos propicio para el aprendizaje. La falta de cumplimiento con estos estándares no solo afecta la calidad de la iluminación, sino que también puede repercutirse en la salud visual de los estudiantes y su capacidad para concentrarse. Por lo tanto, es fundamental reconsiderar la selección de materiales en el diseño de los espacios educativos para asegurar un ambiente más luminoso.

Tabla 35. Ficha de observación de materialidad del aula PB-A.

 Universidad Continental ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA						
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024 Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)						
FICHA DE OBSERVACION						
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC				
Aula N° :		PB-A				
MATERIALIDAD						
CRITERIO		ITEMS	CALIFICACIÓN			
		DATO	BUENO	REGULAR	MALO	
MUROS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 30% a 70% de reflectancia. Se considerará regular entre el 25% a 30% y 70% a 75% y malo si es menos de 25% o mayor al 75%.	X			
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros o cálidos suaves (beige, gris). Regular a los tonos saturados o con mucho contraste visual. Malos si son muy oscuros o muy brillantes.		X		
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si no hay fisuras ni humedad. Regular a las pequeñas fisuras superficiales o signos leves de humedad. Malo a las grietas, humedad evidente, moho o desprendimiento.		X		
TECHOS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 70% y 90% de reflectancia. Se considerará regular entre el 50% y 70% y malo si es menos de 50%.	X			
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos muy claros y al blanco. Regular a los tonos medios. Malo a los tonos oscuros que disminuyen la iluminación.	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si la superficie esta en excelentes estados. Regular a las fisuras leves o pequeñas manchas de humedad. Malo a las grietas pronunciadas, filtraciones o moho.	X			
PISOS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 20% a 50%. Regular entre el 10% a 20% y 50% a 60% de reflectancia aceptable. Malo a las reflectancias menos de 10% o mayor al 60%.	X			
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros o cálidos suaves (beige, gris). Regular a los tonos saturados o con mucho contraste visual. Malos si son muy oscuros o muy brillantes.			X	
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si no hay fisuras ni humedad. Regular a las pequeñas fisuras superficiales o signos leves de humedad. Malo a las grietas, filtraciones o desgaste severo.		X		
CARPINTERIA (MARCO DE VENTANA)	Materialidad del marco (madera, aluminio)	Se considerará bueno a la madera tratada para minimizar pérdidas térmicas. Regular si la madera esta sin protección adecuada. Mala si son materiales con alta conductividad térmica o en mal estado.		X		
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros. Regular a los tonos oscuros en climas cálidos o claros en climas fríos. Malo a los tonos que generan contrastes incómodos.	X			
	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará bueno si son acabados mate o semibrillantes. Regular si los acabados llevan cierto brillo molesto. Malo si los acabados son altamente reflectantes.	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará bueno si no hay fisuras, desgaste en la pintura o sellado. Regular si hay pequeños desgastes o sellados deteriorados. Malo si hay grietas o filtraciones de aire.		X		
CARPINTERIA (VENTANAS)	TIPO	CRUDO	Son vidrios sin aislamiento ni seguridad. Si existe en la I.E. será marcado como "Malo".			X
		SEMITEMPLADO	Son vidrios con protección media. Si existe en la I.E. será marcado como "Regular".			
		TEMPLADO	"Bueno".			
	Transmitancia	1.8 W/m2K y 2.2 W/m2K a 2.7 W/m2K. Malo si es menor a 1.3 W/m2K o mayor a 2.7	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará bueno si no hay grietas ni condensación. Regular si hay condensación leve o pequeños defectos. Malo si hay grietas, filtraciones o condensación excesiva.	X			
Observaciones						
Totales			9	5	2	
Resultado			BUENO			

Descripción: La ficha de observación del aula PB-A, en relación con la materialidad, analiza aspectos como la reflectancia, el estado de conservación y la calidad de los materiales. De los 16 criterios evaluados, 9 han sido calificados como “Bueno”, 5 como “Regular” y 2 como “Malo”. En consecuencia, la materialidad del aula PB-A recibe una calificación de bueno.

Tabla 36. Ficha de observación de materialidad del aula PB-B.

 Universidad Continental ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA						
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024 Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110) FICHA DE OBSERVACION						
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC				
Aula N° :		PB-B				
MATERIALIDAD						
CRITERIO		ITEMS	CALIFICACIÓN			
		DATO	BUENO	REGULAR	MALO	
MUROS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 30% a 70% de reflectancia. Se considerará regular entre el 25% a 30% y 70% a 75% y malo si es menos de 25% o mayor al 75%.		X		
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros o cálidos suaves (beige, gris). Regular a los tonos saturados o con mucho contraste visual. Malos si son muy oscuros o muy brillantes.	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si no hay fisuras ni humedad. Regular a las pequeñas fisuras superficiales o signos leves de humedad. Malo a las grietas, humedad evidente, moho o desprendimiento.		X		
TECHOS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 70% y 90% de reflectancia. Se considerará regular entre el 50% y 70% y malo si es menos de 50%.		X		
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos muy claros y al blanco. Regular a los tonos medios. Malo a los tonos oscuros que disminuyen la iluminación.	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si la superficie esta en excelentes estados. Regular a las fisuras leves o pequeñas manchas de humedad. Malo a las grietas pronunciadas, filtraciones o moho.			X	
PIBOS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 20% a 50%. Regular entre el 10% a 20% y 50% a 60% de reflectancia aceptable. Malo a las reflectancias menos de 10% o mayor al 60%.		X		
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros o cálidos suaves (beige, gris). Regular a los tonos saturados o con mucho contraste visual. Malos si son muy oscuros o muy brillantes.		X		
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si no hay fisuras ni humedad. Regular a las pequeñas fisuras superficiales o signos leves de humedad. Malo a las grietas, filtraciones o desgaste severo.		X		
CARPINTERIA (MARCO DE VENTANA)	Materialidad del marco (madera, aluminio)	Se considerará bueno a la madera tratada para minimizar pérdidas térmicas. Regular si la madera esta sin protección adecuada. Mala si son materiales con alta conductividad térmica o en mal estado.			X	
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros. Regular a los tonos oscuros en climas cálidos o claros en climas fríos. Malo a los tonos que generan contrastes incómodos.	X			
	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará bueno si son acabados mate o semibrillantes. Regular si los acabados llevan cierto brillo molesto. Malo si los acabados son altamente reflectantes.	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará bueno si no hay fisuras, desgaste en la pintura o sellado. Regular si hay pequeños desgastes o sellados deteriorados. Malo si hay grietas o filtraciones de aire.		X		
CARPINTERIA (VENTANAS)	TIPO	CRUDO	Son vidrios sin aislamiento ni seguridad. Si existe en la I.E. será marcado como "Malo".			X
		SEMITEMPLADO	Son vidrios con protección media. Si existe en la I.E. será marcado como "Regular".			
		TEMPLADO	"Bueno".			
	Transmitancia	1.8 W/m2K a 2.2 W/m2K a 2.7 W/m2K. Malo si es menor a 1.3 W/m2K o mayor a 2.7	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará bueno si no hay grietas ni condensación. Regular si hay condensación leve o pequeños defectos. Malo si hay grietas, filtraciones o condensación excesiva.	X			
Observaciones						
Totales			6	7	3	
Resultado			REGULAR			

Descripción: La ficha de observación del aula PB-B, en relación con la materialidad, analiza aspectos como la reflectancia, el estado de conservación y la calidad de los materiales. De los 16 criterios evaluados, 6 han sido calificados como “Bueno”, 7 como “Regular” y 3 como “Malo”. En consecuencia, la materialidad del aula PB-B recibe una calificación de regular.

Tabla 37. Ficha de observación de materialidad del aula PB-C.

 Universidad Continental ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA						
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024 Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)						
FICHA DE OBSERVACION						
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC				
Aula N° :		PB-C				
MATERIALIDAD						
CRITERIO		ITEMS	CALIFICACIÓN			
		DATO	BUENO	REGULAR	MALO	
MUROS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 30% a 70% de reflectancia. Se considerará regular entre el 25% a 30% y 70% a 75% y malo si es menos de 25% o mayor al 75%.		X		
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros o cálidos suaves (beige, gris). Regular a los tonos saturados o con mucho contraste visual. Malos si son muy oscuros o muy brillantes.		X		
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si no hay fisuras ni humedad. Regular a las pequeñas fisuras superficiales o signos leves de humedad. Malo a las grietas, humedad evidente, moho o desprendimiento.	X			
TECHOS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 70% y 90% de reflectancia. Se considerará regular entre el 50% y 70% y malo si es menos de 50%.	X			
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos muy claros y al blanco. Regular a los tonos medios. Malo a los tonos oscuros que disminuyen la iluminación.		X		
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si la superficie esta en excelentes estados. Regular a las fisuras leves o pequeñas manchas de humedad. Malo a las grietas pronunciadas, filtraciones o moho.		X		
PISOS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 20% a 50%. Regular entre el 10% a 20% y 50% a 60% de reflectancia aceptable. Malo a las reflectancias menos de 10% o mayor al 60%.	X			
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros o cálidos suaves (beige, gris). Regular a los tonos saturados o con mucho contraste visual. Malos si son muy oscuros o muy brillantes.		X		
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si no hay fisuras ni humedad. Regular a las pequeñas fisuras superficiales o signos leves de humedad. Malo a las grietas, filtraciones o desgaste severo.	X			
CARPINTERIA (MARCO DE VENTANA)	Materialidad del marco (madera, aluminio)	Se considerará bueno a la madera tratada para minimizar pérdidas térmicas. Regular si la madera esta sin protección adecuada. Mala si son materiales con alta conductividad térmica o en mal estado.			X	
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros. Regular a los tonos oscuros en climas cálidos o claros en climas fríos. Malo a los tonos que generan contrastes incómodos.	X			
	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará bueno si son acabados mate o semibrillantes. Regular si los acabados llevan cierto brillo molesto. Malo si los acabados son altamente reflectantes.	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará bueno si no hay fisuras, desgaste en la pintura o sellado. Regular si hay pequeños desgastes o sellados deteriorados. Malo si hay grietas o filtraciones de aire.	X			
CARPINTERIA (VENTANAS)	TIPO	CRUDO	Son vidrios sin aislamiento ni seguridad. Si existe en la I.E. será marcado como "Malo".			X
		SEMITEMPLADO	Son vidrios con protección media. Si existe en la I.E. será marcado como "Regular".			
		TEMPLADO	"Bueno".			
	Transmitancia	1.8 W/m2K y 2.2 W/m2K a 2.7 W/m2K. Malo si es menor a 1.3 W/m2K o mayor a 2.7	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará bueno si no hay grietas ni condensación. Regular si hay condensación leve o pequeños defectos. Malo si hay grietas, filtraciones o condensación excesiva.		X		
Observaciones						
Totales			8	6	2	
Resultado			BUENO			

Descripción: La ficha de observación del aula PB-C, en relación con la materialidad, analiza aspectos como la reflectancia, el estado de conservación y la calidad de los materiales. De los 16 criterios evaluados, 8 han sido calificados como “Bueno”, 6 como “Regular” y 2 como “Malo”. En consecuencia, la materialidad del aula PB-C recibe una calificación de bueno.

Tabla 38. Ficha de observación de materialidad del aula PC-A.

 Universidad Continental ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA						
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024 Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)						
FICHA DE OBSERVACION						
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC				
Aula N° :		PC-A				
MATERIALIDAD						
CRITERIO		ITEMS	CALIFICACIÓN			
		DATO	BUENO	REGULAR	MALO	
MUROS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 30% a 70% de reflectancia. Se considerará regular entre el 25% a 30% y 70% a 75% y malo si es menos de 25% o mayor al 75%.		X		
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros o cálidos suaves (beige, gris). Regular a los tonos saturados o con mucho contraste visual. Malos si son muy oscuros o muy brillantes.	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si no hay fisuras ni humedad. Regular a las pequeñas fisuras superficiales o signos leves de humedad. Malo a las grietas, humedad evidente, moho o desprendimiento.		X		
TECHOS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 70% y 90% de reflectancia. Se considerará regular entre el 50% y 70% y malo si es menos de 50%.		X		
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos muy claros y al blanco. Regular a los tonos medios. Malo a los tonos oscuros que disminuyen la iluminación.		X		
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si la superficie esta en excelentes estados. Regular a las fisuras leves o pequeñas manchas de humedad. Malo a las grietas pronunciadas, filtraciones o moho.		X		
PISOS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 20% a 50%. Regular entre el 10% a 20% y 50% a 60% de reflectancia aceptable. Malo a las reflectancias menos de 10% o mayor al 60%.	X			
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros o cálidos suaves (beige, gris). Regular a los tonos saturados o con mucho contraste visual. Malos si son muy oscuros o muy brillantes.		X		
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si no hay fisuras ni humedad. Regular a las pequeñas fisuras superficiales o signos leves de humedad. Malo a las grietas, filtraciones o desgaste severo.		X		
CARPINTERIA (MARCO DE VENTANA)	Materialidad del marco (madera, aluminio)	Se considerará bueno a la madera tratada para minimizar pérdidas térmicas. Regular si la madera esta sin protección adecuada. Mala si son materiales con alta conductividad térmica o en mal estado.		X		
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros. Regular a los tonos oscuros en climas cálidos o claros en climas fríos. Malo a los tonos que generan contrastes incómodos.	X			
	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará bueno si son acabados mate o semibrillantes. Regular si los acabados llevan cierto brillo molesto. Malo si los acabados son altamente reflectantes.	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará bueno si no hay fisuras, desgaste en la pintura o sellado. Regular si hay pequeños desgastes o sellados deteriorados. Malo si hay grietas o filtraciones de aire.		X		
CARPINTERIA (VENTANAS)	TIPO	CRUDO	Son vidrios sin aislamiento ni seguridad. Si existe en la I.E. será marcado como "Malo".		X	
		SEMITEMPLADO	Son vidrios con protección media. Si existe en la I.E. será marcado como "Regular".			
		TEMPLADO	"Bueno".			
	Transmitancia	1.8 W/m2K y 2.2 W/m2K a 2.7 W/m2K. Malo si es menor a 1.3 W/m2K o mayor a 2.7	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará bueno si no hay grietas ni condensación. Regular si hay condensación leve o pequeños defectos. Malo si hay grietas, filtraciones o condensación excesiva.		X		
Observaciones						
Totales			5	11		
Resultado			REGULAR			

Descripción: La ficha de observación del aula PC-A, en relación con la materialidad, analiza aspectos como la reflectancia, el estado de conservación y la calidad de los materiales. De los 16 criterios evaluados, 5 han sido calificados como “Bueno” y 11 como “Regular”. En consecuencia, la materialidad del aula PC-A recibe una calificación de bueno.

Tabla 39. Ficha de observación de materialidad del aula PC-B.

 Universidad Continental ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA						
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024 Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)						
FICHA DE OBSERVACION						
INSTITUCION EDUCATIVA:		SOR IRENE THERESE MC CORMAC				
Aula N° :		PC-B				
MATERIALIDAD						
CRITERIO		ITEMS	CALIFICACIÓN			
		DATO	BUENO	REGULAR	MALO	
MUROS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 30% a 70% de reflectancia. Se considerará regular entre el 25% a 30% y 70% a 75% y malo si es menos de 25% o mayor al 75%.	X			
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros o cálidos suaves (beige, gris). Regular a los tonos saturados o con mucho contraste visual. Malos si son muy oscuros o muy brillantes.	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si no hay fisuras ni humedad. Regular a las pequeñas fisuras superficiales o signos leves de humedad. Malo a las grietas, humedad evidente, moho o desprendimiento.	X			
TECHOS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 70% y 90% de reflectancia. Se considerará regular entre el 50% y 70% y malo si es menos de 50%.		X		
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos muy claros y al blanco. Regular a los tonos medios. Malo a los tonos oscuros que disminuyen la iluminación.		X		
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si la superficie esta en excelentes estados. Regular a las fisuras leves o pequeñas manchas de humedad. Malo a las grietas pronunciadas, filtraciones o moho.		X		
PISOS	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará adecuado entre 20% a 50%. Regular entre el 10% a 20% y 50% a 60% de reflectancia aceptable. Malo a las reflectancias menos de 10% o mayor al 60%.	X			
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros o cálidos suaves (beige, gris). Regular a los tonos saturados o con mucho contraste visual. Malos si son muy oscuros o muy brillantes.		X		
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará si no hay fisuras ni humedad. Regular a las pequeñas fisuras superficiales o signos leves de humedad. Malo a las grietas, filtraciones o desgaste severo.	X			
CARPINTERIA (MARCO DE VENTANA)	Materialidad del marco (madera, aluminio)	Se considerará bueno a la madera tratada para minimizar pérdidas térmicas. Regular si la madera esta sin protección adecuada. Mala si son materiales con alta conductividad térmica o en mal estado.		X		
	Color (adecuado para confort visual)	Se considerará bueno a los tonos neutros. Regular a los tonos oscuros en climas cálidos o claros en climas fríos. Malo a los tonos que generan contrastes incómodos.	X			
	Reflexión (capacidad de reflejar la luz)	Se considerará bueno si son acabados mate o semibrillantes. Regular si los acabados llevan cierto brillo molesto. Malo si los acabados son altamente reflectantes.		X		
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará bueno si no hay fisuras, desgaste en la pintura o sellado. Regular si hay pequeños desgastes o sellados deteriorados. Malo si hay grietas o filtraciones de aire.		X		
CARPINTERIA (VENTANAS)	TIPO	CRUDO	Son vidrios sin aislamiento ni seguridad. Si existe en la I.E. será marcado como "Malo".			X
		SEMITEMPLADO	Son vidrios con protección media. Si existe en la I.E. será marcado como "Regular".			
		TEMPLADO	"Bueno".			
	Transmitancia	1.8 W/m2K y 2.2 W/m2K a 2.7 W/m2K. Malo si es menor a 1.3 W/m2K o mayor a 2.7	X			
	Estado de conservación (fisuras, humedad, deterioro)	Se considerará bueno si no hay grietas ni condensación. Regular si hay condensación leve o pequeños defectos. Malo si hay grietas, filtraciones o condensación excesiva.	X			
Observaciones						
Totales			8	7	1	
Resultado			BUENO			

Descripción: La ficha de observación del aula PC-B, en relación con la materialidad, analiza aspectos como la reflectancia, el estado de conservación y la calidad de los materiales. De los 16 criterios evaluados, 8 han sido calificados como “Bueno”, 7 como “Regular” y 1 como “Malo”. En consecuencia, la materialidad del aula PC-B recibe una calificación de bueno.

Tabla 40. Resumen de la calidad lumínica en base a las fichas de observación de las aulas.

UNIVERSIDAD CONTINENTAL						
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA						
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene						
Procesamiento de datos a través de la ficha de observación para la dimensión cualitativa.						
RESUMEN DE LA CALIDAD LUMÍNICA						
Resultados obtenidos a través de las fichas de observación.				CUMPLIMIENTO		
		COD	DIMENSIONES	BUENA	REGULAR	MALO
PABELLÓN B	AULA TIPO B	PB-A	DISEÑO ARQ.			
			EMPLAZAMIENTO			
			MATERIALIDAD			
	AULA TIPO B	PB-B	DISEÑO ARQ.			
			EMPLAZAMIENTO			
			MATERIALIDAD			
	AULA TIPO B	PB-C	DISEÑO ARQ.			
			EMPLAZAMIENTO			
			MATERIALIDAD			
PABELLÓN C	AULA TIPO A	PC-A	DISEÑO ARQ.			
			EMPLAZAMIENTO			
			MATERIALIDAD			
	AULA TIPO A	PC-B	DISEÑO ARQ.			
			EMPLAZAMIENTO			
			MATERIALIDAD			
TOTAL				8	7	0
RESULTADO				BUENO		

Descripción: La tabla muestra el análisis de la calidad lumínica en las aulas del Sor Irene, basado en las fichas de observación, considerando el diseño arquitectónico, emplazamiento y materialidad. Los resultados indican que 8 criterios fueron calificados como “Buena” y 7 como “Regular”. Por ello, la calidad lumínica en las aulas analizadas se considera “Bueno”, lo que sugiere un entorno adecuado en términos de iluminación.

4.2. Discusión de resultados

Se analizó el Factor de Luz Directa (FLD) para Cielo Cubierto Uniforme (CCU) y luego para Cielo Cubierto No uniforme (CCNU), extrayendo también el Coeficiente de Reflexión Interna (CRI) y el Factor de Reducción (FR), con el fin de evaluar la incidencia lumínica en el interior de las aulas. Los resultados mostraron que se encuentran dentro de los estándares establecidos por la normativa peruana, aunque los puntos más alejados de las aulas no alcanzan el mínimo recomendado. Los resultados nos indican que 9 de los 15 puntos que analizamos, cumplen con lo mínimo establecido por la normativa; mientras que los otros 6 presentan algunas deficiencias.

La iluminación de los ambientes no depende únicamente de la dimensión de las ventanas, sino también de la carpintería utilizada en ellas y de las obstrucciones. Como se observó en el aula

c del pabellón b, la presencia de varios obstáculos interfiere significativamente con el paso de la luz natural. El resultado del punto de iluminación media indica que está a 154 luxes y el punto de iluminación mínima a 50 luxes, estando por debajo de lo indicado por la normativa (250 luxes). Esto afecta directamente al confort lumínico, ya que reduce la uniformidad y la cantidad de luz disponible en el espacio, generando la necesidad de un mayor uso de iluminación artificial en el ambiente.

