

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO PARA MEJORAR LAS
CONDICIONES AMBIENTALES EN LAS AULAS DEL CUARTO PISO
DEL EDIFICIO ANTIGUO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO
TORIBIO DE MOGROVEJO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR
LUIS FERNANDO MERCADO JIMENEZ**

**ASESOR
MAXIMILIANO RODOLFO ARROYO ULLOA**
<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>

Chiclayo, 2018

**PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO PARA
MEJORAR LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LAS
AULAS DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO ANTIGUO DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO**

PRESENTADA POR:

LUIS FERNANDO MERCADO JIMENEZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Sonia Mirtha Salazar Zegarra

PRESIDENTE

Vanessa Lizet Castro Delgado

SECRETARIO

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa

ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía y por iluminarme y cuidarme siempre.

A mis padres Alfonso y Haydee, a mis hermanos por contagiarme esas ganas de superación.

A mi esposa y mi hijo por motivarme siempre y por su apoyo incondicional en el transcurso de esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis por el apoyo y encaminarme durante el transcurso de mi investigación. A los docentes de la facultad de Ingeniería de la Universidad por la formación como profesional y persona.

A mi jurado por sus opiniones constructivas.

RESUMEN

En los últimos años, el interés por la ergonomía ha crecido apareciendo herramientas para mejorar los diseños arquitectónicos, basándose en la salud de los trabajadores. Esta investigación se basa en el estudio ergonómico ambiental de las aulas de una universidad del departamento de Lambayeque, mediante la medición de las variables que afectan a los estudiantes y los trabajadores como temperatura, humedad, iluminación y niveles de ruido, mejorando el diseño actual. La temperatura en las aulas oscila entre los 24 a 33°C estando fuera del rango establecido por el MINTRA, los niveles de ruido se encuentran entre 60 y 80 dB estando por encima del nivel de ruido permitido en las aulas universitarias según los estándares de calidad ambiental y el apartado 25° de la norma básica de ergonomía del Perú. Los niveles de iluminación por otro lado oscilan entre 200 y 300 luxes no cumpliendo con los 500 luxes propuestos en la norma E.M. 0.10. Como medida correctiva al incremento excesivo de la temperatura en el aula, se plantea usar un material que refleje los rayos del sol e instalación de aire acondicionado. Respecto del sonido del aula se utilizarán ventanas aislantes de sonido, ya que la mayor cantidad de ruido proviene del exterior y por ultimo mejorar los niveles de iluminación a partir de un sistema de alumbrado LED teniendo como luminancia media 500 luxes.

La implementación de este proyecto permitirá que la universidad cumpla con los estándares de calidad referidos a variables ambientales de la infraestructura del edificio.

Palabras Claves: Ergonomía Ambiental, condiciones ambientales, variables del sistema ergonómico, aula universitaria.

ABSTRACT

In recent years, interest in ergonomics has grown, appearing tools to improve architectural designs, in base the relationship in the health of workers. This research is based on the environmental ergonomic study of the classrooms of a university in the department of Lambayeque, by measuring the variables that affect students and workers such as temperature, humidity, lighting and noise levels, improving the current design. The temperature in the classrooms ranges from 24 to 33 degrees Celsius, being outside the range established by MINTRA, the noise levels are between 60 and 80 decibels, being above the noise level allowed in university classrooms according to quality standards and section 25 of the basic ergonomics standard of Peru. The lighting levels, on the other hand, oscillate between 200 and 300 luxes, not complying with the 500 luxes proposed in the E.M. 0.10. As a corrective measure to the excessive increase in temperature in the classroom, the use of a material that reflects the sun's rays and the installation of air conditioning is proposed. Regarding the sound of the classroom, sound-insulating windows will be used, since the greatest amount of noise comes from the outside and finally improve the lighting levels from an LED lighting system with an average luminance of 500 luxes.

The implementation of this project will allow the university to comply with the quality standards related to environmental variables of the building's infrastructure.

KEYWORDS: Environmental Ergonomics, environmental conditions, ergonomic system variables, university classroom.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| I. INTRODUCCIÓN | 13 |
| II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA | 17 |
| 2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA | 17 |
| 2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 21 |
| 2.2.1 Ergonomía | 21 |
| 2.2.2 División y aplicaciones de la Ergonomía | 22 |
| 2.2.3 Ergonomía ambiental | 22 |
| 2.2.3.1 Parámetros del Confort | 23 |
| 2.2.4 Iluminación | 24 |
| 2.2.4.1 Desventajas de la iluminación | 25 |
| 2.2.4.2 Iluminación LED | 26 |
| 2.2.5 Ambiente térmico | 27 |
| 2.2.5.1 Ventilación natural | 27 |
| 2.2.5.2 Factores que limitan la aplicación de la ventilación natural | 30 |
| 2.2.5.3 Aislantes Térmicos | 31 |
| 2.2.5.4. Aire Acondicionado | 33 |
| III. RESULTADOS | 43 |
| 3.1. DIAGNÓSTICO | 43 |
| 3.1.1. Edificio Antiguo USAT | 45 |
| 3.1.2. Criterios para realizar las mediciones | 46 |
| 3.1.3. Mediciones | 52 |
| 3.1.4. Confort Térmico | 54 |
| 3.1.5. Confort Sonoro | 62 |
| 3.1.6. Confort Lumínico | 71 |
| 3.1.7. Confort húmedo | 78 |
| 3.2. CAPACIDAD EDIFICIO ANTIGUO USAT | 79 |
| 3.2.1 Aulas de cuarto piso edificio Antiguo | 80 |
| 3.2.2 Diseño de la luminancia en el aula | 83 |
| 3.2.3 Ambiente térmico | 95 |
| 3.2.4. Ambiente Sonoro | 99 |
| 3.2.4.1 Criterios para la selección del aislante sonoro | 100 |
| 3.3 ANÁLISIS ECONÓMICO | 104 |
| IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 111 |
| 4.1 CONCLUSIONES | 111 |
| 4.2 RECOMENDACIONES | 112 |
| V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 113 |
| VI. ANEXOS | 116 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N° 01: Sistema de aire acondicionado Compacto o de Ventana | 34 |
| Tabla N° 02: Sistema de aire acondicionado Portátil | 35 |
| Tabla N° 03: Sistema de aire acondicionado tipo Split | 36 |
| Tabla N° 04: Sistema Central Separado | 37 |
| Tabla N° 05: Sistema tipo paquete | 38 |
| Tabla N° 06: Sistema de enfriamiento tipo Chiller | 39 |
| Tabla N° 07: Sistemas de aire acondicionado de uso industrial | 40 |
| Tabla N° 08: Sistemas de aire acondicionado de uso residencial y comercial | 41 |
| Tabla N° 09: Estudiantes Matriculados en el ciclo 2016 – I | 44 |
| Tabla N° 10: Resumen de matriculados según carrera - Facultad de Ingeniería | 44 |
| Tabla N° 11: Estudiantes Matriculados de la carrera de Ingeniería Industrial en los últimos cinco años | 45 |
| Tabla N° 12: Carreras incorporadas en lo largo de la historia de la Universidad | 46 |
| Tabla N° 13: Monitoreo de Temperatura semana del 22 al 28 de Agosto del 2016 | 47 |
| Tabla N° 14: Monitoreo de Humedad semana del 22 al 28 de Agosto del 2016 | 50 |
| Tabla N° 15: Muestra para las mediciones de Temperatura en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo | 53 |
| Tabla N° 16: Muestra para las mediciones de Nivel de | 53 |
| Tabla N° 17: Horario de mediciones, semana del 29 de Agosto al 02 de Septiembre | 54 |
| Tabla N° 18: Mediciones de Temperatura – Resultados | 54 |
| Tabla N° 19: Conteo de valores respecto de la norma ISO 7730: versión 2006 | 55 |
| Tabla N° 20: Conteo de valores respecto de los valores óptimos del MINTRA | 56 |
| Tabla N° 21: Estudiantes encuestados sobre el ambiente térmico del aula | 56 |
| Tabla N° 22: Mediciones de nivel de ruido – Resultados | 62 |
| Tabla N° 23: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido | 63 |
| Tabla N° 24: Conteo de valores respecto a los Estándares de Calidad Ambiental | 63 |
| Tabla N° 25: Conteo de valores respecto del apartado 25 de la norma básica de ergonomía | 64 |
| Tabla N° 26: Estudiantes encuestados sobre el nivel de ruido en el aula | 64 |
| Tabla N° 27: Resultados de las mediciones de nivel de iluminación en las aulas | 71 |
| Tabla N° 28: Conteo de datos respecto del Reglamento Nacional de Edificaciones | 72 |
| Tabla N° 29: Conteo de datos respecto de la Norma básica de Ergonomía en el Perú | 72 |

| | |
|---|-----|
| Tabla N° 30: Estudiantes encuestados sobre el nivel de iluminación en las aulas | 73 |
| Tabla N° 31: Resultados de las mediciones de nivel de humedad en las aulas | 78 |
| Tabla N° 32: Cuento de datos respecto del Real Decreto 486/1997 | 79 |
| Tabla N° 33: Luminaria PHILIPS OFFISIMPLE 410 | 83 |
| Tabla N° 34: Luminaria PHILIPS OFFISIMPLE 418 LED | 84 |
| Tabla N° 35: Gama Master LEDtubo PHILIPS | 85 |
| Tabla N° 36: Mejoras al cambiar a Master LEDtubo | 85 |
| Tabla N° 37: Niveles de iluminación promedios en las aulas 214 y 213, segundo piso – edificio Antiguo | 86 |
| Tabla N° 38: Resultados de las mediciones realizadas aulas 213 y 214, segundo piso – edificio Antiguo | 86 |
| Tabla N° 39: Valores de Reflectancias aproximadas en %, para colores y texturas – RETILAP | 87 |
| Tabla N° 40: Factor de utilización luminarias PHILIPS | 89 |
| Tabla N° 41: Valores de Factor de Mantenimiento sugeridos por la CIE | 90 |
| Tabla N° 42: Capacidad de enfriamiento respecto del área del recinto | 96 |
| Tabla N° 43: Capacidad de enfriamiento respecto del número de personas | 97 |
| Tabla N° 44: Capacidad de enfriamiento respecto del área de las ventanas | 98 |
| Tabla N° 45: Valores de BTU/Hr por tipo de variable | 99 |
| Tabla N° 46: Presupuesto para la compra e instalación de Foil de aluminio en las aulas del cuarto piso | 104 |
| Tabla N° 47: Presupuesto para la compra de luminarias OFFISIMPLE y tubos MasterLED de Philips en las aulas del cuarto piso | 105 |
| Tabla N° 48: Presupuesto para la instalación de luminarias OFFISIMPLE y tubos MasterLED en las aulas del cuarto piso | 105 |
| Tabla N° 49: Presupuesto para la compra e instalación de ventanas con doble acristalamiento y marco de aluminio en las aulas del cuarto piso | 106 |
| Tabla N° 50: Presupuesto para la compra e instalación de aire acondicionado con una capacidad de enfriamiento de 60 000 BTU/Hr en las aulas del cuarto piso | 106 |
| Tabla N° 51: Presupuesto de la propuesta a implementar en las aulas del cuarto piso | 106 |
| Tabla N° 52: Tipificación de Infracciones a la Ley N° 30220 – LEY UNIVERSITARIA | 108 |
| Tabla N° 53: Cuantía y aplicación de las sanciones | 109 |
| Tabla N° 54: Sanciones impuestas a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo por no cumplir con la normativa | 109 |
| Tabla N° 55: Análisis Costo – Beneficio del proyecto | 110 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura N° 01: Distribución de presiones y patrones de flujo sobre distintos tipos de techos | 29 |
| Figura N° 02: Efecto sobre el flujo a través de una abertura debido al aumento de la profundidad de la saliente del techo | 29 |
| Figura N° 03: Ficha técnica Foil de Aluminio doble cara | 32 |
| Figura N° 04: Flujos de calor en las distintas partes del local (Techo, Piso, Pared) | 33 |
| Figura N°05: Instrumento para medir la Temperatura del Aire, Anemómetro PCE 009 | 48 |
| Figura N°06: Posiciones para realizar las mediciones de Temperatura en las aulas | 48 |
| Figura N° 07: Congestión vehicular en los alrededores de la universidad USAT | 49 |
| Figura N° 08: Posiciones para realizar las mediciones de nivel de ruido en las aulas | 50 |
| Figura N° 09: Instrumento para medir el nivel de ruido en las aulas, Sonómetro C2 – 735 | 50 |
| Figura N° 10: Posiciones para realizar las mediciones del nivel de iluminación en las aulas | 51 |
| Figura N° 11: Instrumento para medir el nivel de iluminación en las aulas Luxómetro LUTRON LX 1108 | 52 |
| Figura N° 12: Pregunta N° 01 de la encuesta sobre confort térmico | 57 |
| Figura N° 13: Sensación térmica respecto de las aulas del cuarto piso edificio Antiguo | 57 |
| Figura N° 14: Pregunta N° 02 de la encuesta sobre el confort térmico | 58 |
| Figura N° 15: Confort térmico respecto de las aulas del cuarto piso edificio Antiguo | 58 |
| Figura N° 16: Pregunta N° 03 de la encuesta sobre el confort térmico | 59 |
| Figura N° 17: Preferencia térmica respecto de las aulas del cuarto piso edificio Antiguo | 59 |
| Figura N° 18: Pregunta N° 06 de la encuesta sobre confort térmico | 60 |
| Figura N° 19: Preferencia de turno académico respecto de las aulas del cuarto piso edificio Antiguo | 60 |
| Figura N° 20: Pregunta N° 08 de la encuesta sobre confort térmico | 61 |
| Figura N° 21: Apreciación térmica respecto de las aulas del cuarto piso edificio Antiguo | 61 |
| Figura N° 22: Pregunta N° 01 de la encuesta sobre el nivel de ruido en las aulas | 65 |
| Figura N° 23: Existencia de ruido proveniente del exterior del aula | 65 |
| Figura N° 24: Pregunta N° 02 de la encuesta sobre nivel de ruido en las aulas | 66 |
| Figura N° 25: Existencia de ruido proveniente de personas respecto de las aulas | 66 |
| Figura N° 26: Pregunta N° 03 de la encuesta sobre nivel de ruido en las aulas | 67 |
| Figura N° 27: Consecuencias de un sistema de ventilación ruidoso en las aulas | 67 |

| | |
|---|----|
| Figura N° 28: Apreciación del ruido de las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo | 68 |
| Figura N° 29: Pregunta N° 06 de la encuesta sobre el nivel de ruido en las aulas | 69 |
| Figura N° 30: Fuentes de ruido más molestas | 69 |
| Figura N° 31: Pregunta N° 08 de la encuesta sobre el nivel de ruido en las aulas | 70 |
| Figura N° 32: Apreciación Sonora respecto de las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo | 70 |
| Figura N° 33: Pregunta N° 01 de la encuesta sobre el nivel de iluminación en las aulas | 74 |
| Figura N° 34: Preferencia de luminancia en las aulas del cuarto piso edificio Antiguo | 74 |
| Figura N° 35: Pregunta N° 03 de la encuesta sobre el nivel de iluminación en las aulas | 75 |
| Figura N° 36: Apreciación del nivel de iluminación en las aulas del cuarto piso edificio Antiguo | 75 |
| Figura N° 37: Complicaciones a la vista de los estudiantes encuestados sobre el nivel de iluminación | 76 |
| Figura N° 38: Enfermedades que impiden ver correctamente de parte de los encuestados | 76 |
| Figura N° 39: Existencia de luminarias malogradas y sucias en las aulas del cuarto piso edificio Antiguo | 77 |
| Figura N° 40: Confort lumínico en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo | 77 |
| Figura N° 41: Puerta de madera – aulas edificio Antiguo | 80 |
| Figura N° 42: Ventanas pequeñas – aulas edificio Antiguo | 81 |
| Figura N° 43: Ventanas grandes – aulas edificio Antiguo | 81 |
| Figura N° 44: Techo de calamina de forma trapezoidal edificio Antiguo | 81 |
| Figura N° 45: Suspensiones metálicas de acero galvanizado | 82 |
| Figura N° 46: Cielo raso de baldosas de fibra mineral cuarto piso edificio Antiguo | 82 |
| Figura N° 47: Ventiladores IMACO de 105 W | 82 |
| Figura N° 48: Luminarias Philips de 36W | 83 |
| Figura N° 49: Distribución de las luminarias para la iluminación en el aula | 92 |
| Figura N° 50: Nueva distribución de las luminarias para la iluminación en el aula | 93 |
| Figura N° 51: Layout del sistema de iluminación mejorado para las aulas del edificio Antiguo, USAT | 94 |
| Figura N° 52: Instalación de láminas de Foil de aluminio doble cara en techos | 95 |
| Figura N° 53: Comparación experimental del rendimiento térmico entre Foil de Aluminio y espuma de Polietileno de 10 mm con una cara aluminizada | 95 |
| Figura N° 54: Instalación de Foil de aluminio en el falso cielo raso | 96 |
| Figura N° 55: Distribución de las ventanas grandes en las aulas | 97 |
| Figura N° 56: Distribución de las ventanas pequeñas en las aulas | 98 |

| | |
|---|-----|
| Figura N° 57: Modelo de aire acondicionado tipo Split LG de 60 000 BTU/Hr | 99 |
| Figura N° 58: Marco de Aluminio para ventana de doble acristalamiento | 101 |
| Figura N° 59: Modelo de ventana de doble acristalamiento con marco de aluminio | 101 |
| Figura N° 60: Diseño de las ventanas grandes con doble acristalamiento de marco de Aluminio de los salones del cuarto piso edificio Antiguo | 102 |
| Figura N° 61: Diseño de las ventanas pequeñas con doble acristalamiento con marco de aluminio de los salones del cuarto piso edificio Antiguo | 103 |

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han incrementado los problemas en los trabajadores que realizan tareas (el desempeño, los medios técnicos con los que cuenta, las distribuciones de las tareas, las condiciones climáticas y el ambiente físico) con pantallas o proyecciones de visualización de datos. Entre las molestias que presentan mayor relevancia están: la visión, la iluminación y los aspectos termo higrométricos. (Varela, 2006).

En cuanto al confort térmico en trabajadores, cada día es más numerosa la demanda del trabajo con computadores y son frecuentes los problemas por la falta de confort térmico, la adaptación a la temperatura, la humedad, la temperatura de paredes y los objetos de trabajo. La determinación de unas condiciones ambientales que satisfagan a todos es una labor compleja, más no imposible de lograr, dadas las diferencias entre las preferencias y variabilidad de las personas. (Móndelo, 2002).

A eso debemos sumarle que el Perú actualmente atraviesa por un cambio climatológico, provocado por el fenómeno del niño. Se han visto incrementos en la temperatura de 3 a 4 grados más de lo normal como pronóstico SENAMHI. Los departamentos donde se dará con más ocurrencia las olas de calor son Lima, Ancash, La Libertad, Piura y Lambayeque principalmente, debido a un calentamiento de las aguas más de lo habitual provocado por el fenómeno del niño. Se evidenció que las tardes de febrero alcanzaron los 32° C en Lima este o los más de 30° C de Lima Oeste, en Lambayeque alcanzaron los 34° C y se pronostica que se mantendrá el calor hasta julio del 2016.

El inicio de clases en las instituciones educativas, colegios, universidades se tuvo que postergar unas semanas más para evitar incomodidades y accidentes debido a las grandes temperaturas.

La universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, ubicada en el departamento de Lambayeque inicio su ciclo académico el 21 de marzo, donde de las cinco facultades con las que cuenta, Ingeniería fue la que obtuvo el mayor número de estudiantes con 2 794 alumnos matriculados.

Dentro de la facultad de Ingeniería, la carrera con mayor demanda fue Ingeniería Industrial con 611 estudiantes. El ambiente de trabajo designado para los futuros ingenieros industriales es el Edificio Antiguo, dentro de este, las aulas del cuarto piso, a excepción de algunos cursos que son dictados en algún otro piso del mismo edificio o en el edificio Juan Pablo II, actualmente para el ciclo 2016 – II el número de estudiantes es de 570.

El edificio Antiguo, el cuarto piso, cuenta con 14 aulas, éste tiene un techo de cielo raso en su interior y calamina en el exterior lo que hace que acumule el calor durante el día. Para poder comprobar esta hipótesis se realizaron mediciones de temperatura del aire durante una semana en 4 aulas escogidas por el mayor número de horas cursadas. Los resultados obtenidos arrojaron niveles muy altos, donde la mayor temperatura registrada fue de 30,7 °C durante el día (ver anexo 04). A pesar de que se agregaron dos ventiladores adicionales de mayor potencia para contrarrestar este problema.

Según MINTRA (2008), el ambiente térmico en el centro laboral, resulta determinante para crear las condiciones óptimas para lograr maximizar el rendimiento de los trabajadores. De este modo el ambiente térmico del lugar de trabajo resulta un factor fundamental para mejorar la adaptabilidad del trabajador a su puesto de trabajo, ya que un ambiente poco favorable influye negativamente en el bienestar de los trabajadores, generando una disconformidad de parte de ellos. Al someter a la persona a un ambiente con temperaturas altas origina una reducción significativa del rendimiento físico y mental, logrando una alarmante disminución del rendimiento, distrayendo constantemente al trabajador, por las molestias generadas, lo cual podría incurrir en el suceso de enfermedades ocupacionales.

Según el método LEST, existen 4 tipos de actividad, donde para cada una de ellas se dan valores óptimos que debe darse en el ambiente de trabajo para que se desarrolle de manera adecuada. Para los estudiantes, corresponde un trabajo intelectual o físico ligero sentado, donde la temperatura del aire óptima está en un rango de 18° a 24°, el grado de humedad en un rango de 40 a 70% y la velocidad del aire debe ser 0,1 m/s.

También se establecen valores recomendables para las estaciones del año donde existe mayor variación en la temperatura, para verano la temperatura ideal en el lugar de trabajo debe estar comprendida entre 23 – 26°C y para invierno entre 20 – 24°C según la norma ISO 7730 versión 2006.

Otra molestia que se da en el ambiente de trabajo es respecto al nivel de ruido al cual se somete a la persona. La primera molestia que ocasiona el ruido es el malestar que se siente cuando se interrumpe alguna actividad que se está realizando durante ese momento, las personas afectadas hablan de intranquilidad, inquietud, desasosiego, cólera. Sin embargo, es importante dar a conocer la lista de afecciones que puede causar este contaminante, entre ellas según la Ley 37/2003 del ruido están:

- Interferencia en la comunicación.
- Pérdida de atención, de concentración y de rendimiento.
- Trastornos del sueño.
- Daños al oído.

La experiencia demuestra que un nivel de comprensión del 93% al 97% de las frases es suficiente en la mayor parte de los casos, tanto en oficinas como industrias y por lo tanto la comprensión de la palabra no es clara mientras el nivel de ruido de fondo es menor como mínimo de 10 dB al nivel de la voz. Para las situaciones en las que el tema de conversación no es familiar, con las palabras difíciles, el nivel de comprensión de sílabas debe alcanzar el 80%, lo que implica una diferencia de 20 dB entre la voz y el ruido de fondo (Cavassa, 2013).

Para verificar la existencia de este problema en las aulas, se hicieron mediciones del nivel de ruido en las mismas aulas donde se realizaron las mediciones de temperatura. Se obtuvo como máximo valor de ruido 77,32 decibeles en el interior del aula.

La norma básica de Ergonomía del Perú, establecida el 28 de noviembre del 2008, considera que, en lugares de trabajo donde se ejecutan actividades que requieren una atención constante y alta experiencia intelectual, tales como: centros de control, laboratorios, oficinas, salas de reuniones, análisis de proyectos, entre otros, el ruido equivalente deberá ser menor de 65 dB.

Además, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo determina en cuanto a los trabajadores y las actividades que realizan, el tiempo de exposición al ruido debe ser evaluado entre los rangos de 30 a 40 decibeles.

Las actividades que se llevan a cabo dentro de un aula indistinto del grado académico, deben ejecutarse con un nivel de ruido aconsejable de 40 decibeles como máximo, lo que refleja que los resultados de las mediciones sobrepasan este parámetro. Dando como consecuencia los docentes, al no contar con un instrumento que le permita amplificar el nivel de voz, tengan que realizar un esfuerzo vocal constante para que la información llegue al alumno, el máximo nivel de ruido hallado fue de 77,32 decibeles, el docente para poder ser escuchado tiene que sobrepasar este nivel, es decir dictar la clase con un nivel de ruido de 80 decibeles, lo que nos indica que el docente está gritando al máximo (ver anexo 15).

Una de las causas que reflejaron estos niveles de ruido, fueron los ventiladores. El reglamento de nivel de ruido óptimo para instalaciones de calefacción y refrigeración establece como valor máximo de ruido que produzcan los ventiladores al funcionar en las salas de conferencias de 40 decibeles, las mediciones del nivel de ruido de estos arrojaron que se encuentran por encima de los 60 decibeles (ver anexo 16).

No solo no se cumple con los niveles de ruido establecidos por la norma, tampoco con los parámetros de temperatura adecuados para llevar a cabo el procedimiento de enseñanza.

En el ciclo 2016 II son 403 alumnos los que cursan en el edificio Antiguo (ver anexo 17), siendo sometidos estos a niveles altos de ruido y temperatura. En base a lo mencionado la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo busca una propuesta de un diseño ergonómico que mejore las condiciones ambientales en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo, garantizando un ambiente de trabajo adecuado que permita el desarrollo de actividades académicas de manera óptima. Frente a lo descrito anteriormente surge la pregunta de ¿La propuesta de un sistema ergonómico mejorará las condiciones ambientales en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo?

Para resolver esta pregunta se plantea: Realizar un diagnóstico de la situación actual del confort ergonómico ambiental en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo de USAT, diseñar el sistema ergonómico ambiental bajo los estándares adecuados de ergonómica para las aulas del cuarto piso y realizar un análisis financiero de la propuesta de mejora de las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo.

Realizar esta investigación es de suma importancia ya que establece la relación entre la persona y las condiciones medioambientales, se trata de prevenir la aparición de enfermedades ocasionadas por un mal ambiente laboral y conseguir el máximo bienestar posible para los estudiantes y el docente. Es necesario para ello cuidar la temperatura, grado de humedad, sonoridad del ambiente o nivel del ruido, luz, etc.

Para lograr lo planteado es importante destacar que “Gran parte de la competitividad de la universidad reside en el bienestar de los estudiantes”. Lo que se busca es destacar la importancia que ha demostrado la experiencia, que una buena parte del éxito del estudiante en el desempeño de su formación universitaria viene dado por su grado de

adaptación a la universidad y a su entorno, es fundamental que las instituciones que quieren avanzar busquen equilibrar y encontrar un acoplamiento óptimo entre estudiante y las aulas donde se realizan las sesiones de clase, de esta forma la organización obtenga mayor productividad por parte de los estudiantes. La información que se obtenga podrá servir de base para otras investigaciones que tengan como punto de partida la ergonomía ambiental, además de que se puede tomar en cuenta al momento de realizar alguna edificación dentro de la universidad.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Párraga y García, (2014), en su investigación “Diseño Ergonómico de aulas universitarias que permiten optimizar el Confort y reducir la fatiga de estudiantes y docentes”, busca proponer las condiciones ergonómicas en el diseño del aula universitaria para brindar comodidad a docentes y estudiantes, reducir la fatiga, determinar los aspectos ergonómicos que influyen en la incomodidad y/o fatiga de docentes y estudiantes en el aula universitaria y conocer las medidas antropométricas de población de docentes y estudiantes, para saber si estas guardan relación con el mobiliario existente. La investigación se realizó debido al interés de brindar condiciones de trabajo favorables en donde la comodidad pueda ayudar al docente y al estudiante a mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje y también su calidad de vida. El tipo de investigación utilizado es experimental, se aplicó también la descriptiva y explicativa. En ese sentido se determinan las causas percibidas por los usuarios como las que generan la incomodidad y la fatiga, se explica si estas son relevantes para considerarlas dentro del diseño del aula, asimismo, se levanta información sobre las medidas antropométricas de docentes y estudiantes y se contrastan con las medidas del mobiliario a fin de determinar si estas guardan relación con las medidas realizadas. Se realizaron encuestas a 1133 estudiantes con una confiabilidad del 95%. Los resultados obtenidos en la investigación muestran que las variables representan más del 50% de incomodidad para los docentes, de la encuesta realizada a los estudiantes resultó que la opinión del 90% de los mismos indica que se siente cómodo con la postura sentada, mientras que sus apreciaciones de incomodidad sobre la carpeta son la dureza del material del asiento y la forma del respaldo. El 41% y 36% de los docentes y estudiantes respectivamente indicó fatiga al final de la jornada. En base a esto se diseñó el aula y el mobiliario para tanto el docente y el estudiante siguiendo las normas de ergonomía, donde el nivel de ruido aceptable en los centros de enseñanza varía entre 50dB para el horario mañana – tarde y el horario nocturno no debe superar los 40dB. La temperatura máxima del aula en verano es de 24° C con una humedad relativa mayor al 30% y una velocidad del aire mayo a 0,2 m/s y en invierno es de 21° C con una humedad relativa entre 40% - 60% y una velocidad del aire de 0,2 m/s.

Párraga and Garcia (2014), in his research "Ergonomic design of university classrooms that allow optimization of comfort and reduce fatigue of students and teachers," seeks to propose ergonomic conditions in the design of the university classroom to provide comfort to teachers and students And reduce fatigue, also, determine the ergonomic aspects that influence the discomfort and / or fatigue of teachers and students in the university classroom and know the anthropometric measures of population of teachers and students to know if they are related to the existing furniture. The research was conducted due to the interest of providing favorable working conditions where comfort can help the teacher and the student to improve the teaching process and also their quality of life. The type of research used is experimental, descriptive and explanatory. In this sense, the causes perceived by the users as the ones that generate the discomfort and the fatigue are determined, it is explained if these are relevant to consider them within the design of the classroom, also, information about the anthropometric measures of teachers and students is collected and Contrast with the measures of furniture in order to determine if they are related to the measures taken. Surveys were conducted on 1133

students with a confidence of 95%. The results obtained in the research show that the variables represent more than 50% discomfort for the teachers, from the survey conducted to the students it turned out that the opinion of 90% of them indicates that they feel comfortable with the sitting posture, while His appreciations of discomfort over the folder are the hardness of the seat material and the shape of the backrest. 41% and 36% of teachers and students respectively indicated fatigue at the end of the day. Based on this, the classroom and the furniture were designed for both the teacher and the student, following the ergonomics rules, where the acceptable noise level in schools varies between 50dB for the morning - afternoon schedule and the night time schedule should not Exceed 40dB. The maximum temperature of the classroom in summer is 24 ° C with a relative humidity greater than 30% and an air velocity in May at 0.2 m / s and in winter it is 21 ° C at a relative humidity between 40% and 60% And an air velocity of 0.2 m / s.

Piñeda y Guillermo, (2014), en su investigación “Ergonomía Ambiental: Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos” busca conocer los criterios de iluminación y el confort térmico de acuerdo a las normas establecidas y las recomendaciones de los valores admisibles, mediante una revisión bibliográfica y se accedió a la base de datos de Medline, Bireme y Lilacs Scielo. Las referencias revisadas fueron básicamente normas de ISO, ICONTEC, normas del Ministerio del Trabajo de Colombia, así como referencia de normas españolas. Para el motor de búsqueda de la información, se utilizaron las palabras claves: ergonomía ambiental, iluminación, sistemas de iluminación, luminotecnia, confort térmico, trabajadores de oficina y pantallas de visualización de datos. Las referencias se hicieron con criterios de una clasificación al ser revisadas y analizadas como calificación media y baja, la mayoría de los estudios fueron exploratorios, descriptivos y analíticos. Se procedió a analizar cada documento a través de fichas con su respectiva información del título, año, autor, país y editorial. El método para el estudio fue analítico ya que se procedió al análisis documental y la sistematización de las referencias. Obteniendo como resultados del estudio que el 50% de los usuarios de PVD, experimentan síntomas de la visión. De hecho, la fatiga visual es mucho más común que las lesiones músculo – esqueléticas. Las investigaciones realizadas dicen que no se han encontrado efectos permanentes en la visión por el uso de computadoras. La iluminación es una de las causas que influyen de modo significativo en el daño ocular. Los niveles recomendados de iluminación oscilan entre los 300 y los 500 lux, aunque para las oficinas varían desde 150 hasta 300 lux. La temperatura y humedad también deben ser vigiladas y monitoreadas de manera muy especial. Se sugiere que se trabaje con intervalos entre 19°C y 24°C con una humedad relativa entre el 40% y 70%, mucho más efectiva si se mantiene entre el 55% y 65%. Es importante recordar que estas variables cuando están en valores muy bajos producen sequedad ocular. Por el contrario, si se registran por encima de los valores recomendados, producen falta de concentración en las labores que se estén realizando.

El Departamento de Ingeniería de Sistemas, Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología de Ulsan de Corea del Sur, (2014), en su investigación “Ergonomía y Desarrollo Sostenible en las últimas dos décadas (1992 – 2011): Tendencias de investigación y cómo la ergonomía puede contribuir al desarrollo sostenible”, busca identificar las líneas de investigación y áreas convergentes, donde la ergonomía puede jugar un papel importante en el desarrollo sostenible. Inicialmente se consideraron 24 revistas de

ergonomía, donde había de Italia, Polonia, Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, 3 revistas nacionales, 2 de las bases de datos en línea de la web Science, scopus y Ergonomía abstracto. De 1992 a 2011, un total de 9717 artículos fueron publicados, donde 1551 fueron excluidos, por lo tanto 8166 documentos fueron revisados y analizados posteriormente. Las tendencias temporales en los porcentajes de artículos publicados cada año en las publicaciones totales de Ergonomía y el Desarrollo Sostenible muestran notables fluctuaciones interanuales especialmente en constante crecimiento de la ergonomía desde 2002 y para el Desarrollo Sostenible desde 2004. A pesar de que la sostenibilidad ha estimulado cambios considerables en las profesiones de diseño, ingeniería y negocios en las últimas décadas, la ergonomía se ha mantenido relativamente ausente de esta revolución paradigmática. En este estudio, en lugar de proporcionar una lista completa de las contribuciones sobre el desarrollo sostenible que han sido elaborados a partir de la ergonomía, se centra en la identificación de las posibles direcciones para una mejor ergonomía incorporan al desarrollo sostenible en el futuro a través de estudio de la literatura, la clasificación de papel y el análisis de tendencias. Los resultados muestran que los métodos y técnicas, características humanas, diseño y la organización, salud y seguridad y diseño del lugar de trabajo y el equipo, estas son las cinco áreas investigadas con frecuencia en la ergonomía. La ergonomía tiene la oportunidad de aportar su conocimiento en especial al diseño industrial y del producto, arquitectura, salud y seguridad y categorías de desarrollo sostenible 'HCI' (sobre todo para cuestiones de reducción de energía). También se discuten las metodologías típicas y orientaciones generales sobre cómo contribuir los conocimientos de ergonomía para el desarrollo sostenible.