El pabellón c recibe una mayor cantidad de iluminación, no solo debido a la cantidad de ventanas y a la mínima obstrucción de estas, sino también por su orientación. La mejor disposición para la colocación de vanos es con vistas al norte, ya que permite una mayor entrada de luz solar durante el día, favoreciendo el confort lumínico de las aulas interiores. En contraste, las aulas del pabellón b cuentan únicamente con dos ventanas orientadas hacia el oeste, lo que limita la captación de luz natural y puede generar condiciones de iluminación menos favorables, especialmente en horas de la mañana.

Tanto el diseño arquitectónico, considerando dimensiones, vanos, pasillos, escaleras, se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la normativa peruana, permitiendo categorizarlo como adecuado. Asimismo, la materialidad de las aulas contribuye favorablemente al confort lumínico, ya que la reflectividad de los muros, el piso y el techo es óptima. Además, el mantenimiento de estos elementos es adecuado, lo que asegura su buen estado y su eficiencia en términos de iluminación.

En comparación con la tesis de Urrutia (2018), que también aborda el estudio de la calidad y cantidad de iluminación natural en aulas para mejorar el confort lumínico, ambos trabajos comparten la similitud de proponer un diseño arquitectónico que busca optimizar estas condiciones. Sin embargo, se diferencian en el enfoque metodológico, ya que Urrutia llevo a cabo una investigación comparativa, mientras que mi estudio se centra en un análisis más específico de las condiciones actuales y sus implicaciones en el confort lumínico.

De manera similar, la investigación de Aliaga (2016) se relaciona con la presente tesis, ya que también evalúa el confort lumínico en las aulas a través de la medición de luxes usando la normativa EM 110, para luego compararlo con las normativas que indica el mínimo de luxes (250 luxes). Sin embargo, sugiere considerar las normativas internacionales, que indican como nivel adecuado de iluminación alcanzar hasta 700 lux.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se concluye que la cantidad de iluminación en las aulas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac indica que, si bien el nivel lumínico es aceptable en general, existen zonas donde no se alcanzan los 250 lux mínimos establecidos por la Norma EM 110. De los 15 puntos evaluados, 9 cumplen con la normativa vigente, mientras que los otros 6 presentan deficiencias lumínicas, principalmente en las áreas más alejadas de las ventanas. La mayor deficiencia se observó en el aula C del pabellón B, donde incluso el punto medio no cumple con los estándares mínimos debido a obstrucciones en las ventanas. Este análisis responde al objetivo específico 1, al identificar las zonas con deficiencia lumínica y su relación con los criterios normativos.

Se concluye que la calidad de iluminación, la evaluación de los aspectos arquitectónicos, el emplazamiento y la materialidad indica que las condiciones lumínicas son predominantemente favorables, aunque aún existen oportunidades de mejora. De las 15 fichas de observación aplicadas, 8 reflejaron una valoración “Buena” y 7 fueron calificadas como “Regular”, lo que indica que, si bien el confort lumínico es adecuado en general, ciertos aspectos aún pueden optimizarse. La orientación y distribución de los espacios favorecen una iluminación adecuada en la mayoría de las aulas, pero algunos materiales y acabados en paredes, pisos y techos podrían mejorarse para optimizar la reflexión y distribución de la luz. Se recomienda evaluar el estado de conservación de las carpinterías y superficies, ya que pueden influir directamente en la uniformidad de la iluminación natural y en la reducción de zonas con iluminación deficiente. Este análisis responde al objetivo específico 2, al identificar la calidad de iluminación y sus oportunidades de mejora.

Se concluye que el confort lumínico en las aulas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac es aceptable de acuerdo con los criterios de la Norma EM 110. La combinación del análisis cuantitativo (medición de iluminancia) y cualitativo (evaluación del diseño arquitectónico, materiales y emplazamiento) indica que la iluminación natural es suficiente en la mayoría de los casos, aunque existen áreas donde la distribución no es uniforme. Para optimizar la cantidad y calidad de luz, se recomienda la implementación de estrategias de redireccionamiento lumínico, alineadas con estudios como los de Salomón & Avalos (2022) y Martínez (2020), que enfatizan la importancia de mejorar la disposición y los materiales en las aulas para potenciar el confort lumínico. Este análisis responde al objetivo general, al haber determinado el confort lumínico de las aulas y su cumplimiento con la normativa vigente.

5.2. Recomendaciones

- Para futuros arquitectos, diseñadores y profesionales relacionados con la construcción, se recomienda investigar o aplicar con mayor frecuencia estudios de iluminación y estrategias lumínicas en los espacios diseñados. Ello es importante para asegurar la adecuada confortabilidad lumínica de los usuarios, especialmente en viviendas, equipamientos de salud y educativos, donde se pasa gran parte del día. Además, es fundamental para preservar la salud ocular de los niños en ambientes educativos y evitar exponerlos a espacios con baja iluminación natural.
- Para los dueños o interesados en su construcción, la luz natural ofrece numerosos beneficios, como mejoras en la salud, el bienestar, el estado anímico, el ahorro energético y el cuidado de la economía. Se recomienda a los interesados en la construcción de edificaciones a no apresurarse únicamente en la distribución de los espacios y la forma. Es necesario realizar un análisis profundo de diseño, considerando dimensiones, orientación de los ambientes y materiales que se utilizarán, para maximizar el aprovechamiento de la luz solar.
- A las municipalidades se recomienda revisar y aprobar proyectos arquitectónicos que sean adecuados para el tipo de usuario que lo utilizará mayormente, asegurándose de que los espacios satisfagan sus necesidades específicas. Es esencial revisar minuciosamente el cumplimiento de las normativas como la EM. 110.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DANPAL. Environmental - El ahorro de energía de la iluminación natural. *Environmental - El ahorro de energía de la iluminación natural*. [En línea] [Citado el: 08 de 10 de 2024.] <https://danpal.com/environmental/el-ahorro-de-energia-de-la-iluminacion-natural/#:~:text=Haciendo%20uso%20de%20la%20luz,reducir%20los%20costes%20de%20refrigeraci%C3%B3n..>
2. SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA. *La OMS presenta el primer Informe mundial sobre la visión*. [En línea] 08 de 10 de 2019. [Citado el: 08 de 10 de 2024.] <https://www.who.int/es/news/item/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision>.
3. VELUX. El poder oculto de la luz natural. [En línea] [Citado el: 08 de 10 de 2024.] <https://www.velux.lat/indoorgeneration/la-luz-natural-impulsa-el-aprendizaje>.
4. UNESCO. Ruralidad y educación en el Perú: ruralidad y lejanía en el Perú. [En línea] 2020. [Citado el: 08 de 10 de 2024.] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374789>.
5. CHERYAN, SAPNA, y otros *Designing Classrooms to Maximize Student Achievement*. 2014.
6. *Windows and offices: a study of office worker performance and the indoor environment*. Hescong, Lisa, y otros. California : s.n., 2003.
7. MOREIRA, Susanna. Estrategias de confort lumínico aplicadas en proyectos de vivienda. [En línea] 08 de 04 de 2021. [Citado el: 08 de 10 de 2024.] <https://www.archdaily.pe/pe/959801/estrategias-de-confort-luminico-aplicadas-en-proyectos-de-vivienda#:~:text=El%20confort%20lum%C3%ADnico%20no%20se,a%20los%20interiores%2C%20o%20bloquearla..>
8. SALOMÓN, David y AVALOS AMBROGGIO, Sofía. *Optimización del diseño de aulas: aprovechamiento de la luz natural para confort visual en Villa María, Argentina*. Argentina : HABITAD SUSTENTABLE, 2022.
9. MARTINEZ SOZA, Minoska. *Evaluación de las condiciones lumínicas de las aulas del Campus San Felipe*. Valparaiso : DIBRA, 2020.
10. LEDESMA, Sara Lia, y otros. *Evaluación y propuestas de mejoras térmicas y lumínicas para aulas de escuelas primarias de reciente construcción en Tucumán*. La Plata : Repositorio Institucional de la UNLP, 2018.
11. PLAGIERO CARO , María José y PIDERIT MORENO, Maria Beatriz. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/71336>. Región de los Lagos : Arquitectura y Urbanismo, 2017.
12. COSTANZO, Vincenzo, EVOLA, Gianpiero y MARLETTA, Luigi. *A Review of Daylighting Strategies in Schools: State of the Art and Expected Future Trends*. UK : buildings, 2017.
13. LOA MOLINA, Fanny. *Criterios Arquitectónicos físico-espaciales y confort lumínico de los estudiantes del Colegio Gran Amauta del distrito de San Martín de Porres Lima, 2019 - Proyecto mediateca con un diseño bio climático pasivo en el distrito de Talavera de la Reyna-Andahu*. Lima : Repositorio de la Universidad César Vallejo, 2022.

14. MUÑOZ BECERRA, Jorge Alexei Amir. *Características de un sistema de iluminación natural que generan confort lumínico para el diseño de una I.E nivel secundario ubicada en el sector Calispuquio-Cajamarca al año 2019*. Calispuquio- Cajamarca : Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte, 2019.
15. URRUTIA SALVADOR, Alvaro Rodrigo . *CONFORT LUMINICO EN LOS ESPACIOS DE ESTUDIO DE LAS*. Huancayo : Repositorio de la Universidad Privada Los Andes, 2018.
16. ALIAGA ATENCIO, Karla Gianina. *–FLCHL][BZDÄCIFL JC BEV EZBEV KJ BEV JV FZJBEV KJ*. Huancayo : Repositorio de la Universidad Privada Los Andes, 2016.
17. PORRAS FALCON, Anthony George . *NIVEL DE CONFORT LUMÍNICO NATURAL EN LAS AULAS DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ EN EL DEPARTAMENTO DE JUNÍN, PROVINCIA DE HUANCAYO*, 2016. Huancayo : Scribd, 2016.
18. RAE. Definición de confort. [En línea] [Citado el: 08 de 10 de 2024.] <https://definicion.de/confort/>.
19. Siber. Confort en la arquitectura, ¿qué es y cómo mejora nuestro bienestar? [En línea] [Citado el: 08 de 10 de 2024.] <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/que-es-el-confort-en-la-arquitectura/>.
20. MONROY, Manuel Martín . *Manual de LA ILUMINACION*. Islas Canarias : Ayuntamiento de las Palmas de Gran Canaria, 2006.
21. Qué es la luz. [En línea] [Citado el: 08 de 10 de 2024.] <https://educaciencia.com/luz/>.
22. Energía, Enciclopedia de. Luz solar. [En línea] [Citado el: 08 de 10 de 2024.] https://energyeducation.ca/Enciclopedia_de_Energia/index.php/Luz_solar.
23. Adobe. Todo lo necesario para crear fotografías con luz difusa. [En línea] [Citado el: 08 de 10 de 2024.] <https://www.adobe.com/pe/creativecloud/photography/discover/diffused-light-photography.html#:~:text=La%20luz%20difusa%20o%20luz,suaviza%20y%20dispersa%20la%20luz..>
24. iluminet. Conocer el fenómeno de la reflectancia es necesario para poder iluminar correctamente. [En línea] 2018. [Citado el: 10 de 04 de 2024.] <https://iluminet.com/luz-iluminacion-reflectancia/>.
25. —. ¿Qué es la absorción de la luz? [En línea] 2019. [Citado el: 10 de 04 de 2024.] <https://iluminet.com/absorcion-luz/>.
26. VENEIO. ¿QUÉ ES LA TRANSMITANCIA LUMINOSA? [En línea] 19 de 01 de 2022. [Citado el: 10 de 04 de 2024.] <https://www.veneo.es/ventanas-pvc/transmitancia-luminosa/>.
27. SEGUI, Pau. Iluminación natural en arquitectura: Aprende a diseñar edificios con luz del sol. [En línea] OVACEN. [Citado el: 08 de 10 de 2024.] <https://ovacen.com/iluminacion-natural-en-arquitectura/>.
28. ALBARRACIN REYES, Norma. Confort lumínico. [En línea] 06 de 09 de 2021. [Citado el: 09 de 10 de 2024.] <https://es.scribd.com/presentation/523556821/Confort-Luminico>.

29. PATTINI, Andrea. <https://es.scribd.com/presentation/523556821/Confort-Luminico>. [En línea] [Citado el: 09 de 10 de 2024.] <https://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap11.pdf>.
30. Barcelona, Departamento Técnico Faro. ¿Cómo se mide la luz? Unidades de medidas y luxómetro. [En línea] 02 de 05 de 2023. [Citado el: 09 de 10 de 2024.] <https://faro.es/es/blog/como-se-mide-la-luz/>.
31. Rayzeek. Qué es la intensidad luminosa. [En línea] 26 de 12 de 2023. [Citado el: 09 de 10 de 2024.] https://www.rayzeek.com/es/glossary/que-es-la-intensidad-de-luz?srsId=AfmBOorhW_1ojgg2yultqf1RTeZYXrm5za9h4gG86WubcNJQYTiJrwHF.
32. —. Qué es el nivel de iluminación. [En línea] 26 de 12 de 2023. [Citado el: 09 de 10 de 2024.] <https://www.rayzeek.com/es/glossary/que-es-el-nivel-de-iluminacion?srsId=AfmBOoqZJ6ELnOPmavUeCtKacSBIBz0Ca4tSxbNk52vWL4-YmSm0lm27>.
33. eltiempo.es. Altitud. [En línea] [Citado el: 09 de 10 de 2024.] <https://www.eltiempo.es/noticias/meteopedia/altitud>.
34. ERCO. Luminancia: definición y unidad de medida. [En línea] [Citado el: 09 de 10 de 2024.] <https://www.erco.com/es/planificacion-de-iluminacion/conocimientos-luminotecnicos/fotometria/luminancia-7500/>.
35. PONS, Rafael. Entendiendo el Azimut y la Elevación. [En línea] 2017. [Citado el: 09 de 10 de 2024.] <https://www.photopills.com/es/articulos/entendiendo-el-azimut-la-elevacion>.
36. MINOLTA, Konica. Qué es el brillo y cómo medirlo con instrumentos como el brillómetro. [En línea] [Citado el: 09 de 10 de 2024.] <https://www.aquateknica.com/que-es-el-brillo-y-como-medirlo-con-instrumentos-como-el-brillometro/>.
37. MEGA. ¿Cómo lograr un buen nivel de confort visual con la iluminación? [En línea] [Citado el: 09 de 10 de 2024.] <https://megalamparas.com.gt/mejorar-confort-visual-factores/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20confort%20visual,%C3%B3rganos%20que%20lo%20hacen%20posible..>
38. *Influencia de la iluminación en el rendimiento de los*. Proaño, Humberto y Mendoza, Álvaro. 1, Quito : Redilat, 2024, Vol. 5.
39. Palermo., Facultad de Diseño y Comunicación. Universidad de. Diseño en Palermo. II Encuentro Latinoamericano de Diseño. [En línea] 2007. [Citado el: 09 de 10 de 2024.] <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/actas/article/view/3302/3568>.
40. Rayzeek. Qué es la reflectancia. [En línea] 26 de 12 de 2023. [Citado el: 09 de 10 de 2024.] https://www.rayzeek.com/es/glossary/que-es-la-reflectancia?srsId=AfmBOopmOncR-5f5_5yeqdBEPXhiizzmWoiWAPM51HSUKMI9Eb55MFH.
41. RAMOS, Cristalería. ¿Cómo leer y entender una ficha técnica de vidrio? [En línea] [Citado el: 09 de 10 de 2024.] <https://cristaleriaramos.es/ficha-tecnica-vidrio/#:~:text=%E2%80%93%20TL%3A%20transmisi%C3%B3n%20luminosa%2C%20nos,visible%20que%20llega%20al%20interior..>
42. OTZEN, Tamara, y otros. La Necesidad de Aplicar el Método Científico en Investigación Clínica. Problemas, Beneficios y Factibilidad del Desarrollo de Protocolos de Investigación. [En

- línea] 2017. [Citado el: 16 de 03 de 2024.]
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000300035.
43. BARCHINI, Graciela Elisa, FERNÁNDEZ, Norma Beatriz y LESCANO, Mariela Yolinda. Modelo curricular de la informática. [En línea] 2007. [Citado el: 29 de 04 de 2024.]
<https://rieoei.org/RIE/article/view/2416/3420>.
44. Stanovich, Keith E. The bias that divides us. The science and politics of myside thinking. . [En línea] [Citado el: 29 de 04 de 2024.] <http://www.keithstanovich.com/Site/Home.html>.
45. STEWARD, Lauren. ¿Qué es la investigación descriptiva y cómo se utiliza? [En línea] ATLAS.ti. [Citado el: 09 de 10 de 2024.] <https://atlasti.com/es/research-hub/investigacion-descriptiva#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20descriptiva%20se%20define,descripci%C3%B3n%20detallada%20de%20la%20situaci%C3%B3n..>
46. MINEDU. *Guía de Diseño de Espacios Educativos - Acondicionamiento de locales escolares al nuevo modelo de Educación Básica Regular. Educación Primaria y Secundaria*. 2015.
47. Ambiente, Ministerio del y SENAMHI. Pronóstico del tiempo para HUASAHUASI (Junín). [En línea] [Citado el: 10 de 04 de 2024.] <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle&dp=12&localidad=0287>.
48. The Weather Channel. Pronóstico del tiempo por hora para Huasahuasi, Junín, Perú: The Weather Channel. [En línea] 2024. [Citado el: 10 de 04 de 2024.] <https://weather.com/es-GT/tiempo/horario/I/Huasahuasi+Jun%C3%ADn+Per%C3%BA?canonicalCityId=e3338845363c6f60eee8e64d61d030835e386538e15c7a8b72581f1d35d2ee64>.
49. GUTIÉRREZ MANDUJANO, María de Lourdes . *APROVECHAMIENTO EFICIENTE DE LA LUZ DIURNA EN AULAS TIPO CAPFCE DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA, CAMPUS COQUIMATLÁN*. Colima : Universidad de Colima, 2005.
50. *The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis*. Peter, Barrett, y otros. 2015.
51. Iluminet. La importancia de medir la luz en un proyecto de iluminación. [En línea] 02 de 08 de 2021. [Citado el: 08 de 10 de 2024.] <https://iluminet.com/medir-luz-en-proyecto-de-iluminacion/#:~:text=Esto%20permite%20determinar%20cu%C3%A1nta%20iluminancia,de%20deterioro%20fotoqu%C3%ADmico%20disminuya%20considerablemente..>
52. Iberdrola. Radiación solar. *Radiación solar: ¿cuál es su impacto sobre el planeta y el ser humano?* [En línea] [Citado el: 08 de 10 de 2024.] <https://www.iberdrola.com/compromiso-social/radiacion-solar>.
53. Peruano, Plataforma digital única del Estado. EM.110 Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia Energética. [En línea] 27 de 07 de 2016. [Citado el: 10 de 04 de 2024.]
<https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619729-em-110-confort-termico-y-luminico-con-eficiencia-energetica>.
54. Ponce de León Saavedra, Álvaro G. y Ministerio de Vivienda. *Cálculo de iluminación natural en edificaciones*. 2015.
55. BURGOS, ARGUELLES Y PALACIOS. Ciencia Huasteca Boletín Científico de la Escuela Superior de Huejutla. [En línea] 2020. [Citado el: 29 de 04 de 2024.]
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/huejutla/issue/archive>.

56. FAUM - Escuela de Arquitectura Universidad Mayor - Sede Temuco. *FAUM - Escuela de Arquitectura Universidad Mayor - Sede Temuco*. [En línea] [Citado el: 28 de 01 de 2024.] https://timomarquez.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/03/clase_t04-3_iluminacion_natural_2.pdf.

ANEXOS

Matriz de consistencia

Título: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi-Tarma, 2024.

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA
General: ¿Es óptimo el confort lumínico en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, en el distrito de Huasahuasi, Tarma, en 2024? Específicos: a) ¿De qué manera se presenta la cantidad de iluminación en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi, en 2024? b) ¿De qué manera se presenta la calidad de iluminación en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi, en 2024?	General: Determinar si el confort lumínico en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac es óptimo, en el distrito de Huasahuasi, Tarma, en 2024. Específicos: a) Identificar la cantidad de iluminación en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi, en 2024. b) Identificar la calidad de la iluminación en los espacios de las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi, en 2024.	Variable: Confort lumínico Dimensión 1: Cantidad de iluminación - Factor de Luz Directa (FLDd). - Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uviforme (FLDd (CCNU)) - Coefficiente de reflexión interna de superficies (CRI). - Factor de Reducción (FR) Dimensión 2: Calidad de iluminación - Diseño (Bueno, regular, malo) - Emplazamiento (Bueno, regular, malo) - Materialidad (Bueno, regular, malo)	Tipo: Aplicada Nivel: Descriptivo simple Métodos: Método universal: Científico Método general: Deductivo Tipo de diseño: No experimental-transaccional Población y muestra: La población serán los ambientes totales que hay dentro de la institución; 18 aulas educativas, 2 salones administrativos. Las cuales estarán ubicadas entre 3 pabellones. Muestra: Por conveniencia. Debido a que el primer piso es el más afectado, se está tomando como muestra las 5 aulas del pabellón B y C y poder comparar luego con la luz natural del exterior. Técnica de recopilación: -Observación -Fichas de observación Instrumentos: - Fichas de observación - Ficha de cálculo - Wincha Procesamiento de datos: -Excel 2019

Matriz de operacionalización de la variable

Tabla 41. Operacionalización de la variable "Confort lumínico"

	Definición conceptual	Definición operacional	Variable	Indicadores	Medición	Instrumento
CONFORT LUMÍNICO	"Es la sensación de bienestar que surge cuando la calidad y cantidad de luz en un espacio están equilibradas de manera adecuada, lo que facilita la realización de tareas visuales sin generar fatiga o incomodidad. Este concepto se relaciona específicamente con la percepción a través del sentido de la vista, y abarca tanto los aspectos fisiológicos como psicológicos asociados con la iluminación" (Albarracín, 2021)	El confort lumínico se define como la sensación de bienestar que se experimenta en un espacio cuando la calidad y cantidad de luz están equilibradas de manera adecuada. De esta manera permite llevar a cabo las tareas visuales, sin provocar fatiga o incomodidad.	CANTIDAD de iluminación	Factor de Luz Directa (FLD)	Luxes.	Ficha de Cálculo basado en la norma EM 110.
				Factor de Luz de Día Directo para Cielo Cubierto No Uniforme FLD(CCNU)	Luxes.	Ficha de Cálculo basado en la norma EM 110.
				Coefficiente de Reflexión Interna de Superficies (CRI)	Luxes.	Ficha de Cálculo basado en la norma EM 110.
				Factor de Reducción (FR)	Luxes.	Ficha de Cálculo basado en la norma EM 110.
		CALIDAD de iluminación	CALIDAD de iluminación	Diseño	Bueno/Regular/Malo	Ficha d observación
				Emplazamiento	Bueno/Regular/Malo	Ficha d observación
				Materialidad	Bueno/Regular/Malo	Ficha d observación



Universidad
Continental

UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

		0	0.5	1	1.5	2
Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					X
Objetividad	Esta expresado en preguntas observables					X
Actualidad	Es adecuado al avance científico y tecnológico					X
Organización	Tiene una organización lógica					X
Suficiencia	Comprende los aspectos de calidad y cantidad					X
Intencionalidad	Responde a los objetivos de la investigación					X
Consistencia	Está basado en aspectos teóricos, científicos y técnicos					X
Coherencia	Entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices					X
Metodología	Responde a la operacionalización de la variable					X
Pertinencia	Es útil para la investigación					X

V. PUNTAJE DE VALORACION

20

VI.- OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

MUY BAJA	BAJA	REGULAR	ALTA	MUY ALTA
0 - 4.0	4.5-8	8.5-12%	12.5-16	16.5-20
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

VII. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

El que suscribe, **LILLIAN MARYTA GARAY LEON**, identificado con DNI. N.º **70189899**. Certifica que he realizado el juicio del experto al instrumento diseñado por la Bachiller en Arquitectura.: **ANYELINA DEL ROSARIO ARANDA SOSA**.

Calificándolo como:

DNI N.º: 70189899 Teléfono N.º: 966256651
Lugar y Fecha: Huancayo 04/04/2024

Bach. Arq. ARANDA SOSA, Anyelina del Rosario

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA**

		0	0.5	1	1.5	2
Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					x
Objetividad	Esta expresado en preguntas observables					x
Actualidad	Es adecuado al avance científico y tecnológico				x	
Organización	Tiene una organización lógica					x
Suficiencia	Comprende los aspectos de calidad y cantidad					x
Intencionalidad	Responde a los objetivos de la investigación				x	
Consistencia	Está basado en aspectos teóricos, científicos y técnicos				x	
Coherencia	Entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices				x	
Metodología	Responde a la operacionalización de la variable				x	
Pertinencia	Es útil para la investigación				x	

V. PUNTAJE DE VALORACION

17

VI.- OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

MUY BAJA	BAJA	REGULAR	ALTA	MUY ALTA
0 - 4.0	4.5-8	8.5-12	12.5-16	16.5-20
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

VII. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

El que suscribe, **MARICIELO BRENIS GUTARRA**, identificado con DNI. N.º **70062141**. Certifica que he realizado el juicio del experto al instrumento diseñado por la Bachiller en Arquitectura.: **ANYELINA DEL ROSARIO ARANDA SOSA**.

Calificándolo como: **ALTO – 17 Puntos**.



DNI N.º: 70062141 Teléfono N.º: 988004500
Lugar y Fecha: Lima, 03 de abril del 2024

Bach. Arq. ARANDA SOSA, Anyelina del Rosario

UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

Actualidad	Es adecuado al avance científico y tecnológico				X	
Organización	Tiene una organización lógica					X
Suficiencia	Comprende los aspectos de calidad y cantidad					X
Intencionalidad	Responde a los objetivos de la investigación					X
Consistencia	Está basado en aspectos teóricos, científicos y técnicos				X	
Coherencia	Entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices					X
Metodología	Responde a la operacionalización de la variable					X
Pertinencia	Es útil para la investigación					X

19

V. PUNTAJE DE VALORACIÓN

VI.- OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

MUY BAJA	BAJA	REGULAR	ALTA	MUY ALTA
0 - 4.0	4.5 - 8	8.5 - 12%	12.5 - 16	16.5 - 20
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

VII. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

El que suscribe, JAZMIN CRISTINA DELGADO PONCE, identificado con DNI N.º 73014966. Certifica que he realizado el juicio del experto al instrumento diseñado por la Bachiller en Arquitectura.: ANYELINA DEL ROSARIO ARANDA SOSA.

Calificándolo como:




DNI N.º: 73014966 Teléfono N.º: 987001056
Lugar y Fecha: Huancayo / 8-04-2024

Bach. Arq. ARANDA SOSA, Anyelina del Rosario

UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

		0	0.5	1	1.5	2
Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					X
Objetividad	Esta expresado en preguntas observables					X
Actualidad	Es adecuado al avance científico y tecnológico					X
Organización	Tiene una organización lógica					X
Suficiencia	Comprende los aspectos de calidad y cantidad					X
Intencionalidad	Responde a los objetivos de la investigación					X
Consistencia	Está basado en aspectos teóricos, científicos y técnicos					X
Coherencia	Entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices					X
Metodología	Responde a la operacionalización de la variable					X
Pertinencia	Es útil para la investigación					X

V. PUNTAJE DE VALORACION

20

VI.- OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

MUY BAJA	BAJA	REGULAR	ALTA	MUY ALTA
0 - 4.0	4.5-8	8.5-12%	12.5-16	16.5-20
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

VII. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

El que suscribe, **JORGE REVATTA ESPINOZA**, identificado con DNI. N.º 19807817. Certifica que ha realizado el juicio del experto al instrumento diseñado por la Bachiller en Arquitectura.: **ANYELINA DEL ROSARIO ARANDA SOSA**.

Calificándolo como: ÓPTIMO



DNI N.º: 19807817 Teléfono N.º: 955955011
Lugar y Fecha: Huancayo, 10 de abril de 2024

Bach. Arq. ARANDA SOSA, Anyelina del Rosario

UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

Organización	Tiene una organización lógica				1,5	
Suficiencia	Comprende los aspectos de calidad y cantidad				1,5	
Intencionalidad	Responde a los objetivos de la investigación				1,5	
Consistencia	Está basado en aspectos teóricos, científicos y técnicos				1,5	
Coherencia	Entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices					2
Metodología	Responde a la operacionalización de la variable				1,5	
Pertinencia	Es útil para la investigación					2

V. PUNTAJE DE VALORACION

16.5

VI.- OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

MUY BAJA	BAJA	REGULAR	ALTA	MUY ALTA
0 - 4.0	4.5-8	8.5-12%	12.5-16	16.5-20
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

VII. CONSTANCIA DEL JUICIO DE EXPERTO:

El que suscribe, **YAMELI ROSMERY SEGURA MORENO**, identificado con DNI. N.º **42812314**
 Certifica que he realizado el juicio del experto al instrumento diseñado por la Bachiller en
 Arquitectura.: **ANYELINA DEL ROSARIO ARANDA SOSA**.
 Calificándolo como: 16.5

DNI N.º: **42812314** Teléfono N.º: 999493144
 Lugar y Fecha: Lima /15 de Abril del 2024

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL			
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024					
Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)					
CALCULO DEL PROYECTO					
INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :			AULA A - PABELLÓN B		
MAXIMO			Eint =	540	
Datos:					
Dimensiones del aula	Area (AP)=	55.68		Distancia del punto "p"	0.6
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =	0.6
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ	55
CRI:	% Tabla N°20	1.3		R=	
Reflexion	Material	coeficiente			
Piso	Madera Marrón			Iluminacion Exterior "Eext"	8500 Lm.
Pared	Color azulino				
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4
	Horizontal =	2.98	4.2		7.18
	Vertical =	1.85	1.85		1.85
	Alféizar =	0.85	0.85		0.85
	Area (AV) =	13.28			
	D. vertical(m)=	0.55	0.55		
	Espesor V(cm)=				
	Cantidad V=	1	1		
	D.horizontal(m)=	0.55	0.61		
	Espesor H(cm) =				
	Cantidad H =	5	6		
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0
	# de Int=	5	6	0	0
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00
	AOV(m2)=	0	0	0	0
	AOH(m2)=	0	0	0	0
	AOP(m2)=	1.5125	2.013	0	0
Area (AO)	3.526				

Carpintería		V1	V2	V3	V4	
	D. vertical(m)=	1.85	1.85			
	Espesor V(cm)=	5	5			
	Cantidad V=	6	7			
	D.horizontal(m)=	2.98	4.22			
	Espesor H(cm) =	5	5			
	Cantidad H =	4	4			
	A.Int(cm2)=	25	25	0	0	
	# de Int=	24	28	0	0	
	A.I.Total(cm2)=	600.00	700.00	0.00	0.00	
	AV(m2)=	0.555	0.6475	0	0	
	AH(m2)=	0.596	0.844	0	0	
	AP(m2)=	1.091	1.4215	0	0	
Area (AC)		2.513				
Metodologia de Calculo para Obtener Confort Luminico						
Calculo de Iluminacion interior (Eint)						
Eint = Eext x FLDc						
Eint =	540					
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			6.351			
Eext = Iluminancia exterior			8500			
FLDc (%)			6.351			
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR						
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			14.408		
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			1.3		
FR =	Factor de Reducción			0.404		
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)						
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)						
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))						
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R))						
			3.6			
FLDd (CCU) =			12.742			
L= ancho de la ventana			7.18			
H = altura de la ventana			1.85			
D=distancia perpendicular al punto P a calcular			0.60			
M = L/D			11.97			
T = H/D			3.08			
R = 1/√(1 + T*2)			0.37			
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))						
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)						
FLDd (CCNU) =		14.408				
Angulo de φ		55				
H =		1.85				
D=		0.6				
Alféizar =		0.85				
Altura del punto "p"=		0.6				
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)						
CRI=		1.3				
R= AV/AP		0.239				
Cálculo de Factor de Reducción (FR):						
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería						
FR=		0.404				
Mantenimiento =		0.8				
Transmitancia =		0.85				
Obstrucciones =		0.734				
Carpintería =		0.810				

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL			
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024					
Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)					
CALCULO DEL PROYECTO					
INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :			AULA A - PABELLÓN B		
MEDIO			Eint =		290
Datos:					
Dimensiones del aula	Area (AP)=	55.68		Distancia del punto "p"	3
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =	0.6
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ	18
CRI:	% Tabla N°20	1.3		R=	
Reflexion	Material	coeficiente			
Piso	Madera Marrón			Iluminacion Exterior "Eext"	8500 Lm.
Pared	Color azulino				
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4
	Horizontal =	2.98	4.2		7.18
	Vertical =	1.85	1.85		1.85
	Alféizar =	0.85	0.85		0.85
	Area (AV) =	13.28			
	D. vertical(m)=	0.55	0.55		
	Espesor V(cm)=				
	Cantidad V=	1	1		
	D.horizontal(m)	0.55	0.61		
	Espesor H(cm) =				
	Cantidad H =	5	6		
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0
	# de Int=	5	6	0	0
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00
	AOV(m2)=	0	0	0	0
	AOH(m2)=	0	0	0	0
	AOP(m2)=	1.5125	2.013	0	0
	Area (AO)	3.526			

Carpintería		V1	V2	V3	V4	
	D. vertical(m)=	1.85	1.85			
	Espesor V(cm)=	5	5			
	Cantidad V=	6	7			
	D.horizantal(m)=	2.98	4.22			
	Espesor H(cm)=	5	5			
	Cantidad H =	4	4			
	A.Int(cm2)=	25	25	0	0	
	# de Int=	24	28	0	0	
	A.I.Total(cm2)=	600.00	700.00	0.00	0.00	
	AV(m2)=	0.555	0.6475	0	0	
	AH(m2)=	0.596	0.844	0	0	
	AP(m2)=	1.091	1.4215	0	0	
	Area (AC)	2.513				
Metodologia de Calculo para Obtener Confort Luminico						
Calculo de Iluminacion interior (Eint)						
Eint = Eext x FLDc						
Eint =	290					
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			3.412			
Eext = Iluminancia exterior			8500			
FLDc (%)			3.412			
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR						
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			7.139		
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			1.3		
FR =	Factor de Reducción			0.404		
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)						
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)						
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))						
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R))						
			3.6			
FLDd (CCU) =			10.295			
L= ancho de la ventana			7.18			
H = altura de la ventana			1.85			
D=distancia perpendicular al punto P a calcular			3.00			
M = L/D			2.39			
T = H/D			0.62			
R = 1/v(1 + T*2)			0.67			
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))						
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)						
FLDd (CCNU) =			7.139			
Angulo de φ			18			
H =			1.85			
D=			3			
Alféizar =			0.85			
Altura del punto "p"=			0.6			
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)						
CRI=			1.3			
R= AV/AP			0.239			
Cálculo de Factor de Reducción (FR):						
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería						
FR=			0.404			
Mantenimiento =			0.8			
Transmitancia =			0.85			
Obstrucciones =			0.734			
Carpintería =			0.810			

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL			
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024					
Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)					
CALCULO DEL PROYECTO					
INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :			AULA A - PABELLÓN B		
MINIMO			Eint =	94	
Datos:					
Dimensiones del aula	Area (AP)=	55.8		Distancia del punto "p"	6
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =	0.6
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ	9
CRI:	% Tabla N°20	1.3		R=	
Reflexion	Material	coeficiente			
Piso	Madera Marrón			Iluminacion Exterior "Eext"	8500 Lm.
Pared	Color azulino				
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4
	Horizontal =	2.98	4.2		7.18
	Vertical =	1.85	1.85		1.85
	Alféizar =	0.85	0.85		0.85
	Area (AV) =	13.28			
	D. vertical(m)=	0.55	0.55		
	Espesor V(cm)=				
	Cantidad V=	1	1		
	D.horizontal(m)	0.55	0.61		
	Espesor H(cm) =				
	Cantidad H =	5	6		
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0
	# de Int=	5	6	0	0
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00
	AOV(m2)=	0	0	0	0
	AOH(m2)=	0	0	0	0
	AOP(m2)=	1.5125	2.013	0	0
	Area (AO)	3.526			

Carpintería		V1	V2	V3	V4
	D. vertical(m)=	1.85	1.85		
	Espesor V(cm)=	5	5		
	Cantidad V=	6	7		
	D.horizontal(m)=	2.98	4.22		
	Espesor H(cm)=	5	5		
	Cantidad H =	4	4		
	A.Int(cm2)=	25	25	0	0
	# de Int=	24	28	0	0
	A.I.Total(cm2)=	600.00	700.00	0.00	0.00
	AV(m2)=	0.555	0.6475	0	0
	AH(m2)=	0.596	0.844	0	0
	AP(m2)=	1.091	1.4215	0	0
	Area (AC)	2.513			
Metodología de Calculo para Obtener Confort Luminico					
Calculo de Iluminacion interior (Eint)					
Eint = Eext x FLDc					
Eint =	94				
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			1.101		
Eext = Iluminancia exterior			8500		
FLDc (%)			1.101		
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR					
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			1.424	
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			1.3	
FR =	Factor de Reducción			0.404	
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)					
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)					
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))					
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R)					
			3.6		
FLDd (CCU) =			2.531		
L= ancho de la ventana			7.18		
H = altura de la ventana			1.85		
D=distancia perpendicular al punto P a calcular			6.00		
M = L/D			1.20		
T = H/D			0.31		
R = 1/√(1 + T*2)			0.79		
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))					
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)					
FLDd (CCNU) =			1.424		
Angulo de φ		9			
H =		1.85			
D=		6			
Alféizar =		0.85			
Altura del punto "p"=		0.6			
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)					
CRI=		1.3			
R= AV/AP		0.238			
Cálculo de Factor de Reducción (FR):					
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería					
FR=		0.404			
Mantenimiento =		0.8			
Transmitancia =		0.85			
Obstrucciones =		0.734			
Carpintería =		0.810			

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024

Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)

CALCULO DEL PROYECTO

INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC			
Aula N° :			AULA B - PABELLÓN B			
MAXIMO			Eint =	509		
Datos:						
Dimensiones del aula	Area (AP)=	55.68			Distancia del punto "p"	0.6
ventana	Mantenimiento	0.8			Alto "p" (mesa) =	0.6
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85			Angulo de ϕ	55
CRI:	% Tabla N°20	1.3		R=		
Reflexion	Material	coeficiente				
Piso	Madera Marrón			Iluminacio n Exterior "Eext"	8500 Lm.	
Pared	Color azulino					
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4	
	Horizontal =	2.98	4.2			7.18
	Vertical =	1.85	1.85			1.85
	Alféizar =	0.85	0.85			0.85
	Area (AV) =	13.28				
	D. vertical(m)=	0.55	0.55	1.2		
	Espesor V(cm)=					
	Cantidad V=	1	1	1		
	D.horizontal(m)=	0.55	0.65	1.8		
	Espesor H(cm) =					
	Cantidad H =	4	2	1		
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0	
	# de Int=	4	2	1	0	
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00	
	AOV(m2)=	0	0	0	0	
	AOH(m2)=	0	0	0	0	
	AOP(m2)=	1.21	0.715	2.16	0	
	Area (AO)	4.085				

Carpintería		V1	V2	V3	V4	
	D. vertical(m)=	1.85	1.85			
	Espesor V(cm)=	5	5			
	Cantidad V=	6	7			
	D.horizontal(m)=	2.98	4.22			
	Espesor H(cm) =	5	5			
	Cantidad H =	4	4			
	A.Int(cm2)=	25	25	0	0	
	# de Int=	24	28	0	0	
	A.I.Total(cm2)=	600.00	700.00	0.00	0.00	
	AV(m2)=	0.555	0.6475	0	0	
	AH(m2)=	0.596	0.844	0	0	
	AP(m2)=	1.091	1.4215	0	0	
Area (AC)	2.513					
Metodología de Calculo para Obtener Confort Luminico						
Calculo de Iluminacion interior (Eint)						
Eint = Eext x FLDc						
Eint =	509					
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			5.987			
Eext = Iluminancia exterior			8500			
FLDc (%)			5.987			
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR						
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			14.408		
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			1.3		
FR =	Factor de Reducción			0.381		
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)						
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)						
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))						
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R))						
			3.6			
FLDd (CCU) =			12.742			
L= ancho de la ventana			7.18			
H = altura de la ventana			1.85			
D=distancia perpendicular al punto P a calcular			0.60			
M = L/D			11.97			
T = H/D			3.08			
R = 1/√(1 + T*2)			0.37			
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))						
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)						
FLDd (CCNU) =			14.408			
Angulo de φ			55			
H =			1.85			
D=			0.6			
Alféizar =			0.85			
Altura del punto "p"=			0.6			
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)						
CRI=			1.3			
R= AV/AP			0.239			
Cálculo de Factor de Reducción (FR):						
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería						
FR=			0.381			
Mantenimiento =			0.8			
Transmitancia =			0.85			
Obstrucciones =			0.692			
Carpintería =			0.810			

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL			
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024					
Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)					
CALCULO DEL PROYECTO					
INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :			AULA B - PABELLÓN B		
MEDIO			Eint =	273	
Datos:					
Dimensiones del aula	Area (AP)=	55.68		Distancia del punto "p"	3
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =	0.6
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ	18
CRI:	% Tabla N°20	1.3		R=	
Reflexion	Material	coeficiente			
Piso	Madera Marrón			Iluminacion Exterior "Eext"	8500 Lm.
Pared	Color azulino				
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4
	Horizontal =	2.98	4.2		7.18
	Vertical =	1.85	1.85		1.85
	Alféizar =	0.85	0.85		0.85
	Area (AV) =	13.28			
	D. vertical(m)=	0.55	0.55	1.2	
	Espesor V(cm)=				
	Cantidad V=	1	1	1	
	D.horizontal(m)	0.55	0.65	1.8	
	Espesor H(cm) =				
	Cantidad H =	4	2	1	
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0
	# de Int=	4	2	1	0
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00
	AOV(m2)=	0	0	0	0
	AOH(m2)=	0	0	0	0
	AOP(m2)=	1.21	0.715	2.16	0
	Area (AO)	4.085			