Hornos y Martínez, (2014), en su investigación “Evaluación ergonómica y de accesibilidad con enfoque kinésico de un establecimiento educacional de Enseñanza Media de la Comuna de la Serena”, busca evidenciar y priorizar las posibles necesidades de accesibilidad y factores de riesgo ergonómico físicos – ambientales dentro del establecimiento educacional, desde una perspectiva innovadora otorgada por la intervención kinésica en el procedimiento. Mediante la medición de variables de accesibilidad y ergonómicas físico-ambientales de la infraestructura de este liceo de la Comuna de La Serena entre septiembre y octubre de 2013, para proporcionar su descripción. Se excluyeron de este estudio las instalaciones del internado femenino y el Teatro Municipal de La Serena que están adyacentes al establecimiento, además de la cancha del mismo centro educativo. Para la evaluación ergonómica se evaluaron 22 salas de un total de 67 y dentro de las variables de accesibilidad se evaluaron 32 salas de un total de 67; 5 de 9 baños y 100% de los pasillos, hall y duchas. Tras evaluar las condiciones ambientales del lugar, se pudo apreciar que el ambiente lumínico no representa un factor de riesgo, mostrando un 88,45% de cumplimiento. Este porcentaje es logrado gracias a la luz artificial, transformándose en un factor de fácil modificación. Por otro lado, en el ambiente acústico, las salas evaluadas con alumnas fueron las que no cumplían el criterio, destacando que las mediciones corresponden a la normalidad de una clase en desarrollo, lo que no se escapa del criterio óptimo. En cuanto al ambiente térmico, específicamente temperatura y humedad relativa, no se cumplieron los estándares de la evaluación, pero deben considerarse las condiciones climáticas de la Región de Coquimbo, específicamente de la ciudad de La Serena, siendo ambos criterios muy difíciles de modificar. Además, habría que tener presente que el D.S. 560/2010 sólo cuenta con una descripción efectiva sobre las temperaturas óptimas de un establecimiento educacional que se ubique en una región de Chile con climas extremos como, por ejemplo, la Duodécima Región.

Hornos and Martínez, (2014), in his research "Ergonomic and accessibility evaluation with a kinesthetic approach of an educational institution of the Middle School of the Serena", seeks to highlight and prioritize the possible accessibility needs and physical ergonomic risk factors - environmental within the educational establishment, from an innovative perspective granted by the kinesic intervention in the procedure. By means of the measurement of accessibility and physical-environmental ergonomics variables of the infrastructure of this high school of the Commune of La Serena between September and October of 2013, to provide its description. We excluded from this study the facilities of the female boarding school and the Municipal Theater of La Serena that are adjacent to the establishment, in addition to the field of the same educational center. For the ergonomic evaluation, 22 rooms were evaluated for a total of 67 and within the accessibility variables 32 rooms were evaluated for a total of 67; 5 of 9 bathrooms and 100% of corridors, hall and showers. After evaluating the environmental conditions of the place, it was possible to appreciate that the light environment does not represent a risk factor, showing 88.45% of compliance. This percentage is achieved thanks to the artificial light, becoming a factor of easy modification. On the other hand, in the acoustic environment, the rooms evaluated with students were those that did not fulfill the criterion, emphasizing that the measurements correspond to the normality of a developing class, which does not escape the optimal criterion. Regarding the thermal environment, specifically temperature and relative humidity, the evaluation standards were not met, but the climatic conditions of the Coquimbo Region, specifically the city of La Serena, should be considered, both criteria being very difficult to modify. In addition, it should be borne in mind that D.S. 560/2010 only has an effective description of the optimal temperatures of an educational establishment that is located in a region of Chile with extreme climates, such as the Twelfth Region.

Nava y Castro, (2013), en su investigación "Evaluación Ergonómica de los puestos de trabajo del área administrativa", busca evaluar las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo del área administrativa de la división de post grado de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad del Zulia, se realizó este trabajo especial de grado. La investigación fue descriptiva, documental y de campo, utilizando técnicas e instrumentos de recolección de datos como: observación directa, entrevista estructurada, encuesta, mediciones, entre otras. Inicialmente se realizó un estudio de iluminación, temperatura y ruido. Seguidamente se recopilaron los datos necesarios para el diseño de la cédula antropométrica que fue realizada a todo el personal y se separaron por género; en ésta se agrupan valores máximos, mínimos, media, desviación estándar y percentiles de la población. Luego se realizaron mediciones del área física de las oficinas y mobiliarios, las cuales se compararon con la norma COVENIN 2742:98. Se evaluó la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pudieran ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo; el cuestionario evaluó los trastornos músculo esquelético de los trabajadores a través de una encuesta corta. Los resultados obtenidos reflejaron que las áreas presentan niveles críticos de iluminancias; con respecto al mobiliario, éste resultó poco adecuado para los trabajadores; en cuanto a la evaluación ergonómica, la misma reflejó molestias músculo-esqueléticas a nivel de hombros, nuca y columna, y para la evaluación psicosocial, se presentaron problemas en relación a la doble presencia y la estima. Finalmente, se plantean recomendaciones en las áreas más críticas según la información recopilada en los objetivos, enfatizando en la corrección de malas posturas adoptadas por los trabajadores y en la falta de información.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1 Ergonomía: La Ergonomía estudia los factores que intervienen en la interrelación hombre – artefacto (operario – máquina), afectados por el entorno. El conjunto se complementa recíprocamente para conseguir el mejor rendimiento; el hombre piensa y acciona, mientras que el objeto se acopla a las cualidades del hombre, tanto en el manejo como en aspecto y comunicación. El objetivo de la ergonomía es dar las pautas que servirán al diseñador para optimizar el trabajo a ejecutar por el conjunto conformado por el operario – artefacto. Se entiende como operario el usuario o persona que manipula el artefacto y como entorno al medio ambiente físico y social que circula al conjunto. (Lozano, 2004).

La Ergonomía como tal fue definida inicialmente en el año 1961, en la revista internacional del trabajo, como la “aplicación conjunta de algunas ciencias biológicas y ciencias de la ingeniería para asegurar entre el hombre y el trabajo una óptima adaptación mutua con el fin de incrementar el rendimiento del trabajador y contribuir a su bienestar”.

Los avances de la ciencia en los distintos campos han contribuido, en buena manera, mejorando el rendimiento del trabajador e intentando aumentar su satisfacción e integración óptima en el medio laboral. No obstante limitar la Ergonomía únicamente al trabajo, significa una restricción, ya que esta comprende todas las disciplinas que estudian el ahorro de energía liberada por el trabajador en el curso de toda su vida laboral (Herrerías y Botet, 1966).

Pretendiendo una calidad de vida en el medio laboral, por trabajo bien hecho, según J. Castillo en el año 1990, se ha de entender no solo la eliminación de obstáculos que impidan un buen trabajo si no también la promoción de sistemas que ayuden a conseguirlo. La Ergonomía tiene un importante papel en este tema. El trabajo bien hecho requiere el desarrollo de conceptos como:

- La seguridad: entendida en sentido general y que se refiere no solo a la eliminación de riesgos objetivos accidentes y enfermedades, sino que intenta conseguir que las personas se sientan seguras.
- Las condiciones físico – ambientales: lo que rodea al puesto de trabajo no se presenta como agresivo, las personas trabajan en un entorno que se percibe como confortable.
- La eliminación de los trabajos penosos: es un factor eliminado, en la realidad, del trabajo y de la concepción de nuevos puestos.
- Adaptación del puesto del trabajo al hombre: La concepción e implantación de los puestos de trabajo se hacen según las normas de la Ergonomía. La relación hombre – trabajo es algo armónico. El puesto está a escala humana,
- Desarrollo personal: proyecto de formación continua que facilita y ayuda al hombre a conocerse mejor y a comprender lo que pasa a su alrededor.

La Ergonomía considera distintos niveles de aproximación, que deben ser determinados y especificados. Estos niveles son:

- Nivel del puesto de trabajo: relación hombre – máquina. Problemas ligados a la percepción y al tratamiento de las señales, a la carga mental y a la carga física. Campo clásico de la Ergonomía.
- Nivel del entorno físico: ambientes físicos en torno a los operadores: ruido, iluminación, ambiente térmico, humedad.

- Nivel de organización de los medios de fabricación: en particular, organización material del trabajo: contrayentes del producto, de los tiempos, del espacio, de partición de las tareas.
- Nivel de la organización general de la empresa: se tratan aquí los problemas de los salarios, de la estructura jerárquica, de la repartición de las funciones, de las relaciones dirección – representantes del personal.

2.2.2 División y aplicaciones de la Ergonomía: Uno de los factores más importante que caracteriza a los países desarrollados es el hecho de que la mayoría de la población vive en un mundo de máquinas e ingenios cada vez más complejos, contruidos por el hombre. El ser humano ha tratado siempre de que el diseño de los productos y ambientes redunden en su beneficio, adaptándonos a su uso. Sin embargo, solamente en estos últimos años se ha procurado concertar la acción con los objetivos.

La evolución y las aplicaciones de la Ergonomía han seguido el siguiente desarrollo, a lo largo del tiempo son diferenciables cuatro etapas que coinciden con la evolución tecnológica y la optimización de la comunicación del sistema trabajador – trabajo (Llaneza, 2009). a) Ergonomía del hardware: es lo que se refiere a todas las partes tangibles de un sistema informático; sus componentes son: eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos. Son cables, gabinetes o cajas, periféricos de todo tipo y cualquier otro elemento físico involucrado; contrariamente, el soporte lógico es intangible y es llamado software. El término es propio del idioma inglés (literalmente traducido: partes duras), su traducción al español no tiene un significado acorde, por tal motivo se la ha adoptado tal cual es y suena; la Real Academia Española lo define como «Conjunto de los componentes que integran la parte material de una computadora». b) La Ergonomía ambiental representa otro avance en el desarrollo de esta disciplina. Desde un punto de vista experimental o desde dentro de las organizaciones, se refiere a la obtención de información sobre los resultados que pueden obtener las personas al llevar a cabo actividades según sea el comportamiento de las variables ambientales, tanto en entornos naturales como artificiales y tanto físicos como psicosociológicos. El objetivo práctico es diseñar y mantener ambientes que maximicen las capacidades de las personas y minimicen sus limitaciones cuando desempeñan acciones con algún objetivo. c) Ergonomía del software: desarrollada a principios de los ochentas, supone ampliar el campo de conocimiento del hombre que era objeto de estudio de la Ergonomía. d) Macro ergonomía o Ergonomía de los sistemas. Las condiciones de trabajo y la interacción entre los distintos componentes es el objeto de estudio de los sistemas socio – técnicos. El objetivo central es, por tanto, optimizar el funcionamiento de los sistemas de trabajo teniendo en cuenta la interacción del diseño organizacional con la tecnología, el ambiente y las personas.

2.2.3 Ergonomía ambiental: los estudios médicos y de los higienistas industriales han delimitado los valores óptimos físicos y químicos del medio ambiente. La iluminación, el brillo, la teoría del calor, el ruido, la temperatura, la humedad, etc. Mención especial merecen las sustancias tóxicas por su indudable poder patógeno, limitadas en los sucesivos estudios en sus concentraciones máximas permisibles en función de las máximas concentraciones medidas en líquidos biológicos. En definitiva, la ergonomía ambiental utiliza e integra nuestros conocimientos de fisiología del trabajo, toxicología e higiene industrial (Real Academia Nacional de Medicina, 1989). La ergonomía ambiental en otras palabras vela por el confort de la persona en su ambiente de trabajo. Confort según la Real Academia Española la define en relación con la comodidad y el

bienestar del cuerpo, por lo tanto, éste se vincula en especial con las funciones del cuerpo que puedan verse afectadas, como la audición, la visión, el sistema nervioso o los problemas articulares generados por el exceso de vibraciones. Hablar entonces de confort, significa eliminar las posibles molestas o incomodidades generadas por distintos agentes que intervienen en el equilibrio de la persona. La sensación de molestia acústica es algo subjetivo debido a que existen personas que son más sensibles que otras, por lo tanto, es variable. La Organización Mundial de la Salud (OMS), define el confort como un estado de bienestar físico, mental y social. En resumen, se puede afirmar que el análisis del confort resulta de suma importancia al momento de generar soluciones concretas para los lugares de trabajo, ya que permite considerar los parámetros y factores que intervienen en el bienestar mediante el diseño adecuado.

2.2.3.1 Parámetros ambientales del Confort: Son aquellas condiciones de tipo ambiental, arquitectónico, personal y sociocultural, que pueden afectar la sensación de confort de un individuo. Según el Ministerio de Educación del Perú se pueden clasificar en:

a) Confort Lumínico: Dentro de los parámetros relacionados con el bienestar, debe considerarse como importante el lumínico. Las edificaciones educativas deberán permitir la buena visibilidad con un mínimo esfuerzo por parte de los alumnos. La calidad lumínica que no solo se resume a cumplir un nivel de iluminación, sino aprovechar eficientemente la reflexión de la luz y evitar efectos como el deslumbramiento.

b) Confort Acústico: El confort acústico que deberá ser proporcionado por las edificaciones educativas es un aspecto muy importante a considerar, al ser vital para la interacción entre docentes y alumnos. Para alcanzar dicho confort se deberá considerar lo siguiente: Un adecuado emplazamiento, protección y control de los ruidos exteriores que afecten la calidad acústica (aislamiento), el diseño y distribución de ambientes (zonificación según actividades) y construcción de las edificaciones educativas con materiales que favorezcan la legibilidad de palabra, que controlen los ruidos provenientes de los espacios exteriores y los ruidos interiores producidos por el desarrollo de la misma actividad (Aislamiento y Absorción).

Para los diferentes ambientes de las edificaciones educativas, según las actividades por niveles de enseñanza, se deberá conseguir que dentro de cada recinto las características acústicas permitan niveles de ruido de fondo según la tabla de valores recomendado, de superar estos límites se deberán tomar las acciones correctivas necesarias, dado que no existiría confort acústico y estaría afectando la interacción entre docente y alumno y por ende la calidad en la enseñanza y aprendizaje.

c) Confort Térmico: Se tendrán presente factores que influyen en el confort térmico de los usuarios (principalmente alumnos):

- Grado o tipo de actividad que desempeñan según la secuencia de actividades en la enseñanza, siendo fundamentalmente actividades del tipo sedentarias, ya que el alumno permanece más tiempo sentado escuchando las lecciones que en movimiento.
- El Tipo de vestimenta, considerándose de acuerdo a la realidad nacional que en zonas rurales de climas fríos es muy escasa, por lo que deberá asegurarse un mayor

aislamiento del exterior y una adecuada temperatura interior en las edificaciones educativas.

- Grado de habituación a determinadas circunstancias climáticas: que en caso de la población estudiantil se ha adaptado a su medio, respondiendo su habituación a su situación geográfica. Temperaturas secas recomendables, para una humidificación relativa del aire de 50% y movimiento de 0 a 0,2 m/seg (Piñeda y Montes, 2006).

Según el INSHT, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, las condiciones climáticas de los lugares de trabajo constituyen un factor que influye directamente en el bienestar y en la ejecución de las tareas, por lo que deben ser contempladas en el acondicionamiento de los puestos de trabajo con pantallas de visualización. Se recomienda que la temperatura operativa sea mantenida dentro del siguiente rango: - En época de verano: 23°C a 26°C - En época de invierno: 20°C a 24°C La sequedad de los ojos y mucosas se puede prevenir manteniendo la humedad relativa entre el 45% y el 75%, para cualquiera de las temperaturas comprendidas dentro de dicho rango.

2.2.4 Iluminación: El objetivo de una buena iluminación es brindar seguridad, confort o resaltar los elementos que componen un ambiente determinado. En el sector educativo la iluminación juega un papel esencial en el proceso de aprendizaje de los alumnos, desde hace algún tiempo profesores y directivos de instituciones educativas se han interesado por la influencia de la luz sobre estos y han recurrido a diferentes herramientas para el uso de la iluminación al interior de las aulas.

El nivel de iluminación en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo no cumple con la normativa referente a diseño de aulas y el modelo de licenciamiento propuesto por la SUNEDU, además de provocar discomfort e incomodidad en los alumnos durante la clase. Es por ello que deben tomarse medidas para corregir y mejorar esta situación, ya que pone en peligro la salud de las personas (alumnos y docentes).

A la hora de iluminar cada espacio destinado a la enseñanza, debemos cuidar la selección de luminarias y accesorios de iluminación teniendo en cuenta tres criterios según la empresa AIRFAL Internacional:

- El color de la iluminación: El color de la iluminación se mide en grados de temperatura. La medición de la temperatura del color permite caracterizar la luz emitida. Los colores llamados cálidos tiran a rojo – amarillo y los colores llamados fríos son de color blanco azulado. El color de la luz emitida puede influir en el comportamiento de los alumnos, así luminarias de luz fría proporcionan un ambiente similar al aire libre, que puede ayudar a evitar la sensación que pueden sufrir algunos alumnos por la permanencia en un recinto cerrado, mientras que las lámparas de colores cálidos, proporcionan ambientes más sociables y relajados.

- La calidad de la luz: El índice de rendimiento de color mide la calidad de luz. El IRC valorado entre 0 y 100 compara una muestra normalizada de colores de iluminancia con una fuente de luz de referencia. Mientras más alto sea el valor del IRC mejor será la reproducción del color. Se recomiendan valores de IRC por encima del 85 para las aulas de enseñanza.

- La eficacia luminosa: La eficacia de las luminarias influye directamente en los costos de iluminación. La selección de luminarias eficientes permite reducir el número de luminarias necesarias en un espacio determinado. Para medir eficazmente el impacto

económico de la iluminación, se debe tener en cuenta los costos de compra de las luminarias elegidas sin olvidar los costos de mantenimiento (limpieza, cambio de luminarias). Esto se refleja en el ahorro energético.

Hoy en día, existen tecnologías que permiten una mejor iluminación, que se adecue al tipo de trabajo que realiza, los diodos emisores de luz (LED) han revolucionado la ingeniería de la iluminación porque son más eficientes que las bombillas incandescentes y fluorescentes, además constituyen un ahorro significativo de energía ya que por ejemplo pueden consumir cerca de 10 vatios y generar una eficiencia del 90% de la energía eléctrica. Alcanzan una duración de hasta 100 mil horas en un promedio de 20 años y son 100% ecológicos, es decir no representan una amenaza para el medio ambiente. La primera universidad en nuestro país que implementó este tipo de iluminación fue la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el investigador y docente Dr. Werner Pacheco Luján, emprendió el proyecto “Alumbrado público con diodos de LED para la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica de la UNMSM” el cual se orientó a diseñar y construir un sistema de iluminación con tecnología LED. En total se fabricaron 10 luminarias, de las cuales seis han sido instalados satisfactoriamente en la entrada del pabellón antiguo y las demás serán colocadas a la brevedad posible en el nuevo.

Además de tecnologías eficientes y ecológicas una correcta iluminación mejora la productividad entre un 10% y 20%. Según un estudio de World Office Forum realizado entre trabajadores de oficinas la iluminación es el factor más determinante en el entorno laboral, por encima de la climatización o el ruido. Invertir en una instalación lumínica LED de calidad sale más rentable de lo que en un principio pudiera parecer, a todos los ahorros derivados de la reducción de consumo y mantenimiento, se debe sumar la reducción de las bajas laborales por estrés, dolores de cabeza, agotamiento, etc.

2.2.4.1 Desventajas de la iluminación: La principal tecnología de iluminación presente en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo son los tubos fluorescentes. Este tipo de iluminación se asemeja la iluminación en algunas instituciones educativas en España. Según Fernando Sierra director técnico de LuzDya las principales desventajas de esta tecnología son:

- Las lámparas fluorescentes no dan una luz continua, sino que muestran un parpadeo que depende de la frecuencia de la corriente alterna aplicada. Esto se pudo corroborar durante las mediciones del nivel de iluminación realizadas, este parpadeo era muy continuo y se daba en periodos cortos (cada 10 o 15 minutos), el nivel de iluminación decae casi un 20% al momento de ocurrir el parpadeo. Este efecto no se nota a simple vista, pero una exposición continua a esta luz puede dar dolor de cabeza.
- El parpadeo, aunque poco perceptible, puede afectar considerablemente la salud de algunas personas con algunos tipos de migrañas, este tipo de parpadeo también puede afectar a los estados de concentración de los estudiantes (parpadeos laterales en el tubo fluorescente al final de su vida).
- Las lámparas fluorescentes necesitan de unos momentos de calentamiento antes de alcanzar su flujo luminoso normal, por lo que es aconsejable utilizarlas en lugares donde no se están encendiendo y apagando continuamente como pasillos y escaleras. Por otro lado, los encendidos y apagados constantes acortan notablemente su vida útil.
- Su vida útil es corta, además de que los costos de mantenimiento son considerables. El tubo fluorescente tradicional está formado por un tubo de vidrio revestido interiormente con una sustancia que contiene fósforo y otros elementos que emiten luz al recibir una

radiación ultravioleta de onda corta. El tubo contiene una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón.

- La vida útil del tubo fluorescente es mayor que las lámparas de incandescencia, pudiendo variar con facilidad desde 5000 a 10000 horas, lo que depende de diversos factores, tales como el tipo de lámpara fluorescente o el equipo complementario que se utilice con ella. Su vida termina cuando el desgaste sufrido por la sustancia emisora que recubre los electrodos impide el encendido al necesitarse una tensión de ruptura superior a la suministrada por la red. Este desgaste se incrementa con el número de encendidos. Además de esto, debemos considerar la depreciación del flujo provocada por la pérdida de eficacia de los polvos fluorescentes y el ennegrecimiento de las paredes del tubo donde se deposita la sustancia emisora.

- Existen dos aspectos básicos que afectan a la duración de los fluorescentes. El primero es la depreciación del flujo. Este se produce por ennegrecimiento de la superficie del tubo donde se va depositando el material emisor de electrones que recubre los electrodos. En aquellas lámparas que usan sustancias fluorescentes otro factor es la pérdida gradual de la eficacia de estas sustancias. El segundo es el deterioro de los componentes de la lámpara que se debe a la degradación de los electrodos por agotamiento del material emisor que los recubre. Otras causas son un cambio gradual de la composición del gas de relleno y la degradación del fósforo.

- Los tubos fluorescentes necesitan para su funcionamiento la presencia de elementos auxiliares. Arrancadores y reactancias lo cual encarece los costos de la instalación y aumento el consumo eléctrico además del mantenimiento

2.2.4.2 Iluminación LED: Existe más de una razón por el cual elegir iluminación LED, para ello nos basamos en empresas españolas ERMEC y LuzDya, precursores de tecnología LED que trabajan para diversos sectores industriales, laboratorios médicos, hospitales, telecomunicaciones, escuelas, etc. En una comparativa entre tubo LED y tubo fluorescente, nos enumeran las ventajas que ofrece la nueva tecnología.

- El tubo LED está fabricado con componentes electrónicos, aluminio y plástico acrílico, sin gases ni vapores tóxicos en su interior, lo que facilita su reciclado, frente a los fluorescentes

- Tienen una vida útil de entre 35000 y 80000 horas (3 a 8 veces más que los tubos fluorescentes) que dependen de la calidad de los componentes que gestionan la corriente y el voltaje que alimentan a los leds. Lo que los convierten en extremadamente duraderos, en torno a los diez años, duran dos veces más que los tubos fluorescentes de larga vida y treinta veces más que las bombillas incandescentes.

- Los tubos LEDs se conectan directamente a la red y no necesitan arrancadores, reactancias o elementos auxiliares que encarecen la instalación y aumentan el consumo eléctrico además del mantenimiento. Al tratarse de un circuito electrónico que trabaja con pequeñas corrientes eléctricas sin descargas de arranque, permite el encendido y apagado instantáneo sin aumentar consumos ni afectar la vida del tubo.

- Los tubos LEDs pueden encenderse y apagarse instantáneamente sin que ello afecte a la vida de la luminaria. No generan parpadeos durante su funcionamiento, lo que permite mantener niveles de iluminación estables. Esta luz es muy recomendable para la visión humana, ya que reduce considerablemente el esfuerzo de los ojos y evita la vista cansada, teniendo como resultado un aumento en el confort visual. Pueden llegar a alcanzar una eficiencia de hasta el 100% y considerable ahorro energético.

- Poseen una superficie sólida, son casi indestructibles, carcassas sólidas de epoxi o poli epóxido para los lentes teniendo una gran resistencia a la vibración. Convirtiéndolo en

un producto seguro tanto para su uso como para su manipulación ya que las lámparas permanecen frías para poder tocarlas.

- Su fallo se produce mediante la pérdida progresiva de la luminosidad a lo largo del tiempo, a diferencia del fundido repentino de las bombillas y los tubos.

2.2.5 Ambiente térmico: Como se ha mencionado antes, es uno de los principales factores para el desempeño de una buena tarea. En este caso, la temperatura de las aulas está por encima de lo establecido por la SUNEDU y otras instituciones, lo que tiene como consecuencia un menor rendimiento tanto de los docentes como los estudiantes.

Uno de los causantes del nivel de temperatura excesiva en las aulas del cuarto piso USAT, mal uso de la infraestructura, debido a que las aulas están diseñadas para que las ventanas y puertas estén abiertas, así favorecer la circulación de viento en el interior y enfrían completamente el aula. Pero existe un factor que impide el uso de esta manera del aula el cual es el nivel de ruido que se genera en el exterior, lo que impide dictar la clase con normalidad debido a las molestias. Lo cual como media correctiva se instalaron ventiladores para enfriar el ambiente, pero estos generan mayor contaminación acústica que la del exterior por lo que muchas veces prefieren no usarlo.

Otro causante es el techo del edificio, el techo es de calamina, una alternativa arquitectónica barata y muy versátil. La plancha es de un material manufacturado cuya base principal es una lámina de acero recubierta de una fina capa de zinc que evita su rápido deterioro debido a los factores climáticos. Para minimizar el calor se colocó un falso cielo raso de fibra mineral como aislante térmico, pero este no dio resultado ante las elevadas temperaturas que se vienen dando en nuestra ciudad.

Gracias a un estudio realizado en el departamento de Loreto publicado en la revista amazónica, llevado a cabo por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, donde realizan un análisis térmico de dos tipos de techos usados en las viviendas de dicha localidad en los horarios donde se da un mayor aumento de temperatura los cuales fueron de 12:00 p.m. a 14:00 p.m. se pueden evidenciar los altos niveles de temperatura superficial que alcanza la calamina. Los resultados de las mediciones arrojaron una temperatura media superficial de la calamina a las 12:00 p.m. de 38,02° C, superior en 4,02° C a la temperatura crítica de la piel humana. A las 14:00 p.m. alcanzó una temperatura media superficial de 38,26° C, superando en 4,26° C la temperatura crítica en la que se produciría estrés térmico (34° C). La velocidad de calentamiento de la calamina favorece el estrés térmico, ya que la temperatura interna se eleva rápidamente cuando el cielo esta soleado o nublado (28°C). Llegando a la conclusión de que los techos de calamina empeoran las condiciones de habitabilidad de las viviendas rurales y la calidad de vida de las poblaciones amazónicas.

Los rayos del sol emiten energía hacia la calamina y elevan su temperatura a niveles fuera del rango de confort, luego la calamina por convección calienta a la masa de aire comprendida entre la calamina y el falso cielo raso, acumulando el aire caliente debido a que no existe aberturas que puedan liberar este aire o enfriarlo. Este aire calienta la baldosa por medio de conducción perdiendo una cantidad mínima de energía y liberándola hacia el interior del aula.

2.2.5.1 Ventilación natural: La mayor parte del costo del consumo de un edificio se define en las fases de diseño (más del 90%) ya que en estas fases se determinan la forma, orientación y sistemas de calefacción y ventilación del mismo. De allí la

necesidad de diseñar al edificio teniendo en cuenta el consumo energético desde el inicio de su concepción. Como alternativa a los sistemas mecánicos y aprovechando de los recursos que brinda la naturaleza, la ventilación natural aparece como una solución muy atractiva para brindar un confort térmico aceptable asegurando una calidad óptima de aire interior y cuya aplicación es posible en una variedad de regiones climáticas. (Allard, 1998)

La ventilación natural ofrece adecuadas soluciones capaces de satisfacer las necesidades de confort y calidad de aire interior en un gran rango de condiciones climáticas. Entre sus principales ventajas está el bajo costo inicial de mantenimiento y operativo comparado con los sistemas de aire acondicionado, además de no ocupar espacio físico en el lugar. Su mayor desventaja consiste en ciertos periodos de discomfort en verano, aunque éstos podrán ser tolerables para los ocupantes del edificio si se mantienen dentro de ciertos límites. Otro elemento a tener en cuenta es que en muchos espacios urbanos la contaminación del aire exterior y los altos niveles de ruido vuelven inapropiada a la ventilación natural, a menos que se utilicen diseños especiales que eviten el contacto directo entre el ambiente exterior y el interior.

Para que la ventilación natural sea efectiva se requiere que el edificio tenga una gran permeabilidad, es decir una gran superficie de aberturas, lo que puede provocar riesgos en cuanto a la seguridad y sus conflictos con las regulaciones para prevención de incendios. (Maugard, 2002).

Un punto que interviene en la ventilación natural es la forma del techo de un edificio debido a que afecta el remolino descendente, así como también la distribución de la presión en las partes superiores de las fachadas. Consecuentemente el flujo de aire cerca del techo, a través del ático y en los recintos ubicados en los pisos superiores resulta modificado según la forma del mismo. Un techo plano o uno con una pendiente menor a 15° tiene presiones negativas sobre el total de su superficie independientemente del ángulo de incidencia del viento. Cualquier abertura ubicada en cualquiera de estos tipos de techos experimenta una succión y funcionarán como aberturas de salidas. Los techos que tengan una inclinación superior a los 15° , tendrán presiones positivas. Los techos a dos aguas con inclinaciones menores a 21° estarán bajo presiones negativas sobre el total de su superficie. (Yarke, 2005).

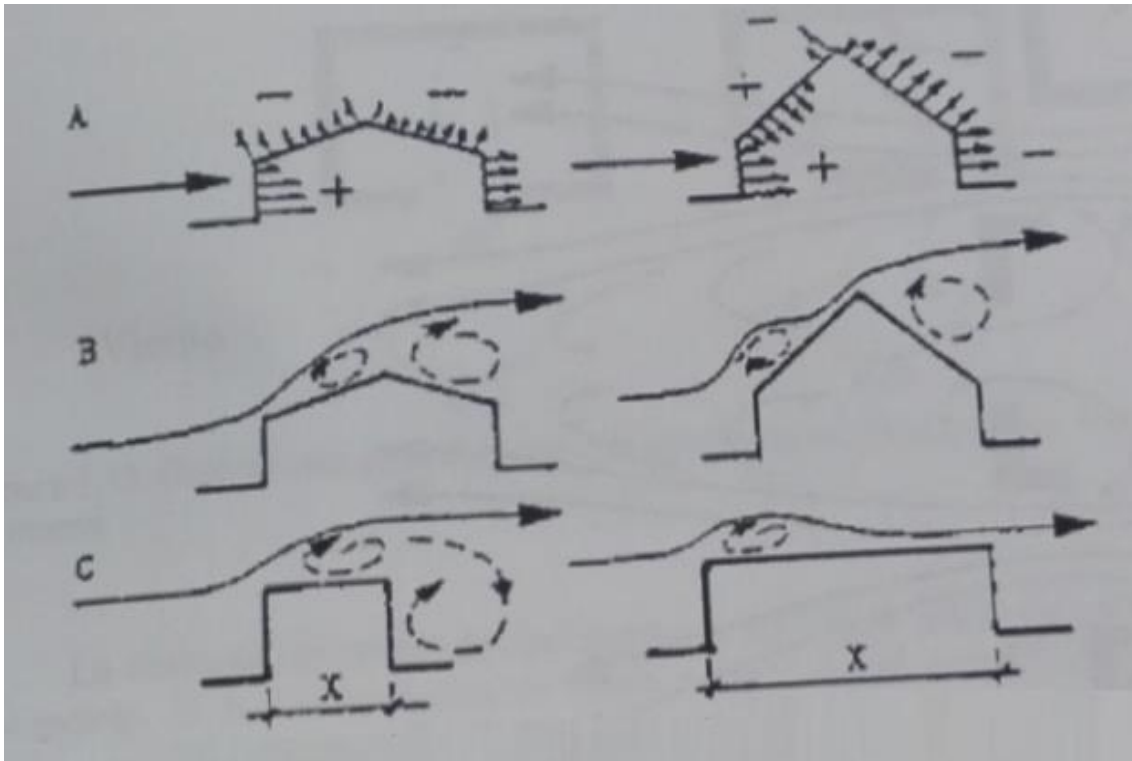


Figura N° 01: Distribución de presiones y patrones de flujo sobre distintos tipos de techos
 Fuente: Ventilación natural de edificios, 2005.

El efecto de las salientes del techo puede ser utilizado para lograr sombreado y mejorar la ventilación. Esto se debe a que las salientes del techo incrementan la presión positiva en el exterior de la ventana induciendo un flujo de aire mayor al interior del recinto, el efecto puede apreciarse claramente en la figura N° 02.



Figura N° 02: Efecto sobre el flujo a través de una abertura debido al aumento de la profundidad de la saliente del techo
 Fuente: Ventilación natural de edificios, 2005.

2.2.5.2 Factores que limitan la aplicación de la ventilación natural:

a) Seguridad: Cada abertura debe ser protegida especialmente la de los pisos más bajos, donde el acceso es más fácil. Las soluciones típicas son limitar el tamaño máximo de la abertura de la cabeza de un niño (15 cm) o bien, proteger las aberturas con rejas con una separación no exceda la misma distancia. Pero no solo las personas pueden ingresar al orificio, si no también animales como ratones, gatos, perros, pájaros o murciélagos. Además, los insectos ingresan a través de cualquier abertura sin importar cuan pequeña sea ésta. Tampoco olvidar que la universidad cuenta con un problema de presencia abundante de zopilotes negros conocido comúnmente como “gallinazos”, esto se convierte en un problema a la hora de elegir la ventilación natural.

Reducir el tamaño de aberturas o colocar rejillas disminuye la intensidad de la ventilación natural, además la lluvia es otro inconveniente. La abertura en la fachada de un edificio permitirá el ingreso de la lluvia dentro de él.

b) Ruido: El ruido se ha convertido en un problema incontrolable en la universidad, para el caso de la ventilación natural puede generar transmisión de ruidos excesivos. Además, las regulaciones nacionales limitan el nivel de ruido en el interior de un edificio por lo que agregarle otra fuente de ruido no sería conveniente.

c) Contaminación del aire: Si bien la ventilación natural constituye una estrategia pasiva de refrescamiento aceptable, el ingreso de polvillo u olores desagradables puede ocurrir ocasionalmente y esto debe ser cuidadosamente evaluado caso por caso. Por lo que la ventilación natural no es recomendable en áreas urbanas contaminadas, especialmente durante el día, ni tampoco en áreas rurales donde el ingreso de polvillo u olores desagradables sea frecuente. Sabiendo que en los alrededores de la universidad existen problemas de alcantarillado, y acumulación de residuos no sería conveniente.

d) Ráfagas fuertes: Para el diseño de sistemas de ventilación natural generalmente se requieren de aberturas de tamaño mediano, cuando el ingreso de aire es muy grande, las velocidades del aire interior pueden aumentar más de lo deseable generando discomfort y ráfagas indeseables.

Si son lo suficientemente fuertes, las ráfagas pueden en este caso deteriorar las conexiones o cables existente por encima del falso cielo raso, además se sabe que las corrientes de aire en la universidad son muy grandes y rápidas por lo que sería un problema.

e) Regulaciones contra incendios: El movimiento del aire requerido por la ventilación puede tener a su vez una especial importancia en la propagación del fuego dentro de un edificio, por lo que la aplicación del concepto de ventilación intensiva para refrescamiento significa asumir el aumento del riesgo de la propagación del fuego.

f) Estrategias de control para edificios ventilados naturalmente: Como se vio anteriormente, por razones de costo inicial para las residencias se recomienda el control manual de los sistemas de ventilación natural, lo que requiere ninguna especificación y solo algunas recomendaciones y públicos es recomendable el uso de un control automático. El control automático para ventilación natural es un campo reciente y se encuentra en desarrollo. Por lo tanto, se dan elevados costos de instalación y control automático.

Por razones como esta se descarta la ventilación natural en el techo del edificio con el fin de eliminar ese aire caliente que ingresa al aula, llevar un control y un diseño de un sistema de ventilación natural necesita un estudio más detallado y de mayor tiempo. Para lo cual se tomará como iniciativa el uso de un aislante térmico para minimizar el paso del aire caliente al aula.