Carpintería		V1	V2	V3	V4
	D. vertical(m)=	1.85	1.85		
	Espesor V(cm)=	5	5		
	Cantidad V=	6	7		
	D.horizantal(m)=	2.98	4.22		
	Espesor H(cm)=	5	5		
	Cantidad H =	4	4		
	A.Int(cm2)=	25	25	0	0
	# de Int=	24	28	0	0
	A.I.Total(cm2)=	600.00	700.00	0.00	0.00
	AV(m2)=	0.555	0.6475	0	0
	AH(m2)=	0.596	0.844	0	0
	AP(m2)=	1.091	1.4215	0	0
	Area (AC)	2.513			
Metodologia de Calculo para Obtener Confort Luminico					
Calculo de Iluminacion interior (Eint)					
Eint = Eext x FLDc					
Eint =	273				
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			3.217		
Eext = Iluminancia exterior			8500		
FLDc (%)			3.217		
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR					
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			7.139	
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			1.3	
FR =	Factor de Reducción			0.381	
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)					
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)					
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))					
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R)					
		3.6			
FLDd (CCU) =			10.295		
L= ancho de la ventana			7.18		
H = altura de la ventana			1.85		
D=distancia perpendicular al punto P a calcular			3.00		
M = L/D			2.39		
T = H/D			0.62		
R = 1/v(1 + T*2)			0.67		
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))					
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)					
FLDd (CCNU) =			7.139		
Angulo de φ			18		
H =			1.85		
D=			3		
Alféizar =			0.85		
Altura del punto "p"=			0.6		
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)					
CRI=			1.3		
R= AV/AP			0.239		
Cálculo de Factor de Reducción (FR):					
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería					
FR=			0.381		
Mantenimiento =			0.8		
Transmitancia =			0.85		
Obstrucciones =			0.692		
Carpintería =			0.810		

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL			
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024					
Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)					
CALCULO DEL PROYECTO					
INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :			AULA B - PABELLÓN B		
MINIMO			Eint =		88
Datos:					
Dimensiones del aula	Area (AP)=	55.8		Distancia del punto "p"	6
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =	0.6
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ	9
CRI:	% Tabla N°20	1.3		R=	
Reflexion	Material	coeficiente			
Piso	Madera Marrón			Iluminacion Exterior "Eext"	8500 Lm.
Pared	Color azulino				
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4
	Horizontal =	2.98	4.2		7.18
	Vertical =	1.85	1.85		1.85
	Alféizar =	0.85	0.85		0.85
	Area (AV) =	13.28			
	D. vertical(m)=	0.55	0.55	1.2	
	Espesor V(cm)=				
	Cantidad V=	1	1	1	
	D.horizontal(m)	0.55	0.65	1.8	
	Espesor H(cm) =				
	Cantidad H =	4	2	1	
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0
	# de Int=	4	2	1	0
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00
	AOV(m2)=	0	0	0	0
	AOH(m2)=	0	0	0	0
	AOP(m2)=	1.21	0.715	2.16	0
	Area (AO)	4.085			

Carpintería		V1	V2	V3	V4
	D. vertical(m)=	1.85	1.85		
	Espesor V(cm)=	5	5		
	Cantidad V=	6	7		
	D.horizontal(m)=	2.98	4.22		
	Espesor H(cm)=	5	5		
	Cantidad H =	4	4		
	A.Int(cm2)=	25	25	0	0
	# de Int=	24	28	0	0
	A.I.Total(cm2)=	600.00	700.00	0.00	0.00
	AV(m2)=	0.555	0.6475	0	0
	AH(m2)=	0.596	0.844	0	0
	AP(m2)=	1.091	1.4215	0	0
	Area (AC)	2.513			
Metodologia de Calculo para Obtener Confort Luminico					
Calculo de Iluminacion interior (Eint)					
Eint = Eext x FLDc					
Eint =	88				
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			1.038		
Eext = Iluminancia exterior			8500		
FLDc (%)			1.038		
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR					
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			1.424	
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			1.3	
FR =	Factor de Reducción			0.381	
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)					
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)					
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))					
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R))					
			3.6		
FLDd (CCU) =			2.531		
L= ancho de la ventana			7.18		
H = altura de la ventana			1.85		
D=distancia perpendicular al punto P a calcular			6.00		
M = L/D			1.20		
T = H/D			0.31		
R = 1/√(1 + T*2)			0.79		
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))					
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)					
FLDd (CCNU) =		1.424			
Angulo de φ		9			
H =		1.85			
D=		6			
Alféizar =		0.85			
Altura del punto "p"=		0.6			
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)					
CRI=		1.3			
R= AV/AP		0.238			
Cálculo de Factor de Reducción (FR):					
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería					
FR=		0.381			
Mantenimiento =		0.8			
Transmitancia =		0.85			
Obstrucciones =		0.692			
Carpintería =		0.810			

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024

Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)

CALCULO DEL PROYECTO

INSTITUCION EDUCATIVA:				SOR IRENE THERESE MC CORMAC			
Aula N° :				AULA C - PABELLÓN B			
MAXIMO				Eint =	286		
Datos:							
Dimensiones del aula	Area (AP)=	55.68		Distancia del punto "p"		0.6	
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =		0.6	
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ		55	
CRI:	% Tabla N°20	1.3		R=			
Reflexion	Material	coeficiente					
Piso	Madera Marrón			Iluminacio n Exterior "Eext"	8500 Lm.		
Pared	Color azulino						
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4		
	Horizontal =	2.98	4.2			7.18	
	Vertical =	1.85	1.85			1.85	
	Alféizar =	0.85	0.85			0.85	
	Area (AV) =	13.28					
	D. vertical(m)=	0.55	0.55	1.2			
	Espesor V(cm)=						
	Cantidad V=	1	1	1			
	D.horizontal(m)=	0.55	0.65	1.8			
	Espesor H(cm) =						
	Cantidad H =	9	15	1			
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0		
	# de Int=	9	15	1	0		
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00		
	AOV(m2)=	0	0	0	0		
	AOH(m2)=	0	0	0	0		
	AOP(m2)=	2.7225	5.3625	2.16	0		
Area (AO)	10.245						

Carpintería		V1	V2	V3	V4	
	D. vertical(m)=	1.85	1.85			
	Espesor V(cm)=	5	5			
	Cantidad V=	6	7			
	D.horizontal(m)=	2.98	4.22			
	Espesor H(cm) =	5	5			
	Cantidad H =	4	4			
	A.Int(cm2)=	25	25	0	0	
	# de Int=	24	28	0	0	
	A.I.Total(cm2)=	600.00	700.00	0.00	0.00	
	AV(m2)=	0.555	0.6475	0	0	
	AH(m2)=	0.596	0.844	0	0	
	AP(m2)=	1.091	1.4215	0	0	
Area (AC)	2.513					
Metodología de Calculo para Obtener Confort Luminico						
Calculo de Iluminacion interior (Eint)						
Eint = Eext x FLDc						
Eint =	286					
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			3.366			
Eext = Iluminancia exterior			8500			
FLDc (%)			3.366			
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR						
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			14.408		
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			1.3		
FR =	Factor de Reducción			0.214		
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)						
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)						
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))						
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R))						
			3.6			
FLDd (CCU) =			12.742			
L= ancho de la ventana			7.18			
H = altura de la ventana			1.85			
D=distancia perpendicular al punto P a calcular			0.60			
M = L/D			11.97			
T = H/D			3.08			
R = 1/√(1 + T*2)			0.37			
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))						
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)						
FLDd (CCNU) =		14.408				
Angulo de φ		55				
H =		1.85				
D=		0.6				
Alféizar =		0.85				
Altura del punto "p"=		0.6				
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)						
CRI=		1.3				
R= AV/AP		0.239				
Cálculo de Factor de Reducción (FR):						
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería						
FR=		0.214				
Mantenimiento =		0.8				
Transmitancia =		0.85				
Obstrucciones =		0.389				
Carpintería =		0.810				

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL			
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024					
Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)					
CALCULO DEL PROYECTO					
INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :			AULA C - PABELLÓN B		
MEDIO			Eint =	154	
Datos:					
Dimensiones del aula	Area (AP)=	55.68		Distancia del punto "p"	3
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =	0.6
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ	18
CRI:	% Tabla N°20	1.3		R=	
Reflexion	Material	coeficiente			
Piso	Madera Marrón			Iluminacion Exterior "Eext"	8500 Lm.
Pared	Color azulino				
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4
	Horizontal =	2.98	4.2		7.18
	Vertical =	1.85	1.85		1.85
	Alféizar =	0.85	0.85		0.85
	Area (AV) =	13.28			
	D. vertical(m)=	0.55	0.55		
	Espesor V(cm)=				
	Cantidad V=	1	1		
	D.horizontal(m)	0.55	0.65		
	Espesor H(cm) =				
	Cantidad H =	9	15		
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0
	# de Int=	9	15	0	0
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00
	AOV(m2)=	0	0	0	0
	AOH(m2)=	0	0	0	0
	AOP(m2)=	2.7225	5.3625	0	0
	Area (AO)	8.085			

Carpintería	V1	V2	V3	V4	
	D. vertical(m)=	1.85	1.85		
	Espesor V(cm)=	5	5		
	Cantidad V=	6	7		
	D.horizantal(m)=	2.98	4.22		
	Espesor H(cm)=	5	5		
	Cantidad H =	4	4		
	A.Int(cm2)=	25	25	0	0
	# de Int=	24	28	0	0
	A.I.Total(cm2)=	600.00	700.00	0.00	0.00
	AV(m2)=	0.555	0.6475	0	0
	AH(m2)=	0.596	0.844	0	0
	AP(m2)=	1.091	1.4215	0	0
Area (AC)	2.513				
Metodologia de Calculo para Obtener Confort Luminico					
Calculo de Iluminacion interior (Eint)					
Eint = Eext x FLDc					
Eint =	154				
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido		1.808			
Eext = Iluminancia exterior		8500			
FLDc (%)		1.808			
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR					
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo		7.139		
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna		1.3		
FR =	Factor de Reducción		0.214		
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)					
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)					
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))					
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R)					
		3.6			
FLDd (CCU) =		10.295			
L= ancho de la ventana		7.18			
H = altura de la ventana		1.85			
D=distancia perpendicular al punto P a calcular		3.00			
M = L/D		2.39			
T = H/D		0.62			
R = 1/v(1 + T*2)		0.67			
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))					
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)					
FLDd (CCNU) =	7.139				
Angulo de φ		18			
H =		1.85			
D=		3			
Alféizar =		0.85			
Altura del punto "p"=		0.6			
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)					
CRI=	1.3				
R= AV/AP	0.239				
Cálculo de Factor de Reducción (FR):					
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería					
FR=	0.214				
Mantenimiento =		0.8			
Transmitancia =		0.85			
Obstrucciones =		0.389			
Carpintería =		0.810			

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL			
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024					
Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)					
CALCULO DEL PROYECTO					
INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :			AULA C - PABELLÓN B		
MINIMO			Eint =	50	
Datos:					
Dimensiones del aula	Area (AP)=	55.8		Distancia del punto "p"	6
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =	0.6
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ	9
CRI:	% Tabla N°20	1.3		R=	
Reflexion	Material	coeficiente			
Piso	Madera Marrón			Iluminacion Exterior "Eext"	8500 Lm.
Pared	Color azulino				
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4
	Horizontal =	2.98	4.2		7.18
	Vertical =	1.85	1.85		1.85
	Alféizar =	0.85	0.85		0.85
	Area (AV) =	13.28			
	D. vertical(m)=	0.55	0.55		
	Espesor V(cm)=				
	Cantidad V=	1	1		
	D.horizontal(m)	0.55	0.65		
	Espesor H(cm) =				
	Cantidad H =	9	15		
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0
	# de Int=	9	15	0	0
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00
	AOV(m2)=	0	0	0	0
	AOH(m2)=	0	0	0	0
	AOP(m2)=	2.7225	5.3625	0	0
	Area (AO)	8.085			

Carpintería		V1	V2	V3	V4
	D. vertical(m)=	1.85	1.85		
	Espesor V(cm)=	5	5		
	Cantidad V=	6	7		
	D.horizontal(m)=	2.98	4.22		
	Espesor H(cm)=	5	5		
	Cantidad H =	4	4		
	A.Int(cm2)=	25	25	0	0
	# de Int=	24	28	0	0
	A.I.Total(cm2)=	600.00	700.00	0.00	0.00
	AV(m2)=	0.555	0.6475	0	0
	AH(m2)=	0.596	0.844	0	0
	AP(m2)=	1.091	1.4215	0	0
	Area (AC)	2.513			
Metodología de Calculo para Obtener Confort Luminico					
Calculo de Iluminacion interior (Eint)					
Eint = Eext x FLDc					
Eint =	50				
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			0.584		
Eext = Iluminancia exterior			8500		
FLDc (%)			0.584		
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR					
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			1.424	
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			1.3	
FR =	Factor de Reducción			0.214	
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)					
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)					
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))					
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R)					
			3.6		
FLDd (CCU) =			2.531		
L= ancho de la ventana			7.18		
H = altura de la ventana			1.85		
D=distancia perpendicular al punto P a calcular			6.00		
M = L/D			1.20		
T = H/D			0.31		
R = 1/v(1 + T*2)			0.79		
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))					
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)					
FLDd (CCNU) =			1.424		
Angulo de φ		9			
H =		1.85			
D=		6			
Alféizar =		0.85			
Altura del punto "p"=		0.6			
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)					
CRI=		1.3			
R= AV/AP		0.238			
Cálculo de Factor de Reducción (FR):					
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería					
FR=		0.214			
Mantenimiento =		0.8			
Transmitancia =		0.85			
Obstrucciones =		0.389			
Carpintería =		0.810			

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024

Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)

CALCULO DEL PROYECTO

INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC				
Aula N° :			AULA A - PABELLÓN C				
MAXIMO			Eint =	863			
Datos:							
Dimensiones del aula	Area (AP)=	50.37		Distancia del punto "p"		0.6	
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =		0.6	
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ		69	
CRI:	% Tabla N°20	0.8		R=			
Reflexion	Material	coeficiente					
Piso	Madera Marrón			Iluminacio n Exterior "Eext"	8500 Lm.		
Pared	Color azulino						
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4		
	Horizontal =	3.43	2	1.2		6.63	
	Vertical =	1.1	1.1	1.85		1.1	
	Alféizar =	1.6	1.6	0.85		1.6	
	Area (AV) =	8.19					
	D. vertical(m)=			0.55			
	Espesor V(cm)=						
	Cantidad V=			1			
	D.horizontal(m)=			0.55			
	Espesor H(cm) =						
	Cantidad H =			4			
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0		
	# de Int=	0	0	4	0		
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00		
	AOV(m2)=	0	0	0	0		
	AOH(m2)=	0	0	0	0		
	AOP(m2)=	0	0	1.21	0		
Area (AO)	1.210						

Carpintería		V1	V2	V3	V4	
	D. vertical(m)=	1.1	1.1	1.85		
	Espesor V(cm)=	5	5	5		
	Cantidad V=	7	5	3		
	D.horizontal(m)=	3.43	2.00	1.2		
	Espesor H(cm) =	5	5	5		
	Cantidad H =	3	3	4		
	A.Int(cm2)=	25	25	25	0	
	# de Int=	21	15	12	0	
	A.I.Total(cm2)=	525.00	375.00	300.00	0.00	
	AV(m2)=	0.385	0.275	0.278	0	
	AH(m2)=	0.515	0.300	0.24	0	
	AP(m2)=	0.847	0.5375	0.4875	1.4625	
Area (AC)	3.335					
Metodologia de Calculo para Obtener Confort Luminico						
Calculo de Iluminacion interior (Eint)						
Eint = Eext x FLDc						
Eint =	863					
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			10.149			
Eext = Iluminancia exterior			8500			
FLDc (%)			10.149			
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR						
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			28.741		
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			0.8		
FR =	Factor de Reducción			0.344		
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)						
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)						
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))						
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R)						
			3.6			
FLDd (CCU) =				23.391		
L= ancho de la ventana				6.63		
H = altura de la ventana				1.85		
D=distancia perpendicular al punto P a calcular				0.60		
M = L/D				11.05		
T = H/D				3.08		
R = 1/√(1 + T*2)				0.37		
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))						
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)						
FLDd (CCNU) =		28.741				
Angulo de φ		69				
H =		1.1				
D=		0.6				
Alféizar =		1.6				
Altura del punto "p"=		0.6				
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)						
CRI=		0.8				
R= AV/AP		0.163				
Cálculo de Factor de Reducción (FR):						
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería						
FR=		0.344				
Mantenimiento =		0.8				
Transmitancia =		0.85				
Obstrucciones =		0.852				
Carpintería =		0.593				

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL			
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024					
Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)					
CALCULO DEL PROYECTO					
INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :			AULA A - PABELLÓN C		
MEDIO			Eint =		454
Datos:					
Dimensiones del aula	Area (AP)=	50.37		Distancia del punto "p"	3
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =	0.6
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ	27
CRI:	% Tabla N°20	0.8		R=	
Reflexion	Material	coeficiente			
Piso	Madera Marrón			Iluminacion Exterior "Eext"	8500 Lm.
Pared	Color azulino				
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4
	Horizontal =	3.43	2	1.2	6.63
	Vertical =	1.1	1.1	1.85	1.1
	Alféizar =	1.6	1.6	0.85	1.6
	Area (AV) =	8.19			
	D. vertical(m)=			0.55	
	Espesor V(cm)=				
	Cantidad V=			1	
	D.horizontal(m)=			0.55	
	Espesor H(cm) =				
	Cantidad H =			4	
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0
	# de Int=	0	0	4	0
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00
	AOV(m2)=	0	0	0	0
	AOH(m2)=	0	0	0	0
	AOP(m2)=	0	0	1.21	0
	Area (AO)	1.210			

Carpintería		V1	V2	V3	V4	
	D. vertical(m)=	1.1	1.1	1.85		
	Espesor V(cm)=	5	5	5		
	Cantidad V=	7	5	3		
	D.horizantal(m)=	3.43	2.00	1.2		
	Espesor H(cm)=	5	5	5		
	Cantidad H =	3	3	4		
	A.Int(cm2)=	25	25	25	0	
	# de Int=	21	15	12	0	
	A.I.Total(cm2)=	525.00	375.00	300.00	0.00	
	AV(m2)=	0.385	0.275	0.2775	0	
	AH(m2)=	0.5145	0.300	0.24	0	
	AP(m2)=	0.847	0.5375	0.4875	1.4625	
	Area (AC)	3.335				
Metodologia de Calculo para Obtener Confort Luminico						
Calculo de Iluminacion interior (Eint)						
Eint = Eext x FLDc						
Eint =	454					
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			5.344			
Eext = Iluminancia exterior			8500			
FLDc (%)			5.344			
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR						
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			14.254		
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			1.3		
FR =	Factor de Reducción			0.344		
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)						
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)						
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))						
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R))						
			3.6			
FLDd (CCU) =			17.430			
L= ancho de la ventana			6.63			
H = altura de la ventana			1.85			
D=distancia perpendicular al punto P a calcular			3.00			
M = L/D			2.21			
T = H/D			0.62			
R = 1/v(1 + T*2)			0.67			
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))						
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)						
FLDd (CCNU) =			14.254			
Angulo de φ			27			
H =			1.1			
D=			3			
Alféizar =			1.6			
Altura del punto "p"=			0.6			
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)						
CRI=			0.8			
R= AV/AP			0.163			
Cálculo de Factor de Reducción (FR):						
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería						
FR=			0.344			
Mantenimiento =			0.8			
Transmitancia =			0.85			
Obstrucciones =			0.852			
Carpintería =			0.593			

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL			
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024					
Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)					
CALCULO DEL PROYECTO					
INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :			AULA A - PABELLÓN C		
MINIMO			Eint =	154	
Datos:					
Dimensiones del aula	Area (AP)=	55.8		Distancia del punto "p"	6
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =	0.6
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ	14
CRI:	% Tabla N°20	0.8		R=	
Reflexion	Material	coeficiente			
Piso	Madera Marrón			Iluminacion Exterior "Eext"	8500 Lm.
Pared	Color azulino				
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4
	Horizontal =	3.43	2	1.2	6.63
	Vertical =	1.1	1.1	1.85	1.1
	Alféizar =	1.6	1.6	0.85	1.6
	Area (AV) =	8.19			
	D. vertical(m)=			0.55	
	Espesor V(cm)=				
	Cantidad V=			1	
	D.horizontal(m)=			0.55	
	Espesor H(cm) =				
	Cantidad H =			4	
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0
	# de Int=	0	0	4	0
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00
	AOV(m2)=	0	0	0	0
	AOH(m2)=	0	0	0	0
	AOP(m2)=	0	0	1.21	0
	Area (AO)	1.210			

Carpintería	V1	V2	V3	V4	
	D. vertical(m)=	1.1	1.1	1.85	
	Espesor V(cm)=	5	5	5	
	Cantidad V=	7	5	3	
	D.horizontal(m)	3.43	2.00	1.2	
	Espesor H(cm) =	5	5	5	
	Cantidad H =	3	3	4	
	A.Int(cm2)=	25	25	25	0
	# de Int=	21	15	12	0
	A.I.Total(cm2)=	525.00	375.00	300.00	0.00
	AV(m2)=	0.385	0.275	0.2775	0
	AH(m2)=	0.5145	0.300	0.24	0
	AP(m2)=	0.847	0.5375	0.4875	1.4625
	Area (AC)	3.335			
Metodología de Calculo para Obtener Confort Luminico					
Calculo de Iluminacion interior (Eint)					
Eint = Eext x FLDc					
Eint =	154				
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido		1.814			
Eext = Iluminancia exterior		8500			
FLDc (%)		1.814			
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR					
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo		3.979		
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna		1.3		
FR =	Factor de Reducción		0.344		
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)					
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)					
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))					
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R)					
		3.6			
FLDd (CCU) =		6.261			
L= ancho de la ventana		6.63			
H = altura de la ventana		1.85			
D=distancia perpendicular al punto P a calcular		6.00			
M = L/D		1.11			
T = H/D		0.31			
R = 1/v(1 + T*2)		0.79			
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))					
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)					
FLDd (CCNU) =		3.979			
Angulo de φ		14			
H =		1.1			
D=		6			
Alféizar =		1.6			
Altura del punto "p"=		0.6			
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)					
CRI=	0.8				
R= AV/AP	0.147				
Cálculo de Factor de Reducción (FR):					
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería					
FR=	0.344				
Mantenimiento =	0.8				
Transmitancia =	0.85				
Obstrucciones =	0.852				
Carpintería =	0.593				

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024

Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)

CALCULO DEL PROYECTO

INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC			
Aula N° :			AULA B - PABELLÓN C			
MAXIMO			Eint =	787		
Datos:						
Dimensiones del aula	Area (AP)=	50.37		Distancia del punto "p"		0.6
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =		0.6
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ		69
CRI:	% Tabla N°20	0.8		R=		
Reflexion	Material	coeficiente				
Piso	Madera Marrón			Iluminacio n Exterior "Eext"	8500 Lm.	
Pared	Color azulino					
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4	
	Horizontal =	3.43	2	1.2		6.63
	Vertical =	1.1	1.1	1.85		1.1
	Alféizar =	1.6	1.6	0.85		1.6
	Area (AV) =	8.19				
	D. vertical(m)=			0.55		
	Espesor V(cm)=					
	Cantidad V=			1		
	D.horizontal(m)=			0.55		
	Espesor H(cm) =					
	Cantidad H =			6		
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0	
	# de Int=	0	0	6	0	
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00	
	AOV(m2)=	0	0	0	0	
	AOH(m2)=	0	0	0	0	
	AOP(m2)=	0	0	1.815	0	
Area (AO)	1.815					

Carpintería		V1	V2	V3	V4	
	D. vertical(m)=	1.1	1.1	1.85		
	Espesor V(cm)=	5	5	5		
	Cantidad V=	7	5	3		
	D.horizontal(m)=	3.43	2.00	1.2		
	Espesor H(cm) =	5	5	5		
	Cantidad H =	3	3	4		
	A.Int(cm2)=	25	25	25	0	
	# de Int=	21	15	12	0	
	A.I.Total(cm2)=	525.00	375.00	300.00	0.00	
	AV(m2)=	0.385	0.275	0.278	0	
	AH(m2)=	0.515	0.300	0.24	0	
	AP(m2)=	0.847	0.5375	0.4875	1.4625	
Area (AC)	3.335					
Metodología de Calculo para Obtener Confort Luminico						
Calculo de Iluminacion interior (Eint)						
Eint = Eext x FLDc						
Eint =	787					
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			9.256			
Eext = Iluminancia exterior			8500			
FLDc (%)			9.256			
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR						
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			28.741		
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			0.8		
FR =	Factor de Reducción			0.313		
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)						
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)						
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))						
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R)						
			3.6			
FLDd (CCU) =			23.391			
L= ancho de la ventana			6.63			
H = altura de la ventana			1.85			
D=distancia perpendicular al punto P a calcular			0.60			
M = L/D			11.05			
T = H/D			3.08			
R = 1/√(1 + T*2)			0.37			
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))						
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)						
FLDd (CCNU) =	28.741					
Angulo de φ		69				
H =		1.1				
D=		0.6				
Alféizar =		1.6				
Altura del punto "p"=		0.6				
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)						
CRI=	0.8					
R= AV/AP	0.163					
Cálculo de Factor de Reducción (FR):						
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería						
FR=	0.313					
Mantenimiento =	0.8					
Transmitancia =	0.85					
Obstrucciones =	0.777					
Carpintería =	0.593					

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024

Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)

CALCULO DEL PROYECTO

INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC			
Aula N° :			AULA B - PABELLÓN C			
MEDIO			Eint =	417		
Datos:						
Dimensiones del aula	Area (AP)=	50.37		Distancia del punto "p"		
ventana	Mantenimiento	0.8		Alto "p" (mesa) =	0.6	
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85		Angulo de ϕ	27	
CRI:	% Tabla N°20	0.8		R=		
Reflexion	Material	coeficiente				
Piso	Madera Marrón			Iluminacion Exterior "Eext"	8500 Lm.	
Pared	Color azulino					
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4	
	Horizontal =	3.43	2	1.2		6.63
	Vertical =	1.1	1.1	1.85		1.1
	Alféizar =	1.6	1.6	0.85		1.6
	Area (AV) =	8.19				
	D. vertical(m)=			0.55		
	Espesor V(cm)=					
	Cantidad V=			1		
	D.horizontal(m)=			0.55		
	Espesor H(cm) =					
	Cantidad H =			6		
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0	
	# de Int=	0	0	6	0	
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00	
	AOV(m2)=	0	0	0	0	
	AOH(m2)=	0	0	0	0	
	AOP(m2)=	0	0	1.815	0	
	Area (AO)	1.815				

Carpintería	V1	V2	V3	V4	
	D. vertical(m)=	1.1	1.1	1.85	
	Espesor V(cm)=	5	5	5	
	Cantidad V=	7	5	3	
	D.horizontal(m)=	3.43	2.00	1.2	
	Espesor H(cm)=	5	5	5	
	Cantidad H =	3	3	4	
	A.Int(cm2)=	25	25	25	0
	# de Int=	21	15	12	0
	A.I.Total(cm2)=	525.00	375.00	300.00	0.00
	AV(m2)=	0.385	0.275	0.2775	0
	AH(m2)=	0.5145	0.300	0.24	0
	AP(m2)=	0.847	0.5375	0.4875	1.4625
	Area (AC)	3.335			
Metodologia de Calculo para Obtener Confort Luminico					
Calculo de Iluminacion interior (Eint)					
Eint = Eext x FLDc					
Eint =	417				
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			4.873		
Eext = Iluminancia exterior			8500		
FLDc (%)			4.873		
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR					
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			14.254	
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			1.3	
FR =	Factor de Reducción			0.313	
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)					
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)					
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))					
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R))					
		3.6			
FLDd (CCU) =			17.430		
L= ancho de la ventana			6.63		
H = altura de la ventana			1.85		
D=distancia perpendicular al punto P a calcular			3.00		
M = L/D			2.21		
T = H/D			0.62		
R = 1/v(1 + T*2)			0.67		
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))					
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)					
FLDd (CCNU) =			14.254		
Angulo de φ			27		
H =			1.1		
D=			3		
Alféizar =			1.6		
Altura del punto "p"=			0.6		
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)					
CRI=			0.8		
R= AV/AP			0.163		
Cálculo de Factor de Reducción (FR):					
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería					
FR=			0.313		
Mantenimiento =			0.8		
Transmitancia =			0.85		
Obstrucciones =			0.777		
Carpintería =			0.593		

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL			
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA					
PLAN DE TESIS: Análisis del confort lumínico en las aulas educativas de la escuela Sor Irene Therese Mc Cormac, Huasahuasi - Tarma, 2024					
Procesamiento de datos. Directiva del RNE sobre Confort Lumínico(EM 110)					
CALCULO DEL PROYECTO					
INSTITUCION EDUCATIVA:			SOR IRENE THERESE MC CORMAC		
Aula N° :			AULA B - PABELLÓN C		
MINIMO			Eint =	141	
Datos:					
Dimensiones del aula	Area (AP)=	55.8	Distancia del punto "p"		6
	ventana	Mantenimiento	0.8	Alto "p" (mesa) =	
Vidrio laminado	Transmitancia:	0.85	Angulo de ϕ		14
CRI:	% Tabla N°20	0.8	R=		
Reflexion	Material	coeficiente			
Piso	Madera Marrón			Iluminacion Exterior "Eext"	8500 Lm.
Pared	Color azulino				
Geometria de ventanas:		V1	V2	V3	V4
	Horizontal =	3.43	2	1.2	6.63
	Vertical =	1.1	1.1	1.85	1.1
	Alféizar =	1.6	1.6	0.85	1.6
	Area (AV) =	8.19			
	D. vertical(m)=			0.55	
	Espesor V(cm)=				
	Cantidad V=			1	
	D.horizontal(m)=			0.55	
	Espesor H(cm) =				
	Cantidad H =			6	
	A.Int(cm2)=	0	0	0	0
	# de Int=	0	0	6	0
	A.I.Total(cm2)=	0.00	0.00	0.00	0.00
	AOV(m2)=	0	0	0	0
	AOH(m2)=	0	0	0	0
	AOP(m2)=	0	0	1.815	0
	Area (AO)	1.815			

Carpintería		V1	V2	V3	V4	
	D. vertical(m)=	1.1	1.1	1.85		
	Espesor V(cm)=	5	5	5		
	Cantidad V=	7	5	3		
	D.horizontal(m)=	3.43	2.00	1.2		
	Espesor H(cm)=	5	5	5		
	Cantidad H =	3	3	4		
	A.Int(cm2)=	25	25	25	0	
	# de Int=	21	15	12	0	
	A.I.Total(cm2)=	525.00	375.00	300.00	0.00	
	AV(m2)=	0.385	0.275	0.2775	0	
	AH(m2)=	0.5145	0.300	0.24	0	
	AP(m2)=	0.847	0.5375	0.4875	1.4625	
	Area (AC)	3.335				
Metodología de Calculo para Obtener Confort Luminico						
Calculo de Iluminacion interior (Eint)						
Eint = Eext x FLDc						
Eint =	141					
FLDc = Factor de Luz Diurna Corregido			1.654			
Eext = Iluminancia exterior			8500			
FLDc (%)			1.654			
FLDc (%) = (FLDd + CRI) x FR						
FLDd =	Factor de Luz de Día Directo			3.979		
CRI =	Coeficiente de Reflexión Interna			1.3		
FR =	Factor de Reducción			0.313		
Cálculo de Factor de Luz Día Directo (FLDd)						
El tipo de cielo en la sierra es Cielo Cubierto no Uniforme (CCNU)						
1. El FLDd para Cielo Cubierto Uniforme (FLDd (CCU))						
FLDd (CCU) = (arctanM - R x (arctanM x R))						
			3.6			
FLDd (CCU) =			6.261			
L= ancho de la ventana			6.63			
H = altura de la ventana			1.85			
D=distancia perpendicular al punto P a calcular			6.00			
M = L/D			1.11			
T = H/D			0.31			
R = 1/v(1 + T*2)			0.79			
2. El FLDd para Cielo Cubierto No Uniforme (FLDd (CCNU))						
FLDd (CCNU) = (3/7) x FLDd (CCU) x (1 + 2senφ)						
FLDd (CCNU) =		3.979				
Angulo de φ		14				
H =		1.1				
D=		6				
Alféizar =		1.6				
Altura del punto "p"=		0.6				
Cálculo del Coeficiente de Reflexión Interna (R): (CRI)						
CRI=		0.8				
R= AV/AP		0.147				
Cálculo de Factor de Reducción (FR):						
FR = Mantenimiento x Transmitancia x Obstrucciones x Carpintería						
FR=		0.313				
Mantenimiento =		0.8				
Transmitancia =		0.85				
Obstrucciones =		0.777				
Carpintería =		0.593				

FUT de la I.E. sor Irene Therese Mc Cormac

Fotografía 11: Permiso para poder ingresar a las aulas de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac

FORMULARIO ÚNICO DE TRÁMITES (FUT)			
P.O. N.º 001-2012-ED DISTRITO DE LIMA			
I. RESUMEN DE SU PEDIDO:			
II. DEPENDENCIA O AUTORIDAD A QUIEN SE DIRIGE: SEÑOR. ANISAL SOTO HUERE, DIRECTOR DE LA IE 30731 "SOR IRENE THERESE MC CORMACK"			
III. DATOS DEL SOLICITANTE:			
Persona Natural			
Apellido Paterno:	Aranda	Apellido Materno:	Sosa
Nombre:	Angelina Del Rosario		
Persona Jurídica:			
Razón Social:			
Tipo de Documento:			
DNI:	7322548	RUC:	
IV. DIRECCIÓN:			
TIPO DE VÍA: Avenida ☐ Urban ☐ Calle ☐ Pasaje ☐ Carretera ☐ Prolongación ☐			
Nombre de la vía:			
Indicadores: ☐ Eje ☐ Inter ☐ Fin ☐ Mo ☐ Uva ☐ Km ☐ Voz ☐			
Tipo de Zona:			
Urbanización:	☐ Pueblo Joven	☐ Unidad Agrar	☐ Urbanización
Suburban:	☐ Recreación	☐ Zona Industrial	☐ Puerto Privado
Rural:	☐ Campesino	☐ Finca	☐ Otro (especificar):
Nombre de zona:			
Referencia:			
Departamento:		Provincia:	
Teléfonos: 927 900 163		Autorizo que me notifique al siguiente correo electrónico:	
DECLARO que los datos suministrados son verídicos y de mi exclusiva responsabilidad. DECLARACIÓN JURADA			
V. FUNDAMENTACIÓN DEL PEDIDO:			
Que por motivos de mi proyecto de tesis para optar al grado de Bachiller y título con especialidad en arquitectura, solicito realizar un estudio sobre la infraestructura de la IE 30731 Sor Irene. Solicito mi pedido por ser de justicia			
VI. DOCUMENTOS QUE SE ADJUNTAN:			
			
LUGAR Y FECHA		FIRMA DEL USUARIO	
1.05.2014		[Firma]	
PARA CONSULTAS SOBRE SU TRÁMITE LLAMAR AL CELULAR N° 924 489 212 o N° 901 417 148			
www.sorirene.edu.pe			

Fuente: I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac

Descripción: Formulario Único de Trámites (FUT) emitido por parte de la I.E. Sor Irene.

Fotografías de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac

Fotografía 12: *I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac (vista del interior)*



Descripción: Fotografía que muestra el patio central de la institución educativa.

Fotografía 13: *Pabellón B de la institución educativa.*



Descripción: Fotografía que muestra el pabellón B de la institución educativa.

Fotografía 14: *Área central de la institución educativa.*



Descripción: Fotografía que muestra el patio central de la institución educativa.

Fotografía 15: *Pabellón C de la institución educativa.*



Descripción: Fotografía que muestra el pabellón C de la institución educativa.

Fotografía 16: *Área de servicios de la institución educativa.*



Descripción: Fotografía que muestra el patio y el área de servicios de la institución educativa.

Fotografía 17: *Pabellón B de la Institución educativa.*



Descripción: Fotografía que muestra el pabellón B de la institución educativa.

Fotografía 18: *Instrumento de medición para la medición de vanos.*



Descripción: Instrumento utilizado para la medición de los vanos (puertas y ventanas) de la institución educativa.

Fotografía 19: *Circulación interior de la institución educativa.*



Descripción: Circulación interior de la institución educativa, ubicada entre el pabellón A y pabellón B.

Fotografía 20: *Toma de medidas de la institución educativa.*



Descripción: Toma de medidas para la elaboración del levantamiento en Autocad de la Institución Educativa.

PROYECTO APLICATIVO

PROYECTO “ESCUELA PRIMARIA RENOVADA SOR IRENE”

1. Planteamiento del Problema

La iluminación natural en los espacios educativos es un factor clave para el rendimiento académico y el bienestar de los estudiantes. La normativa vigente establece un mínimo de 250 luxes en las aulas para garantizar condiciones óptimas de aprendizaje. Sin embargo, muchas instituciones educativas no alcanzan este nivel de iluminación debido a su orientación, diseño arquitectónico o limitaciones en la captación de luz natural, lo que puede afectar la calidad del ambiente educativo.

En este contexto, resulta fundamental la implementación de sistemas pasivos de redireccionamiento de luz, que permitan optimizar el aprovechamiento de la luz natural sin recurrir a soluciones artificiales de alto consumo energético. Si bien la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac no presenta deficiencias significativas en su iluminación actual, su estudio es relevante como referencia para aquellas instituciones con condiciones desfavorables de luz natural.

Teniendo en cuenta los cálculos lumínicos y la situación actual con el techo parabólico de la institución, este estudio busca evaluar la efectividad de los sistemas pasivos de iluminación como solución sostenible para mejorar la calidad de la luz en los espacios educativos con baja iluminación natural. A través de este análisis, se pretende resaltar la importancia de estas estrategias arquitectónicas y su aplicabilidad en otras infraestructuras escolares que requieran mejorar sus condiciones lumínicas.

1.1. Objetivo General

Proponer la implementación de sistemas pasivos de redireccionamiento de luz natural en instituciones educativas con baja iluminación, tomando como referencia los cálculos lumínicos para la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac, con el fin de optimizar las condiciones de iluminación en aulas y promover su aplicabilidad en infraestructuras similares.

1.2. Problema Específico

Las instituciones con baja iluminación requieren sistemas pasivos que optimicen la distribución lumínica sin aumentar el consumo energético ni generar altos costos de remodelación. Es fundamental evaluar la efectividad de estas soluciones para su aplicación en contextos con condiciones lumínicas desfavorables.

1.3. Justificación del problema

La iluminación natural en los espacios educativos es fundamental para el confort visual, el rendimiento académico y la eficiencia energética. Implementar sistemas pasivos de redireccionamiento de luz representa una solución sostenible, ya que optimiza la iluminación

sin incrementar el consumo eléctrico ni generar altos costos de remodelación. Este estudio busca demostrar la importancia de estas estrategias arquitectónicas y su aplicabilidad en instituciones con condiciones lumínicas desfavorables, contribuyendo así a la mejora de la infraestructura educativa.

2. Marco Conceptual Normativo

2.1. Escuela Primaria

La escuela primaria es un centro educativo fundamental en el sistema de formación, cuya principal función es proporcionar a los niños una educación básica integral que les permita adquirir conocimientos, habilidades y valores esenciales para su desarrollo personal y social. En este nivel, la enseñanza no solo abarca áreas académicas como matemáticas, ciencias y lenguaje, sino que también se enfoca en el desarrollo emocional, físico y social de los estudiantes, promoviendo un entorno que favorezca su aprendizaje de bienestar.

De acuerdo con la Normativa Peruana para Infraestructura Educativa, las instituciones educativas deben cumplir con ciertos estándares en cuanto a la disposición de espacio, la seguridad estructural y el confort, garantizando un entorno adecuado para el aprendizaje. En ese sentido se establecen requisitos en cuanto a la cantidad de luz mínima para asegurar un buen confort lumínico en las aulas, siendo de 250 lux como mínimo. Esto incluye la correcta orientación, el uso de materiales que optimicen el ingreso de luz natural, y la implementación de sistemas de protectores solares que regulen el ingreso de luz natural. Además de cumplir con estos lineamientos, se deberá adaptar a las condiciones climáticas y culturales de su entorno.

2.2. Normas de Educación

Las aulas, talleres y laboratorios de una institución educativa primaria deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma A.040 Educación del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para garantizar la seguridad y funcionalidad de los espacios de enseñanza. Entre las disposiciones clave se encuentran las siguientes:

- La altura mínima de los ambientes de enseñanza debe ser de 2.80 m del piso al cielorraso, mientras que para la ventilación forzada, la altura mínima es 2.60 m.
- La ventilación natural de las aulas debe ser permanente, alta y cruzada, con vanos de apertura no menores al 5% del área total del aula, especialmente en regiones de la sierra.
- El diseño debe ser funcional y estético, alineado con la tecnología educativa a utilizar.
- Las aulas con capacidad de hasta 40 estudiantes deben tener una puerta de 1.20 m de ancho, mientras que las aulas para entre 41 y 80 estudiantes deben contar con dos puertas de 1.20 m cada una, para garantizar una adecuada evacuación.

- La capacidad de los ambientes de enseñanza se basa en los siguientes indicadores de área por estudiante.
 - Aulas: 1.20 m² por estudiante
 - Aulas tipo auditorio: 0.90 m² por estudiante
 - Biblioteca: 1.50 m² por alumno-asiento.
- Además, las puertas de las aulas deben abrir hacia afuera, siguiendo el sentido de evacuación, sin interrumpir el tránsito en los pasillos de circulación. El ancho de los pasajes y escaleras también varía según el número de personas que circulan por los edificios:
 - Para hasta 150 personas, el pasaje debe tener mínimo de 1.50 m y la escalera 1.50 m.
 - Para 300 personas, el pasaje debe tener 1.80m de ancho y la escalera 2.40 m o dos escaleras de 1.50 m cada una.

Las escaleras deben cumplir con ciertos parámetros de seguridad, como un máximo de 18 contrapasos y escalones con una pisada de entre 28 a 30 cm. Toda edificación educativa existente debe adecuarse a estas normativas para garantizar condiciones óptimas de seguridad y confort para los estudiantes y personal docente.

2.3. Características de los componentes

Acabados (Artículo 10):

- La pintura debe ser lavable para facilitar su mantenimiento.
- Los servicios higiénicos y áreas húmedas deben ser cubiertas con materiales impermeables y de fácil limpieza.
- Los pisos deben ser de materiales antideslizantes, resistentes al tránsito intenso y al agua.

Puertas (Artículo 11):

- Las puertas deben abrir hacia afuera, sin obstruir el tránsito en los pasillos.
- En pasaje de circulación transversales, las puertas deben girar 180 grados.
- Para ambientes más de 40 personas, se requieren dos puertas separadas para facilitar la evacuación.

Escaleras (Artículo 12):

- El ancho mínimo de las escaleras debe ser de 1.20 m.
- Las escaleras deben contar con pasamanos en ambos lados.
- El cálculo de número y ancho de las escaleras se basa en la cantidad de ocupantes.
- Cada paso debe medir de 28 a 30 cm y el contrapaso de 16 a 17 cm.
- Máximo de 16 contrapasos sin descanso.