2.2.5.3 Aislantes Térmicos: Debido a las negativas al momento de elegir la ventilación natural como medida de mejora, se optó por un sistema de aire acondicionado que minimice la temperatura hasta los valores propuesto por el CBC de la SUNEDU.

Pero si bien el uso del aire acondicionado es una solución, se debe velar por los costos de energía que este genera, por lo que se debe reducir el uso del aire, solo en ocasiones donde la temperatura del aula sea elevada. Es por ello que se planteó el uso de un aislante térmico que reduzca el paso del aire caliente hacía el aula.

El aislante térmico es un material que al ser colocado en un determinado lugar donde se acumule una gran cantidad de energía calorífica, aísla térmicamente una superficie reduciendo la transferencia de calor hacía o desde el ambiente. Razones por la cual usar un aislante térmico:

- Seguridad de las personas y bienes.
- Reducción de las pérdidas energéticas.
- Reducción de la contaminación ambiental
- Reducción del paso del calor
- Aumento del confort térmico de las personas
- Alta duración del material aislante

Todos los materiales oponen resistencia, la conductividad térmica es bastante parecida entre los materiales aislantes, pero no es esta característica la principal diferencia entre ellos. Se deben evaluar sus especificaciones técnicas al momento de elegir uno.

En el 2015, la MINEDU establece una Norma Técnica de Infraestructura para locales de Educación Superior, donde se dictan estándares básicos para el diseño arquitectónico de los locales. En el artículo 16, en la cláusula 16.4 nos dice: “Para todos los ámbitos del país se recomienda que los techos sean de losa aligerada, salvo en zonas donde los recursos de materiales de construcción no lo permitan, pero en todos los casos se debe asegurar una impermeabilización total y sostenible, así como un adecuado aislamiento que permita una sensación térmica agradable, de manera que los estudiantes no vean perjudicado su confort higrotérmico y acústico”, lo cual nos indica que para cualquier tipo de techo donde no se cumplan las condiciones de confort térmico se debe usar un aislante que impida el paso de los rayos del sol. En otro párrafo del mismo artículo nos dice “En la costa se debe considerar la impermeabilización de los techos, sea por cobertura o inclinación del techo, ante los eventuales efectos del Fenómeno del niño”.

Es por ello que se descartan los aislantes de materiales porosos o fibrosos como las lanas minerales, poliestireno expandido, poliestireno extruido, espumas, corcho entre otros, debido a que, si bien reducen el paso del calor, no impermeabilizan la zona donde se es colocado. Para ello se usan aislante térmica reflectivos o reflectantes los cuales reflejan los rayos ultravioletas, reducen la transferencia térmica por conducción o

convección. Es decir, los aislantes reflectivos son efectivos ante los tres tipos de transferencia de calor.

Otro punto importante es el reglamento de edificaciones, los aislamientos térmicos de las viviendas o locales, ahora son mucho más exigentes y en consecuencia los grosores de los aislantes, quitan mucho espacio perimetral. En estos casos es necesario recurrir a los aislantes reflexivos. Muchas son las ventajas de utilizar un material de estas características en cualquier tipo de edificación.

- Espesor reducido respecto de los aislantes “tradicionales”. Esto supone un incremento en la superficie habitable.
- Barrera de vapor, no absorbe agua ni humedad. Lo cual no altera los niveles de humedad promedio.
- No contiene gases tóxicos, fibras ni amianto, permitiendo tener una calidad de aire en buenas condiciones.
- Fácil instalación, no produce irritaciones de piel, alergias. Además, el material no es inflamable por lo que no favorece la expansión del fuego en caso de incendio.
- Evita la creación de hongos y bacterias. Lo que le da una gran durabilidad, manteniendo la eficacia a pesar del paso del tiempo.
- Alta resistencia mecánica, sostenibilidad ya que el material es 100% reciclable.

El aislante térmico reflectivo usado a lo largo de los años debido a los resultados mostrados, es la lámina de Foil de aluminio, estas láminas han sido diseñadas para utilizarlas como barrera térmica contra el calor irradiado para la aislación de techos y paredes en la industria de la construcción, especialmente en países con climas tropicales y con alta humedad y lluvia. Tiene un alto valor reflectante del 90 a 95% y reduce el flujo de calor entre un 70 – 80% cuando se instala apropiadamente.

| Propiedades Físicas | Metodo de prueba | Valores (Ingles) | Valores (Medidas) |
|----------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| Peso base | ASTM D646 | 25,5 lbs / 1000 pie2 | 125 g/ m2 |
| Permeabilidad (WVTR) | ASTM E96, Procedimiento A | 0,02 perm | 1,15 ng/N.s |
| Resistencia a la Tracción - MD | ASTM D828 | 68,2 lbs/pulgadas | 300 N/ 25mm |
| Resistencia a la Tracción - XD | ASTM D828 | 45,5 lbs/pulgadas | 200 N/ 25mm |
| Resistencia al estallido | ASTM D774 | 202 psi | 14,2 kg/ cm2 |
| Resistencia a bajas temperaturas | ASTM D1790 4 hrs @-40 °F (- 40 °C) | Permanece flexible Sin Delaminacion | Permanece flexible Sin Delaminacion |
| Resistencia a altas Temperaturas | ASTM D1790 4 hrs @-40 °F (- 40 °C) | Permanece flexible Sin Delaminacion | Permanece flexible Sin Delaminacion |
| Estabilidad Dimensional | ASTM D1204 @ 150°F (65°C) | Menos de 0.5 % | Menos de 0.5% |
| Emisividad | ASTM E408 | 0,03 | 0,03 |
| Ancho del rollo disponible | --- | 49" | 1.25m |

Figura N° 03: Ficha técnica Foil de Aluminio doble cara

Fuente: HyN Empaquetaduras e Importaciones S.A.C.

La presentación de esta lámina de Foil de doble cara viene en rollos de 60 metros de largo por 1,25 metros de ancho con un espesor de 0,2 milímetros. Cada rollo está diseñado para 75 metros cuadrados, pero no todo material rinde al 100 por ciento por lo que siempre existen residuos.

a) **¿Dónde colocar el aislante térmico?:** Sabiendo las formas de transferencia de calor, cada parte del local se ve afectada en diferentes medidas por los flujos de calor, ya que, por ejemplo, en los techados no existe casi conducción, pero si existe mucha radiación. A continuación, se detallan unos esquemas de flujos:

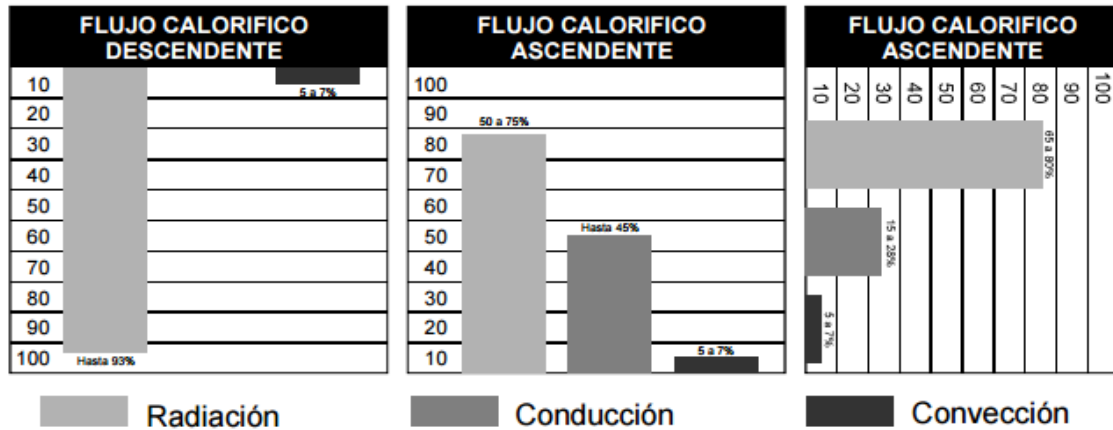


Figura N° 04: Flujos de calor en las distintas partes del local (Techo, Piso, Pared)
 Fuente: Tecno Aislantes: Aislaciones Térmicas S.A.

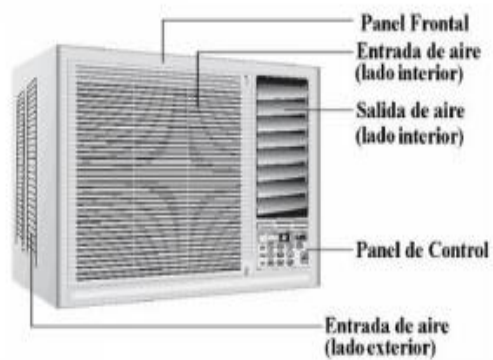
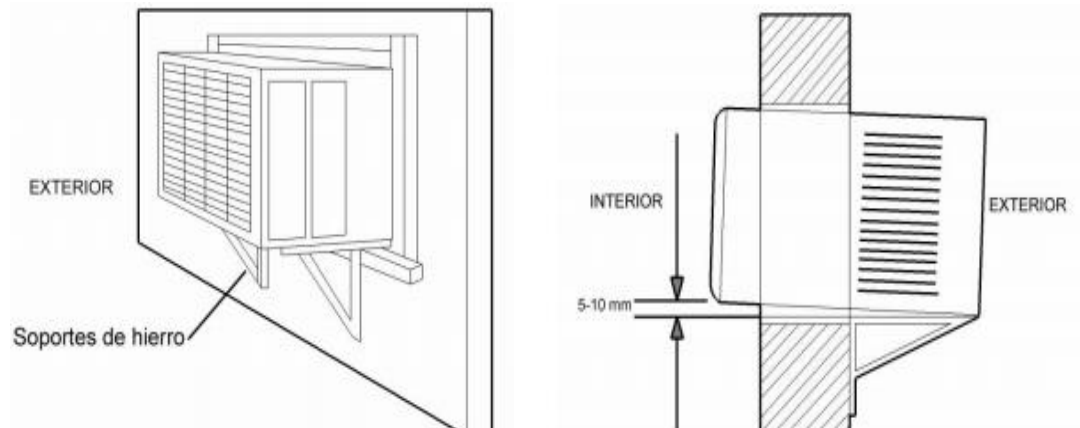
De acuerdo con un análisis realizado en la Penn State University, aproximadamente el 75% del traspaso calorífico total ocurre a través de la radiación, como se observa en la figura N° 61.

2.2.5.4. Aire Acondicionado: Debido a que no se usara la ventilación natural para enfriar el aire caliente que se encuentra entre el falso cielo raso y la calamina, se usara un sistema de aire acondicionado, el cual enfriará la temperatura del aula en los momentos donde la temperatura sea elevada. Los equipos de aire acondicionado son de muchos tipos, de diferentes capacidades, los cuales pueden ser clasificados en 3 categorías.

- Doméstico: Son equipos que climatizan hasta 60 metros cuadrados por lo tanto su uso se concentra en casas, oficinas, comercios, etc. El voltaje que utilizan son 220 volt.
- Comercial: Estos aires acondicionados climatizan desde los 60 a 120 metros cuadrados, generalmente los puedes encontrar en tiendas comerciales, grandes oficinas, etc.
- Industrial: Son máquinas que se utilizan para grandes espacios sobre los 120 metros cuadrados y no tiene límite. Los podemos encontrar en grandes centros comerciales, supermercados, edificios, etc.


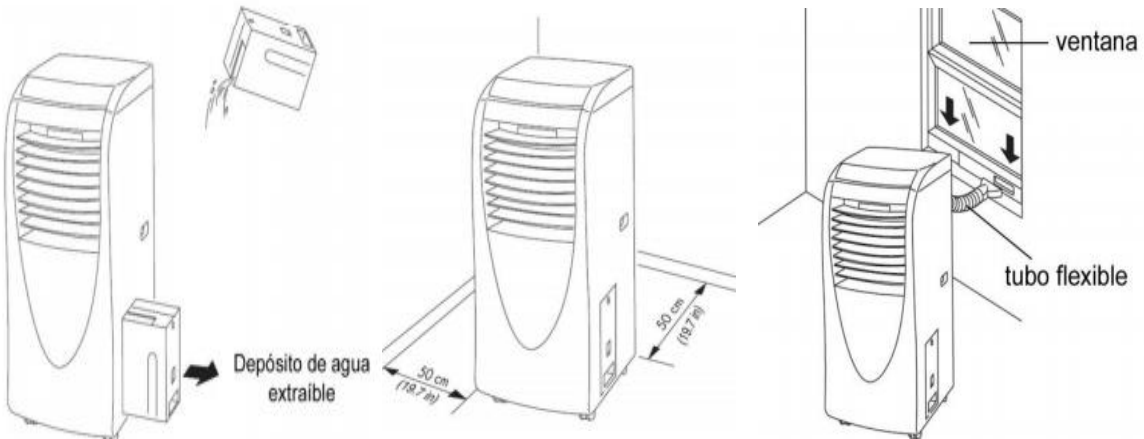
A continuación, se muestran los diferentes tipos de aire acondicionado con sus principales características, ventajas, desventajas, requisitos y ubicación. Asociándolo a la problemática de la universidad.

Tabla N° 01: Sistema de aire acondicionado Compacto o de Ventana

| Sistema de aire acondicionado compacto | |
|---|--|
| Características |  |
| <p>Equipo unitario.</p> <p>El aire es enfriado y expulsado directamente.</p> <p>Utilizado para espacios pequeños e individuales.</p> | |
| Ventajas | |
| <p>Puede instalarse en ventanas o paredes que den hacia el exterior.</p> <p>Precio accesible, económico.</p> <p>Bajo costo de instalación.</p> <p>Fácil mantenimiento.</p> | |
| Desventajas | |
| <p>Limita el ingreso de luz a través de la ventana.</p> <p>Consume mayor electricidad que otros equipos.</p> <p>Son bastantes ruidosos entre 65 y 70 dB.</p> <p>Poco estético.</p> <p>El aparato debe contar con un drenaje debido al goteo.</p> | Operación |
| Ubicación | Requisitos de instalación |
| <p>Debe ser ubicado en una ventana o muro, siempre y cuando estas den hacia el exterior. La dimensión del hueco se debe ajustar a las dimensiones del equipo y debe contar con suficiente espacio en la entrada y salida de aire para que no sea obstruido.</p> | <p>Equipos disponibles en potencias que oscilan entre 110 - 115 voltios y 215 - 220 voltios.</p> <p>Se debe instalar con una inclinación de 5 a 10 milímetros hacia abajo para la correcta evacuación del agua producida por el condensador a través de una manguera de drenaje.</p> |
|  | |

Fuente: Manual Básico de Sistemas de aire acondicionado y extracción mecánica de uso común en arquitectura, 2011.

Tabla N° 02: Sistema de aire acondicionado Portátil

| Sistema de aire acondicionado portátil | |
|---|---|
| Características |  |
| Equipo unitario, de descarga directa. Resuelve necesidades mínimas de acondicionamiento en habitaciones y pequeños locales. | |
| Ventajas | |
| <p>Se puede trasladar de un espacio a otro.</p> <p>Brinda aire limpio, filtrado y exento de impurezas, humos y olores.</p> <p>Ocupa poco espacio.</p> <p>No requiere instalación personalizada.</p> | |
| Desventajas | Operación |
| <p>Su movilidad depende de la longitud que tiene el ducto del equipo a la ventana.</p> <p>La ventana tiene que estar abierta lo que produce pérdida de refrigeración y es poco estético.</p> <p>Suelen ser bastantes ruidosos y costosos.</p> <p>No soy muy potentes.</p> | El funcionamiento es igual que el de ventana a diferencia que la expulsión del aire caliente se hace a través de un tubo flexible que da al exterior. |
| Ubicación | Requisitos de instalación |
| Puede ser colocado en cualquier espacio pequeño y moverse a otro espacio haciendo uso de las ruedas que posee. Se debe situar cerca de una ventana donde se coloca el tubo de expulsión de aire caliente. | Se necesita una abertura en una ventana por la cual será expulsado el aire. La altura mínima en la que se puede colocar el tubo a la ventana es de 40 centímetros y la máxima de 130 centímetros. La separación de la pared es de 50 centímetros. Su consumo ronda los 1000 w/h y están disponibles en 220 voltios. |
|  | |

Fuente: Manual Básico de Sistemas de aire acondicionado y extracción mecánica de uso común en arquitectura, 2011.

Tabla N° 03: Sistema de aire acondicionado tipo Split

| Sistema de aire acondicionado tipo split | |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">Características</p> <p>Equipos de descarga directa, la unidad formada por el compesor y el condensador esta situada en el exterior, mientras que la unidad evaporadora en el interior.</p> | |
| <p style="text-align: center;">Tipos de unidades evaporadas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.La más común es la que se instala en la parte alta de una pared por lo que se conoce como high wall. 2.La unidad que se instala en el falso cielo raso de un espacio. 3.La que se instala en la parte baja de una pared, esta unidad se le conoce como flexiline (piso - techo). 4.Unidad condensadora que puede manejar diferentes tipos de evaporadoras. | |
| <p style="text-align: center;">Ventajas</p> <p>Unidades fáciles de adaptar a cualquier espacio. Instalación sencilla. Se requiere un simple enlace de la unidad exterior a la unidad interior. Pueden ser manejados por control remoto. Bajo nivel de ruido y consume menos energía que otros equipos.</p> | |
| <p style="text-align: center;">Desventajas</p> <p>La instalación de la unidad condensadora en el exterior puede generar problemas si no es considerada dentro del diseño. Su instalación conlleva hacer una perforación en la pared. Dificil colocar en paredes pre fabricadas. Si el condensador se ubica a una distancia mayor a 5 metros implicará material y costo adicional para la conexión.</p> | |
| <p style="text-align: center;">Ubicación</p> <p>La unidad evaporadora deberá estar alejada de cualquier fuente de calor o vapor, si la unidad está instalada en la pared deberá dejar un espacio mínimo de 5 cm entre la unidad y el falso cielo raso. La unidad condensadora es ubicada en espacios libres y ventilados ya sea un patio o azotea. El hueco necesario para unir las unidades es muy pequeño, de 10 cm de diámetro aproximadamente.</p> | <p style="text-align: center;">Operación</p> <p>La unidad condensadora es la que se encarga de rechazar el calor hacia el exterior por lo que el aire que sale es caliente, es por eso que no se debe colocar en un lugar cerrado ya que al no haber ventilación el equipo se puede sobrecalentar. La unidad evaporadora y condensadora deben estar conectadas entre sí por medio de una tubería de cobre para gas refrigerante, a la vez la evacuación de los condensados por una tubería que sale al exterior por la misma línea.</p> |
| <p style="text-align: center;">Requisitos de instalación</p> <p>La energía requerida para su funcionamiento es de 220 voltios. El agua producida por la unidad condensadora debe ser drenada mediante la instalación de una tubería que se debe colocar en forma descendente, el equipo debe contar con una pequeña inclinación para que drene el agua de manera correcta evitando su derrame.</p> | |
| <p>Unidad interior</p> | <p>Unidad exterior</p> |

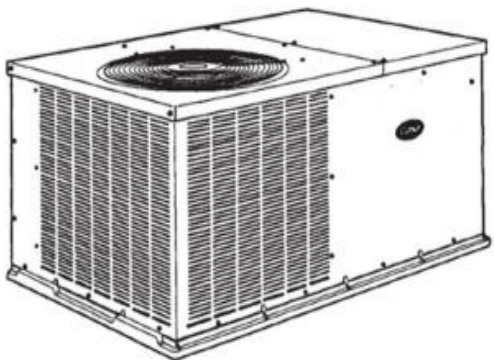
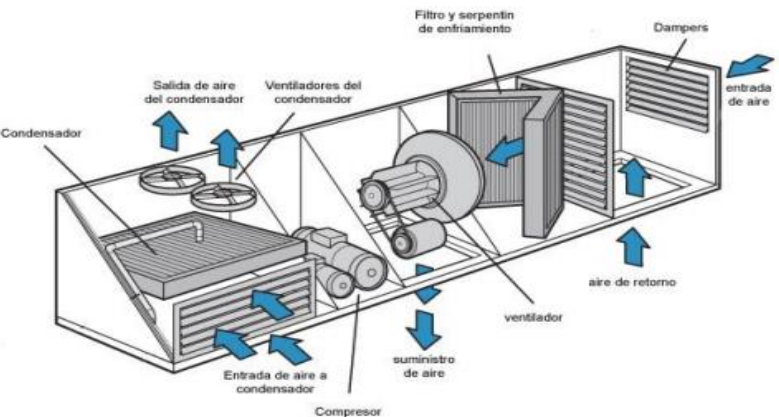

Fuente: Manual Básico de Sistemas de aire acondicionado y extracción mecánica de uso común en arquitectura, 2011.

Tabla N° 04: Sistema Central Separado

| Sistema central separado | |
|--|--|
| Características |  |
| <p>Equipo de descarga indirecta ya que el aire se distribuye a través de ductos el cual es expulsado en los diferentes espacios por medio de difusores cuenta con una unidad evaporadora y condensadora.</p> | |
| Ventajas | |
| <p>Se logra refrigeración en varios espacios al mismo tiempo. Unidades silenciosas. Se utiliza para acondicionar grandes espacios. Estético en interiores. Funciona para uso residencial, institucional o comercial.</p> | Operación |
| Desventajas | <p>El aire es llevado a través de ductos hasta su destino, expulsando por medio de difusores y retornando a través de rejillas. Este sistema es capaz de llevar el aire acondicionado alcanzando grandes distancias, acondicionando varios ambientes con un solo equipo. La temperatura es controlada con un termostato que es instalado en la pared y su función es la de mantener la temperatura de forma regular en un punto determinado.</p> |
| <p>Instalación especializada. Requerimiento espacial en los entre techos para la colocación de ductos y unidades evaporadoras. La temperatura de varios espacios es controlada por un solo termostato, generando diferencias de sensación térmica dependiendo del usuario. Alto costo de instalación y equipo. La unidad condensadora requiere de una localización estratégica para que no sea visible y un mantenimiento especializado.</p> | Requisitos de instalación |
| Ubicación | <p>La unidad condensadora tiene que estar protegida de fuentes de calor y debe ser instalada en la pared para que pueda tener un mejor funcionamiento. La longitud y elevación de las tuberías pueden ser hasta 30 y 20 metros. Las unidades hasta 5 toneladas requieren 240 voltios y arriba de 5 toneladas 360 voltios. La tubería debe estar conectada al drenaje para evacuar el agua.</p> |
|  |  |



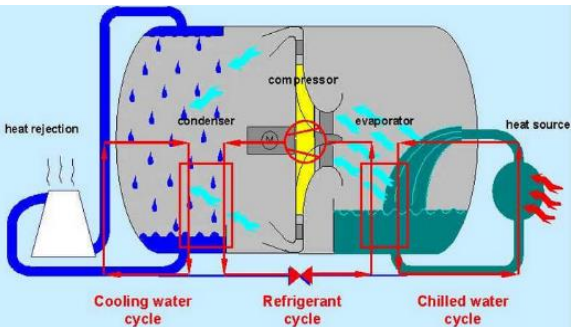
Fuente: Manual Básico de Sistemas de aire acondicionado y extracción mecánica de uso común en arquitectura, 2011.

Tabla N° 05: Sistema tipo Paquete

| Sistema tipo paquete | |
|--|--|
| Características |  |
| <p>Son de tipo central, donde sus unidades están auto contenidas, es decir el condensador y evaporador se encuentran en un mismo sistema y se distribuye a través de ductos. Utilizado en instalaciones de gran tamaño.</p> | |
| Ventajas | |
| <p>Bajo nivel sonoro</p> <p>Las dos unidades condensadora y evaporadora están acopladas en una sola.</p> | Operación |
| Desventajas | |
| <p>No pueden trabajar en un rango donde se exige un índice muy bajo de temperatura.</p> <p>Requiere una instalación especializada.</p> <p>Puede tener un gran tamaño y peso.</p> <p>Requerimiento de espacios en el entretecho para la instalación de ductos.</p> <p>Son muy costosos.</p> | |
| Ubicación | Requisitos de instalación |
| <p>La unidad tipo paquete debe ser ubicado en el exterior en un lugar ventilado, los ductos de suministro se distribuye en el entretecho.</p> <p>Espacios a considerar para un óptimo funcionamiento:</p> <p>Distancia mínima entre salida y retorno del aire y pared: 1,5 m</p> <p>Distancia mínima libre en perímetro: 2 m</p> | <p>Se debe instalar en bases de concreto de altura de 10 cm, o sobre base metálica en el exterior. El equipo debe tener una descarga de aire sin obstáculos, la unidad tipo paquete puede tener dos tipos de suministro y retorno de aire: vertical u horizontal. Pueden ser de 240 y 480 voltios con una subestación eléctrica para potenciar esta energía y transformarla.</p> |
|  | |
|  | |

Fuente: Manual Básico de Sistemas de aire acondicionado y extracción mecánica de uso común en arquitectura, 2011.

Tabla N° 06: Sistema de enfriamiento tipo Chiller

| Sistema tipo chiller | |
|--|---|
| Características |  |
| <p>Equipo de descarga indirecta. Se compone por un sistema central que se encarga de enfriar un fluido, generalmente agua, el cual se distribuye a los diferentes equipos de enfriamiento ubicados en las áreas que requieren de climatización.</p> | |
| Ventajas | |
| <p>Acondiciona grandes instalaciones por su eficiencia con un bajo nivel de ruido. Tienen un tiempo de vida útil de 30 años con un buen Consumo menos electricidad que modelos anteriores.</p> | Operación |
| Desventajas | <p>Utiliza el agua para el cambio de estado, se define como unidad agua - aire. El agua se hace circular de manera forzada sobre un intercambiador de temperatura en el cual se realiza el cambio de estado utilizando el factor agua y no el factor aire para este. El condensador y evaporador pueden estar juntos en la misma máquina, en cuyo caso el enfriamiento es por aire o separados la cual debe disponer de una torre de enfriamiento de agua con un circuito secundario de enfriamiento del condensador.</p> |
| <p>Alto costo de instalación. Unidades de gran tamaño y peso. Difícil instalación cuando son ubicados en azotea. Poca estética. Para proyectos pequeños es un gasto muy grande por su alto costo de la máquina. Requiere un mantenimiento personalizado.</p> | Requisitos de instalación |
| Ubicación | <p>Instalar en losas de techos en una base de concreto. La descarga de aire del chiller es vertical por lo que también debe de estar libre de obstáculos. Se debe tener un espacio aprox. Del 70% del área de planta del chiller. Para permitir la succión de aire, la instalación y recorrido de tuberías de aguas frías, bombas de impulso de agua, accesorios de instalación y mantenimiento. Realizar mantenimiento una vez al mes, pueden ser trifásicas de 220 o 480 con subestación de energía.</p> |
| <p>Se ubica en el exterior del edificio porque se requiere de buena ventilación de tal forma que el aire pueda circular y descargarse libremente. En el interior del edificio en el entre cielo o en el cuarto de máquinas se ubicaran las unidades fan coils o las UMA. Las únicas conexiones entre la unidad interna y la unidad externa es el circuito hidráulico común cerrando un circuito. La distancia entre el chiller y el muro debe ser de 1,80 m y el espacio entre ellos 3 m para tener un fácil acceso.</p> | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> |

Fuente: Manual Básico de Sistemas de aire acondicionado y extracción mecánica de uso común en arquitectura, 2011.

De entre todos los sistemas de aire acondicionado mencionados para usar en las aulas del edificio Antigo de la universidad, se han descartado los siguientes sistemas mostrados en la siguiente tabla, por los siguientes motivos:

- Costo del equipo elevado.
- Costo de instalación alto.
- Mantenimiento riguroso personalizado.
- Espacio requerido para su instalación.
- Peso de los equipos.
- Nivel de ruido excesivo durante su funcionamiento, lo cual se convierte en una fuente de contaminación acústica.

Tabla N° 07: Sistemas de aire acondicionado de uso industrial

| | Sistema central separado | Sistema tipo paquete | Sistema tipo Chiller |
|--|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Marca | Carrier | Carrier | Carrier |
| Capacidad de Enfriamiento Mínima (BTU/h) | 60 000 | 72 000 | 120 000 |
| Capacidad de Enfriamiento máxima (BTU/h) | 240 000 | 300 000 | 2 400 000 |
| Uso | Industrial | Industrial | Industrial |
| Requisitos eléctricas | Subestación eléctrica | Subestación eléctrica | Subestación eléctrica |
| Voltaje (voltios) | 360 | 480 | 480 |
| Área requerida (m ²) | 4 - 7 | 5 - 10 | 15 - 20 |
| Peso (kg) | 320 | 540 | 760 |
| Nivel de ruido (dB) | 73 | 78 | 81 |
| Precio (Nuevos soles) | 20 000 – 400 000 | 40 000 – 900 000 | 100 000 – 1 200 000 |

Fuente: Manual del aire acondicionado Carrier, 2012.

Otro factor importante que se tomó en cuenta al momento de escoger el tipo de sistema de aire acondicionado, fue las dimensiones de los equipos y los espacios requeridos para su utilización, estos equipos necesitan de espacios grandes para ser instalados y mayormente son instalados en el techo ahorrando así en conexiones de tuberías y conductos, al no contar con una superficie de concreto en el edificio es algo imposible instalar estos equipos en el techo, debido a que la calamina no soportaría el peso de estos, además no se cuenta con el espacio suficiente para el equipo. Al instalarlo en el piso, se necesitaría de tiempo e inversión para realizar los conductos, lo cual es un factor limitante para la instalación de este tipo de aire. Por lo tanto, se despejan estas opciones quedando las siguientes:

Tabla N° 08: Sistemas de aire acondicionado de uso residencial y comercial

| | Aire acondicionado de ventana | Aire acondicionado portátil | Aire acondicionado tipo Split |
|--|-------------------------------|-----------------------------|--|
| Marca | LG | LG | LG |
| Capacidad de Enfriamiento máxima (BTU/h) | 23 000 | 12 000 | 60 000 |
| Suministro de energía V/Hz | 220/60 | 220/60 | 220/60 |
| Nivel de ruido | 67 dB | 60 dB | 35 dB |
| Refrigerante | R22 | R22 | R410A |
| Peso (kg) | 66,2 | 30,5 | C: 100 E: 45 |
| Dimensiones (mm) | 660 x 428 x 770 | 830 x 395 x 395 | C: 1750 x 200 x 650 E: 900 x 1225 x 370 |

Fuente: Catálogo de aire acondicionado LG américa latina, 2016.

De entre estos sistemas, si bien todos poseen características favorables para su instalación en el edificio Antiguo, hay una característica determinante que es el nivel de ruido, en donde el sistema de aire acondicionado Split es el indicado. Basándonos en el reglamento de instalaciones de calefacción y refrigeración, cumple con el nivel sonoro máximo que debe producir este tipo de equipos, como se puede observar en anexo 16 mostrada al final de la investigación.

Existen varios tipos de evaporadoras para aire acondicionado Split, tenemos la primera:

- Tipo cassette: Es una unidad que se instala en el falso cielo raso, vienen en medidas proporcionales a este tipo de techo, pero tienen que mantener una altura mínima entre la mesa de trabajo y el techo para que pueda enfriar el ambiente, en caso de ser demasiado alta, el aire frío se quede en las capas superiores no llegando a aclimatar bien las estancias.

- High Wall: Es la más común, se instala en la parte alta de una pared por lo que se conoce como pared alta. Esta es la que más se acopla en las aulas debido a que cuenta con espacio en donde colocarla una vez retirados los ventiladores.

- Unidad flexiline: Se instala en la parte baja de una pared por lo que se conoce como piso – techo, el problema es que la instalación para estos equipos es más costosa.

Todo apunta a que la unidad High Wall es la más conveniente para las aulas, además de contar con el espacio, decora el ambiente con los modernos diseños que ofrece el mercado.

La marca de aire acondicionado con una unidad High Wall con mayores beneficios y reconocida a nivel mundial es LG, ellos cuentan con una serie de aires acondicionados

modernos con tecnología ecológica, la cual reduce la contaminación en caso de filtraciones y en caso de fuga, además tienen un tiempo de vida moderado y son resistentes.

Al tener ya definido el tipo de aire que se usara, solo falta hallar la potencia del aire en BTU/h. Usando una tabla de medidas de la empresa VENTDEPOT como se puede ver en el anexo N°--, se halló la cantidad necesaria de BTU/h para mantener temperado el aula durante el día.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico

La Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT) es una universidad promovida y patrocinada por el Obispado de Chiclayo, en el departamento de Lambayeque, Perú. Fue fundada por Mons. Ignacio María de Orbegoso y Goicoechea en el año 1998 y es una universidad de derecho privado, sin fines de lucro y de duración permanente al servicio de la comunidad. El principal propósito de la USAT es alcanzar una síntesis entre la fe y la cultura, que conduzca a la formación integral de las personas, y al desarrollo de la sociedad. Su comunidad universitaria está integrada por profesores, estudiantes y graduados, consagrados al estudio, la investigación y la difusión de la verdad. En ese sentido, la universidad forma profesionales y personas que demuestran, en todo momento y en todo ámbito, respeto a la persona humana y a su libertad, con tolerancia y capacidad de diálogo; amor a la sabiduría, aprendiendo a compartir y enseñando con humildad; y pasión por la investigación, siendo contemplativos y profundos en su quehacer universitario. Esta universidad lambayecana abre sus puertas a todos los que compartan sus fines y a quienes hagan suyos los principios que la inspiran.

Visión: *Ser una Universidad líder a nivel nacional, reconocida por su excelencia académica, que, de modo riguroso y crítico, contribuye a la tutela y desarrollo de la dignidad humana y su herencia cultural, cumpliendo sus funciones eficazmente dentro del sentido cristiano de la vida, la verdad y el bien común.*

Misión: *Contribuir al desarrollo y progreso de la sociedad mediante la formación integral de los estudiantes, la responsabilidad social universitaria y la investigación e innovación, respetando la libertad de conciencia y los principios de la Iglesia Católica.*

Principios:

- *Búsqueda de la verdad, la información de los valores y el servicio a la sociedad a la luz de la revelación divina.*

- *Defensa de la dignidad de la persona humana.*

- *Desarrollo social, respecto a la naturaleza y a su transformación al servicio del bienestar del individuo, la familia y la sociedad.*

Fines: *La Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo se orienta en los siguientes fines:*

- *La consecución de una síntesis entre fe y cultura, que armonice la dispersión especializada del saber con la unidad de la verdad humana, iluminada por la fe cristiana.*

- *La formación integral mediante la enseñanza y la investigación de la realidad, a fin de contar con profesionales capaces de formular alternativas solidarias, responsables y sostenibles a los problemas de la sociedad.*

Facultades: La Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo cuenta con 5 facultades:

- Facultad de Derecho
- Facultad de Ingeniería
- Facultad de Humanidades
- Facultad de Medicina
- Facultad de Ciencias Empresariales

Tabla N° 09: Estudiantes Matriculados en el ciclo 2016 – I

| Facultad | N° Matriculados |
|------------------------|-----------------|
| Ciencias Empresariales | 2 059 |
| Derecho | 861 |
| Humanidades | 474 |
| Medicina | 1 422 |
| Ingeniería | 2 794 |

Fuente: Dirección de Ingeniería Industrial USAT, 2016.

Como se observa en la tabla N° 09 la facultad con mayor número de estudiantes fue Ingeniería, con 2 794 estudiantes matriculados. Superando por primera vez en la historia de la universidad a la facultad de Ciencias Empresariales.

Facultad de Ingeniería: La Facultad de Ingeniería, está orientada a formar profesionales en el mercado laboral y empresarial, dotándoles de una visión de futuro sobre la base de una sólida formación académica, humanista y cristiana.