3. Análisis del contexto

3.1. Ubicación y localización

El distrito de Huasahuasi presenta una distribución urbana marcada por su relieve montañoso y su dinámica rural. La organización del territorio se caracteriza por una textura diferenciada, con áreas más densas hacia el centro, donde se concentra la mayor parte de la actividad comercial y los servicios públicos. Las zonas periféricas están dominadas por viviendas dispersas y terrenos agrícolas. En cuanto a la ubicación del terreno en cuestión, este se encuentra al suroeste del núcleo central del distrito, en una zona cercana a espacios comunitarios como la municipalidad, parques y el puesto policial, lo que facilita el acceso a servicios y seguridad. Sin embargo, la densidad de las edificaciones cercanas limita las posibilidades de expansión física del centro educativo.

3.2. Estructura climática

El distrito de Huasahuasi presenta un clima predominantemente frío y templado. Durante el día, las temperaturas máximas suelen situarse entre los 15°C y 20°C, mientras que por la noche pueden descender hasta 5°C o menos, especialmente en las estaciones más frías. La humedad promedio oscila entre el 60% y 70%, creando un ambiente generalmente fresco y húmedo (47). Los vientos predominan desde el suroeste, con una intensidad moderada, aunque en invierno pueden volverse más fuertes.

En cuanto a la precipitación, el periodo de lluvias abarca de noviembre a marzo, con lluvias intensas durante los meses de verano, lo que provoca cierta saturación del suelo. En contraste, los meses de junio a agosto suelen ser los más ventosos, con ráfagas con intensas en las zonas más expuestas (48).

Huasahuasi se sitúa en una región montañosa de los Andes peruanos, a una altitud entre los 3,500 y 4,000 metros sobre el nivel del mar. Su topografía se caracteriza por montañas escarpadas, valles profundos y ríos. Este paisaje montañoso es vital para las comunidades locales, quienes dependen de la agricultura y ganadería. Además, la geografía ofrece oportunidades para el turismo como senderismo y montañismo. Mencionado ello, el área del centro de Huasahuasi es limitada, lo que restringe la expansión de instituciones y servicios públicos, generando una mayor concentración de viviendas y centros dentro de las áreas reducidas (48).

Tabla 42. Resultados promedios por meses (Temperatura, humedad, precipitaciones y velocidad de viento)

MES	TEMPERATURA MÁXIMA (C°)	TEMPERATURA MÍNIMA (C°)	HUMEDAD PROMEDIO (%)	PRECIPITACION (mm)	VELOCIDAD DE VIENTOS (Km/h)
Enero	20 C°	5 C°	70 %	80 mm	15 Km/h
Febrero	20 C°	6 C°	70 %	90 mm	14 Km/h
Marzo	19 C°	6 C°	70 %	100 mm	13 Km/h
Abril	18 C°	5 C°	65 %	60 mm	12 Km/h

Mayo	17 C°	4 C°	65 %	50 mm	11 Km/h
Junio	15 C°	3 C°	60 %	40 mm	12 Km/h
Julio	16 C°	3 C°	60 %	40 mm	13 Km/h
Agosto	16 C°	3 C°	60 %	40 mm	14 Km/h
Setiembre	17 C°	4 C°	60 %	50 mm	13 Km/h
Octubre	18 C°	5 C°	65 %	60 mm	14 Km/h
Noviembre	19 C°	5 C°	65 %	70 mm	15 Km/h
Diciembre	20 C°	5 C°	70 %	80 mm	15 Km/h

Fuente: Weather Channel y SENAMHI

Descripción: Tabla resumen sobre la temperatura (máxima y mínima), humedad, precipitación y velocidad de vientos a lo largo de los meses.

Gráfico 32: Temperaturas máximas del distrito



Descripción: Los cuadros verdes representan a las temperaturas máximas registradas durante los meses del año.

Análisis: Las temperaturas máximas en el distrito de Huasahuasi alcanzan los 20°C durante los meses de enero, febrero y diciembre. Este rango de temperaturas indica que en los meses más cálidos se puede aprovechar mejor la ventilación natural en las edificaciones.

Gráfico 33: Temperaturas mínimas del distrito



Descripción: El cuadro rojo representan a la temperatura mínima registradas durante los meses del año.

Análisis: Las temperaturas mínimas en el distrito de Huasahuasi registran su punto más bajo, alcanzando los 3 °C en los meses de julio y agosto. Es fundamental que las aulas estén equipadas con sistema de calefacción adecuada y ventanas que permitan una buena iluminación sin comprometer el confort térmico.

Gráfico 34: Humedad del distrito por meses



Descripción: Los cuadros verdes representan a las humedades máximas registradas durante los meses del año; mientras que el cuadro rojo representa a los meses con menos humedad.

Análisis: La humedad en el distrito de Huasahuasi alcanza sus niveles más altos durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, registrando un 70%. En contraste, los meses de junio, julio, agosto y setiembre presentan una humedad relativa implica que durante la temporada más húmeda, las aulas deben contar con un diseño que permita una adecuada ventilación natural para prevenir problemas de moho y mantener un ambiente saludable para los estudiantes. Asimismo, en los meses más secos, es crucial considerar estrategias de humidificación que ayuden a mantener un confort adecuado en los espacios educativos.

Gráfico 35: Precipitaciones de lluvia en el distrito por meses



Descripción: El cuadro verde representa al máximo de precipitación de lluvia durante los meses del año; mientras que el cuadro rojo representa los meses con menos precipitaciones durante el año.

Análisis: Marzo se destaca como el mes con la mayor precipitación, alcanzando aproximadamente 100 mm. En contraste, los meses de junio, julio y agosto son los más secos, con precipitaciones que alcanzan los 40 mm. Esta variación significativa en la cantidad de lluvia a lo largo del año resalta la importancia de un diseño adecuado de drenajes.

Gráfico 36: Velocidad de vientos del distrito por meses



Descripción: Los cuadros verdes representan a las altas velocidades de vientos durante el año; mientras que el cuadro rojo representa el mes con menos velocidad de vientos.

Análisis: En cuanto a la velocidad de los vientos, los meses de diciembre, noviembre y enero presentan las mayores velocidades, alcanzando hasta 15 km/h, considerándose como moderado. Por otro lado, mayo es el mes con la menor velocidad de vientos, registrando aproximadamente 11 km/h.

3.3. Geometría solar

- **Orientación**

Para comenzar, debemos saber que en los periodos estacionales de la Tierra están determinados por cuatro posiciones principales en su giro alrededor del sol. Ello incide en que ciertos puntos de la Tierra reciban más luz solar que otras; en caso contrario, habría una posición fija y no habría estaciones. Ello es importante analizar debido a que, la iluminación natural no será el mismo durante todos los meses del año sobre el centro educativo; por ende, es necesario evaluar cuáles son las fechas de estos eventos para poder saber su diferencia entre las fechas de cambio en iluminación solar.

- **Incidencia solar**

De acuerdo a Aquae Fundación, la palabra proviene de la palabra en latín “Solstitium” que significa sol quieto y sucede cuando el sol se encuentra cerca o lejos respecto a los hemisferios terrestres. De esta manera aumenta en un hemisferio; mientras que la otra disminuye. Este evento suele suceder dos veces al año; a la entrada de las estaciones, los cuales se dan en junio (días 20 o 21) y diciembre (días 21 o 22). Se les denomina solsticio de invierno y solsticio de invierno.

Solsticio de Invierno

En el hemisferio norte (SE), el solsticio de junio marca el comienzo del verano, esto sucede cuando el hemisferio norte está más inclinado hacia el sol y el solsticio de invierno se marca en diciembre; ya que, el hemisferio sur está más inclinado hacia el sol; mientras que el hemisferio norte más alejado.

Solsticio de Verano

Se da el 21 de junio, marca el inicio de verano en el hemisferio norte e invierno en la parte sur. Con el inicio del verano, se pretende remarcar la importancia de esta estrella para la vida en la Tierra.

Equinoccio

Al igual que el solsticio, el equinoccio es una palabra de origen latín “*aequinocetium*” que simboliza noche igual. Se produce cuando el sol se encuentra directamente sobre la línea

ecuador, por lo cual el día y la noche tiene la misma duración en ambos hemisferios. Suelen ocurrir en marzo (días 19 y 21) y setiembre (días 21 y 24).

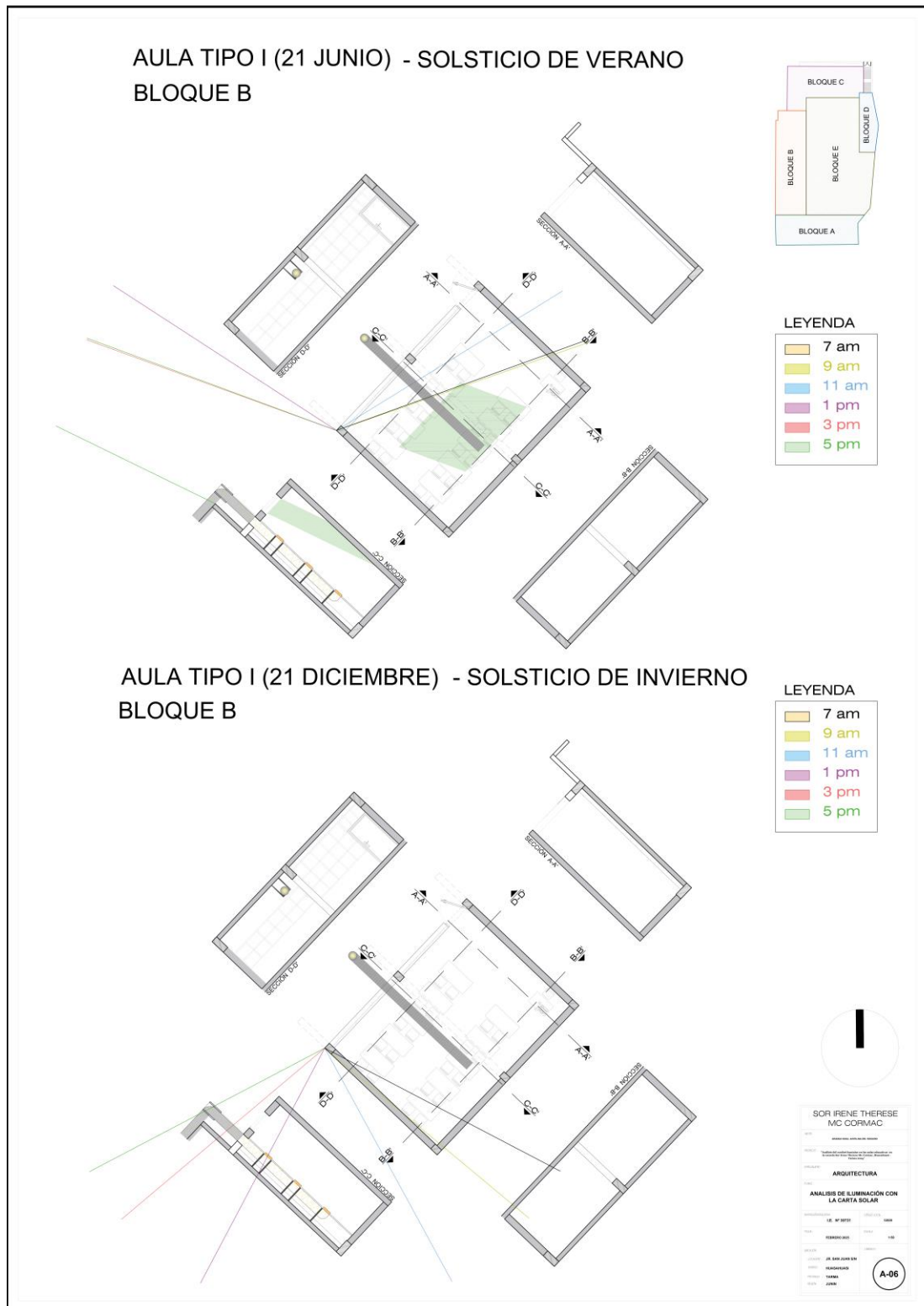
Diferencias entre solsticio y equinoccio

Tabla 43. *Solsticios y equinoccios del distrito*

	Solsticio	Equinoccio
Duración del día	El solsticio de verano los días son más largos. Las noches son cortas.	Día y noche tienen la misma duración.
Fecha	20-21 de junio: solsticio de verano (h.norte) e invierno (h.sur). 21-22 de diciembre: solsticio de invierno (h.norte) y verano (h.sur).	19-21 de marzo: primavera (h.norte) y otoño (h.sur). 21-24 de septiembre: otoño (h.norte) y primavera (h.sur).
Rayos solares	La Tierra recibe una mayor cantidad en uno de los dos hemisferios.	Los rayos solares alcanzan una mayor intensidad y provoca que la luz y el calor llegue a los hemisferios de la misma forma.

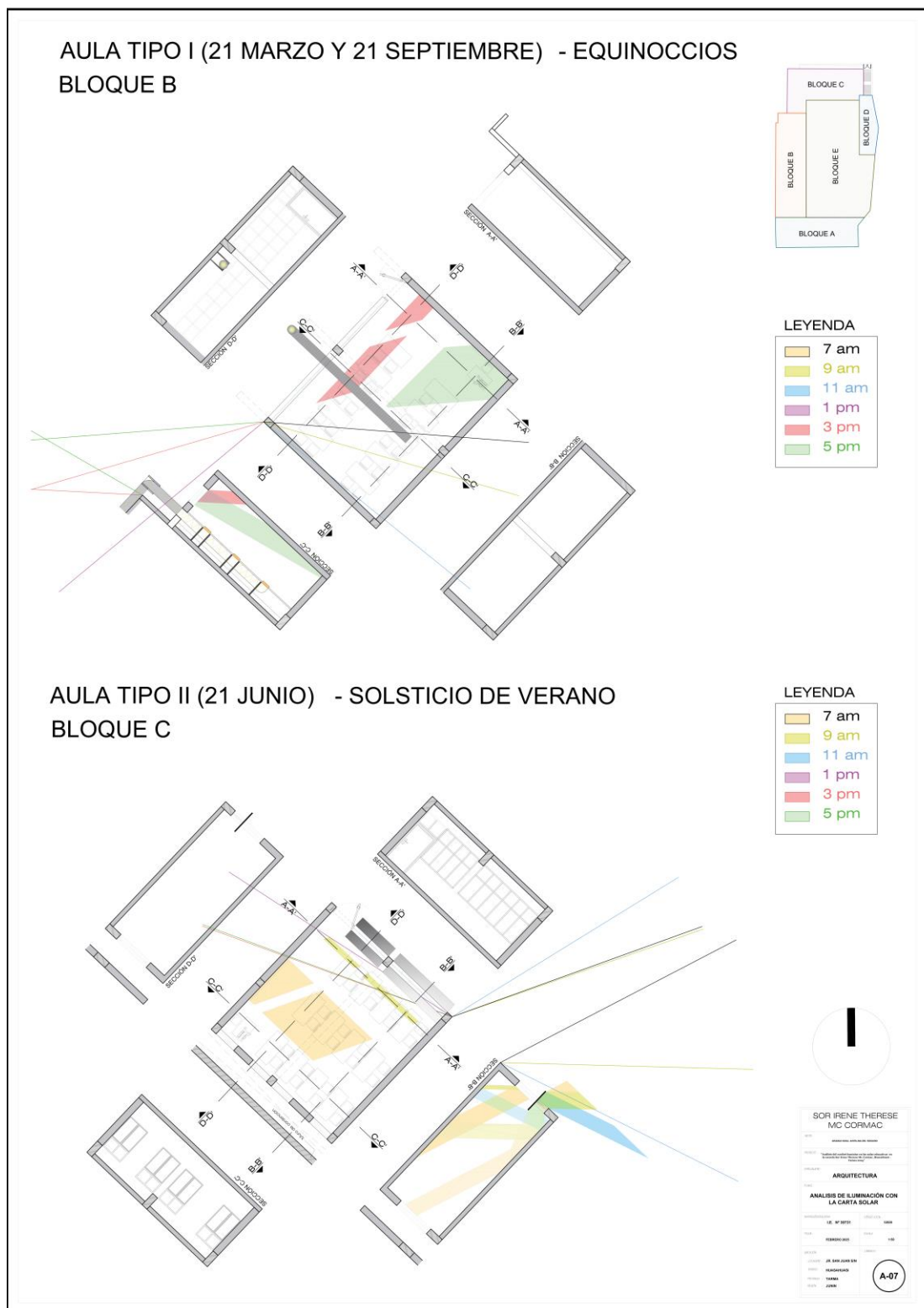
Fuente: Propia

PLANOS 6: *Plano Arquitectura - Análisis de la incidencia lumínica usando la carta solar.*



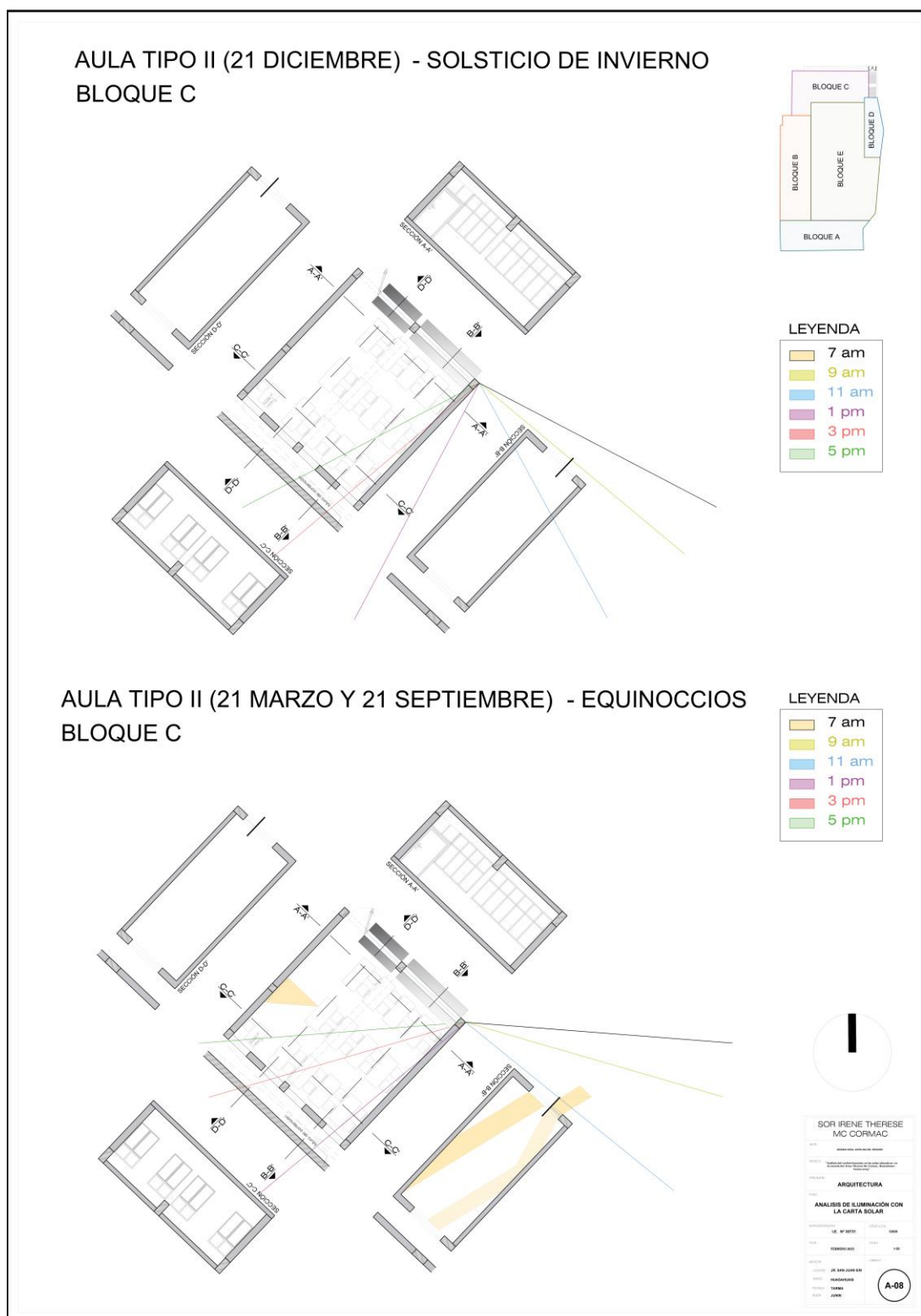
Descripción: Análisis solar del aula perteneciente al pabellón B, durante el solsticio de verano y solsticio de invierno.

PLANOS 7: Plano Arquitectura - Análisis de la incidencia lumínica usando la carta solar.



Descripción: Análisis solar del aula perteneciente al pabellón B durante el equinoccio de otoño y primavera y del aula perteneciente al pabellón C durante el solsticio de verano.