Fue creada el 23 de febrero del 2001, acorde a las tendencias actuales de áreas de ingeniería y arquitectura.

La facultad de Ingeniería comprende las siguientes escuelas: Arquitectura, Ingeniería Civil Ambiental, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Ingeniería Naval, Ingeniería de Sistemas y Computación.

Tabla N° 10: Resumen de matriculados según carrera - Facultad de Ingeniería

| Carrera | N° Matriculados |
|--------------------------------------|-----------------|
| Ingeniería Industrial | 611 |
| Ingeniería Civil Ambiental | 990 |
| Arquitectura | 688 |
| Ingeniería de Sistemas y Computación | 280 |
| Ingeniería Mecánica Eléctrica | 211 |
| Ingeniería Naval | 14 |

Fuente: Dirección de Ingeniería Industrial USAT, 2016.

La carrera con mayor cantidad de matriculados es Ingeniería Civil Ambiental, le sigue Arquitectura e Ingeniería Industrial, la cual ha presentado en los últimos tres años el incremento de estudiantes, debido al gran prestigio alcanzado en la Región Norte, gracias a la reconocida calidad de profesionales egresados.

La carrera de Ingeniería industrial tiene una duración de Cinco años que incluyen 10 ciclos. Se ofrece, asimismo, la enseñanza del idioma inglés en sus diferentes niveles, como parte integral del plan de estudios.

En los últimos años ha venido incrementándose el número de estudiantes que optan por Ingeniería Industrial, por lo que la Universidad espera que esta sea su carrera emblema de la Facultad en unos años.

Tabla N° 11: Estudiantes Matriculados de la carrera de Ingeniería Industrial en los últimos cinco años

| Ciclo | Número de Estudiantes |
|-----------|-----------------------|
| 2011 - I | 403 |
| 2011 - II | 404 |
| 2012 - I | 469 |
| 2012 - II | 443 |
| 2013 - I | 510 |
| 2013 - II | 480 |
| 2014 - I | 550 |
| 2014 - II | 518 |
| 2015 - I | 576 |
| 2015 - II | 530 |
| 2016 - I | 611 |
| 2016 - II | 570 |

Fuente: Dirección de Ingeniería Industrial USAT, 2016.

3.1.1. Edificio Antiguo USAT:

La infraestructura destinada para los estudiantes principalmente de la Facultad de Ingeniería es el edificio denominado “Antiguo”. Este edificio fue el primero de todos con los que cuentan la universidad desde su funcionamiento el 14 de octubre de 1998. Para el ciclo electivo de 1999 se pusieron en funcionamiento las primeras carreras profesionales que eran en ese entonces: Administración de empresas, Contabilidad, Educación primaria y Educación secundaria.

Durante la primera década de existencia se incorporaron dieciséis carreras nuevas:

Tabla N° 12: Carreras incorporadas en lo largo de la historia de la Universidad

| Año | Carreras |
|------|-----------------------------|
| 2001 | Ingeniería de Sistemas |
| | Derecho |
| | Enfermería |
| 2005 | Ciencias de la Comunicación |
| | Economía |
| | Ingeniería Industrial |
| 2006 | Ingeniería Naval |
| | Medicina |
| 2007 | Ingeniería civil |
| | Psicología |
| 2008 | Arquitectura |
| | Odontología |
| | Ingeniería electromecánica |
| | Ingeniería energética |
| 2009 | Administración hotelera |

Fuente: Facultad de Ingeniería - USAT

Ante el crecimiento de los estudiantes la universidad inauguró en 2008 el edificio Juan Pablo II de 11 000 mil metros cuadrados, un espacio para la investigación y desarrollo académico.

3.1.2. Criterios para realizar las mediciones: Para llevar a cabo el diagnóstico del confort ambiental que existen en las aulas, fue necesario realizar una serie de mediciones de las variables ambientales que afectan al estudiante y docente. Estas fueron las 4 variables:

- Temperatura del aire
- Nivel de ruido
- Humedad del aire
- Iluminación

a) Temperatura del aire: Las mediciones de temperatura se realizaron en los momentos donde existía una mayor temperatura del ambiente, se usaron datos de la estación climatológica de Chiclayo CORPAC S.A.C., se tomó la semana del 22-28 de agosto debido al tiempo para el análisis de información y la presentación de resultados siendo menor a un mes, no se tomó meses anteriores para que la información se mantenga actualizada.

Tabla N° 13: Monitoreo de Temperatura semana del 22 al 28 de Agosto del 2016

| | Temperatura (°C) | | | | | | |
|----------------|------------------|-----------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | Lunes 22 | Martes 23 | Miércoles 24 | Jueves 25 | Viernes 26 | Sábado 27 | Domingo 28 |
| 06:00:00 a. m. | 18 | 19 | 19 | 18 | 19 | 18 | 18 |
| 07:00:00 a. m. | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 18 | 19 |
| 08:00:00 a. m. | 19 | 20 | 29 | 20 | 20 | 19 | 20 |
| 09:00:00 a. m. | 20 | 20 | 21 | 20 | 20 | 20 | 21 |
| 10:00:00 a. m. | 21 | 23 | 22 | 21 | 21 | 21 | 22 |
| 11:00:00 a. m. | 21 | 24 | 23 | 22 | 22 | 23 | 23 |
| 12:00:00 p. m. | 23 | 24 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 |
| 01:00:00 p. m. | 24 | 24 | 24 | 23 | 24 | 24 | 24 |
| 02:00:00 p. m. | 24 | 24 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 |
| 03:00:00 p. m. | 24 | 24 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| 04:00:00 p. m. | 23 | 23 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| 05:00:00 p. m. | 22 | 22 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| 06:00:00 p. m. | 21 | 21 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 07:00:00 p. m. | 20 | 20 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 |
| 08:00:00 p. m. | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| 09:00:00 p. m. | 19 | 19 | 19 | 18 | 19 | 19 | 19 |
| 10:00:00 p. m. | 19 | 19 | 19 | 18 | 18 | 18 | 19 |
| 11:00:00 p. m. | 18 | 19 | 18 | 18 | 17 | 18 | 18 |

Fuente: Estación Meteorológica CORPAC S.A.C.

Como se observa en la tabla, las horas donde se da el mayor incremento de temperatura durante el día es de 11:00 a.m. a 15:00 p.m., estos datos se tomaron como referencia para sustentar porque medir a esa hora y no otra.

A su vez se aplicó una encuesta que evaluó el confort térmico respecto del aula, consistió en 8 preguntas a los alumnos y el docente, con el fin de determinar si están satisfechos con el ambiente del aula.

La encuesta fue tomada de un procedimiento de evaluación ergonómica ambiental proporcionada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El instrumento empleado para realizar las mediciones de temperatura fue el Anemómetro, el cual cuenta con dos sensores para medir la velocidad del viento, la temperatura y humedad del aire, enviando una señal digital al equipo para poder tomar registro de dicha medición.

Se escogió este instrumento debido a la facilidad para conseguirlo (la universidad cuenta con uno) y de uso sencillo. Las mediciones se hicieron en grados centígrados.

| Anemómetro PCE 009 | |
|---|--|
| Rango de Temperatura: | 0 - 100 °C |
| Rango de Velocidad: | 0,2 - 20 m/s |
| Rango de humedad: | 0 - 150% |
| Memoria interna: | 16 000 valores |
| Incluye: | Termo sonda, termo cupla, software, cable de datos RS 232. |
| El medidor de aire mide velocidad, temperatura de aire, calcula el caudal. Es muy útil para velocidades de aire reducidas. Tiene diferentes unidades m/s, km/h, ft/min, mile/h. Cuenta con pantalla CD, muestra valores máximo y mínimo. Tiene función de mantenimiento de datos. | |

Figura N°05: Instrumento para medir la Temperatura del Aire, Anemómetro PCE 009
Fuente: PCE Ibérica S.L.

Se realizaron cinco mediciones, en diferentes posiciones para determinar los niveles de temperatura que existe en cada posición donde se encuentra el alumno y el docente. Se tomó este criterio para ver si había existencia en algún lugar del aula donde se daba una mayor temperatura debido a un desgaste en la baldosa que se encuentra en el techo. Se tomó en algunos casos intervalos de 30 minutos (cuando se medían dos horas) e intervalos de 15 minutos (cuando se medía una hora) y se registraba el mayor valor de temperatura medido en las posiciones designadas, así se repetía cinco veces el mismo procedimiento, con el fin de tener una cantidad de datos que nos permita determinar un valor más acertado de la temperatura que se da en el aula.

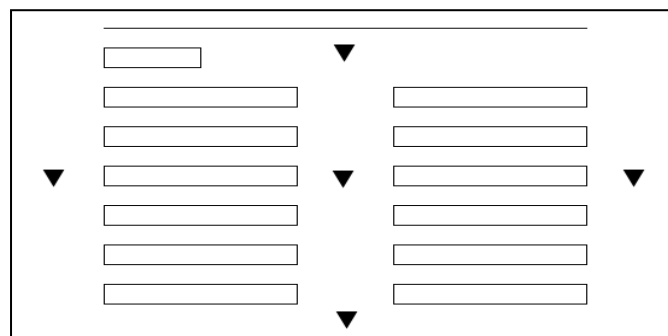


Figura N°06: Posiciones para realizar las mediciones de Temperatura en las aulas
Fuente: Elaboración propia.

Los triángulos en la imagen, significan las posiciones donde se realizarán las mediciones.

b) Nivel de Ruido: Para llevar a cabo las mediciones de ruido se basó en la experiencia propia y opiniones de distintos docentes. También ayudó la congestión vehicular al momento de elegir el horario de mediciones de nivel de ruido. Otro factor que se tomó en cuenta fue la frecuencia de ambulantes, carretilleros, autos anunciando avisos por los alrededores de la universidad. Esto genera contaminación acústica como los cláxones de los vehículos, las bocinas de los tráileres, los gritos de las combis, entre otros.

Por el tiempo que llevo como estudiante y gracias a los docentes que colaboraron con sus opiniones, se pudo determinar que la frecuencia de ambulantes, carretilleros y autos anunciando se da por la tarde entre las 4:00 p.m. y las 6:00 p.m., además evaluando la congestión vehicular a partir de las 5:00 p.m. a 6:00 p.m. es donde empieza a darse la mayor acumulación de autos, tráileres, combis, etc. en el ovalo y la panamericana, donde se ubica la universidad.

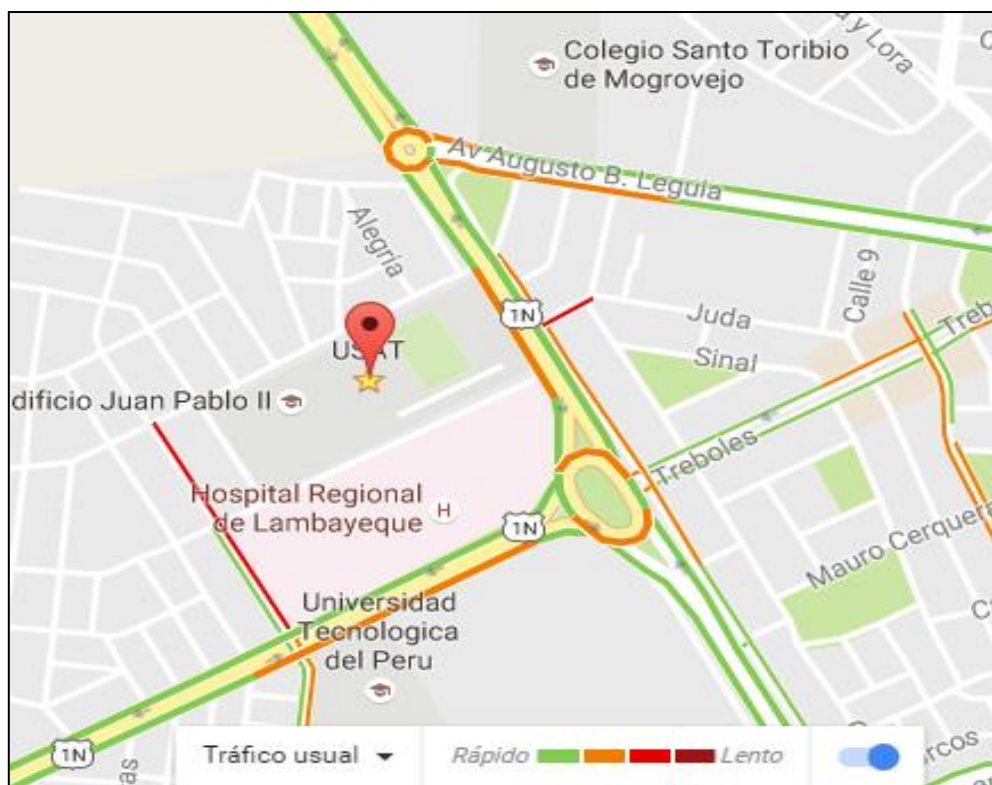


Figura N° 07: Congestión vehicular en los alrededores de la universidad USAT

Fuente: Google Maps Tránsito, 2016

Para realizar las mediciones del nivel de ruido en las aulas, se usó un sonómetro. El cual mide el nivel de ruido en decibeles, nos permite medir intervalos de ruido hallando el valor máximo y mínimo en un determinado tiempo.

Se realizaron cinco mediciones en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo en intervalos de 15 minutos y en una sola ocasión se tomaron intervalos de cinco minutos. El procedimiento de medición consistía en colocarse en cinco diferentes posiciones, 15 minutos en cada una y tomar el valor mínimo y máximo en ese periodo.

A su vez se realizó una encuesta para evaluación del confort sonoro, la encuesta consta de 8 preguntas para los alumnos y de 11 preguntas para los docentes, la encuesta pertenece a un procedimiento de evaluación ergonómica ambiental proporcionada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Se escogió el sonómetro Clase 2 debido al fácil acceso para conseguirlo, ya que son equipos costosos y arroja las mediciones en decibeles.

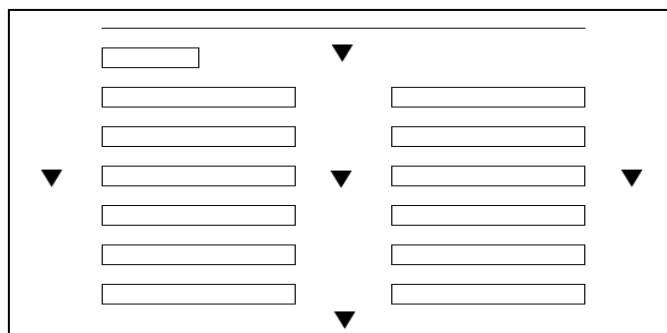


Figura N° 08: Posiciones para realizar las mediciones de nivel de ruido en las aulas
Fuente: Elaboración propia.

| | Sonómetro Clase 2 - 735 | |
|--|-------------------------|---|
| | Tipo: | Analizador |
| | Clase de precisión: | Clase 2 |
| | Nivel de ruido max: | 130 dB |
| | Nivel de ruido min: | 30 dB |
| | Otras características: | Con adquisición de datos, digital, con tripode. |
| <p>Es capaz de medir el nivel de sonido a partir de 30 dB a 130 dB con una exactitud de la gama dB $\pm 1,5$. Ofrece software de Windows el reloj de datos es hasta para 32000 expedientes, tiene retroiluminación del LCD.</p> | | |

Figura N° 09: Instrumento para medir el nivel de ruido en las aulas, Sonómetro C2 – 735
Fuente: BK Precision Electronic Test Instruments.

c) **Humedad:** Para las mediciones de humedad se usó el mismo criterio que el de temperatura, gracias a los datos de la Estación Climatológica CORPAC S.A.C.

Tabla N° 14: Monitoreo de Humedad semana del 22 al 28 de Agosto del 2016

| | Humedad (%) | | | | | | |
|----------------|-------------|-----------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | Lunes 22 | Martes 23 | Miércoles 24 | Jueves 25 | Viernes 26 | Sábado 27 | Domingo 28 |
| 10:00:00 a. m. | 75 | 75 | 73 | 77 | 76 | 75 | 72 |
| 11:00:00 a. m. | 75 | 70 | 70 | 73 | 71 | 72 | 72 |
| 12:00:00 p. m. | 67 | 68 | 69 | 69 | 68 | 68 | 68 |
| 01:00:00 p. m. | 69 | 69 | 66 | 67 | 63 | 65 | 69 |
| 02:00:00 p. m. | 67 | 65 | 67 | 67 | 66 | 66 | 65 |
| 03:00:00 p. m. | 68 | 68 | 68 | 67 | 66 | 66 | 69 |
| 04:00:00 p. m. | 69 | 70 | 70 | 69 | 68 | 69 | 70 |
| 05:00:00 p. m. | 75 | 75 | 74 | 73 | 75 | 77 | 75 |
| 06:00:00 p. m. | 78 | 80 | 79 | 79 | 80 | 79 | 79 |
| 07:00:00 p. m. | 80 | 84 | 83 | 83 | 82 | 80 | 82 |
| 08:00:00 p. m. | 83 | 87 | 86 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| 09:00:00 p. m. | 86 | 87 | 87 | 86 | 88 | 85 | 87 |
| 10:00:00 p. m. | 86 | 87 | 87 | 86 | 87 | 88 | 87 |
| 11:00:00 p. m. | 88 | 87 | 89 | 89 | 89 | 89 | 88 |

Fuente: Estación Meteorológica CORPAC S.A.C.

Como se puede observar en la tabla, las horas donde se dio menor humedad fueron desde las 12:00 p.m. hasta las 04:00 p.m. y las horas donde hubo mayor humedad fue desde las 06:00 p.m. hasta las 11:00 p.m., por lo tanto, se midieron en esas horas el porcentaje de humedad existente en el aula. La finalidad de realizar esta medición fue determinar cómo afecta una menor o mayor humedad en la temperatura del aula.

El instrumento que se usó para realizar las mediciones fue el Anemómetro, que permite medir la humedad del aire en porcentaje y tiene un rango de medición de 0 – 200%.

El procedimiento de medición fue el mismo que el de temperatura, se siguió las mismas posiciones y el mismo intervalo de tiempo.

d) Iluminación: Para realizar las mediciones de los luxes, se tomó en cuenta que por el día no había existencia de problema en cuanto a la iluminación, por lo que solo se consideró la noche como problema para esta investigación.

El instrumento utilizado en este caso fue el luxómetro, el cual mide la luminancia de las luminarias que se encuentran en el aula. Este, permite medir el nivel de iluminación en diferentes variables, la variable que utilizamos fue el lux. En un rango de 0 – 1000 luxes.

Se realizaron cinco mediciones por luminaria, el aula cuenta con seis luminarias, dividiendo el aula en seis partes iguales, que fueron los lugares donde se realizaron la medición. Se midió justo en medio de la luminaria y al nivel de la carpeta, por intervalos de 15 minutos en cada parte.

A su vez se realizaron encuestas a los alumnos y docentes para evaluar el confort lumínico, el cual consta de 7 preguntas escogidas de un plan de evaluación del nivel de iluminación proporcionado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

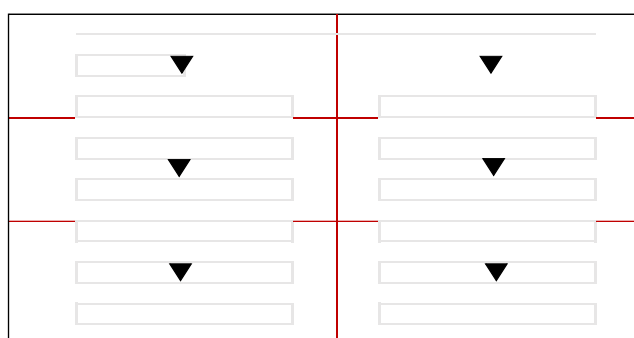


Figura N° 10: Posiciones para realizar las mediciones del nivel de iluminación en las aulas

Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron las mediciones a partir de las 7:00 p.m. a 9:00 p.m. (los triángulos en la imagen son las posiciones de medición) y con todas las luminarias prendidas, se escogió este horario debido a la disponibilidad del aula y que en ese momento existe la menor interferencia de luz al momento de medir con el luxómetro, por lo que los valores resultantes fueron solamente de las luminarias.

| | | |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|
|  | Luxómetro Digital LX1108 | |
| | Tipo: | Digital |
| | Rango: | 40 - 400000 lux |
| | Resistencia al agua: | Sí |
| | Memoria: | 12000 datos |
| | Pantalla: | LCD con indicador gráfico de barras |
| <p>Este luxómetro digital, permite seleccionar entre 4 fuentes de luz diferentes: tungsteno, fluorescente, de sodio o de mercurio, el sensor utiliza la foto diodo y filtro de corrección de color para obtener valores exactos. Selección de unidades entre lux y fotocandela.</p> | | |

**Figura N° 11: Instrumento para medir el nivel de iluminación en las aulas
Luxómetro LUTRON LX 1108**

Fuente: Valiometro Tecnomab Soluciones Generales S.A.C.

3.1.3. Mediciones de las variables ambientales: Las mediciones se realizaron la semana del lunes 29 de agosto al viernes 02 de septiembre, los horarios que se tomaron para realizar las mediciones fueron los siguientes:

- Temperatura: 11:00 a.m. – 03:00 p.m.
- Nivel de Ruido: 04:00 p.m. – 06:00 p.m.
- Iluminación: 07:00 p.m. – 09:00 p.m.
- Humedad: 11:00 a.m. – 03:00 p.m. / 07:00 p.m. – 09.00 p.m.

Solo se tomaron cursos de la carrera de Ingeniería Industrial para diagnosticar, por los siguientes motivos:

- Tiempo para realizar el diagnóstico: Realizar mediciones en todas las aulas y encuestar a personas de otras carreras demandaría un mayor tiempo con el que no se cuenta.
- Trámites: Los trámites serían mayores debido a que se tendrá que consultar con los diferentes directores de escuela y esperar su aprobación, al igual que los mismos les comuniquen a los docentes que serían encuestados y las aulas donde se realizaron las mediciones.

Actualmente son 570 alumnos de Ingeniería Industrial, tomando como población al número de estudiantes ingresados o matriculados en el ciclo 2016 – II. Para determinar la muestra, se hizo un análisis en los horarios disponibles en esas horas y se eligió al grupo con mayor número de matriculados.

Previo se realizaron los trámites necesarios para no tener ningún problema al momento de realizar las mediciones, se realizó una solicitud dirigida al director (a) de escuela de la carrera de Ingeniería Industrial de la universidad solicitando el permiso para realizar las mediciones, una solicitud al director (a) de la carrera de Arquitectura solicitando el préstamo de los equipos de medición y por último una solicitud dirigida al director (a) de operaciones de la universidad solicitando el permiso para entrar en las aulas.

Una vez obtenido los permisos y los equipos se comenzaron a realizar el proceso de medición, en las tablas 14 y 15 se muestran los salones medidos.

Tabla N° 15: Muestra para las mediciones de Temperatura en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo

| Variable | Cursos | | |
|-----------------------------|---|---|---|
| Temperatura Y Humedad | Química Grupo: A | Ingeniería de Métodos Grupo: A | Planeamiento y Control de la Producción Grupo: A |
| | Lenguaje y Comunicación II Grupo: C | Ingeniería de Métodos Grupo: B | Operaciones y Procesos Unitarios Grupo: A |
| | Ecología Industrial Grupo: A | Producto Industrial Grupo: A | |
| | Física III Grupo: A | Ingeniería de Materiales Grupo: A | Análisis Matemático I Grupo: B |

Fuente: Elaboración propia.




Tabla N° 16: Muestra para las mediciones de Nivel de ruido en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo; Error! Vínculo no válido.

| Variable | Cursos | | |
|-------------------|---|---------------------------------------|--|
| Nivel de Ruido | Análisis Matemático II Grupo: A | Mecánica de Materiales Grupo: A | Diseño de Plantas Industriales Grupo: A |
| | Sistemas de Gestión de la Calidad Grupo: A | Dirección de Personas Grupo: A | Comercio Exterior Grupo: B |
| Iluminación | Lenguaje y Comunicación II Grupo: A | Análisis Matemático II Grupo: C | Costos Industriales Grupo: A |
| | Costos Industriales Grupo: B | Comercio Exterior Grupo: B | Diseño de Plantas Industriales Grupo: A |
| | Dirección de Personas Grupo: A | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 17: Horario de mediciones, semana del 29 de Agosto al 02 de Septiembre

| Hora | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes |
|----------------|-------|--------|-----------|--------|---------|
| 09:00:00 a. m. | | | | | |
| 10:00:00 a. m. | | | | | |
| 11:00:00 a. m. | | | | | |
| 12:00:00 p. m. | | | | | |
| 01:00:00 p. m. | | | | | |
| 02:00:00 p. m. | | | | | |
| 03:00:00 p. m. | | | | | |
| 04:00:00 p. m. | | | | | |
| 05:00:00 p. m. | | | | | |
| 06:00:00 p. m. | | | | | |
| 07:00:00 p. m. | | | | | |
| 08:00:00 p. m. | | | | | |

| | |
|---|-----------------------------------|
|  | Medición de Temperatura |
|  | Medición de Nivel de Ruido |
|  | Medición de Iluminación y Humedad |

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4. Confort Térmico: El confort Térmico hace referencia a la comodidad respecto de la temperatura del ambiente de trabajo, en este caso el aula. Para determinarlo se realizaron mediciones de Temperatura en las aulas, también se aplicaron encuestas previamente validadas. En total se realizaron 250 mediciones (ver anexo 05), estas arrojaron los siguientes resultados:

Tabla N° 18: Mediciones de Temperatura – Resultados

| Indicadores | Temperatura °C |
|---------------------|----------------|
| Máxima Temperatura | 28,7 |
| Mínima Temperatura | 24,7 |
| Media | 26,40 |
| Mediana | 26,5 |
| Moda | 27,1 |
| Desviación Estándar | 1,02 |
| 5% Media | 1,32 |

Fuente: Elaboración propia.

Al momento de realizar las mediciones en algunos salones se encontraban funcionando ventiladores, las ventanas y puertas abiertas, con el fin de refrescar un poco el aula. Aun así, se obtuvo un valor máximo de temperatura de 28,7°C y un valor mínimo de 24,7°C.

Como se observa en la Tabla N° 18 las medidas de tendencia central nos indican que: De las 250 mediciones la media aritmética es 26,40° C, quiere decir que este valor representa el promedio de las mediciones realizadas.

De las 250 mediciones la mediana o el valor central es de 26,5°C, quiere decir que la mitad de los valores se encuentran en un rango de 24,7 a 26,5°C y la otra mitad está en un rango de 26,5 a 28,7°C.

De las 250 mediciones la moda es 27,1°C, quiere decir que es el valor que más se repite de todos los datos.

La desviación estándar nos indica la variación que puede darse de un valor ya sea de forma creciente o decreciente. En este caso la desviación estándar es de 1,02 quiere decir que las mediciones pueden variar + 1,02 o – 1,02.

Por otro lado, si la desviación estándar es menor que el valor correspondiente al 5% de la media, se tomará la media como medida de Temperatura encontrada en el aula. El 5% de la media corresponde a 1,32 por lo que se cumple la relación, por lo tanto, se toma como valor de referencia a la media, es decir 26,4°C.

En base a la norma ISO 7730: versión 2006 que determina en época de invierno el máximo de temperatura que debe haber en el aula es de 24°C, se halló el siguiente indicador:

$$\text{Eficiencia Térmica del aula: } \frac{\text{Datos comprendidos entre } 20 - 24^{\circ}\text{C}}{\text{Datos totales}}$$

Fórmula N° 01: Indicador de eficiencia Térmica del aula

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 19: Conteo de valores respecto de la norma ISO 7730: versión 2006

| | |
|----------------------------|-----|
| Total de datos | 250 |
| Temperatura menor a 24° C: | 0 |
| Temperatura mayor a 24°: | 250 |

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Eficiencia Térmica del aula: } \frac{0 \text{ valores}}{250 \text{ valores}} \times 100 = 0,0 \%$$

Como resultante si nos basamos en la norma ISO 7730: versión 2006, los valores encontrados no cumplen en estar dentro del rango establecido por lo que el resultado de la Eficiencia Térmica es 0,0% durante las 11:00 a.m. a 03:00 p.m.

Pero asociándolo a la normativa peruana, el MINTRA establece estándares óptimos para el desarrollo de trabajos tipo sedentarios, donde la temperatura debe estar comprendida entre los 17°C y 27°C con una humedad de 30% y 70%, excepto en lugares donde exista riesgo de presencia de electricidad, en cuyo límite deberá ser inferior a 50%.

Tabla N° 20: Conteo de valores respecto de los valores óptimos del MINTRA

| | |
|----------------------------|--------|
| Total de datos | 250 |
| Temperatura menor a 27° C: | 161 |
| Temperatura mayor a 27°: | 89 |
| Eficiencia: | 64,40% |

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, la eficiencia térmica del aula es del 64,40%. Quiere decir que dentro del periodo donde la temperatura es mayor en el día, un 35,60% no cumple con los valores óptimos. No tomando en cuenta el criterio que establece el MINTRA sobre el ambiente térmico como el factor fundamental para mejorar la adaptabilidad del trabajador en su puesto de trabajo, en este caso del estudiante y docente con el aula, generando un impacto negativo en los trabajadores ya que se da una inconformidad de parte de ellos. Todo esto origina una reducción significativa del rendimiento físico y mental teniendo como resultado una disminución de la productividad, distrayendo constantemente al trabajador.

El confort térmico se obtuvo de las opiniones de los propios estudiantes y el trabajador. Se realizaron 4 encuestas (ver anexo 01) para evaluar el confort térmico. Se había planificado realizar 6 encuestas, pero por diferentes motivos no se logró encuestar las 6 encuestas que se habían pensado. Se escogieron estos cursos, por la hora en que se encontraban y porque la cantidad de alumnos era considerable. Los cursos encuestados fueron:

Tabla N° 21: Estudiantes encuestados sobre el ambiente térmico del aula

| Curso | Aula | Grupo | Número de estudiantes encuestados |
|-----------------------|------|-------|-----------------------------------|
| Química | 414 | A | 30 |
| Ecología Industrial | 406 | A | 35 |
| Ingeniería de Métodos | 406 | A | 32 |
| Análisis Matemático I | 406 | C | 34 |

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa fueron 131 alumnos encuestados sobre el ambiente del aula, el proceso de encuesta se llevó a cabo después de las mediciones con explicación previa, por los siguientes motivos:

- Aumentar la confiabilidad de los datos, debido a que los alumnos no tienen conocimiento del porqué de esta investigación.

- Evitar respuestas inadecuadas que invaliden la encuesta.

La primera pregunta hace referencia a la sensación térmica que siente el alumno y docente en este momento, los resultados fueron:

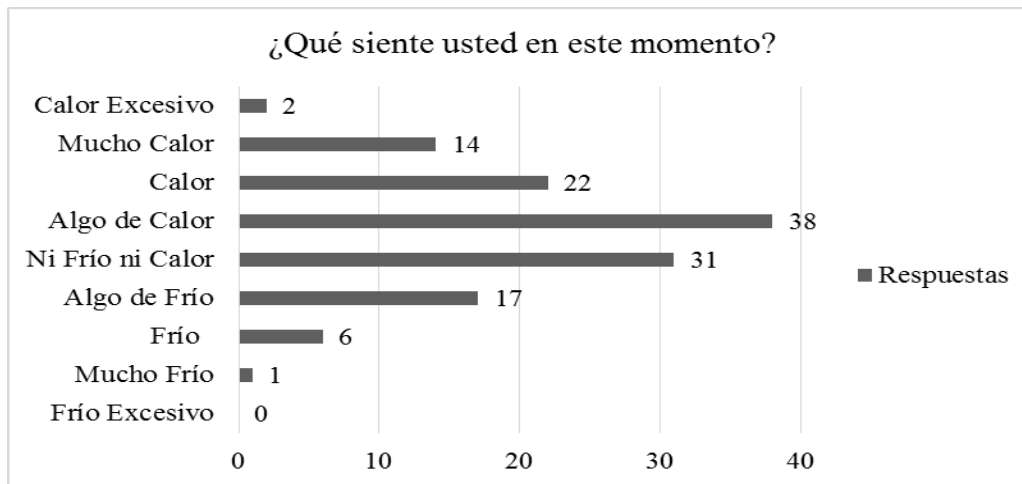


Figura N° 12: Pregunta N° 01 de la encuesta sobre confort térmico

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 12 se muestran las respuestas de los encuestados respecto a lo que sienten cuando están en el aula, se realizó un análisis agrupándolos en tres grupos los que sienten frío, sienten calor y no sienten ni frío ni calor, como se observa en la figura N° 13.

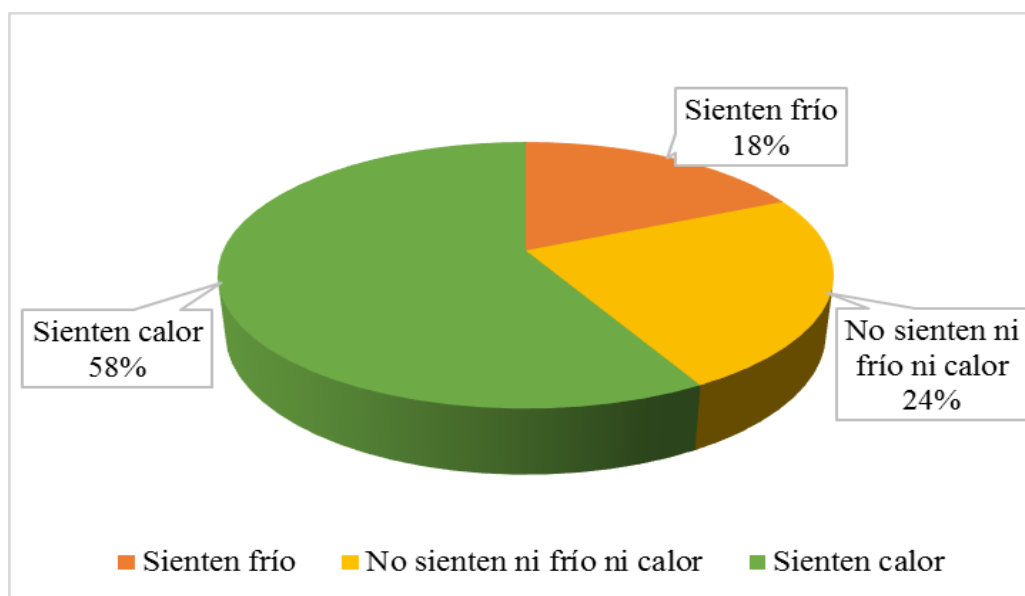


Figura N° 13: Sensación térmica respecto de las aulas del cuarto piso edificio Antiguo respecto a la pregunta N° 01 de la encuesta de confort térmico

Fuente: Elaboración propia.

De los 131 encuestados respecto a la pregunta N° 01 de ¿Qué sienten ahora mismo?, en general el 58% sienten calor quiere decir que 77 personas que fueron encuestadas en ese momento sintieron calor, el 18% sienten frío, es decir 24 personas durante la encuesta sintieron frío y el 24% no sintieron ni frío ni calor, en otras palabras, las 30 personas restantes se sentían en perfecta condición térmica.