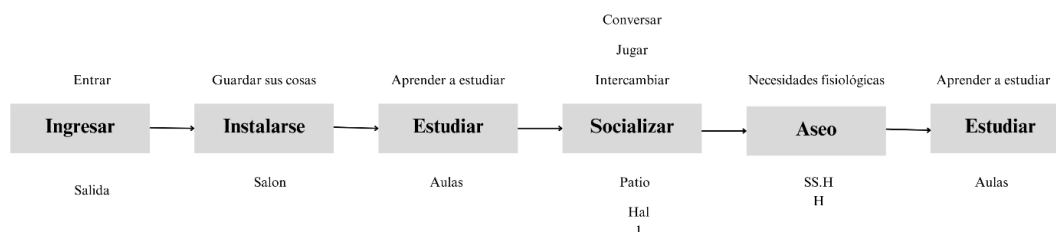
PLANOS 8: *Plano Arquitectura - Análisis de la incidencia lumínica usando la carta solar.*



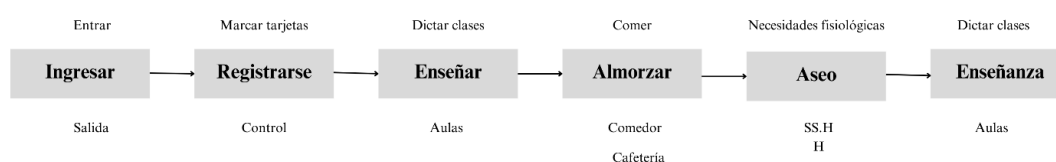
Descripción: Análisis solar del aula perteneciente al pabellón C durante el solsticio de invierno y el equinoccio de otoño y primavera.

4. Organigrama

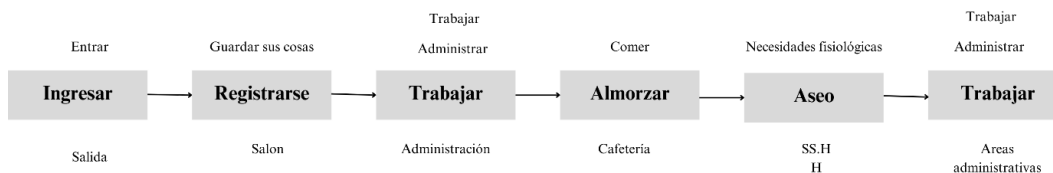
ALUMNOS



DOCENTES



ADMINISTRATIVOS



PERSONAL DE SERVICIO



Descripción: Organigramas de distintos usuarios sobre la propuesta de rediseño de la institución educativa.

De acuerdo a la Resolución Ministerial N°. 721-2018-MINEDU ha establecido en 25 el número máximo de estudiantes por aula en nivel inicial y en 30 el número máximo por aulas en niveles

primaria y secundaria en las instituciones públicas de educación nivel básica regular. Asimismo, la normativa indica que podría variar en +/- 5 teniendo en consideración el tamaño de las aulas y razones justificadas.

5. Conceptualización

5.1.1. Descripción del proyecto

Escuela Primaria Sor Irene Therese Mc Cormac

El presente proyecto busca mejorar el confort lumínico en las aulas de la institución educativa analizada, implementando sistemas de redireccionamiento de luz como alternativa viable y sostenible. Tras la evaluación conforme a la norma EM 110, se determinó que el nivel de iluminación es aceptable; sin embargo, se identificaron oportunidades de optimización mediante estrategias pasivas. Para ello, se propone la instalación de un estante de luz en el pabellón C, cuya orientación hacia el norte permite una mejor captación y distribución de la luz natural. Asimismo, en el pabellón B, se plantea la incorporación de tubos de luz compartidos con un domo superior, facilitando la entrada de luz desde las primeras horas del día y compensando la desfavorable orientación del bloque. Estas soluciones resultan más eficientes económicamente accesibles en comparación con la construcción de una nueva infraestructura, beneficiando a instituciones educativas con bajos niveles de iluminación de manera sustentable, saludable y de bajo impacto ambiental.

5.1.2. Concepto arquitectónico

El proyecto se fundamenta en la optimización del confort lumínico a través de estrategias de redireccionamiento de la luz natural, entendida no solo como un recurso funcional, sino como un elemento arquitectónico clave para mejorar la experiencia espacial en entornos educativos. Se prioriza el uso de sistemas pasivos de iluminación, como el estante de luz en el pabellón C y los tubos de luz compartidos con domo superior en el pabellón B, integrando la arquitectura con el entorno para potenciar la captación y distribución uniforme de la luz natural. Estas soluciones buscan maximizar la eficiencia energética, reducir la dependencia de iluminación artificial y proporcionar ambientes saludables para la comunidad estudiantil. La propuesta se orienta hacia un diseño sostenible, económico y adaptable, favoreciendo la implementación de tecnologías de bajo impacto ambiental en instituciones educativas con condiciones lumínicas desfavorables.

5.1.3. Partido arquitectónico

El partido arquitectónico del proyecto se basa en la integración de sistemas pasivos de iluminación como estrategia de mejora del confort lumínico en las aulas, respetando la

estructura existente y optimizando su relación con la luz natural. La propuesta contempla la incorporación de un estante de luz en el pabellón C, aprovechando su orientación norte para captar y distribuir la iluminación de manera eficiente, mientras que en el pabellón B se implementan tubos de luz compartidos con un domo superior que permite la captación desde primeras horas del día. Para garantizar la viabilidad y accesibilidad de la propuesta, se emplean materiales asequibles y de fácil adquisición, como vidrio laminado, estantes de luz con materiales de alta reflectancia, como vidrio con acabado de espejo, y películas de redireccionamiento de luz para vidrio de la empresa 3M. Estas intervenciones se diseñan bajo un enfoque funcional y sostenible, garantizando una solución adaptable y de bajo costo que responde a las necesidades específicas de la institución educativa, sin alterar significativamente su morfología original.

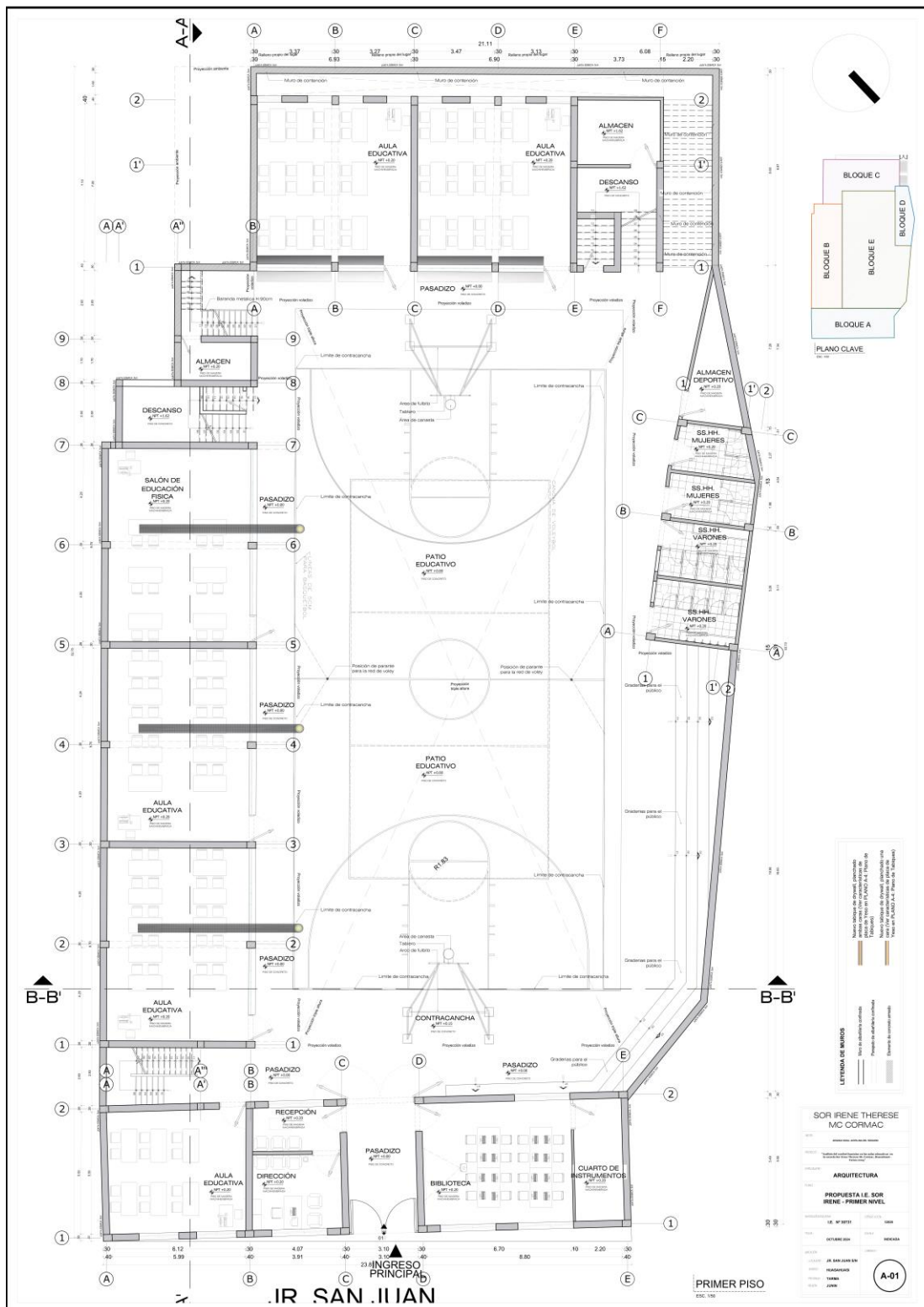
6. Propuesta de redireccionamiento de la luz.

Basado en los cálculos y observaciones realizadas, se propone la implementación de estrategias de redireccionamiento solar pasivo para mejorar la iluminación natural uniforme durante gran parte del día. Esta solución puede ser replicada en otras instituciones que enfrentan problemas similares de iluminación.

La primera opción consiste en la instalación de estantes de luz, siguiendo el enfoque descrito por Urrutia Salvador (2018), estos estantes, colocados horizontalmente sobre las ventanas por encima del nivel de los ojos, están diseñados para reflejar la luz hacia el techo interior del recinto, mejorando la penetración de luz y distribución uniforme en el espacio.

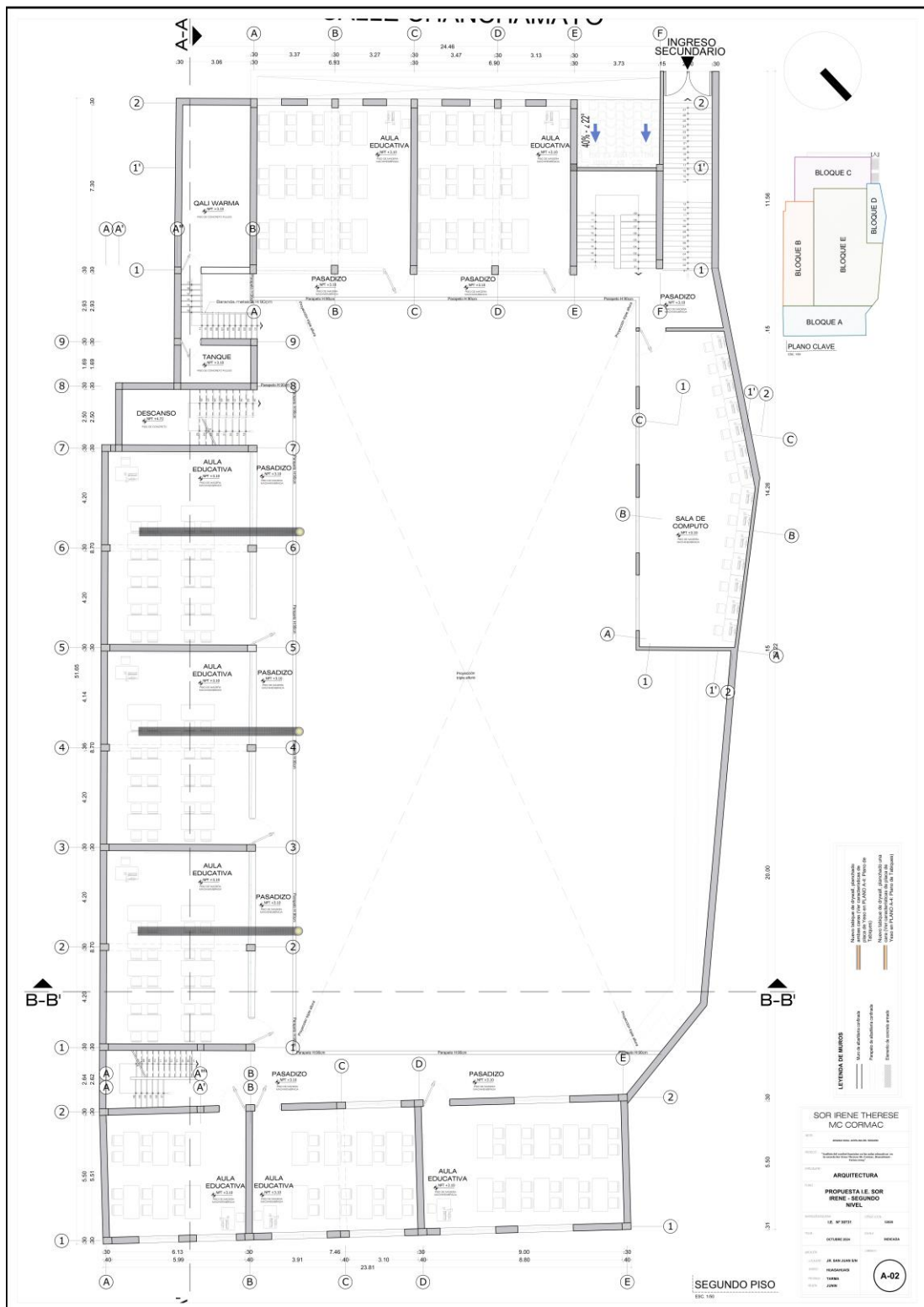
La segunda opción consiste en la instalación de tubos de luz compartidos, los cuales transportan luz difusa desde la fachada hacia áreas interiores profundas. Estos tubos utilizan múltiples reflexiones en superficies reflectantes internas para intensificar la radiación solar incidente y aumentar los niveles de iluminación en espacios mas alejados de las fachadas. Ambas soluciones ofrecen métodos eficaces y sostenibles para optimizar el uso de la luz natural en entornos institucionales, promoviendo condiciones mas confortables y eficientes energéticamente.

PLANOS 9: Plano Arquitectura -Propuesta de redireccionamiento solar en el primer piso de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.



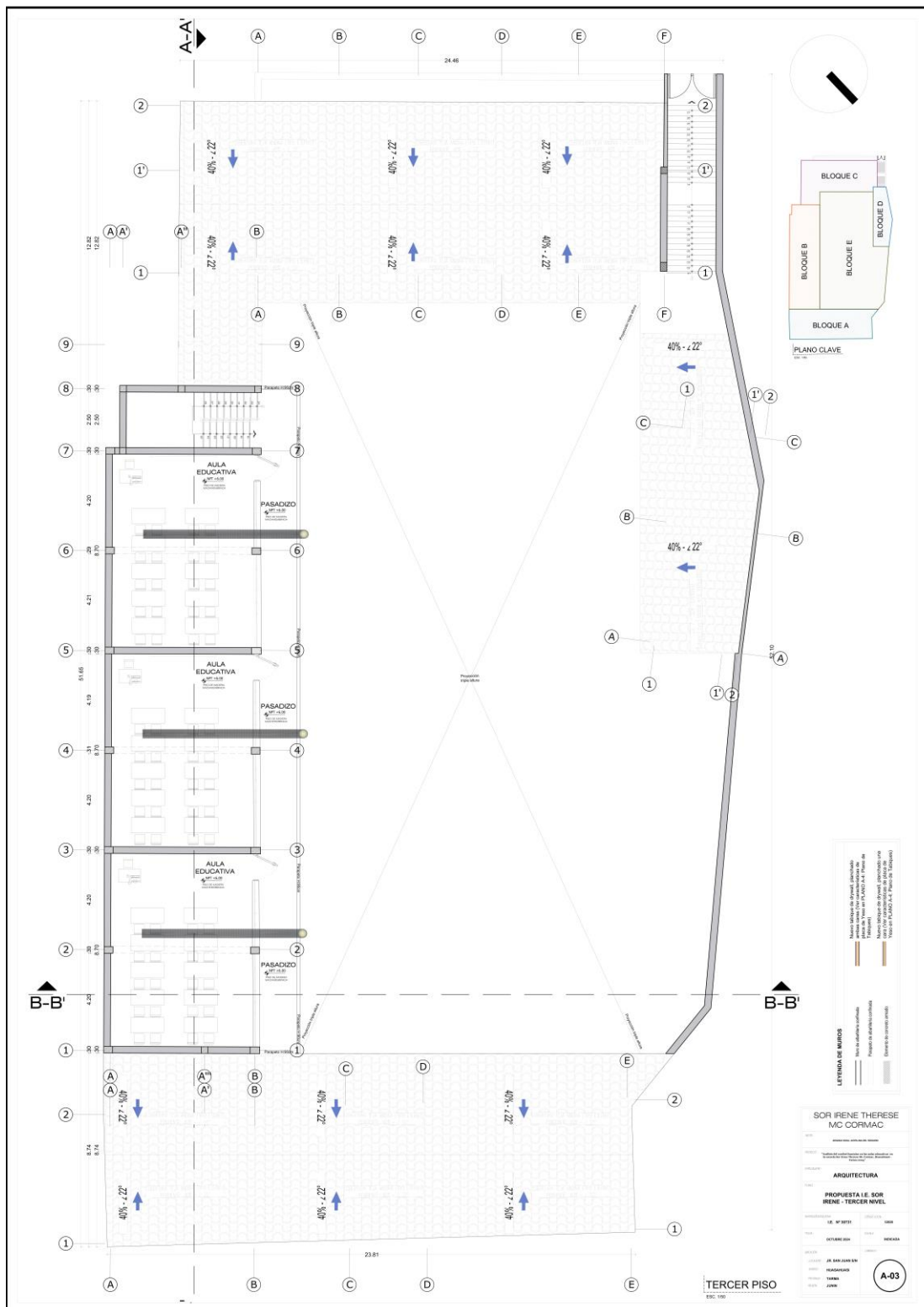
Descripción: Plano arquitectura del primer nivel con el sistema de redireccionamiento solar en los pabellones B y C de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.

PLANOS 10: Plano Arquitectura -Propuesta de redireccionamiento solar en el segundo piso de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.



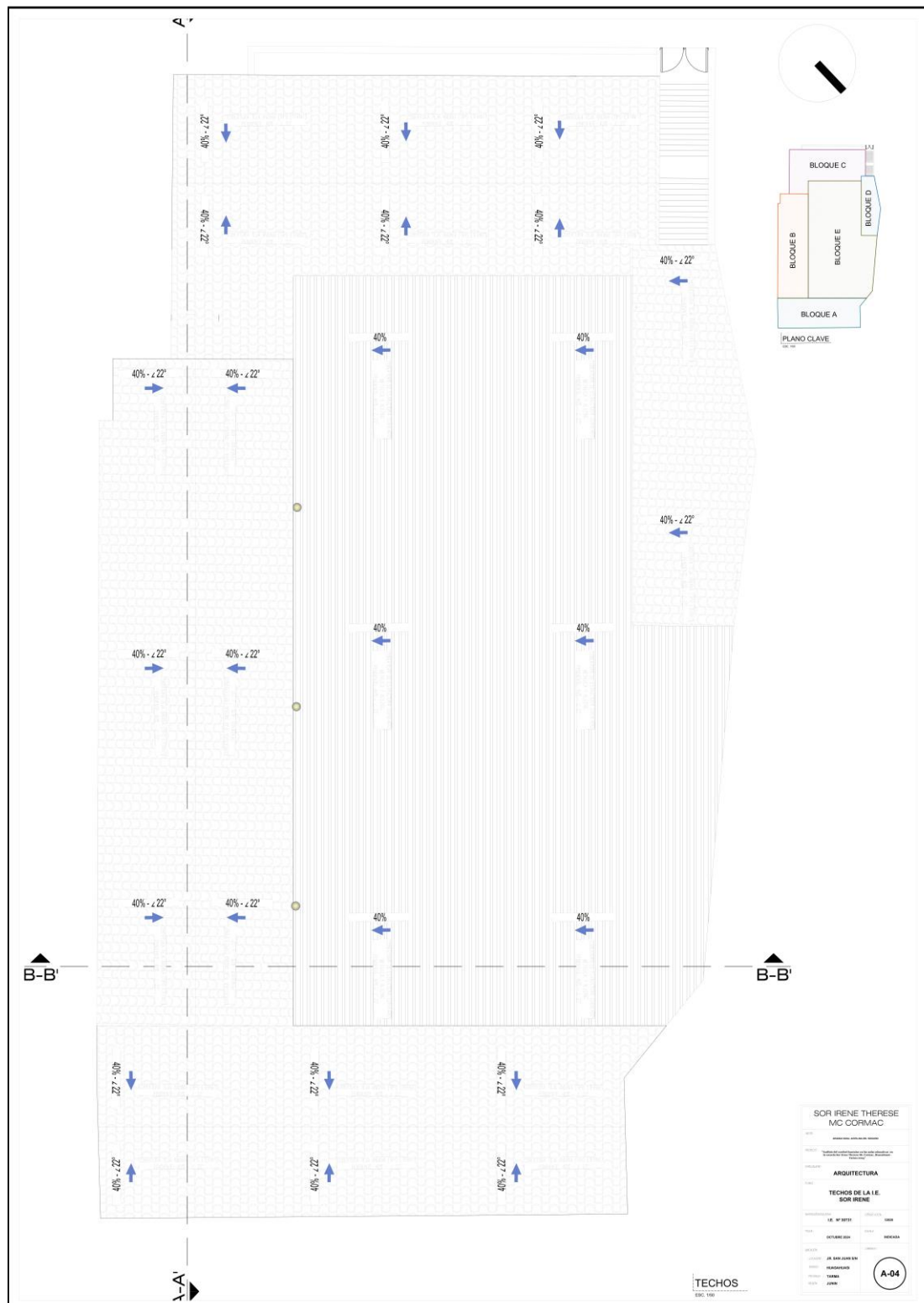
Descripción: Plano arquitectura del segundo nivel con el sistema de redireccionamiento solar en el pabellón B de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.