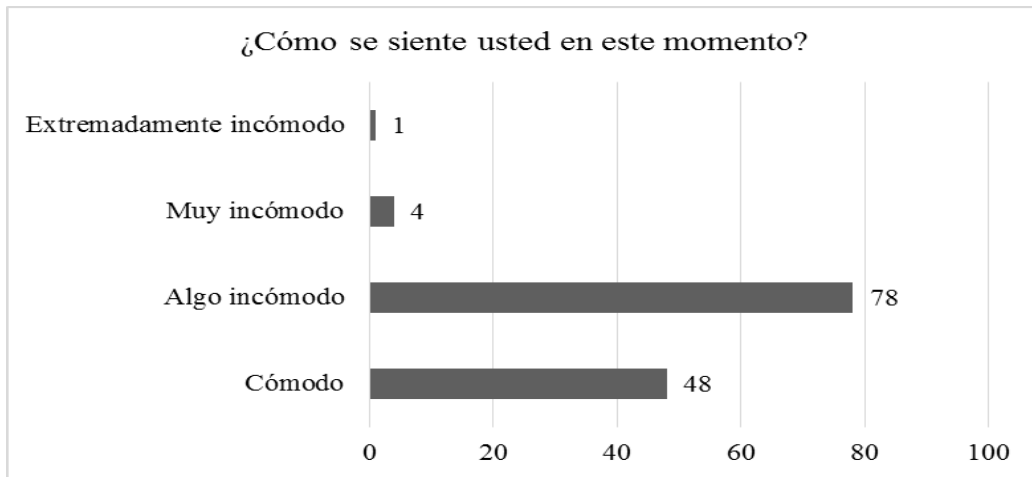


Figura N° 14: Pregunta N° 02 de la encuesta sobre el confort térmico

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 14 se muestra las respuestas de los encuestados respecto de cómo se sienten, se hizo un análisis agrupándolo en dos grupos los que se encuentran cómodos y los que están incómodos con el ambiente térmico que se da en el aula, como se observa en la figura N° 15.

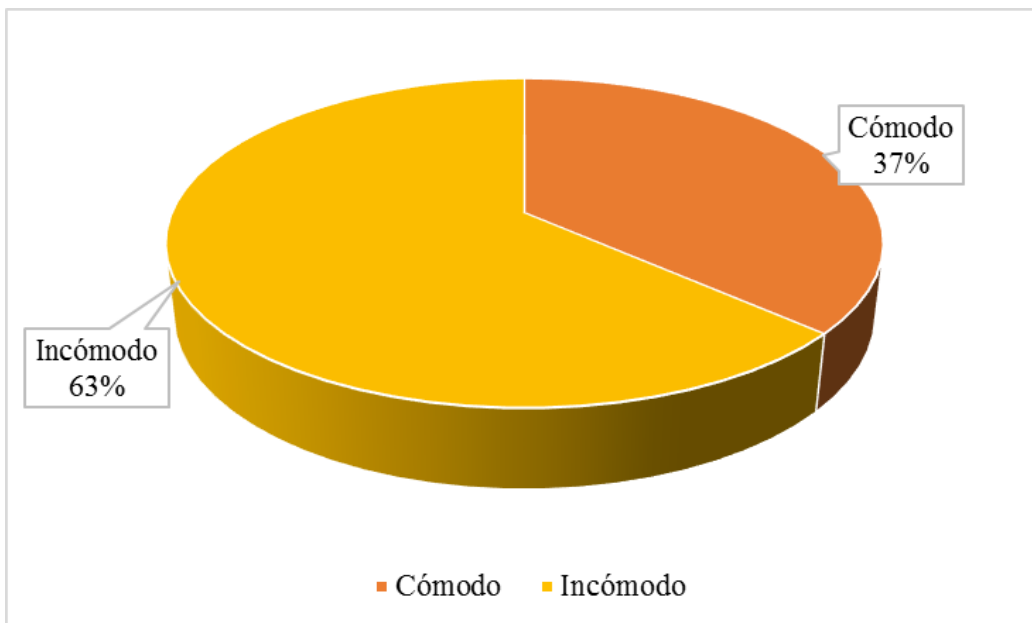


Figura N° 15: Confort térmico respecto de las aulas del cuarto piso edificio Antiguo

Fuente: Elaboración propia.

De los 131 encuestados, en general el 63% se encuentran incómodos, es decir 83 personas sienten incomodidad respecto del ambiente térmico que se siente en el aula ya sea porque hace demasiado calor o frío. El 37% de los encuestados se sienten cómodos por lo tanto no tienen ningún problema con el ambiente térmico del aula y pueden desarrollar sus actividades de manera adecuada.

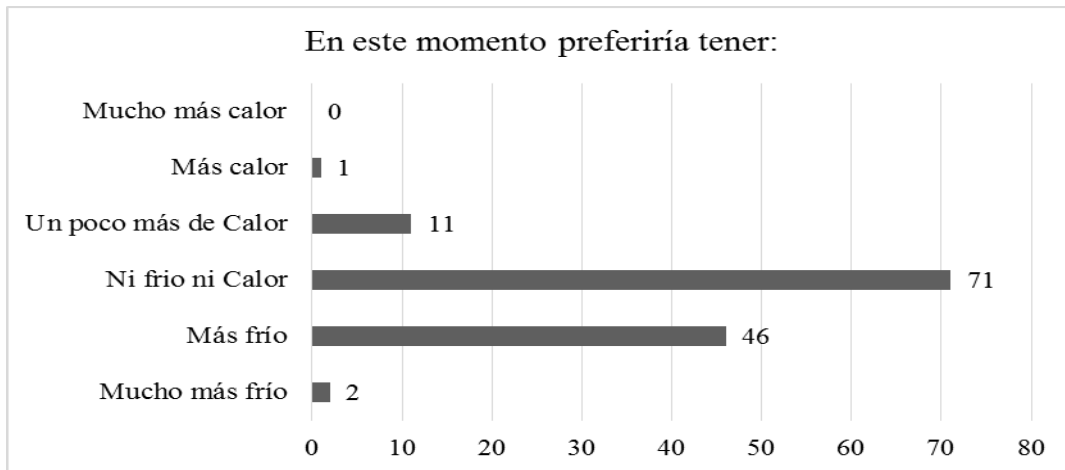


Figura N° 16: Pregunta N° 03 de la encuesta sobre el confort térmico

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 16 se muestran las respuestas de los encuestados, el cual se hizo un análisis agrupándolos en tres grupos, los que prefieren tener calor, los que prefieren tener frío y los que prefieren tener ni frío ni calor. Como se muestra en la figura N° 17.

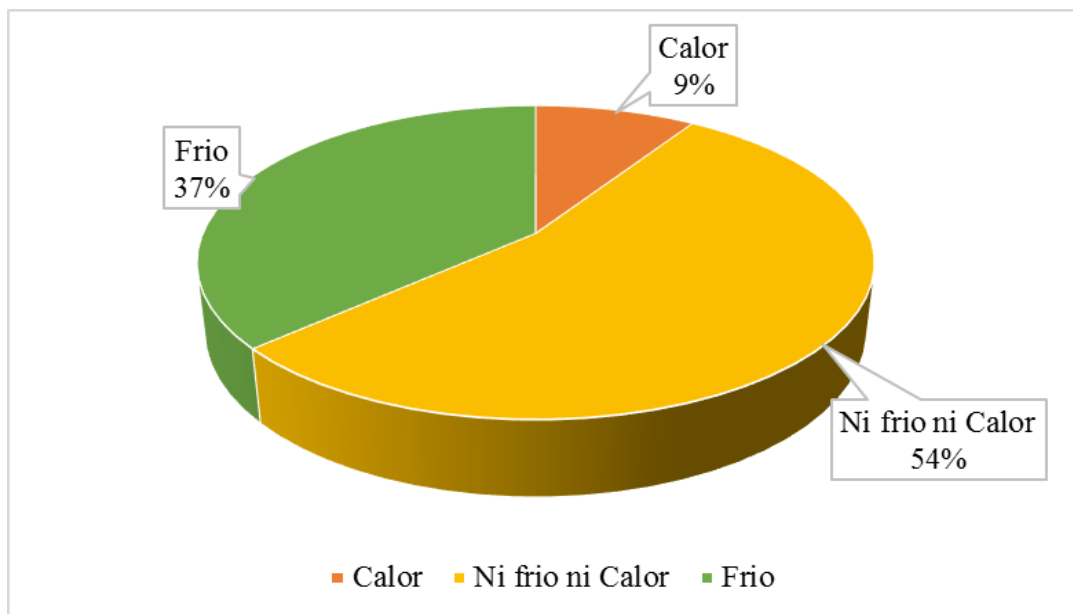


Figura N° 17: Preferencia térmica respecto de las aulas del cuarto piso edificio Antiguo

Fuente: Elaboración propia.

De los 131 encuestados en general un 54% prefieren en estos momentos sentir ni frío ni calor, es decir 71 personas prefieren estar a una temperatura donde no sientan ni frío ni calor, un 37% prefieren en estos momentos sentir frío, quiere decir que 48 personas prefieren sentir frío en vez de soportar el calor, para ellos es mejor aguantar temperaturas más heladas y un 9% prefieren tener calor, quiere decir que las 12 personas restantes prefieren el calor en vez del frío.

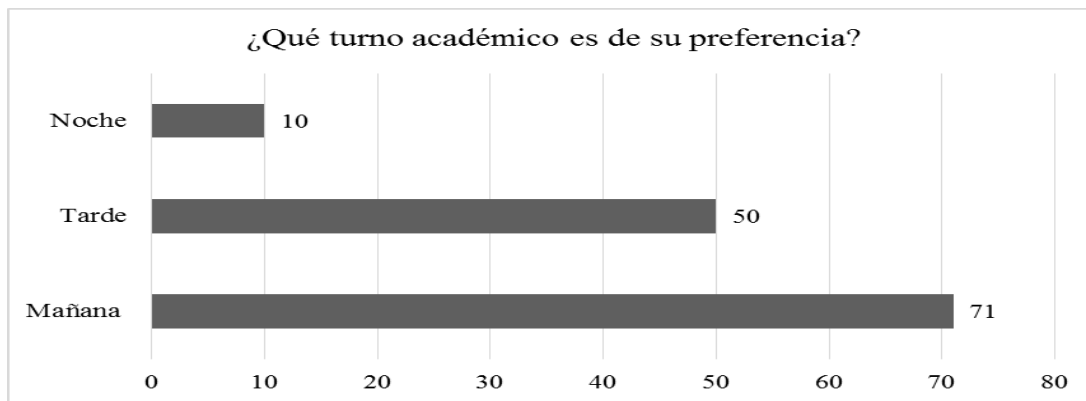


Figura N° 18: Pregunta N° 06 de la encuesta sobre confort térmico

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 18 se muestran las respuestas de los encuestados respecto del turno académico que prefieren, se observa que la mayoría prefieren el turno de mañana y casi pocos prefieren el turno de noche, se hizo un análisis en base a la justificación de la elección del turno como se muestra en la figura N° 19.

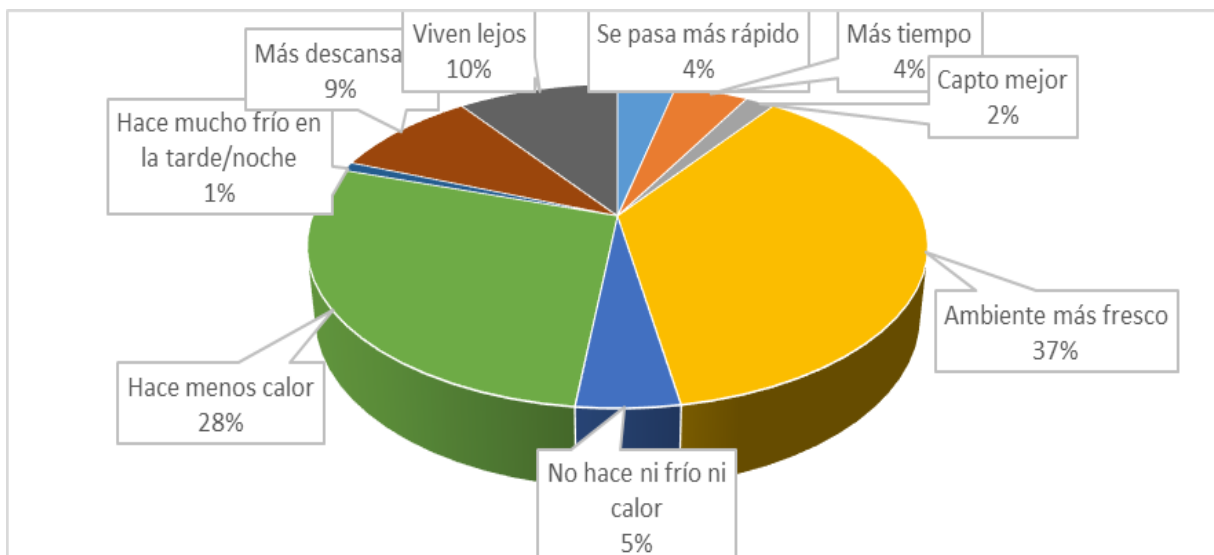


Figura N° 19: Preferencia de turno académico respecto de las aulas del cuarto edificio Antiguo

Fuente: Elaboración propia.

De los 131 encuestados, el 41% escogen el horario en base al ambiente más fresco, es decir 54 personas prefieren un turno de otro con criterio de un ambiente con una temperatura adecuada, un 31% escogen el horario en base a que hace menos calor, un total de 40 personas al decidir por un turno piensan en uno donde se sienta menos calor, un 10% escogen el horario en base a que vienen a la universidad más descansados, es decir 13 personas deciden su turno con criterio en descansar más, un 5% escogen el horario en base a que no hace ni frío ni calor en ese turno, es decir solo 6 personas deciden su horario porque están aclimatados en ese turno, el 13% restante escogen el horario en base a otros motivos, es decir las 10 personas restantes tienen criterios diferentes a los demás e indistinto del ambiente que se siente en ese turno.

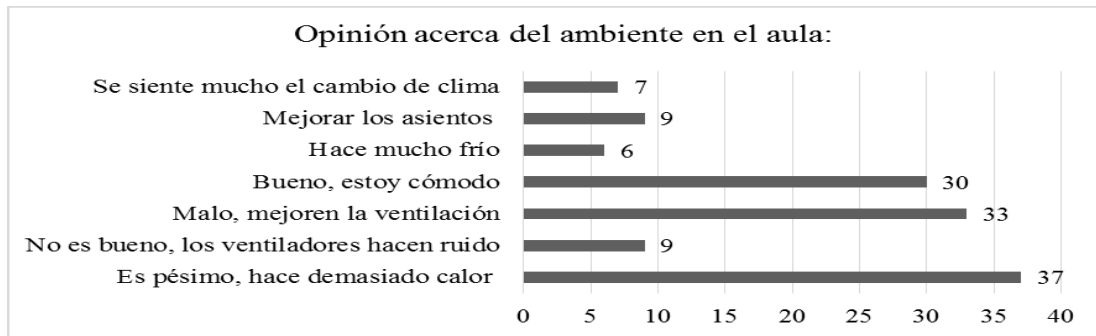


Figura N° 20: Pregunta N° 08 de la encuesta sobre confort térmico

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 20 se observan la apreciación de los encuestados respecto del ambiente térmico en el aula, donde 37 alumnos definen el ambiente en el aula como un ambiente pésimo para llevar a cabo la clase y caluroso, y solo 7 alumnos piensan que el ambiente en el aula es adecuado. Se hizo un análisis usando un gráfico radial para observar la distribución de los datos hacía donde tienden a ir y poder hallar un indicador que refleje el ambiente del aula como se observa en la figura N° 21.

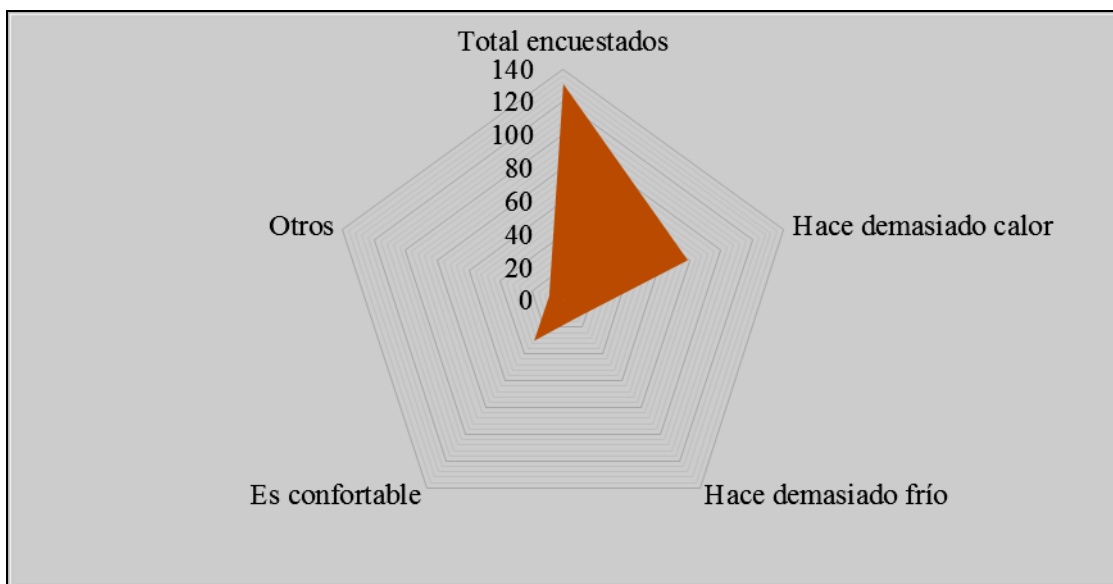


Figura N° 21: Apreciación térmica respecto de las aulas del cuarto piso edificio Antiguo

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura N° 21, la distribución de los datos se agrupa con mayor parte en hace demasiado calor y parte en hace demasiado frío. Esto quiere decir que los encuestados tienen una mala opinión acerca del ambiente en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo.

$$\text{Confort Térmico} = \frac{\# \text{ De personas cómodas con el ambiente térmico}}{\# \text{ Total de Encuestados}} \times 100$$

Fórmula N° 02: Confort térmico de las aulas del cuarto piso edificio Antiguo

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Confort Térmico} = \frac{30}{131} \times 100 = 22,9 \%$$

En base a la fórmula indicada se calculó el confort térmico de las aulas, siendo este de 22,9% quiere decir que 131 encuestados solo 30 personas sienten un confort térmico adecuado y 101 personas se sienten totalmente insatisfecho con el ambiente térmico del aula.

3.1.5. Confort Sonoro: El confort sonoro hace referencia a la comodidad que existe respecto del nivel de ruido que se da en un determinado lugar y tiempo, en este caso el ruido que existe dentro del aula universitaria. Para determinar el confort sonoro se comenzó haciendo mediciones del nivel de ruido existentes en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo en los momentos planificados, en el periodo de 04:00 p.m. a 06:00 p.m., escogiendo los cursos de la carrera de Ingeniería Industrial que se encontraran en ese lapso. Se obtuvieron 100 datos de las mediciones realizadas (ver anexo 06) y los resultados fueron los siguientes:

Tabla N° 22: Mediciones de nivel de ruido – Resultados

| Indicadores | Nivel de ruido (dB) |
|-----------------------|---------------------|
| Máximo nivel de ruido | 73,5 |
| Mínimo nivel de ruido | 40,3 |
| Media | 64,9 |
| Mediana | 65,4 |
| Moda | 69,3 |
| Desviación Estándar | 5,09 |
| 5% Media | 3,25 |

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla N° 22 los resultados de las mediciones arrojaron un nivel de ruido máximo de 73,5 decibeles y un nivel mínimo de 40,3 decibeles. Al momento de realizar las mediciones funcionaron en algunos casos un ventilador, también se pudo notar la presencia de ambulante, autos anunciando en los alrededores de la universidad y la acumulación de vehículos de todo tipo en la carretera, por el sonido de los claxon y bocinas. Otro factor que se apreció es que estos los niveles de ruido se incrementaban por presencia de ruidos exteriores.

Las medidas de tendencia central nos indican:

De los 100 datos obtenidos de las mediciones se ha obtenido una media es de 64,9 dB, quiere decir que este es el promedio de todas las mediciones realizadas.

De los 100 datos se ha obtenido una mediana de 65,7 dB, quiere decir que es el valor central de todos los datos, lo que expresa que la mitad de los datos se encuentran en un rango de 40,3 a 65,7 dB y la otra mitad de 65,7 a 73,5 dB.

De los 100 datos se ha obtenido una desviación estándar de 5,09, lo que significa que existe una variación respecto de las mediciones de +5,09 y -5,09.

Como el 5% de la media es 3,25 y este valor es menor al 5,09 de la desviación estándar se considera como valor de referencia del nivel de ruido en las aulas el valor de la desviación estándar.

En base al Decreto Supremo N° 044-98-PCM, Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, se establece que las municipalidades provinciales en coordinación con las distritales, deberán identificar las zonas de protección especial y priorizar las acciones o medidas necesarias a fin de cumplir con el ECA establecido.

Tabla N° 23: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

| Zonas de Aplicación | Horario Diurno (dB) | Horario Nocturno (dB) |
|---|---------------------|-----------------------|
| Zona de Protección Especial (Establecimiento de salud, asilos, orfanatos, Instituciones educativas) | 50 | 40 |
| Zona Residencial | 60 | 50 |
| Zona Comercial | 70 | 60 |
| Zona Industrial | 80 | 70 |

Fuente: Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

Como se observa en los estándares de ruido, el nivel de ruido correspondiente a instituciones educativas es de 50 decibeles como máximo, tomando este valor se calculó el siguiente indicador:

$$Eficiencia\ sonora\ de\ las\ aulas = \frac{N^{\circ}\ de\ datos\ menores\ a\ 50\ dB}{Total\ de\ datos} \times 100$$

Fórmula N° 03: Indicador de eficiencia sonora en las aulas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 24: Conteo de valores respecto a los Estándares de Calidad Ambiental

| | |
|------------------------------|-----|
| Total de datos | 100 |
| Nivel de ruido menor a 50 dB | 1 |
| Nivel de ruido mayor a 50 dB | 99 |

Fuente: Elaboración propia.

$$Eficiencia\ sonora\ de\ las\ aulas = \frac{1}{100} \times 100 = 1\%$$

Como resultante al basarnos en los Estándares de Calidad Ambiental para ruido, se obtuvo una eficiencia sonora respecto de las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo del 1,0% en el periodo de 04:00 p.m. a 06:00 p.m. durante el día.

Ahora si nos basamos en los valores del INSHT (2009) establecidos en base a las tareas que ejecutan los trabajadores, los valores de ruido en aulas deberán ser entre 30 a 40 decibeles. La eficiencia sonora de las aulas será 0,0%.

Pero si nos enfocamos en la norma básica de ergonomía y procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico del Perú y tomamos hacemos referencia al apartado 25 que dice: “En los lugares de trabajo donde se ejecutan actividades que requieren una atención constante y alta exigencia intelectual, tales como centros de control, laboratorios, oficinas, salas de reuniones, análisis de proyectos, entre otros, el ruido equivalente deberá ser menor a 65 dB.

Tabla N° 25: Conteo de valores respecto del apartado 25 de la norma básica de ergonomía

| | |
|------------------------------|--------|
| 7 | 100 |
| Nivel de ruido menor a 65 dB | 46 |
| Nivel de ruido mayor a 65 dB | 54 |
| Eficiencia: | 46,00% |

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla N° 25, si nos basamos en la norma básica de ergonomía del Perú, en el apartado 25 de la misma, la eficiencia de las aulas aumenta hasta un 46,00% en el periodo de 04:00 p.m. a 06:00 p.m. durante el día.

El confort sonoro se halló mediante las encuestas, se realizaron 5 encuestas. Los cursos elegidos para ser encuestados fueron los que tenían mayor número de estudiantes, ya que a una mayor cantidad de estudiantes mayor será el nivel de ruido interior. Los cursos encuestados fueron:

Tabla N° 26: Estudiantes encuestados sobre el nivel de ruido en el aula

| Curso | Aula | Grupo | Número de estudiantes encuestados |
|----------------------------------|------|-------|-----------------------------------|
| Comercio Exterior | 408 | B | 19 |
| Análisis Matemático II | 414 | A | 34 |
| Diseño de Plantas Industriales | 414 | A | 38 |
| Termodinámica | 406 | A | 46 |
| Sistemas y Gestión de la Calidad | 410 | A | 26 |

Fuente: Elaboración propia.

Fueron 160 alumnos encuestados sobre el nivel de ruido, el proceso de encuesta se llevó a cabo después de las mediciones con explicación previa, por los siguientes motivos:

- Aumentar la confiabilidad de los datos, debido a que los alumnos no tienen conocimiento del porqué de esta investigación.
- Evitar respuestas inadecuadas que invaliden la encuesta.

Las preguntas hacen referencia a la existencia de ruido exterior, sistemas de ventilación que generan ruidos, como afecta el ruido durante la clase, la apreciación de las aulas respecto del ruido, etc. Los resultados fueron los siguientes:

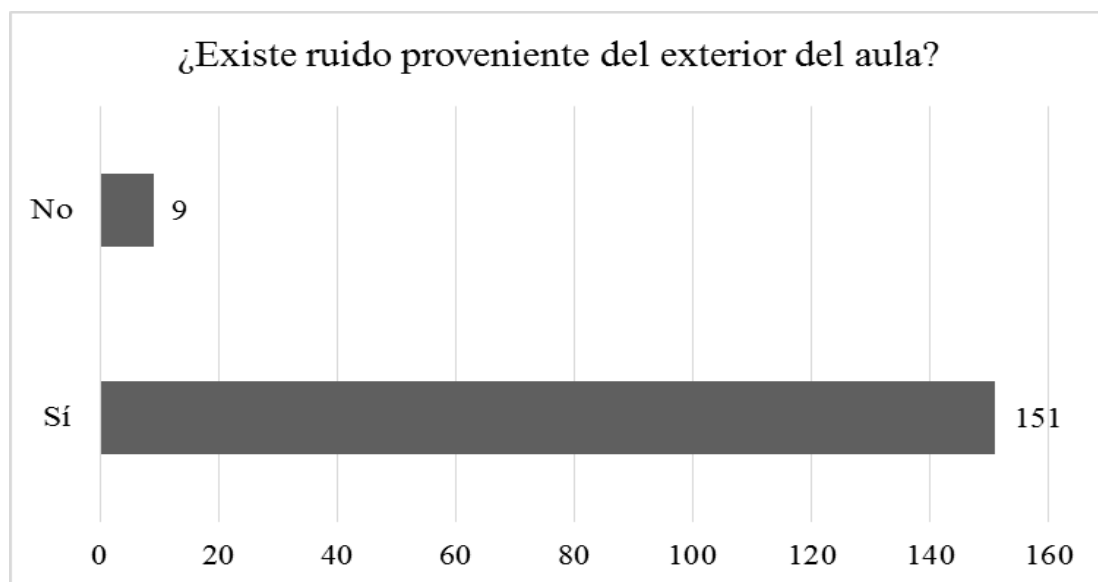


Figura N° 22: Pregunta N° 01 de la encuesta sobre el nivel de ruido en las aulas
Fuente: Elaboración propia.

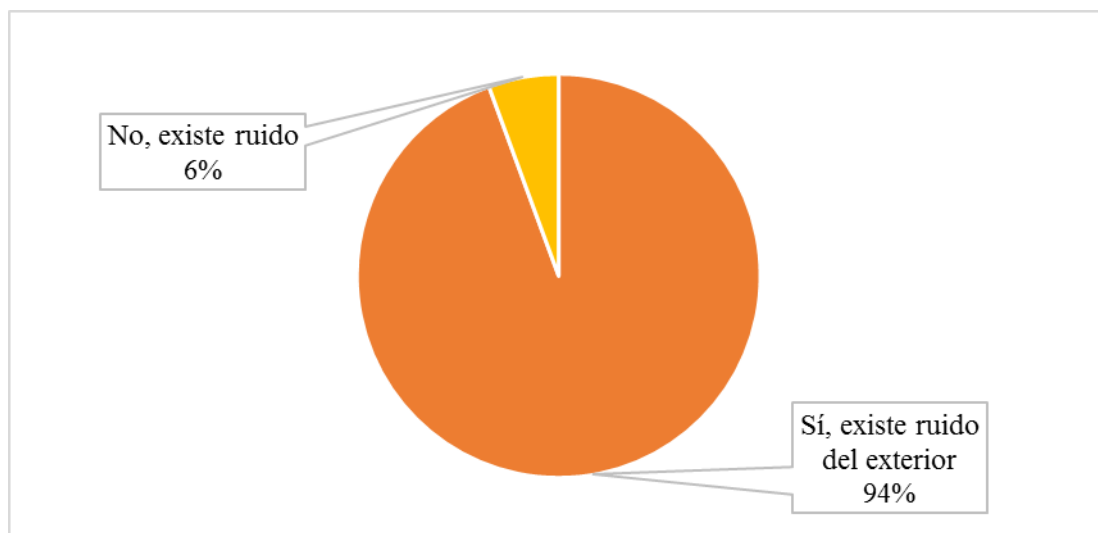


Figura N° 23: Existencia de ruido proveniente del exterior del aula
Fuente: Elaboración propia.

De los 160 encuestados un 94% afirma que existe ruido proveniente del exterior del aula, es decir 151 personas escuchan ruido del exterior cuando están en el aula y un 6% afirman que no existe ruido del exterior, solo 9 personas no escuchan ruido proveniente del exterior cuando están en el aula.

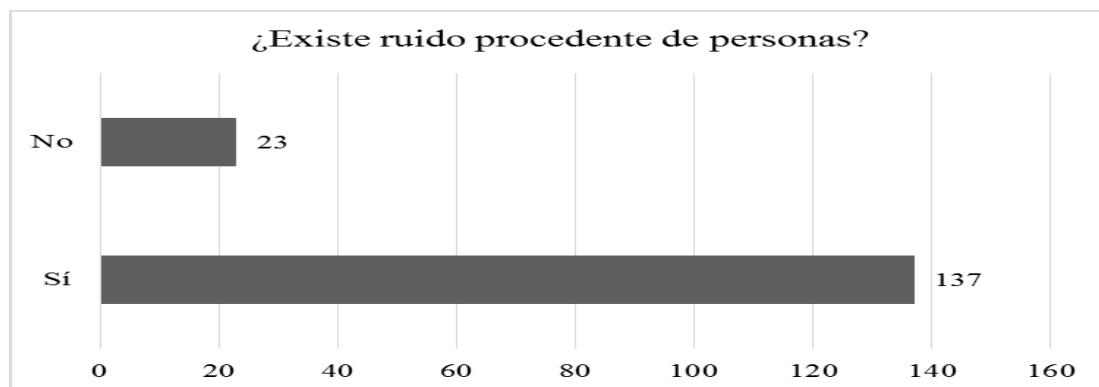


Figura N° 24: Pregunta N° 02 de la encuesta sobre nivel de ruido en las aulas
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 24 se observa que 137 alumnos afirman que existe ruido procedente de personas que interfieren en la clase, se hizo un análisis en base a la justificación de cada respuesta como se observa en la figura N° 25 para determinar la procedencia de esta fuente de ruido.

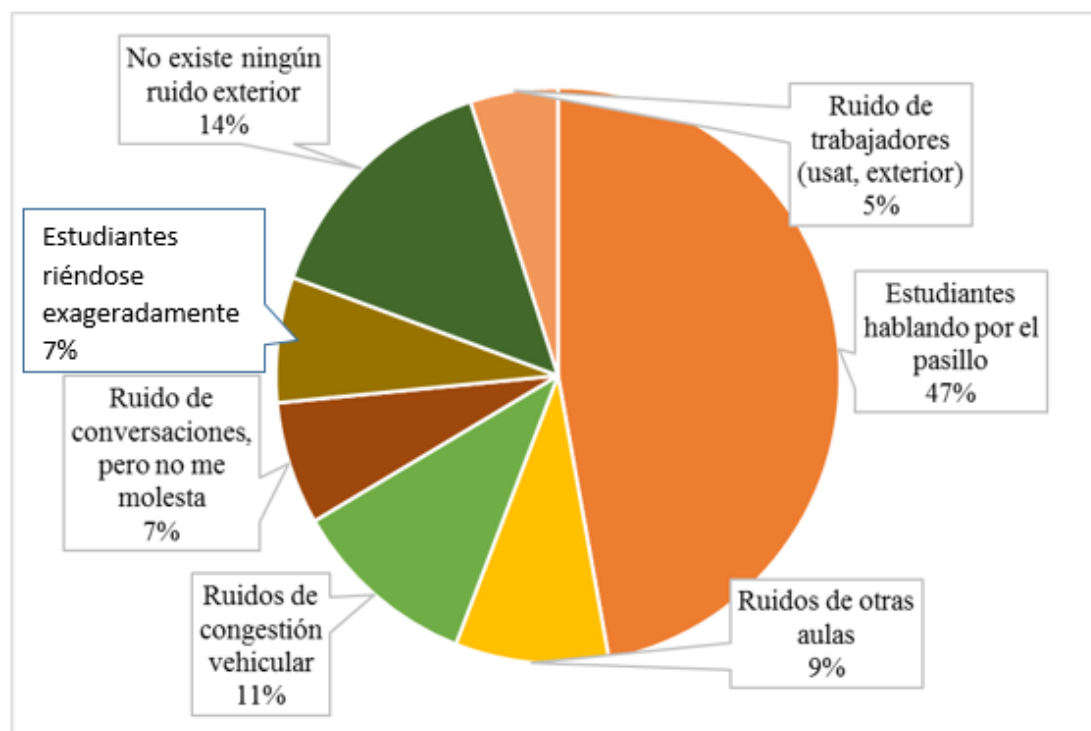


Figura N° 25: Existencia de ruido proveniente de personas respecto de las aulas
Fuente: Elaboración propia.

De los 160 encuestados un 47% que equivale a 75 personas especifican como fuente de ruido a los estudiantes que hablan por el pasillo, un 14% que viene a ser 23 personas que afirman que no existe ningún ruido exterior, un 11% equivalente a 17 personas especifican como fuente de ruido la congestión vehicular, un 9% equivalente a 14 personas especifican como fuente de ruido el bullicio de otras aulas, un 7% que equivale a 12 personas especifican que el ruido proviene de estudiantes riéndose exageradamente, otro 7% que equivale a 11 personas si bien afirman la existencia de ruido, no les molesta y un 5% que equivale a 8 personas afirman que los ruidos provenientes son de trabajadores de la universidad, ambulantes, anunciantes, etc.

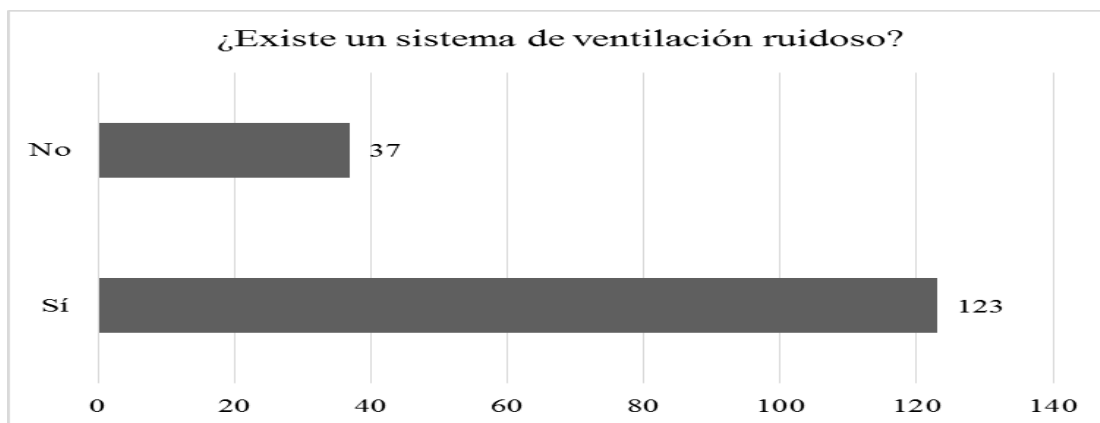


Figura N° 26: Pregunta N° 03 de la encuesta sobre nivel de ruido en las aulas
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 26 se observa que 123 alumnos afirman que el sistema de ventilación produce ruido excesivo, se analizó la justificación de cada respuesta como se observa en la figura N° 27 con el fin de ver si este ruido provoca incomodidad durante el dictado de la misma.

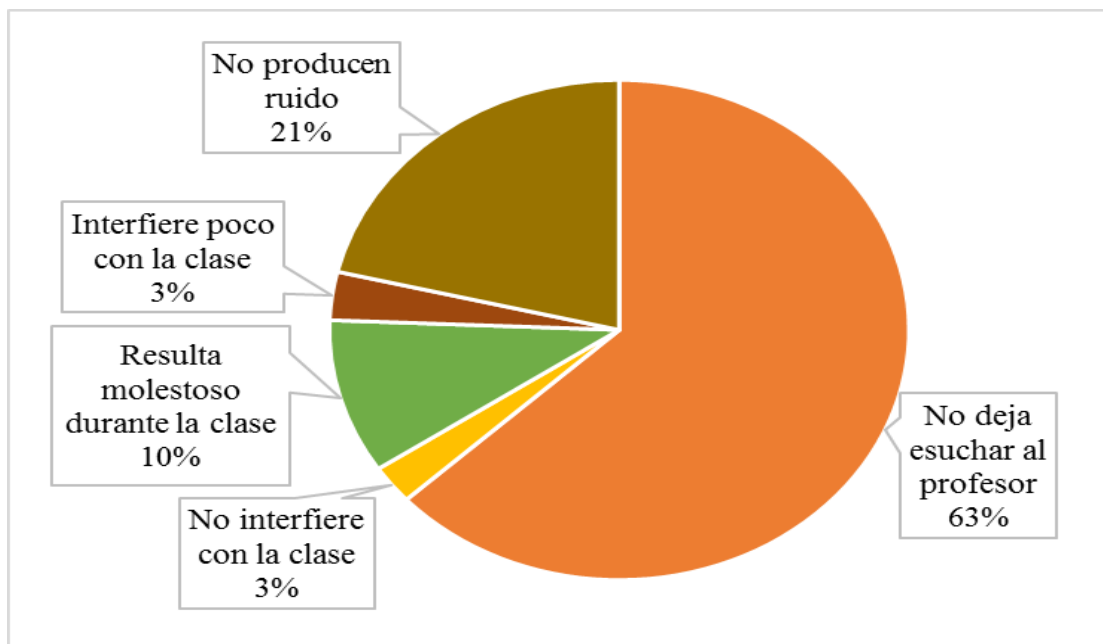


Figura N° 27: Consecuencias de un sistema de ventilación ruidoso en las aulas
Fuente: Elaboración propia.

De los 160 encuestados un 63% que equivale a 101 personas afirma que el ruido del sistema de ventilación no deja escuchar al profesor mientras dicta su clase, un 21% que equivale a 34 personas indican que no es ruidoso el sistema de ventilación, un 10% que equivale a 16 personas, el ruido del sistema de ventilación les resulta molesto durante la clase, un 3% que equivale a 4 personas afirman que no interfiere con la clase y por último un 3% que equivale a 5 personas indican que el ruido del sistema de ventilación interfiere poco con la clase.

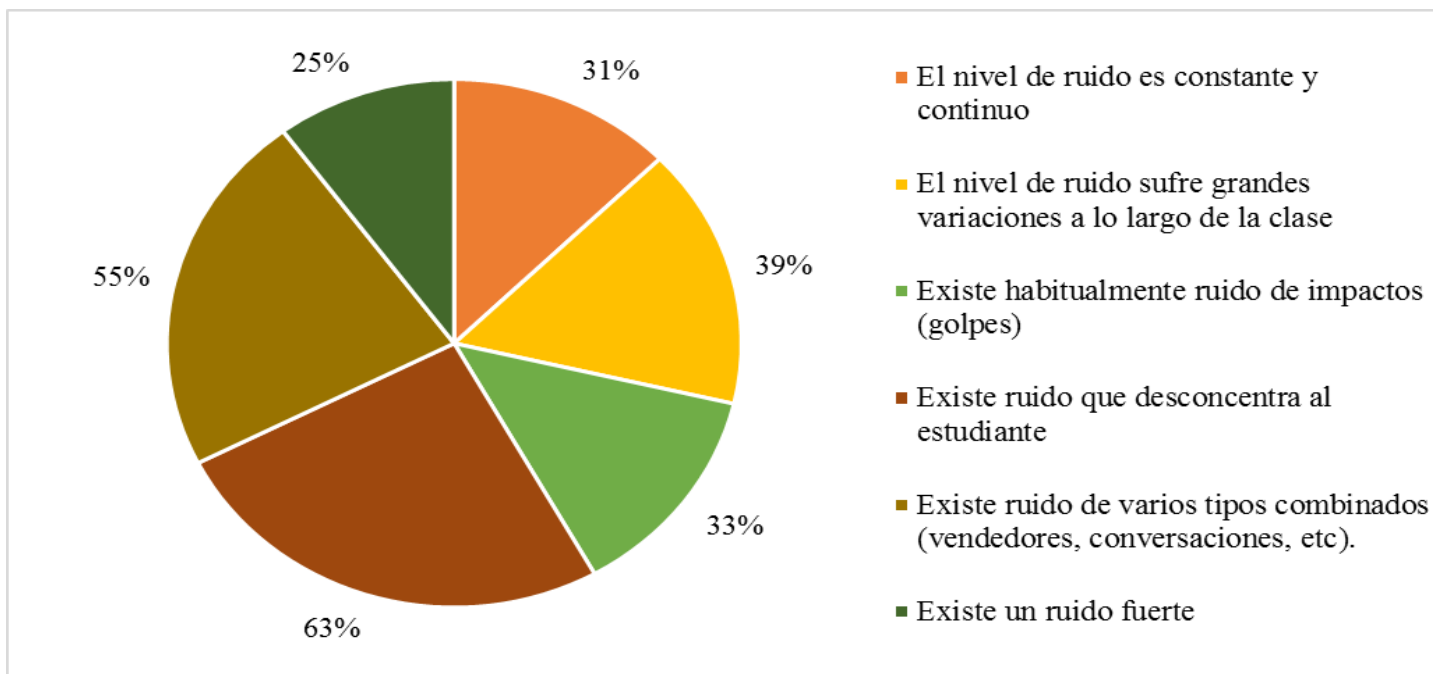


Figura N° 28: Apreciación del ruido de las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente pregunta se hace para saber la apreciación de los estudiantes y los profesores sobre el ruido de las aulas. De los 160 encuestados existe un 63% equivalente a 101 personas piensan que el ruido del aula desconcentra, un 55% que equivale a 88 personas piensan que el ruido es proveniente de varias fuentes como vendedores, conversaciones, etc., un 39% que equivale a 63 personas piensan que el ruido es variado a lo largo de la clase, un 31% que equivale a 50 personas piensan que el ruido que se escucha es constante y continuo durante toda la clase, un 33% que equivale a 52 personas indican que el ruido es proveniente de impactos (golpes) en las paredes y por ultimo un 25% que equivale a 40 personas piensan que el ruido es fuerte.

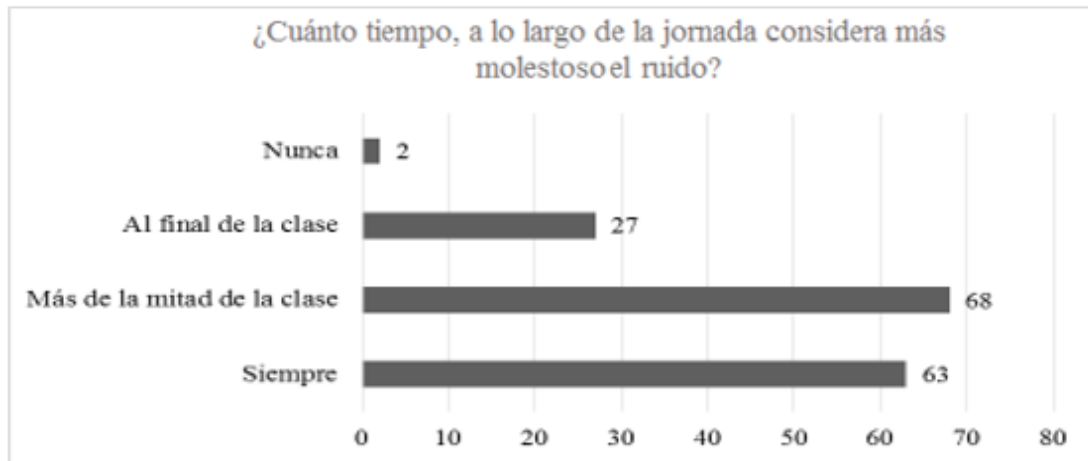


Figura N° 29: Pregunta N° 06 de la encuesta sobre el nivel de ruido en las aulas

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 29 se observa que gran parte de los encuestados sienten molestia durante la clase por el ruido excesivo que proviene de diferentes fuentes, se hizo un análisis de las justificaciones de cada alumno como se observa en la figura N° 30 para detectar cual es la fuente que más ruido produce para tener un punto de partida para darle una solución

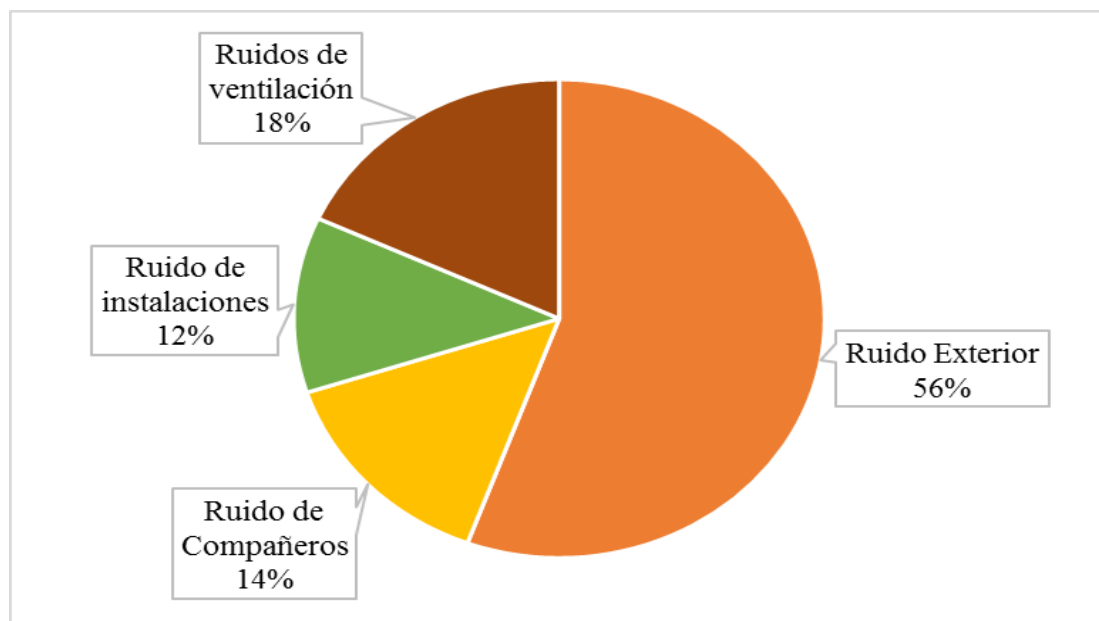


Figura N° 30: Fuentes de ruido más molestas

Fuente: Elaboración propia.

De los 160 encuestados, se obtuvo que un 56% que equivale a 89 personas sienten molestias durante la clase por el ruido proveniente del exterior, un 18% que equivale a 29 personas sienten molestias durante la clase por el ruido proveniente del sistema de ventilación que existe en el aula, un 14% que equivale a 23 personas que sienten molestias durante la clase por ruidos provenientes de compañeros del aula y por último existe un 12% que equivale a 19 personas que sienten molestias por el ruido generado de instalaciones, mantenimiento que se da en la universidad.

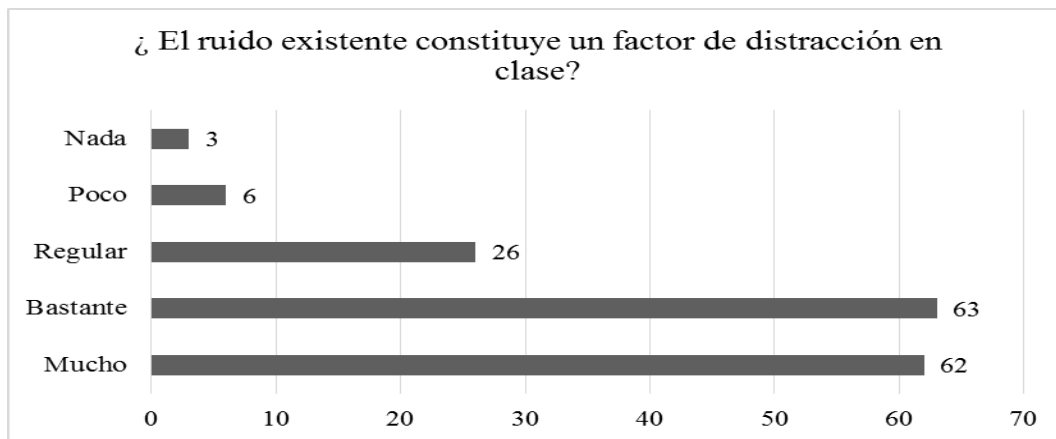


Figura N° 31: Pregunta N° 08 de la encuesta sobre el nivel de ruido en las aulas
 Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 31 se observa que la mayoría de encuestados considera un factor de distracción el ruido que se da en las aulas, con el fin de hallar un indicador que determine la apreciación de los encuestados respecto del ambiente sonoro se usó un diagrama radial para ver la distribución de los datos como se observa en la figura N° 32.

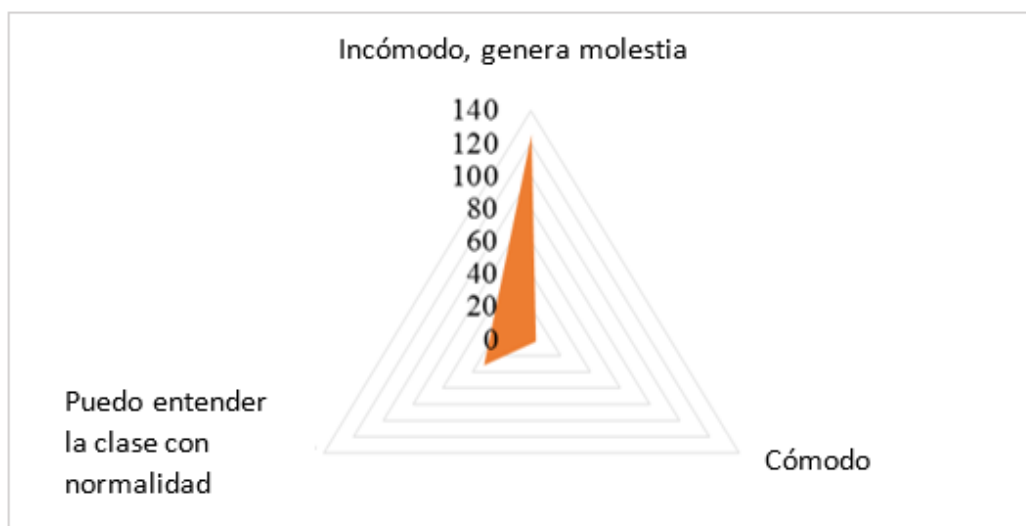


Figura N° 32: Apreciación Sonora respecto de las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo
 Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el análisis se agrupan en tres factores como se observa en la figura N° 32, las distribuciones de los datos se van hacia la alternativa de incomodidad y que constituye una molestia para la clase, es decir la apreciación de las personas encuestadas respecto de las aulas en base al nivel de ruido que se escucha en las mismas es negativa.

$$\text{Confort Sonoro} = \frac{\# \text{ De personas comodas con el nivel de ruido}}{\# \text{ Total de Encuestados}} \times 100$$

Fórmula 04: Confort Sonoro en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Confort Sonoro} = \frac{35}{160} \times 100 = 21,88 \%$$

De acuerdo a la fórmula de la figura N° 32, se halló el confort Sonoro y fue de 21,88% quiere decir que de las 160 personas encuestas solo 35 se encuentran cómodas con el nivel de ruido del aula y pueden entender la clase sin ningún problema y 125 personas se sienten totalmente insatisfechas con el nivel de ruido del aula ya que les genera mucha molestia e interrumpe al profesor durante la clase.

3.1.6. Confort Lumínico: El confort lumínico hace referencia a la comodidad que existe respecto del nivel de iluminación o luminancia existente en un ambiente determinado, en este caso dentro del aula universitaria. Para determinar dicho confort se realizaron mediciones del nivel de iluminación en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo durante la noche, en el periodo de 07:00 p.m. a 09:00 p.m., escogiendo los cursos de la carrera de Ingeniería Industrial que se encontraban en ese turno. Se obtuvieron 210 datos de mediciones (ver anexo 07) y los resultados fueron los siguientes:

Tabla N° 27: Resultados de las mediciones de nivel de iluminación en las aulas

| Indicadores | Nivel de Iluminación (Luxes) |
|-----------------------------|------------------------------|
| Máximo nivel de iluminación | 367,4 |
| Mínimo nivel de iluminación | 231,6 |
| Media | 291,90 |
| Mediana | 299,50 |
| Moda | 298,40 |
| Desviación Estándar | 27,97 |
| 5% Media | 14,59 |

Fuente: Elaboración propia.

De los 210 datos obtenidos se obtuvo un nivel máximo de iluminación de 367,4 luxes, también se obtuvo un nivel mínimo de iluminación de 231,6 luxes, cabe resaltar que durante las mediciones se pudo observar que varias de las luminarias producían parpadeos durante su funcionamiento.

Las medidas de tendencia central nos indican que existe una media de 291,90 luxes, es decir que es el promedio de todas las mediciones realizadas, una mediana de 299,50 luxes, es decir que la mitad de los valores se encuentran entre 231,6 y 299,50 luxes y la otra mitad se encuentra entre 299,50 y 267,4 luxes y por ultimo nos da una moda de 298,40 luxes, es decir que es el valor que se repite más veces a la hora de hacer las mediciones. La desviación estándar de la distribución de datos es de 27,97 y el 5% de la media de 14,59 quiere decir que se usara la desviación como valor de referencia para determinar el nivel de iluminación en el aula, en otras palabras, existe una variación en los datos de - +27,97 y -27,97 luxes.

En base a lo hallado, si tomamos como referencia el Modelo de Licenciamiento y su Implementación en el Sistema Universitario Peruano elaborado por SUNEDU, el cual se define como un procedimiento obligatorio donde las universidades deben cumplir las

CBC para alcanzar una licencia que las habilite a prestar el servicio educativo, en la condición III indica que el servicio educativo debe prestarse en ambientes que cumplan requisitos mínimos de seguridad, capacidad y equipamiento necesario, esto incluye a la iluminación, donde se dice: “los locales cumplen con las normas de seguridad estructural en edificaciones y prevención de riesgos en **ESTRICTO CUMPLIMIENTO** con las normas del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres” y esto cita como fuente al Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones, el cual considera como normativa en materia de seguridad al Reglamento Nacional de Edificaciones, donde nos dice en la norma A.040 Educación, que la iluminación artificial en Aulas debe ser de 250 luxes. Con este valor se halló el siguiente indicador.

$$\text{Eficiencia lumínica en las aulas} = \frac{\text{Nº de datos mayores o iguales a 250 luxes}}{\text{Total de mediciones}} \times 100$$

Fórmula N° 05: Indicador de eficiencia lumínica en las aulas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 28: Conteo de datos respecto del Reglamento Nacional de Edificaciones

| | |
|--|------|
| Total de datos | 210 |
| Nivel de iluminación menor a 250 luxes | 23 |
| Nivel de iluminación mayor a 250 luxes | 187 |
| Eficiencia | 89 % |

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Eficiencia lumínica en las aulas} = \frac{187}{210} \times 100 = 89,05 \%$$

Como resultado, en base al Reglamento Nacional de Edificaciones existe una eficiencia lumínica en las aulas del 89,05 %, es decir que un 10,95 % no cumple con el valor establecido, se encuentran por debajo de los 250 luxes en el periodo de 07:00 a 09:00 p.m. durante el día.

Si nos basamos en la Norma básica de Ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico, en el título VII: Condiciones ambientales de trabajo, en el apartado 31, el nivel mínimo de iluminación para aulas es de 300 luxes. Hallando un nuevo valor de eficiencia.

Tabla N° 29: Conteo de datos respecto de la Norma básica de Ergonomía en el Perú

| | |
|--|--------|
| Total de datos | 210 |
| Nivel de iluminación menor a 300 luxes | 108 |
| Nivel de iluminación mayor a 300 luxes | 102 |
| Eficiencia: | 48,57% |

Fuente: Elaboración propia.

La eficiencia en base a la Norma básica de Ergonomía, fue de 48,57%, es decir que un 51,43% no cumple con los 300 luxes de iluminación como mínimo en el periodo de 07:00 p.m. a 09:00 p.m.

Ahora el artículo 7 de la Norma A.040 del Reglamento Nacional de Edificaciones precisa que “las edificaciones de centros educativos además de lo establecido en la presente Norma deberán cumplir con lo establecido en las Normas A.010: Condiciones Generales de Diseño y A.130: Requisitos de Seguridad, del presente reglamento. Donde la Norma A.010 en el artículo 50 dice “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”, la cual establece los niveles de iluminancia para ambientes en el interior, donde a salones de clase le corresponde 500 luxes y la calidad de la iluminación tiene que ser de tipo A (Tareas visuales muy exactas) y B (Tareas visuales con alta exigencia. Tareas visuales de exigencia normal y de alta concentración).

Basándonos en este otro estándar de iluminación, la eficiencia es de 0,0 %, es decir que ningún aula cumple con tener una iluminación mínima de 500 luxes durante el periodo de las 07:00 p.m. a las 09:00 p.m. durante el día.

El confort lumínico se halló realizando encuesta en los salones con mayor número de estudiantes de la carrera de ingeniería industrial dentro del periodo establecido, se realizaron 5 encuestas, los cursos encuestados fueron:

Tabla N° 30: Estudiantes encuestados sobre el nivel de iluminación en las aulas

| Curso | Aula | Grupo | Número de estudiantes encuestados |
|--------------------------------|------|-------|-----------------------------------|
| Comunicación II | 414 | A | 33 |
| Diseño de Plantas Industriales | 414 | A | 37 |
| Costos Industriales | 406 | B | 39 |
| Comercio Exterior | 410 | A | 28 |
| Análisis Matemático II | 407 | C | 31 |

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa fueron 168 alumnos encuestados sobre la iluminación en el aula, el proceso de encuesta se llevó a cabo después de las mediciones con explicación previa, por los siguientes motivos:

- Aumentar la confiabilidad de los datos, debido a que los alumnos no tienen conocimiento del porqué de esta investigación.
- Evitar respuestas inadecuadas que invaliden la encuesta.

Las preguntas hacen referencia la comodidad respecto de la iluminación, la preferencia de luz, si las luminarias cuentan con protectores de seguridad, la existencia de luminarias fundidas y en mal estado, etc. Los resultados fueron los siguientes:

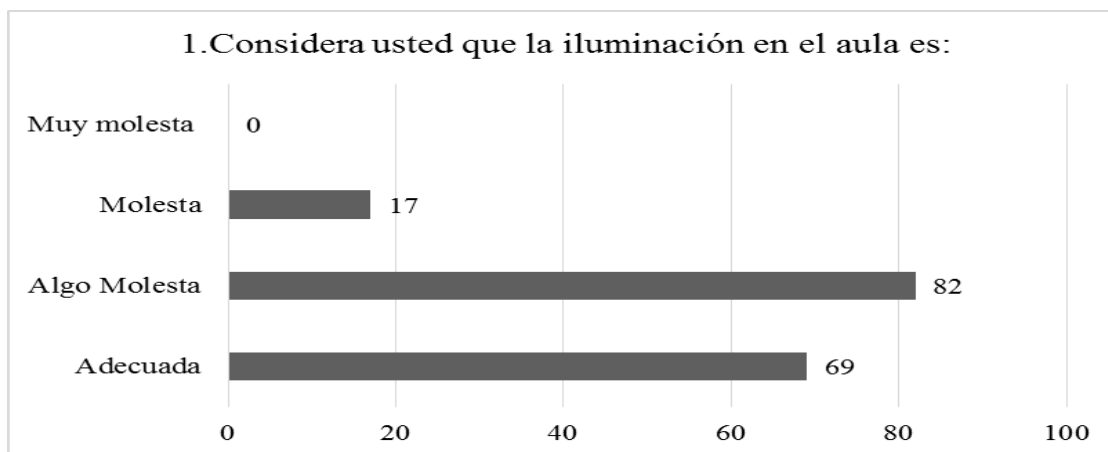


Figura N° 33: Pregunta N° 01 de la encuesta sobre el nivel de iluminación en las aulas
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 33 se observan las respuestas de como consideran la iluminación los encuestados, según las justificaciones de cada respuesta se hizo un análisis dividiéndolo en tres grupos como se observa en la figura N° 34 en base a la preferencia del nivel de iluminación en el aula.

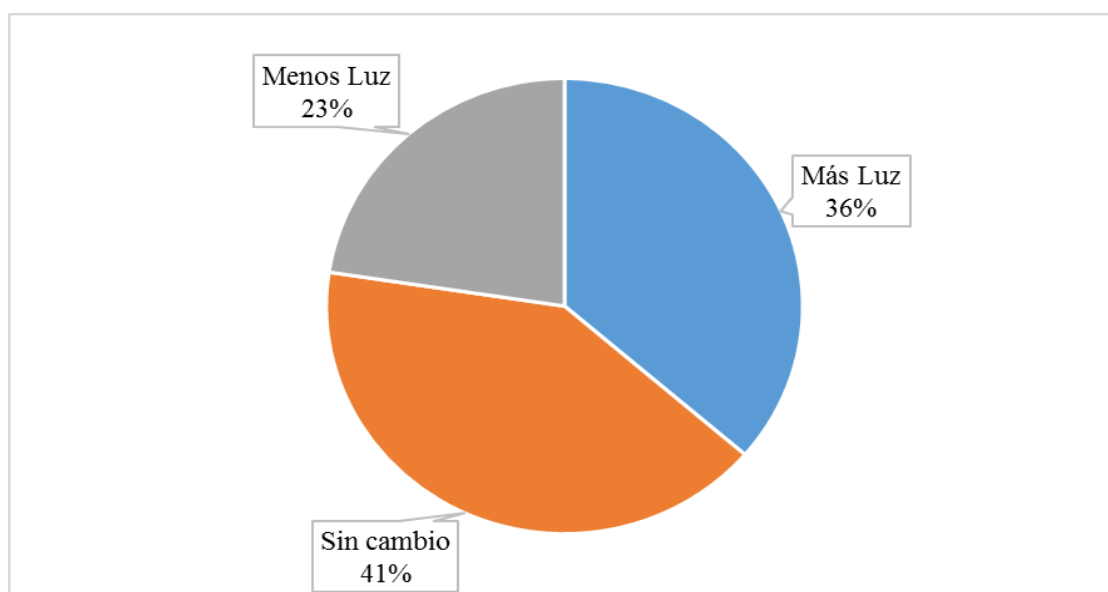


Figura N° 34: Preferencia de luminancia en las aulas del cuarto piso edificio Antigo
Fuente: Elaboración propia.

De los 168 alumnos encuestados respecto a la preferencia del nivel de iluminación en el aula, existe un 41% que equivale a 69 personas que piensan que la iluminación es adecuada y no se debe dar ningún cambio, un 36% que equivale a 61 personas piensan que la iluminación no es adecuada, es incomoda y que como medida de mejora aumentarían el nivel de iluminación existente, es decir más luz, un 23% que equivale a 38 personas piensan que la iluminación no es adecuada, es excesiva y como medida de mejora disminuirían el nivel de iluminación, es decir menos luz.

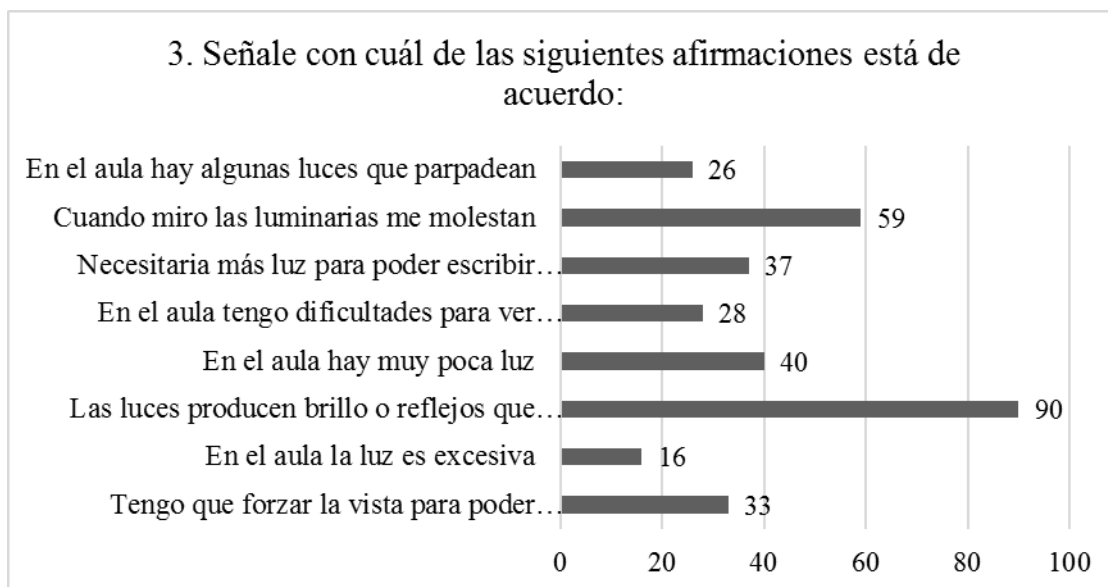


Figura N° 35: Pregunta N° 03 de la encuesta sobre el nivel de iluminación en las aulas
Fuente: Elaboración propia.

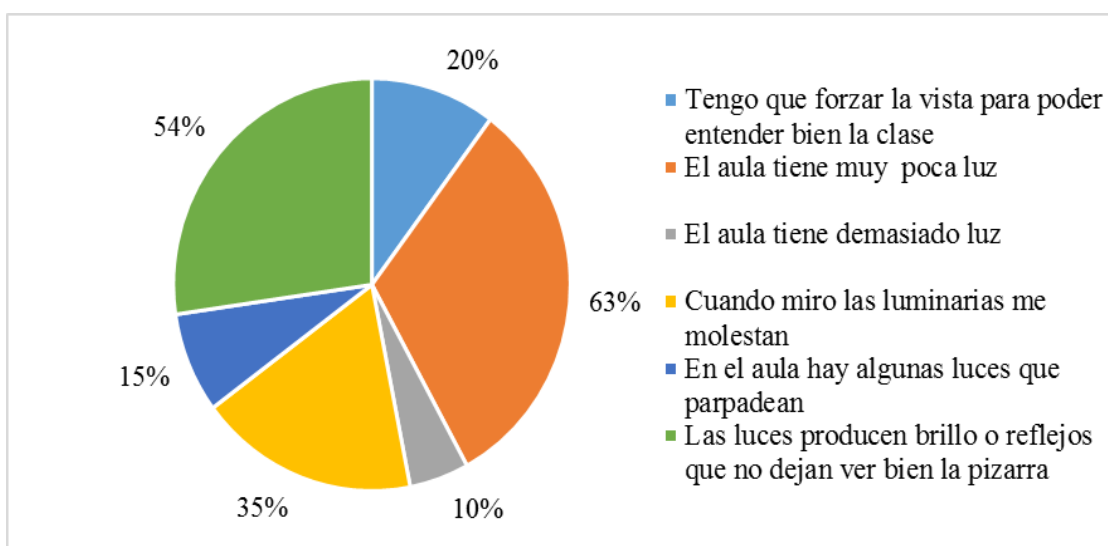


Figura N° 36: Apreciación del nivel de iluminación en las aulas del cuarto piso edificio Antigua

Fuente: Elaboración propia.

De los 168 encuestados sobre las características y apreciación del aula, existe un 63% que equivale a 105 personas que la describen como un aula con poca luz, un 54% que equivale a 90 personas que la describen como un aula donde las luces producen brillo o reflejos que no dejan ver bien la pizarra, un 35% que equivale a 59 personas que la describen como un aula donde las luminarias molestan cuando las observas, un 20% que equivale a 33 personas que la describen como un aula donde se tiene que forzar la vista para poder entender bien la clase, un 15% que equivale a 26 personas que la describen como un aula con luces que parpadean durante la clase y por último un 10% que equivale a 16 que la describen como un aula con demasiado luz.

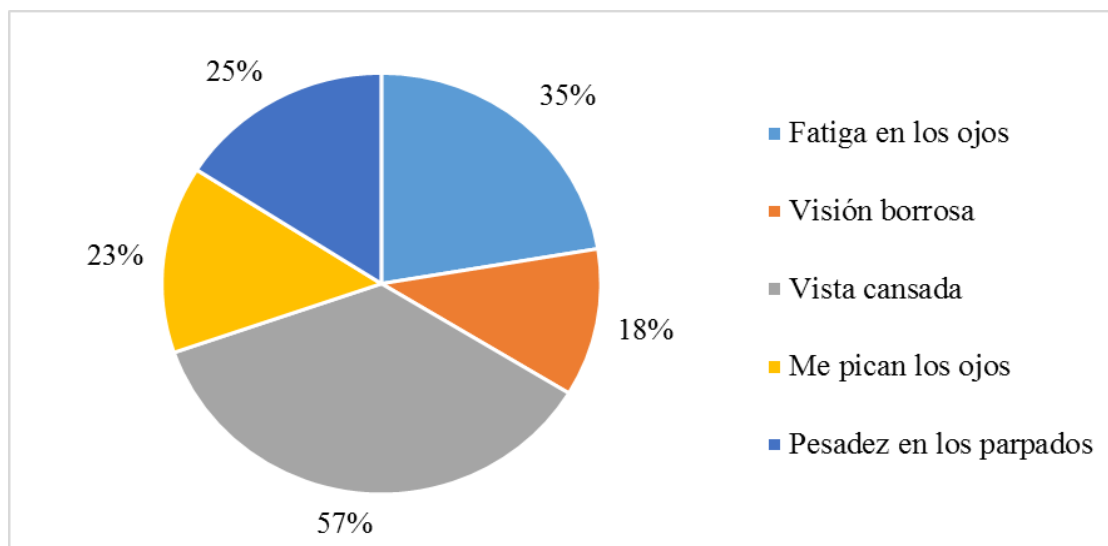


Figura N° 37: Complicaciones a la vista de los estudiantes encuestados sobre el nivel de iluminación

Fuente: Elaboración propia.

De los 168 encuestados sobre si durante o después de las clases sienten uno de estos diferentes síntomas, existe un 57% que equivale a 95 personas que sienten la vista cansada durante o luego de terminar la clase, un 35% que equivale a 59 personas que sienten fatiga en los ojos durante o al terminar la clase, un 25% que equivale a 42 personas que sienten pesadez en los párpados, un 23% que equivale a 38 personas que sienten picazón en los ojos y por último un 18% que equivale a 30 personas que tienen la visión borrosa durante o al final de clase.