PLANOS 11: Plano Arquitectura -Propuesta de redireccionamiento solar en el tercer piso de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.



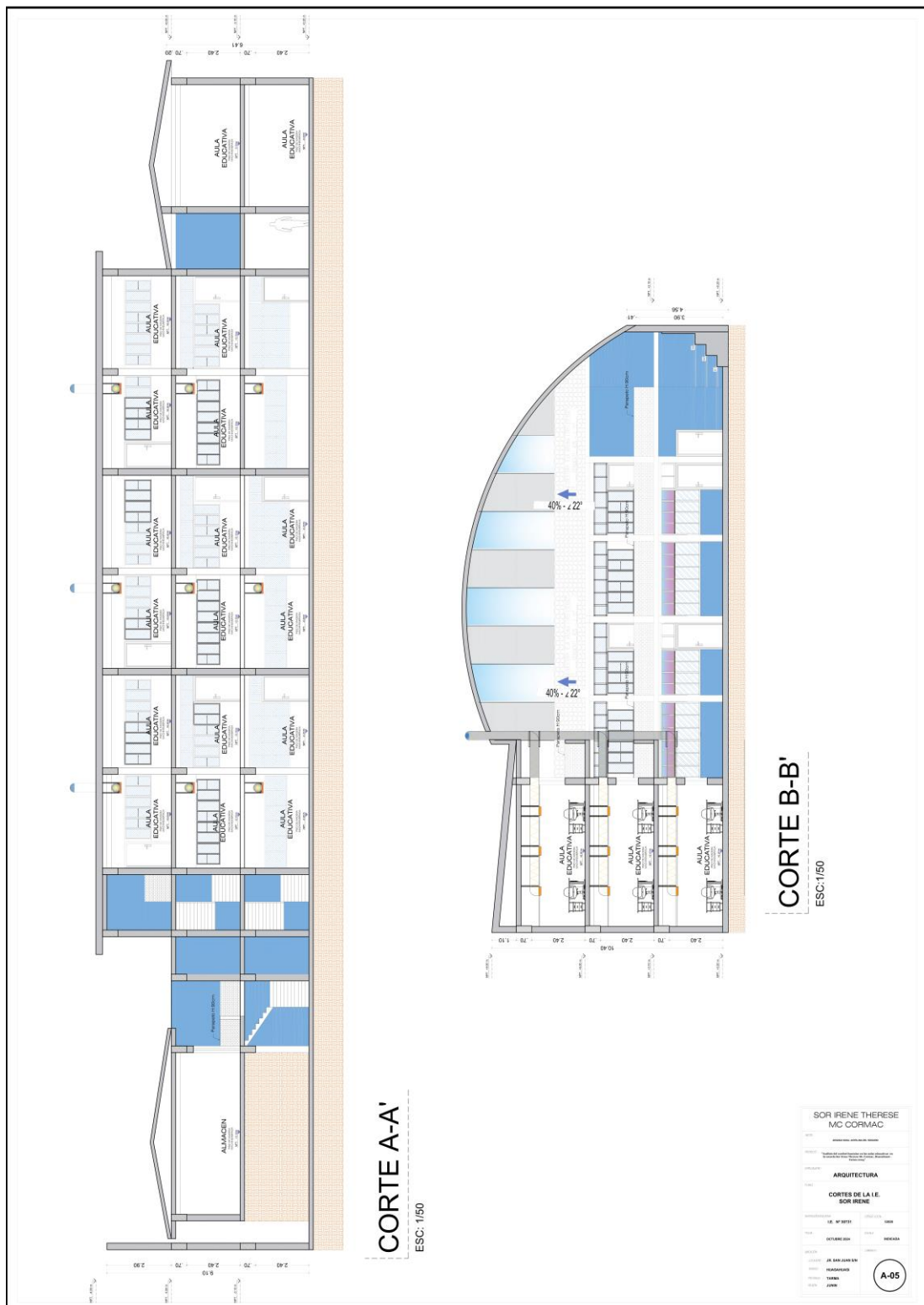
Descripción: Plano arquitectura del tercer nivel con el sistema de redireccionamiento solar en el pabellón B de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.

PLANOS 12: *Plano Arquitectura -Propuesta de redireccionamiento solar en techo de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.*



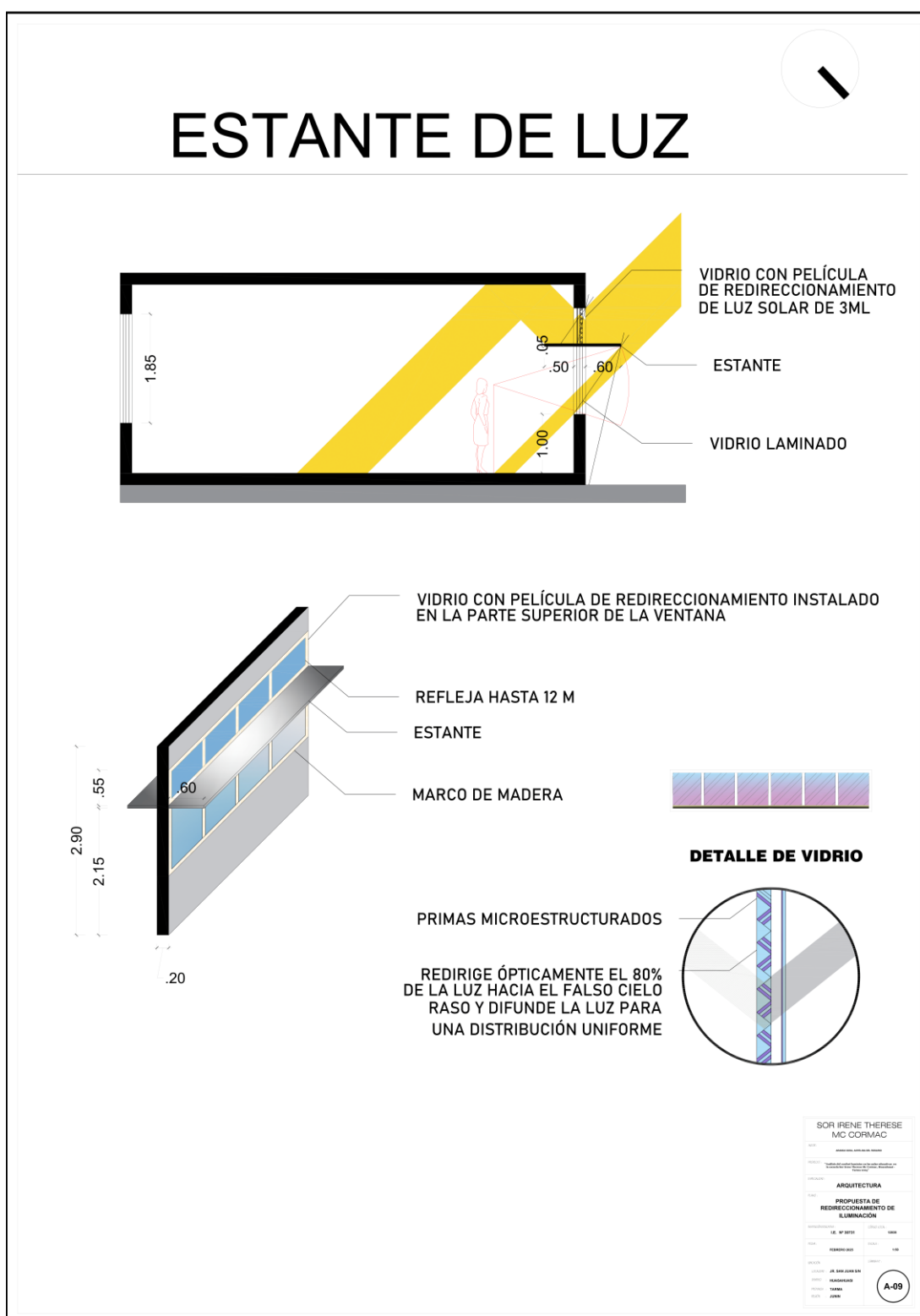
Descripción: Plano arquitectura de techos con el sistema de redireccionamiento solar en el pabellón B de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.

PLANOS 13: *Plano Arquitectura -Propuesta de redireccionamiento solar en los cortes de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.*

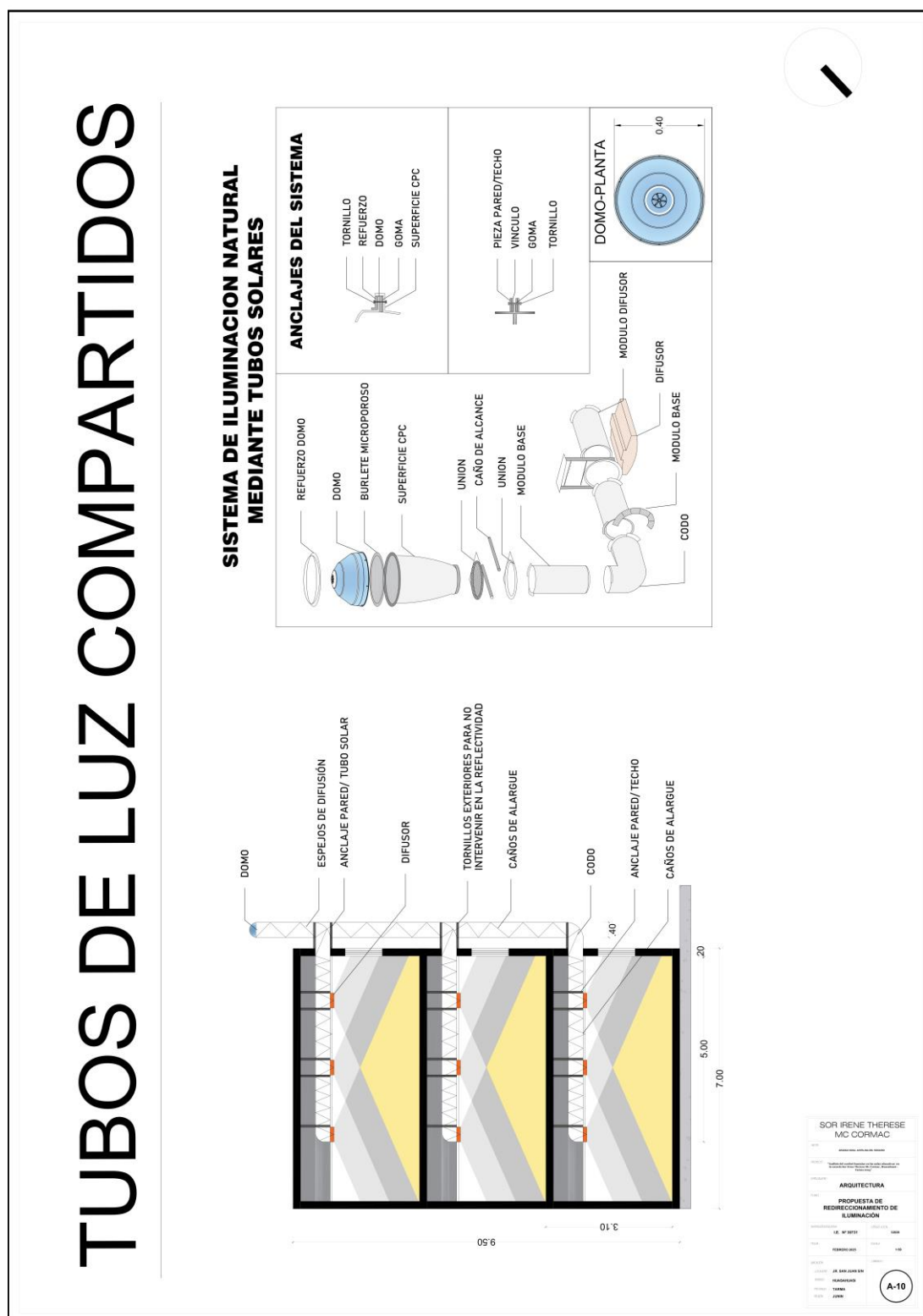


Descripción: Plano arquitectura de los cortes con los sistemas de redireccionamiento solar en los pabellones B y C de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.

PLANOS 14: Esquema de redireccionamiento de luz mediante estante de luz.

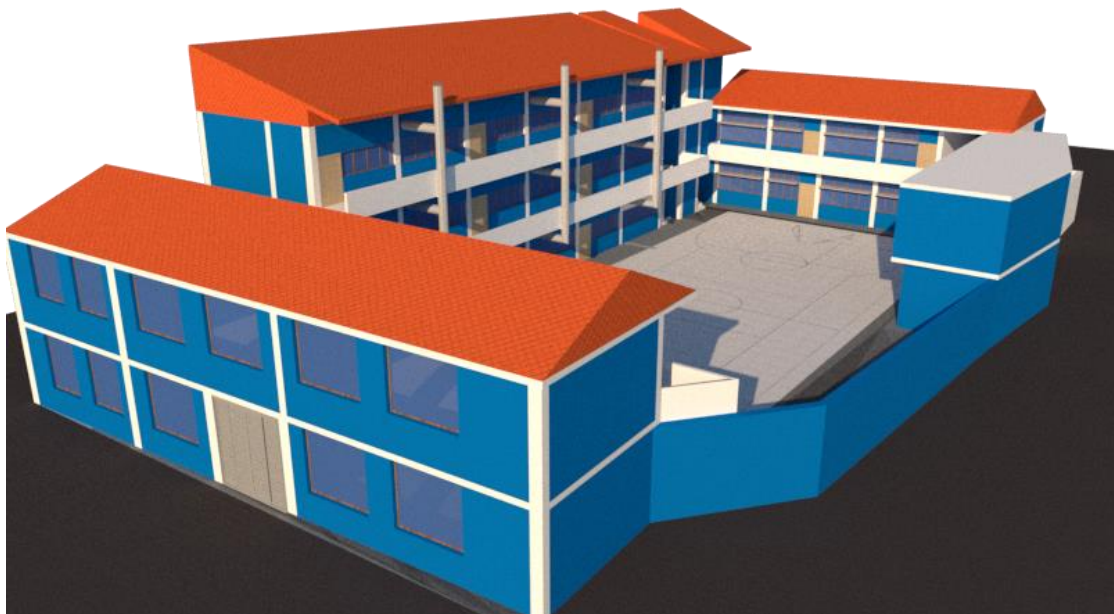


Descripción: Propuesta de redireccionamiento de iluminación, estante de luz, para las aulas del pabellón C.



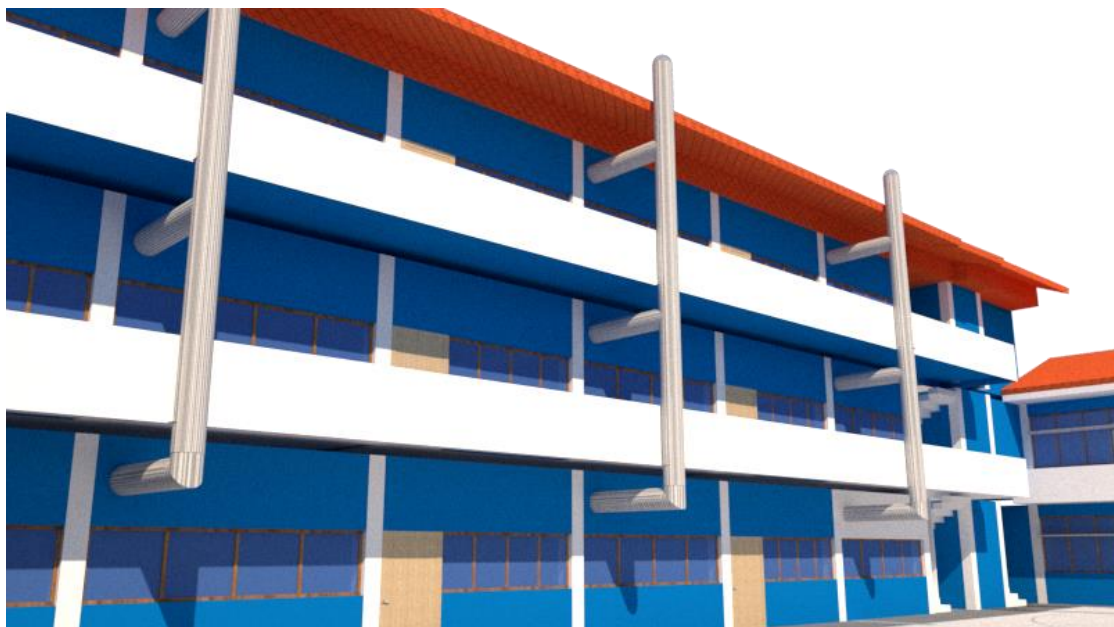
Descripción: Propuesta de redireccionamiento de iluminación, tubos de luz compartidos, para las aulas del pabellón B.

Gráfico 37: *Sistemas de redireccionamiento incorporadas en la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac.*



Descripción: Vista 3D de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac, incorporado con los sistemas de redireccionamiento de iluminación.

Gráfico 38: *Sistema de tubos de luz compartidos para el pabellón B de la I.E.*



Descripción: Vista 3D del sistema de redireccionamiento de luz mediante tubos de luz compartidos, implementado para las aulas del pabellón B.

Gráfico 39: Sistema de tubos de luz compartidos para el pabellón B de la I.E.



Descripción: Vista 3D del sistema de redireccionamiento de luz mediante tubos de luz compartidos, implementado para las aulas del pabellón B.

Gráfico 40: Sistema de estantes de luz para el pabellón C de la I.E.



Descripción: Vista 3D del sistema de redireccionamiento de luz mediante estantes de luz, implementado para las aulas del pabellón C.

Gráfico 41: Sistema de estantes de luz para el pabellón C de la I.E.



Descripción: Vista 3D del sistema de redireccionamiento de luz mediante estantes de luz, implementado para las aulas del pabellón C.

7. Discusiones:

- El análisis del confort lumínico en las aulas de la I.E. Sor Irene Therese Mc Cormac permitió evidenciar que, si bien los niveles de iluminación cumplen con valores aceptables según la norma EM 110, existen oportunidades de mejora en la distribución y cantidad de luz natural dentro de los espacios educativos. A través de los análisis de iluminación con carta solar aplicadas a las aulas, se identificó que la orientación de los pabellones influye significativamente en la captación de luz, siendo el pabellón C mas favorable debido a su orientación norte, mientras que el pabellón B presenta deficiencias en la iluminación natural debido a su ubicación y diseño.
- La implementación de los sistemas de redireccionamiento de luz propuestos busca optimizar el aprovechamiento de la luz natural en estos espacios. El estante de luz en el pabellón C permitirá una mayor penetración de la luz en las aulas, alcanzando hasta 12 metros de profundas gracias al uso de la película de redireccionamiento de la empresa 3m, lo que garantizaría una iluminación mas uniforme en los ambientes. Por otro lado, la incorporación de tubos de luz compartidos con domo en el pabellón B permitirá captar la luz desde primeras horas del día y distribuirla de manera eficiente, mitigando las deficiencias de iluminación actuales.
- Las propuestas de redireccionamiento de iluminación ayudarían a reducir la dependencia de fuentes artificiales y promoviendo un entorno mas saludable y

sostenible. Además, estos sistemas representan una alternativa viable para mejorar las condiciones lumínicas en instituciones educativas sin necesidad de realizar remodelaciones costosas, favoreciendo la eficiencia energética y el confort visual de los estudiantes.

8. Conclusiones:

- La implementación de los sistemas de redireccionamiento de luz en la I.E. Sor Irene nos permitirá mejorar la calidad y cantidad de la iluminación natural. Estos sistemas optimizarán la distribución de la luz en los espacios educativos.
- La incorporación del tubo de luz compartido y el estante de luz permite maximizar la captación de luz natural durante todo el día. El tubo de luz garantiza un aporte constante de iluminación, mientras que el estante de luz, gracias al uso de la película de redireccionamiento de la empresa 3M, logra distribuir la luz hasta 12 metros de profundidad en las aulas, reduciendo la necesidad de iluminación artificial y promoviendo un ambiente más eficiente y sostenible
- Si bien el confort lumínico en la I.E. Sor Irene es aceptable, su calidad mejoraría significativamente con la implementación de estos sistemas pasivos de iluminación. Esto evidencia la necesidad de que otras instituciones educativas que presentan deficiencias en iluminación natural consideren la incorporación de estas estrategias arquitectónicas (estante de luz y tubos de luz), las cuales representan soluciones viables, económicas y sostenibles para garantizar condiciones óptimas en los espacios de aprendizaje.

9. Recomendaciones

- Se recomienda la incorporación del estante de luz con película de redireccionamiento 3M en el pabellón C y los tubos de luz compartidos con domo en el pabellón B, ya que estos sistemas mejorarían la iluminación natural en las aulas sin alterar significativamente la infraestructura existente.
- Se propone replicar este análisis en otras escuelas con condiciones lumínicas similares para validar la efectividad de estos sistemas y generar soluciones adaptables a diferentes contextos arquitectónicos y climáticos. Asimismo, se deberá evaluar la capacitación del personal de mantenimiento para asegurar la correcta limpieza y funcionamiento de los sistemas.
- Se sugiere que las instituciones y entidades reguladoras consideren la implementación de estrategias de iluminación pasiva en la planificación y diseño de nuevas infraestructuras educativas, asegurando ambientes de aprendizaje mas saludables y eficientes.