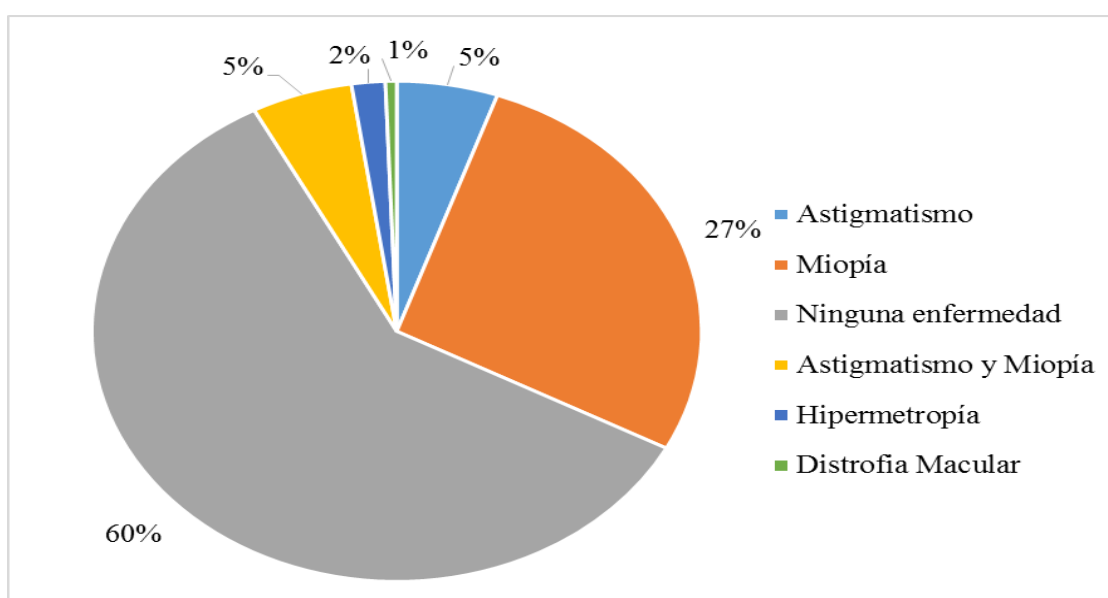


Figura N° 38: Enfermedades que impiden ver correctamente de parte de los encuestados

Fuente: Elaboración propia.

De los 168 encuestados respecto a enfermedades que les impida ver correctamente, existen un 60 % que equivale a 100 personas que no tienen ninguna enfermedad o complicación que le impida ver correctamente, un 27% que equivale a 46 personas que tienen miopía lo cual produce una visión borrosa o poco clara de los objetos lejanos, un

5% que equivale a 9 personas que tienen astigmatismo lo cual provoca que se vean algo deformadas las imágenes y poco claro el contorno de las cosas, un 5% que equivale a 9 personas que tienen astigmatismo y miopía por lo que es complicado ver bien las cosas, un 2% que equivale a 3 personas que tienen hipermetropía lo que imposibilita con claridad ver los objetos próximos y por último un 1% que equivale a 1 persona que tiene distrofia macular generando una pérdida de agudeza visual central.

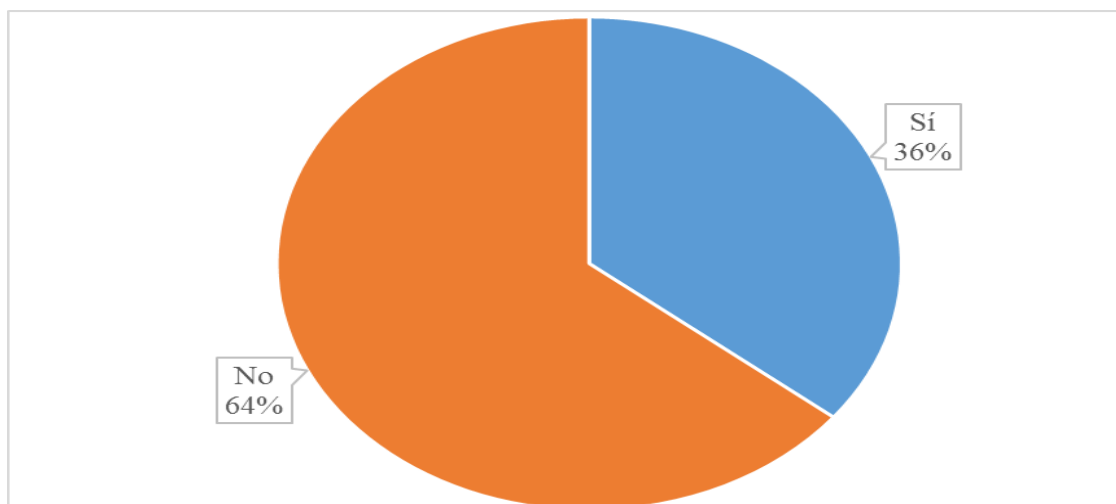


Figura N° 39: Existencia de luminarias malogradas y sucias en las aulas del cuarto piso edificio Antiguo

Fuente: Elaboración propia.

De los 168 encuestados sobre el estado de las luminarias el 64% que equivale a 108 personas afirman que no existen luminarias en mal estado, ni malogradas ni sucias y un 36% que equivale a 60 personas corroboran la existencia de luminarias malogradas y sucias. A esto se le debe añadir que ninguna de las luminarias tiene protectores de seguridad en caso de ocurrir un accidente y si estas se rompieran los vidrios caerían sobre los estudiantes. También debemos tomar en cuenta que durante el momento de las mediciones se detectaron parpadeos lo que ocasionaba un descenso considerable de hasta 50 luxes en un periodo de 5 minutos.

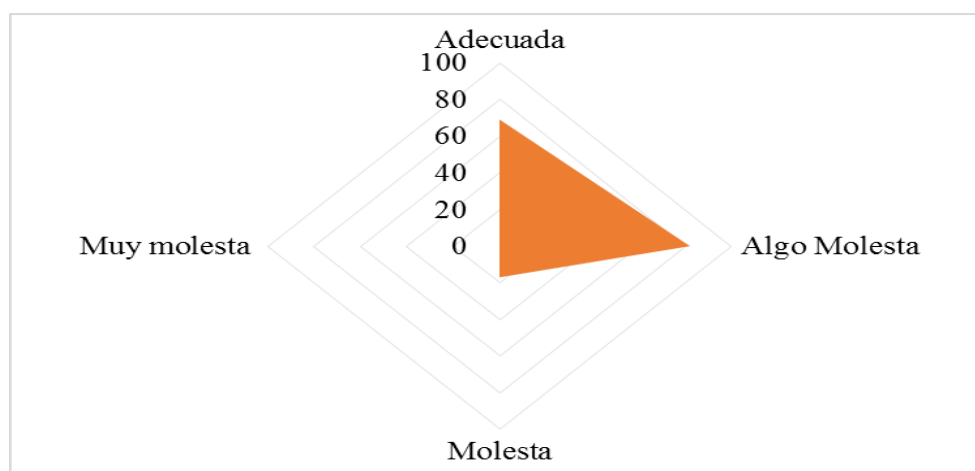


Figura N° 40: Confort lumínico en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura N° 40 la distribución de los datos se ubica entre adecuada y algo molesta por lo que al parecer no es tan negativa, es decir la apreciación de los alumnos o personas encuestadas respecto de la iluminación existente en el aula es buena podría decirse.

$$\text{Confort Lumínico} = \frac{\# \text{ De personas cómodas con el nivel de iluminación}}{\# \text{ Total de Encuestados}} \times 100$$

Fórmula N° 06: Confort lumínico en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Confort Lumínico} = \frac{69}{168} \times 100 = 41,07 \%$$

Siguiendo la ecuación del confort lumínico, se obtuvo un resultado de 41,07 %, esto quiere decir que solo 69 personas se sienten cómodas con el nivel de iluminación que se da en el aula y un 59% que equivale a 99 se encuentran incomodas ya sea por diferentes motivos, muy poca luz, mucha luz, reflejos en la pizarra, etc. Todo esto en un periodo de 07:00 a 09:00 p.m.

3.1.7. Confort húmedo: El confort húmedo hace referencia a la comodidad que existe respecto del nivel de humedad dado en un ambiente determinado, en este caso dentro del aula universitaria. Si bien para determinar el confort se tiene que realizar a base de encuestas en este caso el confort húmedo es igual a la eficiencia que existe en el aula respecto de la humedad. Para ello se hicieron mediciones en las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo en el periodo de 11:00 a.m. a 09:00 p.m., escogiendo los cursos de la carrera de Ingeniería Industrial que se encontraban en ese turno. En total se obtuvieron 425 datos de mediciones (ver anexo 08) y los resultados fueron los siguientes:

Tabla N° 31: Resultados de las mediciones de nivel de humedad en las aulas

| Indicadores | Humedad (%) |
|--------------------------|-------------|
| Nivel máximo de Humedad | 70,10% |
| Nivel mínimo Temperatura | 50,40% |
| Media | 61,87% |
| Mediana | 63,20% |
| Moda | 62,90% |
| Desviación Estándar | 5,30% |
| 5% Media | 3,09% |

Fuente: Elaboración propia.

De los 425 datos obtenidos se obtuvo un nivel máximo de humedad del 70,10%, también se obtuvo un nivel mínimo de humedad del 50,40%.

Las medidas de tendencia central nos indican que existe una media del 61,87%, es decir que es el promedio de todas las mediciones realizadas, una mediana del 63,20%, lo que indica que la mitad de los datos se encuentran entre 50,40% y 63,20% y la otra mitad

entre 63,20% y 70,10%, una moda del 62,90%, lo que significa que es el valor que más se repite de todas las mediciones realizadas.

La desviación estándar de la distribución de los datos es de 5,30 % y el 5% de la media es de 3,09 %, por lo que se tomara la desviación estándar como valor de referencia para la humedad de las aulas, es decir que existe una variación en los datos de + 5,30 % y - 5,30 %.

En base a la Norma básica de Ergonomía del Perú, la condición de trabajos para trabajos sedentarios respecto a la humedad debe estar comprendida entre 30 y 70%, de haber aparatos eléctricos, maquinas entre otros que empleen la electricidad para funcionar la humedad deberá ser menor a 50%. Con esto hallamos el siguiente indicador:

$$\text{Eficiencia húmeda en las aulas} = \frac{\text{Nº datos entre 30 y 70\%}}{\text{Total de mediciones}} \times 100$$

Fórmula N° 07: Indicador de eficiencia humedad en las aulas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 32: Conteo de datos respecto del Real Decreto 486/1997

| | |
|--|-----|
| Total de datos | 425 |
| Nivel de humedad entre 30 y 70% | 425 |
| Nivel de humedad no ubicada entre 30 y 70% | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Eficiencia húmeda en las aulas} = \frac{425}{425} \times 100 = 100 \%$$

Como resultado, existe una eficiencia húmeda en las aulas del 100 % quiere decir que cumple con los valores propuestos, cabe resaltar que el MINTRA hace referencia al Real Decreto 486/1997 al momento de describir la humedad en los puestos de trabajo (aulas), de igual manera se cumple en un periodo de 11:00 a.m. a 09:00 p.m. durante el día.

3.2. Capacidad Edificio Antigo USAT

Como se ha mencionado antes el edificio Antigo es el destinado para llevar a cabo las clases de Ingeniería, pero no solo la de esta facultad, también las otras facultades cursan en este edificio. Inicialmente cuando recién se inauguró la Universidad el edificio era de 3 pisos, posteriormente luego de un tiempo se habilitó el cuarto piso. Actualmente cuenta con una capacidad de 2490 personas, distribuidos de la siguiente manera:

- Primer piso: 598 personas
- Segundo piso: 608 personas
- Tercer piso: 638 personas
- Cuarto piso: 646 personas

Siendo el cuarto piso el de mayor capacidad, otro gran fundamento que apoya el realizar un acondicionamiento al cuarto piso debido al número de personas afectadas.

3.2.1 Aulas de cuarto piso edificio Antiguo: El cuarto piso tiene 14 aulas, las cuales cuentan con las siguientes características (ver anexo 18):

- Altura: 3,72 metros.
- Ancho: 7,75 metros.
- Largo: 10 metros
- Piso cerámico: 0,43 x 0,43 cm.

Los salones en su mayoría cuentan con dos puertas (un total de 12) y solo 2 tienen una sola puerta. Están hechas de madera y tienen una pequeña ventanilla donde se puede observar el salón desde fuera, son de color plateado. Tienen las siguientes dimensiones:

- Largo: 2,1 metros
- Ancho: 1,2 metros
- Espesor: 0,042 metros



Figura N° 41: Puerta de madera – aulas edificio Antiguo

Fuente: Elaboración propia.

Todas las aulas cuentan con dos tipos de ventanas, unas ventanas pequeñas que dan hacia el pasillo de la universidad y unas grandes que dan al exterior de la misma. Ambas ventanas son hechas de cristal templado transparente. Este tipo de cristal ofrece seguridad y visibilidad permite el reflejo del sol en la mañana o tarde, minimizando el uso de luminarias. Las ventanas están colocadas en un marco de aluminio. Tienen las siguientes dimensiones:

- Largo ventana 1: 64 centímetros
- Ancho ventana 1: 62 centímetros
- Espesor ventana 1: 5 milímetros
- Largo ventana 2: 155 centímetros
- Ancho ventana 2: 87 centímetros
- Espesor ventana 2: 5 milímetros

A su vez todas las ventanas están cubiertas con cortinas verdes de tela, para minimizar el ruido exterior y los rayos solares en caso de ser excesivos.



Figura N° 42: Ventanas pequeñas – aulas edificio Antiguo
Fuente: Elaboración propia.

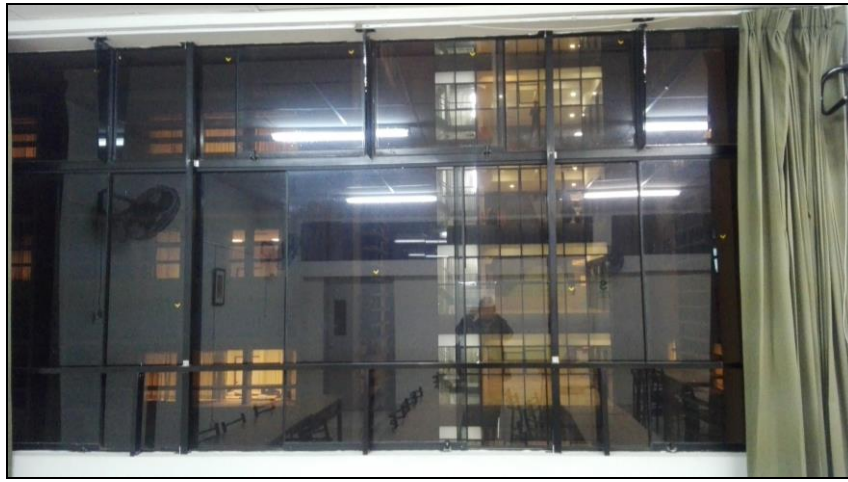


Figura N° 43: Ventanas grandes – aulas edificio Antiguo
Fuente: Elaboración propia.

El techo del cuarto piso está compuesto por dos superficies, la primera es calamina de acero recubierta de zinc de forma trapezoidal que da hacia el exterior del edificio, la otra superficie se encuentra por debajo de la calamina a 1,02 metros y consta de baldosas de fibra mineral con bordes rectos de 61 x 61 centímetros, con suspensiones metálicas de acero galvanizado, donde se suspende la baldosa.

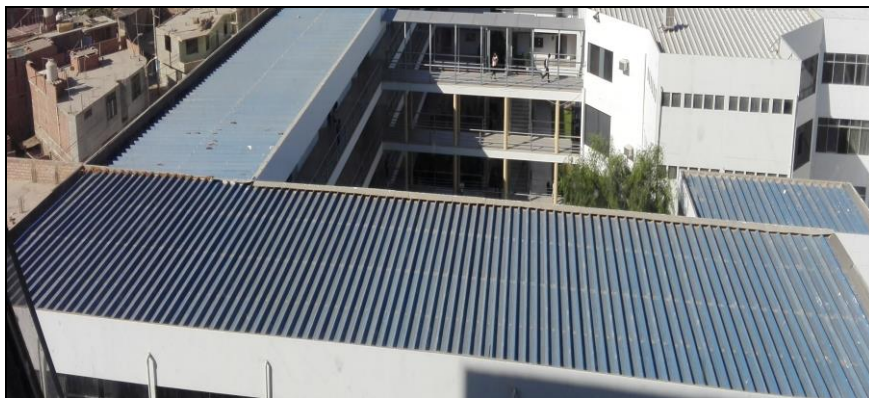


Figura N° 44: Techo de calamina de forma trapezoidal edificio Antiguo
Fuente: Elaboración propia.

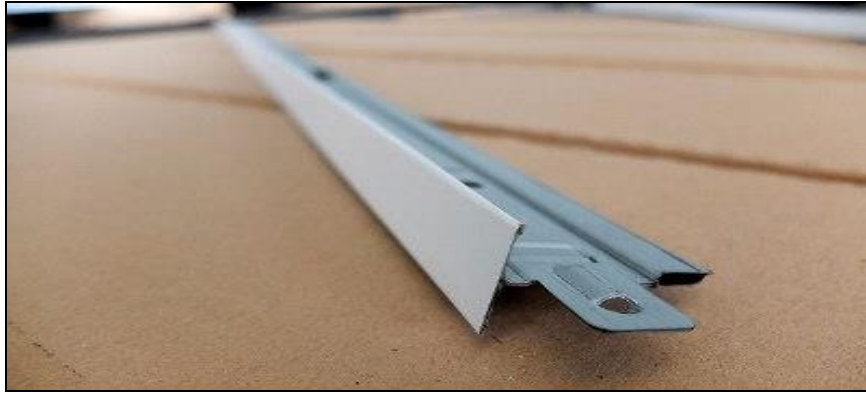


Figura N° 45: Suspensiones metálicas de acero galvanizado

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 46: Cielo raso de baldosas de fibra mineral cuarto piso edificio Antiguo

Fuente: Elaboración propia.

También todas las aulas cuentan con 4 ventiladores IMACO de pared para refrescar el aire interior y mantenerlo a una temperatura ideal. Consta de 3 velocidades, con una cabeza móvil en rango de 180°, con un ancho de 68 cm., un alto de 68 cm. y un diámetro de 24 pulgadas. El ventilador tiene una potencia de 105 W y es de 3 aspas de acero para evitar la corrosión.



Figura N° 47: Ventiladores IMACO de 105 W

Fuente: Elaboración propia.

Todas las aulas a su vez cuentan con 6 luminarias y una de emergencia en casos de apagón general. Cada luminaria tiene 2 fluorescentes TLD de 36 W Philips de luz blanca de 120 centímetros de largo con una duración de 20000 horas de vida con un rango de temperatura de trabajo de 5° a 45° C.



Figura N° 48: Luminarias Philips de 36W

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Diseño de la luminancia en el aula: La tecnología que se utilizó para la mejora es la iluminación LED. Existen diferentes tipos de luminarias LEDs, la marca de mayor confianza y mejor posicionada en el mercado es PHILIPS, cuenta con una alta gama de productos para todo tipo de edificación. En este caso se usarán luminarias empotradas debido al tipo de techo que tiene los salones. Las luminarias a usar deben tener las siguientes características:

- Adaptable a baldosas de 61cm x 61cm.
- Fácil adaptación, no necesita una instalación compleja, se adapta al sistema eléctrico anterior.
- Bajo costo y material resistente.
- Permita un consumo mínimo de energía en estado de reposo.


Las luminarias que mejor se adaptan al cielo raso de fibra mineral son las siguientes:

Tabla N° 33: Luminaria PHILIPS OFFISIMPLE 410

| | OFFISIMPLE 410 LED |
|------------------------------------|---|
| Luminaria | |
| Descripción | Luminaria para interiores, para ser empotrada en FCR, utilizada en aplicaciones de iluminación general. Óptica doble parabólica en aluminio anodizado mate. Disponible en versión de 4 lámparas de 10 W. No requiere equipo de encendido, conexión directa a 220V. Costos operativos reducidos, 0 costo de mantenimiento y tiene un 70% de ahorro de energía comparado con tubos fluorescentes tradicionales. No contiene mercurio. |
| Aplicaciones | Oficinas, edificios públicos, tiendas, escuelas, almacenes, supermercados, estacionamientos, cámaras frigoríficas. |
| Características | Carcasa en plancha de acero de 0,5 mm de espesor, pintada al horno en color blanco. Óptica en aluminio anodizado mate de alta pureza, espesor de 0,3 mm. Vida útil: 40000 horas. Cableado asegurado a la carcasa. |
| Dimensiones (L x A x H) | 600 x 600 x 70 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 34: Luminaria PHILIPS OFFISIMPLE 418 LED

| OFFISIMPLE 418 LED | |
|----------------------------|---|
| Luminaria |  |
| Descripción | Luminaria para interiores, para ser empotrada en FCR utilizada en aplicadas de iluminación general. Óptica doble parabólica en aluminio anodizado mate. Disponible en versión de 4 lámparas de 18 W. Incluye equipo de encendido con balasto electrónico. |
| Aplicaciones | Oficinas, corredores, pasillos, tiendas, escuelas |
| Características | Carcasa en plancha de acero de 0,5 mm de espesor, pintada al horno en color blanco. Óptica en aluminio anodizado mate de alta pureza, espesor de 0,3 mm. Vida útil: 40000 horas. Cableado asegurado a la carcasa. Incluye un balasto electrónico con conexión a tierra. Disponible para lámparas de 18 y 36 W. |
| Dimensiones (L x A x H) | 600 x 600 x 70 1200 x 300 x 70 |

Fuente: Elaboración propia.

Estas luminarias son adaptables tanto para tubos LED de 10, 18 y 36 W, PHILIPS cuenta con su gama Master LEDtubo, el cual tiene las siguientes características para su uso en oficinas, colegios, universidades y hospitales:

- Horas de funcionamiento normalmente de 12 horas por día.
- Reducción de energía y costos de mantenimiento.
- Produce alta calidad de luz, cumpliendo con la normativa ergonómica y del reglamento de edificaciones.
- Requerimiento de luz: 500 a más luxes.
- Se adapta a cualquier sistema de iluminación, acoplado el tubo en el sistema existente.
- Con el fin de garantizar la máxima compatibilidad con las luminarias existentes, los tubos LED suelen requerir una reorientación hacia el lugar donde más luz se necesita. Por eso todos los productos PHILIPS Master incorporan esta característica de serie. De esta forma el LEDtubo puede girarse fácilmente hasta 90 grados, lo que le permite dirigir la luz libremente para conseguir el mejor efecto.

Los tubos LED que pueden colocarse en las luminarias mencionadas son solo tubos de 600 milímetros.

Tabla N° 35: Gama Master LEDtubo PHILIPS

| Descripción | LED | Tradicional | Casquillo rotatorio | Flujo luminoso | Funcionamiento | IRC | Temperatura de color | Vida útil | Precio |
|--------------------|-----|-------------|---------------------|----------------|----------------|-----|----------------------|-----------|--------|
| Master LEDtubo | W | W | | lm | | | K | Horas | € |
| 600 mm series | 9 | 18 | Si | 1000 | EM y 230 V | 83 | 3000 | 50000 | 17,99 |
| 600 mm series | 9 | 18 | Si | 1050 | EM y 230 V | 83 | 4000 | 50000 | 17,99 |
| 600 mm series | 9 | 18 | Si | 1050 | EM y 230 V | 83 | 6500 | 50000 | 17,99 |
| 600 mm Instant Fit | 10 | 18 | Si | 1000 | EM y 230 V | 83 | 3000 | 50000 | 29,99 |
| 600 mm Instant Fit | 10 | 18 | Si | 1050 | EM y 230 V | 83 | 4000 | 50000 | 29,99 |
| 600 mm Instant Fit | 10 | 18 | Si | 1050 | EM y 230 V | 83 | 6500 | 50000 | 29,99 |

Fuente: Elaboración propia.

Antes de escoger la luminaria y el tipo de tubo que se va a usar, se ha tomado un caso en la misma universidad como referencia, donde emplean luminarias OFFISIMPLE 410 LED con LEDtubo de 600 mm de 18 W. A fines del 2015 la universidad Santo Toribio de Mogrovejo, decidió invertir en iluminación LED en algunas aulas, oficinas y pasadizos como estudio piloto para ver qué tan favorables era el cambio. Se procedió a realizar el cambio en las aulas 213 y 214 del edificio Antiguo en el segundo piso, en el ingreso del edificio Juan Pablo II, en las aulas 307 y 701 del mismo y en los pasadizos del 1°, 2°, 6° y 8° del JPII. Algunas de las mejoras se notan en la vida útil de estas luminarias que son de 50000 horas a diferencia de los fluorescente convencionales que eran de 8000 horas. A continuación, se hace una comparación de los beneficios de los fluorescentes que hay en las aulas del cuarto piso, los tubos led propuestos por la universidad como mejora y Master LEDtubo.

Tabla N° 36: Mejoras al cambiar a Master LEDtubo

| | Fluorescente | LED tubo | Master LEDtubo |
|---|--------------|---------------|----------------|
| Contiene mercurio y metales pesados | SI | NO | NO |
| Usa cebador | SI | NO | NO |
| Usa balastro | SI | SI | NO |
| Genera energía reactiva | SI | NO | NO |
| Consume con tubo fundido | SI | NO | NO |
| Potencia tubo 60 cm | 18 W | 18 W | 10 W |
| Potencia tubo 120 cm | 36 W | 36 W | 18 W |
| Potencia tubo 150 cm | 58 W | 58 W | 22 W |
| Consumo balastro/driver 1 x 60 cm | 7 W | 1 W | 1 W |
| Consumo balastro/driver 1 x 120 cm | 7 W | 2 W | 2 W |
| Consumo balastro/driver 1 x 150 cm | 11 W | 3 W | 3 W |
| Emite ultravioletas | SI | NO | NO |
| Temperatura de superficie | 80° | 60° | 40° |
| Rango de temperatura de trabajo | DE 5 A 45°C | DE -10 A 40°C | DE -20 A 69°C |
| Peligro por rotura | SI | SI | NO |
| Tensión de trabajo | 240 V | 12 V | 12 V |
| Riesgo eléctrico | SI | NO | NO |
| Vida útil | 600 - 17 000 | 25000 | 50 000 |
| Produce parpadeo durante el uso | SI | NO | NO |
| Encendido instantáneo | NO | NO | SI |
| Sobre consumo por encendidos múltiples | SI | NO | NO |
| Degradación lumínica por cada 3 000 horas | 30% | 10% | 2% |

Fuente: Área de Mantenimiento USAT, 2016.

A su vez para corroborar se realizaron mediciones para averiguar el nivel de iluminación que existe en el aula, las únicas aulas donde se ha instalado iluminación LED son la 213 y 214 es por ello que se escogieron como muestra, se usó un luxómetro (el mismo usado en el diagnóstico) y se realizó la medición de 07:00 p.m. a 09:00 p.m., en esta ocasión se midió en cada lugar de la mesa de trabajo. La mesa de trabajo consta de 4 asientos, por lo que en total se hicieron 4 mediciones por carpeta una cantidad de 5 veces para obtener un valor estándar (ver anexo 09). Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 37: Niveles de iluminación promedios en las aulas 214 y 213, segundo piso – edificio Antiguo

| | | Asiento 1 | Asiento 2 | Asiento 3 | Asiento 4 |
|---------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 07:05:00 p.m. | Mesa 1 | 512,50 | 492,00 | 499,50 | 502,75 |
| 07:15:00 p.m. | Mesa 2 | 503,75 | 493,00 | 496,75 | 504,50 |
| 07:25:00 p.m. | Mesa 3 | 510,00 | 501,50 | 503,50 | 492,00 |
| 07:35:00 p.m. | Mesa 4 | 495,50 | 502,00 | 510,50 | 511,75 |
| 07:45:00 p.m. | Mesa 5 | 519,00 | 506,25 | 510,25 | 502,00 |
| 07:55:00 p.m. | Mesa 6 | 500,25 | 508,50 | 503,50 | 498,25 |
| 08:05:00 p.m. | Mesa 7 | 511,00 | 523,00 | 536,75 | 543,50 |
| 08:15:00 p.m. | Mesa 8 | 504,75 | 511,50 | 510,50 | 527,25 |
| 08:25:00 p.m. | Mesa 9 | 510,50 | 499,50 | 503,75 | 511,75 |
| 08:35:00 p.m. | Mesa 10 | 391,18 | 322,28 | 348,10 | 393,63 |

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 37 las mediciones arrojaron niveles de iluminación cerca de los 500 luxes, una diferencia abrumadora si lo comparamos con los resultados del nivel de iluminación que generan los tubos fluorescentes. Con estos nuevos datos se obtuvieron los siguientes indicadores estadísticos.

Tabla N° 38: Resultados de las mediciones realizadas aulas 213 y 214, segundo piso – edificio Antiguo

| Indicadores | Valores |
|-----------------------------|---------|
| Total de datos | 160 |
| Nivel máximo de iluminación | 546 |
| Nivel mínimo de iluminación | 319,4 |
| Media | 492,87 |
| Mediana | 504 |
| Moda | 510 |
| Desviación E. | 45,38 |
| 5% Media | 24,64 |
| Eficiencia 250 luxes | 100% |
| Eficiencia 300 luxes | 100% |
| Eficiencia 500 luxes | 72% |

Fuente: Elaboración propia.

El valor máximo hallado fue de 546 luxes y el mínimo valor fue de 319,4 luxes, se obtuvo una media de 492,87 significa que es el promedio de todos los datos encontrados, una mediana de 504 luxes, es decir que el 50% de los datos están entre 319,4 y 504 y el otro 50% entre 504 y 546, además se obtuvo una moda de 510, es decir es el valor que más se repite en las mediciones.

La desviación estándar es de 45,38 y el 5% de la media es 24,64, al ser mayor la desviación quiere decir que los datos varían entre +45,38 y -45,38 luxes.

En conclusión, los resultados son muy buenos, teniendo un 100 % de eficiencia respecto de los valores establecidos por la Norma E.M. 110, A.040, A.010 y la Ley Básica de Ergonomía, y un 72% de eficiencia por parte de la norma E.M. 010 por lo que en caso de haber una auditoria por parte de la SUNEDU, de existir este tipo de iluminación en todas las aulas del edificio Antiguo podría existir alguna sanción. Es por ello que se usaran Master LEDtubo, a continuación, se enumeran los pasos realizados para el cálculo de las luminarias y la posición de las mismas.

a) Reflectancias efectivas de las superficies: La reflectancia de una superficie se define como la razón entre el flujo luminoso reflejado por la superficie y el flujo que incide sobre ella, es decir determina el porcentaje de la luz que incide sobre una superficie que es reflejada. Para hallarla se empleó la siguiente tabla tomada como referencia del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP. Se consideró este reglamento debido a que en Perú en su reglamento no consideran tablas de reflectancia.

Tabla N° 39: Valores de Reflectancias aproximadas en %, para colores y texturas – RETILAP

| Tono | Color | Porcentaje |
|-----------|--------------|------------|
| Muy claro | Blanco nuevo | 88% |
| | Blanco viejo | 76% |
| | Azul verde | 76% |
| | Crema | 81% |
| | Azul | 65% |
| | Miel | 76% |
| | Gris | 83% |
| Claro | Azul verde | 72% |
| | Crema | 79% |
| | Azul | 55% |
| | Miel | 70% |
| | Gris | 73% |
| Mediano | Azul verde | 54% |
| | Amarillo | 65% |
| | Miel | 63% |
| | Gris | 61% |
| Oscuro | Azul | 8% |
| | Amarillo | 50% |
| | Café | 10% |
| | Gris | 25% |
| | Verde | 7% |
| | Negro | 3% |

Fuente: Elaboración propia.

Las reflectancias efectivas para las aulas del cuarto piso edificio Antiguo corresponde a:

- Techo: Muy Claro – Blanco viejo – 76%
- Paredes: Claro – Crema – 79%
- Piso: Mediano – Miel – 63%

Una vez definidos las reflectancias, se procede a definir los parámetros del local, es decir sus dimensiones. Los cuales son los siguientes:

- Altura: 3,72 metros
- Ancho: 7,75 metros
- Longitud: 10 metros
- Plano o altura de trabajo: 0,78 metros

b) Selección iluminancia media: Luego de conocer el tipo de edificación y la clase de actividad que se ha de realizar allí. Se debe especificar el nivel de iluminancia media requerida por dicho lugar. Para ello usaremos el máximo valor correspondiente a aulas de clase que son 500 luxes, el cual será nuestro objetivo de diseño.

c) Selección conjunto lámpara – luminaria: Para este tipo de infraestructura es común usar tubos fluorescentes, en este caso seguiremos el diseño implementado en las aulas 213 y 214 del segundo piso del mismo edificio, debido al nivel de iluminación existente en cada lugar donde se ubican los alumnos, pero se usarán tubos led con mayor flujo lumínico. La luminaria es OFFISIMPLE 410 LED y los tubos a usar son MASTER LEDtubo de 600 mm de 10 W. Todo el equipo marca PHILIPS.

- Lámpara: MASTER LEDtubo
- Longitud: 600 mm
- Potencia por lámpara: 10W
- Flujo luminoso por lámpara: 1000 lm
- Eficacia: 100 lm/W

d) Índice de Cavidad del local (k): Para hallar K se debe usar las dimensiones del aula y la altura o plano de trabajo, dado a que la luminaria va empotrada en el techo, el plano de montaje de luminarias es cero. Se debe calcular la diferencia de alturas entre la altura total y la altura de trabajo que viene a ser el tamaño de la mesa de trabajo. Se emplea la siguiente fórmula:

$$hm = \text{Altura total del aula} - \text{Altura de trabajo}$$

Fórmula N° 08: Cálculo de altura de cavidad del local

Fuente: RETILAP, 2012.

$$hm = 3,72 \text{ m} - 0,78 \text{ m} = 2,94 \text{ metros}$$

Luego de calcular hm se utiliza la siguiente fórmula para calcular el índice de cavidad del local. Este debe ser un número entero y en caso de ser decimal, el resultado se debe aproximar al que más le sigue.

$$K = \frac{5 \times hm \times (\text{Largo del local} + \text{Ancho del local})}{\text{Largo del local} \times \text{Ancho del local}}$$

Fórmula N° 09: Cálculo del Índice de cavidad del local

Fuente: RETILAP, 2012.

$$K = \frac{5 \times 2,94 \text{ m} \times (10 + 7,75) \text{ m}}{10 \text{ m} \times 7,75 \text{ m}} = 3,37$$

El índice de cavidad del local es 3,37 pero por ser un número decimal se debe aproximar a su entero más cercano que en este caso sería $K = 3$.

e) Determinar coeficiente de utilización (CU): Con el índice de cavidad del local y las reflectancias efectivas de cada superficie, se procede a determinar el coeficiente o factor de utilización por medio de las hojas de datos entregadas por los fabricantes.

Tabla N° 40: Factor de utilización luminarias PHILIPS

| Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE) | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Reflectancia techo | 0,80 | | 0,70 | | | | 0,50 | | 0,30 | | 0,00 | |
| Reflectancia Paredes | 70 | 50 | 50 | 45 | 40 | 30 | 30 | 10 | 30 | 10 | 0,00 | |
| Reflectancia piso | 50 | 30 | 30 | 20 | 15 | 10 | 10 | 5 | 10 | 5 | 0,00 | |
| K | 0,60 | 0,37 | 0,35 | 0,36 | 0,36 | 0,35 | 0,30 | 0,30 | 0,27 | 0,30 | 0,27 | 0,26 |
| | 0,80 | 0,44 | 0,42 | 0,44 | 0,43 | 0,41 | 0,37 | 0,37 | 0,34 | 0,36 | 0,33 | 0,32 |
| | 1,00 | 0,51 | 0,47 | 0,50 | 0,48 | 0,46 | 0,42 | 0,42 | 0,39 | 0,41 | 0,39 | 0,37 |
| | 1,25 | 0,56 | 0,52 | 0,55 | 0,53 | 0,51 | 0,47 | 0,47 | 0,44 | 0,46 | 0,43 | 0,42 |
| | 1,50 | 0,60 | 0,55 | 0,59 | 0,57 | 0,54 | 0,51 | 0,50 | 0,47 | 0,49 | 0,47 | 0,46 |
| | 2,00 | 0,67 | 0,59 | 0,65 | 0,62 | 0,59 | 0,56 | 0,55 | 0,53 | 0,54 | 0,52 | 0,51 |
| | 2,50 | 0,71 | 0,62 | 0,69 | 0,65 | 0,62 | 0,59 | 0,58 | 0,56 | 0,57 | 0,56 | 0,54 |
| | 3,00 | 0,64 | 0,59 | 0,72 | 0,67 | 0,64 | 0,61 | 0,60 | 0,59 | 0,60 | 0,58 | 0,57 |
| | 4,00 | 0,77 | 0,66 | 0,74 | 0,70 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,62 | 0,62 | 0,61 | 0,59 |
| | 5,00 | 0,79 | 0,68 | 0,76 | 0,71 | 0,67 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,63 | 0,62 | 0,61 |

Fuente: Master Colour CDM - RIII.

- Reflectancia Techo: 76%
- Reflectancia Pared: 79%
- Reflectancia Piso: 63%
- Índice de cavidad del local: 3

Al tener los valores de reflectancia, se ubican en la tabla de factor de utilización para luminarias PHILIPS, donde se ubican los valores aproximados en este caso 80, 70 y 50 para las reflectancias del techo, pared y piso respectivamente y el índice de cavidad del local que viene a ser 3, siendo el factor de utilización la intersección de estos valores en la tabla, que es igual a 0,64.

f) Calcular el factor de mantenimiento (FM): Es la relación de la iluminancia promedio en el plano de trabajo después de un periodo determinado de uso de una instalación y la iluminancia promedio obtenida al empezar a funcionar la misma como nueva. Para cual se deben considerar datos proporcionados por el fabricante al momento de hacer la compra por lo que será difícil calcular el factor de mantenimiento. Por otro lado, la Comisión Internacional de Iluminación otorga unas tablas para encontrar el factor de mantenimiento, en donde basta con especificar la frecuencia con la que se le realiza el mantenimiento a la instalación de iluminación, el tipo de luminaria y finalmente las condiciones medioambientales a las que será sometido el sistema de iluminación. Donde Pure significa muy limpio, Clean hace referencia a limpio, Normal y Dirty significa sucio.

Tabla N° 41: Valores de Factor de Mantenimiento sugeridos por la CIE

| Frecuencia de limpieza (años) | 1 | | | | 2 | | | |
|----------------------------------|------|-------|--------|-------|------|-------|--------|-------|
| | Pure | Clean | Normal | Dirty | Pure | Clean | Normal | Dirty |
| Luminarias abiertas | 0,96 | 0,93 | 0,89 | 0,83 | 0,93 | 0,89 | 0,84 | 0,78 |
| Reflector parte superior abierta | 0,96 | 0,90 | 0,86 | 0,83 | 0,89 | 0,84 | 0,80 | 0,75 |
| Reflector parte superior cerrada | 0,94 | 0,89 | 0,81 | 0,72 | 0,88 | 0,80 | 0,69 | 0,59 |
| Reflectores cerrados | 0,94 | 0,88 | 0,82 | 0,77 | 0,89 | 0,83 | 0,77 | 0,71 |
| Luminarias a prueba de polvo | 0,98 | 0,94 | 0,90 | 0,86 | 0,95 | 0,91 | 0,86 | 0,81 |
| Luminaria con emisión indirecta | 0,91 | 0,86 | 0,81 | 0,74 | 0,86 | 0,77 | 0,66 | 0,57 |

Fuente: Comisión Internacional de Iluminación.

Para calcular el FM se asumió con ayuda del personal de mantenimiento de universidad que en el aula las limpiezas de las lámparas se realizan anualmente y las condiciones ambientales se ubica en Dirty o sucio, además el tipo de luminaria escogida es abierta el factor de mantenimiento es de 0,83.

g) Flujo luminoso total requerido (ϕ_{tot}): Este valor indica cual es el flujo total requerido para producir la iluminación propuesta por la norma o nuestra iluminación objetivo. Este viene dado por la siguiente fórmula:

$$\phi_{tot} = \frac{\text{Iluminancia media} \times \text{Área del local}}{\text{Coeficiente de utilización} \times \text{factor de mantenimiento}}$$

Fórmula N° 10: Cálculo de flujo luminoso total requerido

Fuente: RETILAP, 2012.

Donde:

- 1 lux = 1 lm/m²
- Iluminancia media = 500 luxes = 500 lm/m²
- Área del local = Ancho x Largo = 10 x 7,75 = 77,5 m²
- Coeficiente de utilización: 0,64
- Factor de mantenimiento: 0,83

$$\varphi_{tot} = \frac{500 \times (10 \times 7,75)}{0,64 \times 0,83} = 72\,948,04 \text{ lm}$$

Teniendo ya calculado el flujo luminoso total requerido y conociendo el flujo luminoso emitido por el tubo LED seleccionado, se procede a calcular el número de luminarias requeridas para proveer el flujo luminoso total, utilizando la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{Flujo luminoso total o requerido}}{\text{Flujo luminoso por tubo} \times \text{Número de tubos por luminaria}}$$

Fórmula N° 11: Cálculo del número de luminarias requeridas

Fuente: RETILAP, 2012.

Donde:

- Flujo luminoso total o requerido: 72 948,04 lm
- Flujo luminoso por tubo: 1000 lm
- Número de tubos por luminaria: 4

$$N = \frac{72\,948,04}{1000 \times 4} = 18,23 \text{ luminarias}$$

El número de luminarias instaladas puede ser 18 o 19, dependerá del flujo luminoso real e iluminancia promedio.

h) Flujo luminoso real e Iluminancia promedio: El flujo luminoso real hace referencia al flujo que verdaderamente emiten las luminarias seleccionadas. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$\varphi_{real} = N^{\circ} \text{ luminarias requeridas} \times N^{\circ} \text{ de tubos luminaria} \times \text{Flujo luminoso por tubo}$$

Fórmula N° 12: Cálculo del flujo luminoso real

Fuente: RETILAP, 2012.

$$\varphi_{real} = 18 \times 4 \times 1000 = 72\,000 \text{ lm}$$

Luego con el flujo luminoso real se calcula la iluminancia promedio usando la siguiente fórmula:

$$E_{prom} = \frac{\varphi_{real} \times \text{Factor de utilización} \times \text{Factor de mantenimiento}}{\text{Área del local}}$$

Fórmula N° 13: Cálculo de la iluminancia promedio real

Fuente: RETILAP, 2012.

$$E_{prom} = \frac{72\,000 \times 0,64 \times 0,83}{77,5} = 493,50 \text{ lm/m}^2$$

Este valor de iluminancia promedio es aceptable, pero se encuentra un poco alejado del valor medio ideal que son los 500 lm/m². A continuación se utiliza el mismo procedimiento para evaluar la opción con 19 luminarias.

$$\varphi_{real} = 19 \times 4 \times 1000 = 76\,000 \text{ lm}$$

$$E_{prom} = \frac{76\,000 \times 0,64 \times 0,83}{77,5} = 520,92 \text{ lm/m}^2$$

Este valor de iluminancia promedio es mejor que el obtenido con 18 luminarias, pues su valor está por encima del valor promedio ideal que son los 500 lm/m² lo que genera un total cumplimiento con los valores de iluminancia establecidos por el Reglamento de Edificaciones y el modelo de licenciamiento para el sistema Universitario Peruano, eliminando la incertidumbre de pagar alguna multa por no cumplir con este parámetro.

Para la distribución de las luminarias, tomamos como referencia la distribución empleada en las aulas 213 y 214 del segundo piso del edificio Antiguo, adicional a eso se utilizó una plantilla en Excel para diseñar un sistema de iluminación la cual ha sido proporcionada por un blog peruano creado por un Ingeniero Civil, este blog se denomina “Civilgeeks: Ingeniería y Construcción”, al colocar los datos respectivamente en las casillas nos arroja la siguiente distribución:

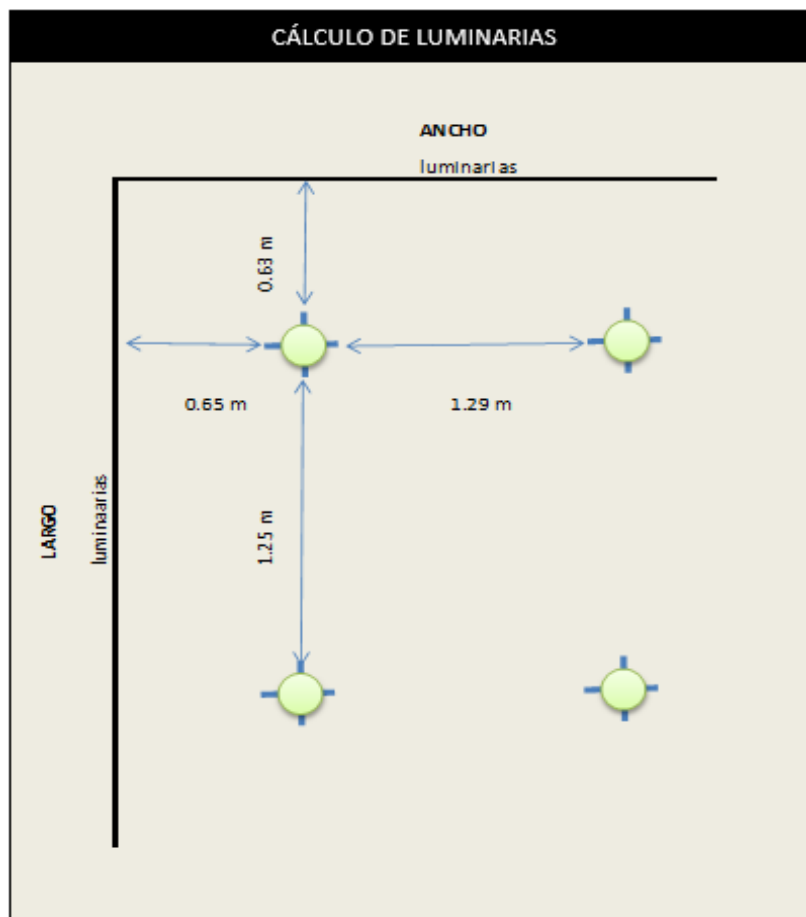


Figura N° 49: Distribución de las luminarias para la iluminación en el aula

Fuente: Civilgeeks.com, 2014.

En la figura N° 49 se observa que para comenzar a colocar una luminaria se deben dejar 0,63 m de largo y 0,65 m de ancho, luego para colocar las siguientes se deben dejar un espacio de 1,29 m de ancho y 1,25 de largo, y así hasta llenar toda el área del aula.

Si bien la distribución de las luminarias no es errada, hay otros factores que intervienen directamente al momento de realizar la distribución como:

- Dimensiones de la baldosa: Colocar una luminaria fuera del rango de las dimensiones de la baldosa sería muy costoso y se darían grandes pérdidas de material ya que, estas vienen ya en dimensiones establecidas. Lo ideal es trabajar en base a sus dimensiones, por ejemplo, según el gráfico se deberían dejar 0,63 m de largo para colocar la luminaria, en este caso debe ser 0,61 m ya que esa es la dimensión de la baldosa.
- Suspensiones metálicas de acero galvanizado: Estas están colocadas después entre cada baldosa y les sirve como soporte, por lo que no se podría colocar una luminaria que este fuera del rango de la baldosa debido a que atravesaría las suspensiones.

Es por ello que estos factores impiden seguir esta distribución, pero acomodando los valores a la realidad del aula (los 0,61m de la baldosa y los 0,028 m de las suspensiones) y tomando como referencia las aulas 213 y 214 del mismo edificio, serían los siguientes:

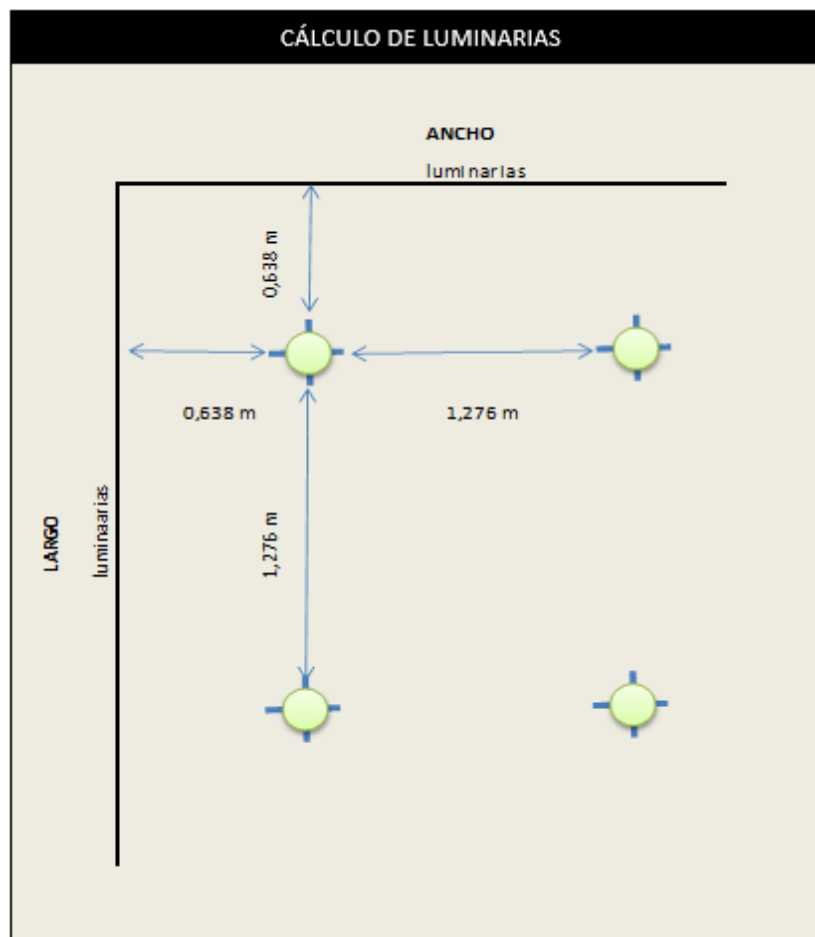


Figura N° 50: Nueva distribución de las luminarias para la iluminación en el aula
Fuente: Elaboración propia.

Quedando de la siguiente manera la distribución de las luminarias en las aulas del edificio Antiguo de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, teniendo en cuenta que los cuadrados sombreados son las luminarias, en esa distribución se asegura un nivel de iluminación de 500 luxes/m², las distancias entre son dos baldosas en cualquier dirección. Tener en cuenta que cada luminaria tiene el tamaño de una baldosa.

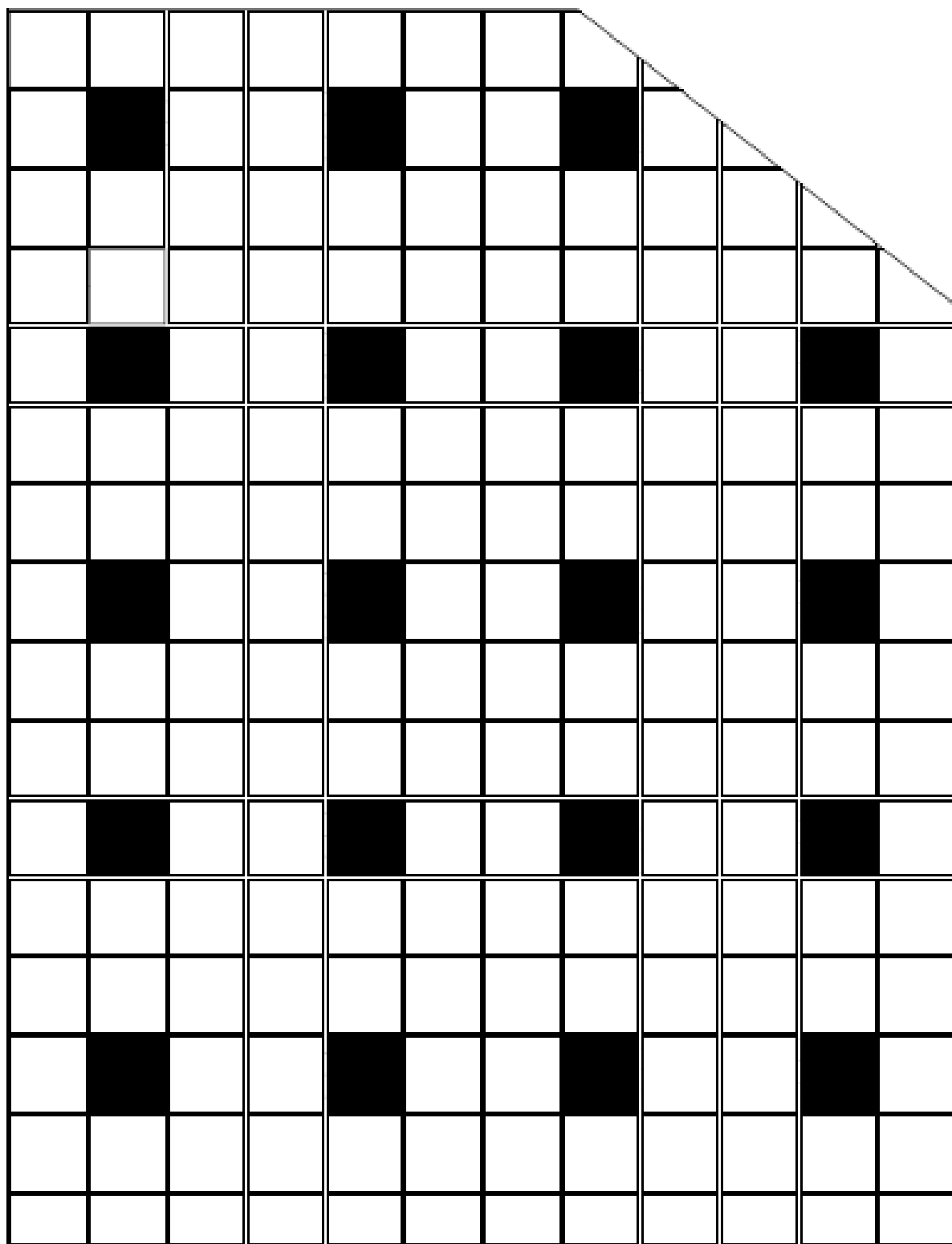


Figura N° 51: Layout del sistema de iluminación mejorado para las aulas del edificio Antigo, USAT

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Ambiente térmico:

La instalación en este caso sería en el techo del aula, que es de donde proviene la mayor cantidad de calor, la calamina se calienta por medio de la radiación del sol. Ahora por experiencia de empresas que han trabajado con este material, si se coloca en el techo es decir en la calamina dando hacia el exterior de la universidad el tiempo de vida del aislante se reduce, debido a la lluvia, animales y otros factores que son ajenos al fabricante, por lo que es conveniente en este caso colocarlo en el falso cielo raso, es decir en la cara que da al interior de la baldosa, para aumentar la vida útil de producto. Su rendimiento no disminuye al ser colocado de esta manera, asegurándonos un aislamiento térmico constante en el tiempo.



Figura N° 52: Instalación de láminas de Foil de aluminio doble cara en techos
Fuente: HyN Empaquetaduras e Importaciones S.A.C.

b) Instalación: La instalación se realizará en el falso cielo raso, donde la cara de la baldosa que da hacia el interior de la calamina será cubierta por la lámina de Foil de aluminio de doble cara, ya que según especificaciones técnicas y pruebas sometidas disminuyen el flujo de calor hasta un 10°C.



Figura N° 53: Comparación experimental del rendimiento térmico entre Foil de Aluminio y espuma de Polietileno de 10 mm con una cara aluminizada
Fuente: HyN Empaquetaduras e Importaciones S.A.C.

Las dimensiones de las baldosas son de 0,61 x 0,61 metros y los rollos vienen en dimensiones de 60 x 1,25 metros, el Foil se instalará en placas de igual dimensión de la baldosa por lo obtendremos 98 baldosas a lo largo del rollo por 2 baldosas de ancho, dejando 3 centímetros de margen de ancho y largo los cuales se perderán con el corte.

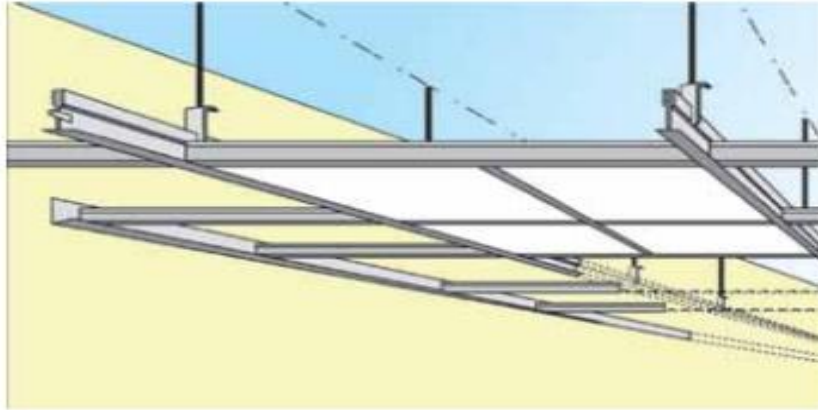


Figura N° 54: Instalación de Foil de aluminio en el falso cielo raso
Fuente: Decovinil Mist: Cielos rasos lavables.

Sabiendo que cada aula cuenta con 186 baldosas en el techo y de un rollo de Foil de doble cara salen 196 cortes de 0,61 x 0,61 metros, suponiendo que al momento de cortar no se produzcan fallas sobrarían 10 baldosas por rollo, pero sabiendo que en todo trabajo nunca se da el 100% de rendimiento, se dejara ese margen en caso ocurran fallas durante el proceso de instalación. Es decir, en total se necesitará 1 rollo por aula, el cuarto piso tiene un total de 14 aulas por lo serán 14 rollos los que se emplearán al momento de la instalación.

a) Procedimiento para el cálculo de BTU/h:

Son cinco variables que se toman en cuenta para determinar los BTU/h: el área del recinto a refrescar, el número máximo de personas o aforo del lugar, el área de ventanas existente en el lugar, la cantidad de watts generados por equipos eléctricos y la exposición del recinto al sol.

- Área del recinto: El aula tiene un área de 77,5 m², para lo cual se deberá interpolar usando los datos de la siguiente tabla para hallar los BTU/h respectivos.

Tabla N°42: Capacidad de enfriamiento respecto del área del recinto

| Área | | Enfriamiento |
|-----------------|----------------|--------------|
| ft ² | M ² | BTU/Hr |
| 350 | 33 | 7 900 |
| 400 | 37 | 9 000 |
| 500 | 47 | 10 900 |
| 600 | 56 | 12 800 |
| 800 | 75 | 14 900 |
| 900 | 84 | 17 000 |
| 1000 | 93 | 18 000 |

Fuente: Procedimiento de cálculo de capacidad de enfriamiento VentDepot, 2014.

$$\frac{84 - 77,5}{84 - 75} = \frac{17\ 000 - X}{17\ 000 - 14\ 900}$$

$$X = 15\ 483\ \text{BTU/Hr}$$

Es decir que con un área de 77,5 metros cuadrados se necesitará una capacidad de enfriamiento de 15 483 BTU/Hr.

- Número de personas o aforo: El número de estudiantes por aula varía entre 40 y 48 alumnos, en este caso tomaremos el máximo de alumnos por aula, que son 48 estudiantes.

Tabla N° 43: Capacidad de enfriamiento respecto del número de personas

| Personas | BTU/Hr |
|----------|--------|
| 1 | 600 |
| 2 | 1 200 |
| 3 | 1 800 |
| 4 | 2 400 |
| 5 | 3 000 |
| 10 | 6 000 |
| 15 | 9 000 |
| 20 | 12 000 |
| 30 | 18 000 |
| 40 | 24 000 |
| 50 | 30 000 |

Fuente: Procedimiento de cálculo de capacidad de enfriamiento VentDepot, 2014.

$$\frac{50 - 48}{50 - 40} = \frac{30\ 000 - X}{30\ 000 - 24\ 000}$$

$$X = 27\ 600\ \text{BTU/Hr}$$

Es decir que con un número máximo de 48 personas se necesita una capacidad de enfriamiento de 27 600 BTU/Hr para mantener temperado el lugar.

- Área de ventanas del recinto: El aula cuenta con dos tipos de ventanas, grandes y pequeñas. La suma de sus dos áreas es el área total.

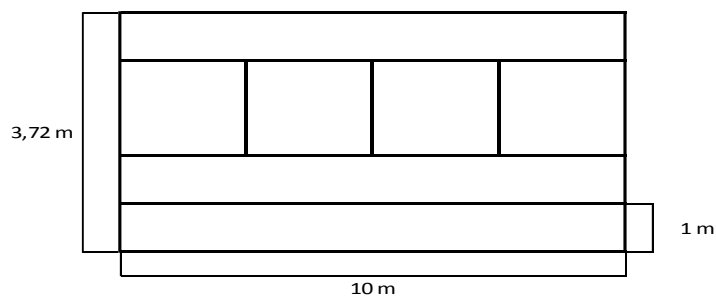


Figura N° 55: Distribución de las ventanas grandes en las aulas

Fuente: Escuela de Arquitectura USAT, 2016.

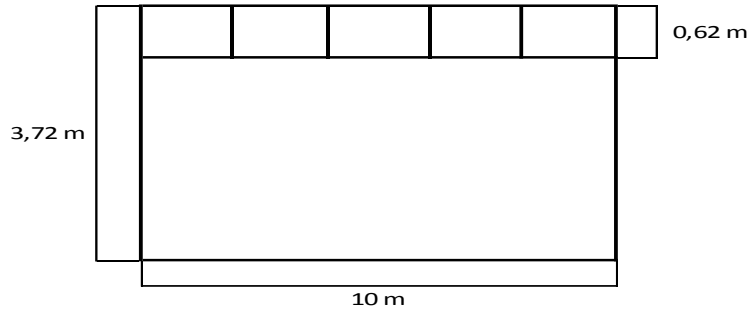


Figura N° 56: Distribución de las ventanas pequeñas en las aulas
Fuente: Escuela de Arquitectura USAT, 2016.

El área de las ventanas existente en las aulas es de 27,2 m² de las ventanas grandes y de 6,2 m² de las ventanas pequeñas haciendo un total de 33,4 m², para ello se buscará el valor en la siguiente tabla.

Tabla N° 44: Capacidad de enfriamiento respecto del área de las ventanas

| Área | BTU/Hr |
|------|--------|
| 15 | 10 714 |
| 20 | 14 285 |
| 25 | 17 857 |
| 30 | 21 428 |
| 35 | 25 000 |
| 40 | 28 571 |

Fuente: Procedimiento de cálculo de capacidad de enfriamiento VentDepot, 2014.

$$\frac{35 - 33,4}{35 - 30} = \frac{25\ 000 - X}{25\ 000 - 21\ 428}$$

$$X = 23\ 857\ \text{BTU/Hr}$$

Con un área de 33,4 m² se necesita una capacidad de enfriamiento de 23 857 BTU/Hr.

El procedimiento también incluye calcular la capacidad de enfriamiento para los equipos electrónicos como focos, ventiladores, computadores (como mínimo 10), copiatoras, impresoras, etc. En este caso este paso se considera en el aula solo existe una computadora y al realizarse las modificaciones no habrá ventiladores y los tubos LED no generan calor, por lo tanto, la capacidad de enfriamiento es 0.

El procedimiento también considera la exposición del recinto al sol en este caso, se considera expuesto al sol cuando existe un tragaluz o el techo permite la entrada del sol al interior, de ser el caso se le aumentará 10% del total, caso contrario se le restará 10%. Para este paso se considerará el aula como expuesto a la sombra por lo se deberá restar el 10% del total.

Tabla N° 45: Valores de BTU/Hr por tipo de variable

| Variabes | Cantidad de BTU/Hr |
|--------------------|--------------------|
| Área del recinto | 15 483 |
| Número de personas | 27 600 |
| Área de ventanas | 23 857 |
| Número de equipos | 0 |
| Exposición al sol | -6 694 |
| Total BTU/Hr | 60 246 |

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla N° 45 el total de BTU/Hr para las aulas del cuarto piso según el método de cálculo seguido es de 60 246, por lo que el modelo de aire acondicionado a usar es LG de tipo Split con una capacidad de enfriamiento de 60 000 BTU/Hr, además es el que hace menos ruido por su tecnología invertir que además cuida la calidad del aire que emite.



Figura N° 57: Modelo de aire acondicionado tipo Split LG de 60 000 BTU/Hr

Fuente: Catalogo LG aire acondicionado tipo techo, 2014.

3.2.4. Ambiente Sonoro: Uno de los problemas que se dio a conocer después de la encuesta es el ruido exterior excesivo que no permite desarrollar la clase con normalidad, también se le suma el ruido provocado por los ventiladores, pero al colocar aire acondicionado ese ruido disminuye. Así que solo nos enfocaremos en el ruido exterior. Hoy en día existen muchas soluciones, las cuales se mencionan a continuación:

a) Doble ventana: Es el establecimiento de un nuevo acristalamiento en la parte interior o exterior de la ventana ya existente. Es decir, poner otra ventana en la parte interna o externa de la ventana. La doble ventana por lo tanto la forman dos ventanas independientes, cada una colocada con su propio marco y bastidor. En caso de reformas, se pueden colocar, como se ha señalado, indistintamente, no hay necesidad de tener un

tipo concreto de ventana. Es un sistema eficiente para lograr el aislamiento del hogar, pero no el mejor. Reduce las filtraciones por conducción y convección y los puentes térmicos. La pérdida de calor se reduce debido a la cámara de aire existente entre ambas ventanas actúa como aislante para impedir no sólo que, entre el frío, sino que también se pierdan los grados de calor que tenemos en el lugar donde se colocan.

b) Doble acristalamiento: Es el que está compuesto por dos o más hojas de cristal separadas por una cámara de aire deshidratado o gas, así puede ofrecer un aislamiento térmico y acústico mucho mejor que otros sistemas para ventanas. No sólo las hojas de cristal que posea el doble acristalamiento que pongamos en casa influyen en el aislamiento que queramos obtener, sino también el espesor de la cámara de aire. No existe una distancia concreta que nos dé la mejor de las fórmulas, pero el espesor más óptimo de la cámara es el de 16 mm. Existe una manera de aumentar los valores de ahorro y es si en uno de los cristales que componen el doble acristalamiento colocamos un vidrio llamado ATR o de aislamiento térmico reforzado.

Existen en el mercado muchas opciones para elegir, y variadas distribuciones o combinaciones de doble acristalamiento, como por ejemplo combinaciones de doble acristalamiento 4-16-4 (dos vidrios de 4 mm con una cámara de 16 mm) o 6-16-6 (dos vidrios de 6 mm), etc. A mayor espesor de la cámara mayor aislamiento térmico.

3.2.4.1 Criterios para la selección del aislante sonoro:

- Espacio: El espacio en una doble ventana y en un doble acristalamiento no es el mismo. En la doble ventana el espacio que cubre es todo el cerramiento de la fachada, mientras que, en el doble acristalamiento, no.

- Las condiciones del cerramiento: La orientación, situación geográfica, tipos de cerramiento y condiciones climatológicas de la zona donde se ubica la vivienda, son factores a estudiar para realizar una elección exitosa.

- La calidad de la carpintería: Cuanto mejor sean las calidades por las que apostemos en cuestión de material, permeabilidad al aire, resistencia, etc. Mayores serán las calidades que ofrezca nuestra ventana y, por tanto, mayor nuestro ahorro.

- La calidad del vidrio: La calidad del vidrio que instalemos en nuestras ventanas, así como el tipo, el espesor, el espesor de cámara, etc. Nos determinarán la calidad final de nuestra ventana y lograremos tener a mayor calidad de la ventana, de nuevo, mayor ahorro.

- El espesor de la cámara de aire entre ventanas: En el caso de elegir una doble ventana nuestro ahorro se verá incrementado de manera proporcional a la anchura de la cámara que dejemos entre ambas ventanas. Cuanto mayor es esta anchura, mayor será nuestro aislamiento, por tanto, más aumenta la calidad de la instalación de la doble ventana y mayor será nuestro ahorro.

Según la norma E.040: Vidrio, en el artículo 7: aislamiento acústico indica que “con el fin de crear el entorno acústico deseable, debe tenerse en consideración las propiedades de reducción acústica de los materiales del acristalado como parte integral del diseño total del espacio. Por lo tanto, especifica como ventana aisladora del sonido al vidrio

acristalado, donde el más eficaz es el doble acristalamiento de 4-16-4 reduciendo hasta en un 98 % el ruido proveniente del exterior

El marco de la ventana comprende generalmente uno de tres materiales: aluminio, madera o PVC. La elección del material depende de estilo del lugar, el tamaño de la ventana y el clima. Los marcos de aluminios son ideales para lugares modernos y tienen mayor duración, la madera es mejor aislante que el aluminio, pero el costo de mantenimiento es mayor y los marcos de PVC es una opción relativamente nueva que proporciona el beneficio de ser capaces de crear marcos de ventanas en casi cualquier forma y color, pero no se recomienda para ventanas grandes.

En conclusión, el marco de aluminio es el indicado para este tipo de ventana por su duración y bajos costos de mantenimiento y es ideal para ventanas grandes. El gas a usar es un gas inerte, es decir que no reacciona, el más recomendado según las tiendas más conocidas a nivel mundial es el Argón, ya que es un gas natural e inerte. Además de que se encuentra en la naturaleza.

El tamaño de la ventana será el de mayor dimensión encontrada en el marco ya que mayor será el aislamiento, por lo tanto, será de 150 cm x 150 cm con un espesor de 4 mm con una cámara de aire de 16 mm, también se ha considerado el tamaño de las ventanas existentes en la universidad.

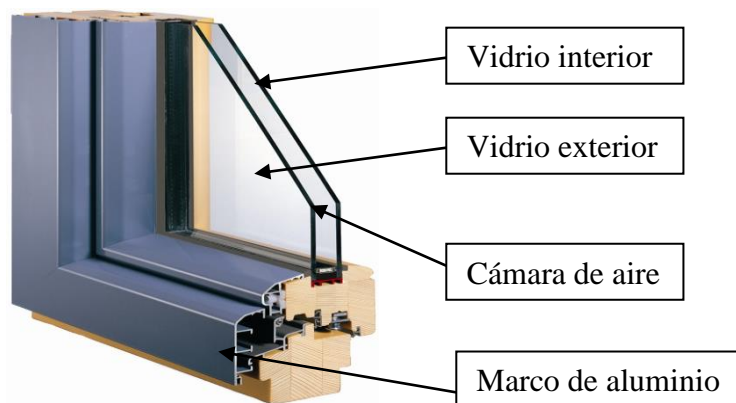


Figura N° 58: Marco de Aluminio para ventana de doble acristalamiento

Fuente: Catálogo Cristalería AISLAGLAS, 2016.

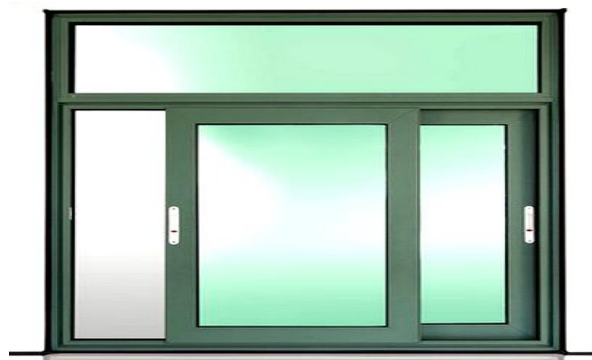


Figura N° 59: Modelo de ventana de doble acristalamiento con marco de aluminio

Fuente: Catálogo Sodimac, 2017

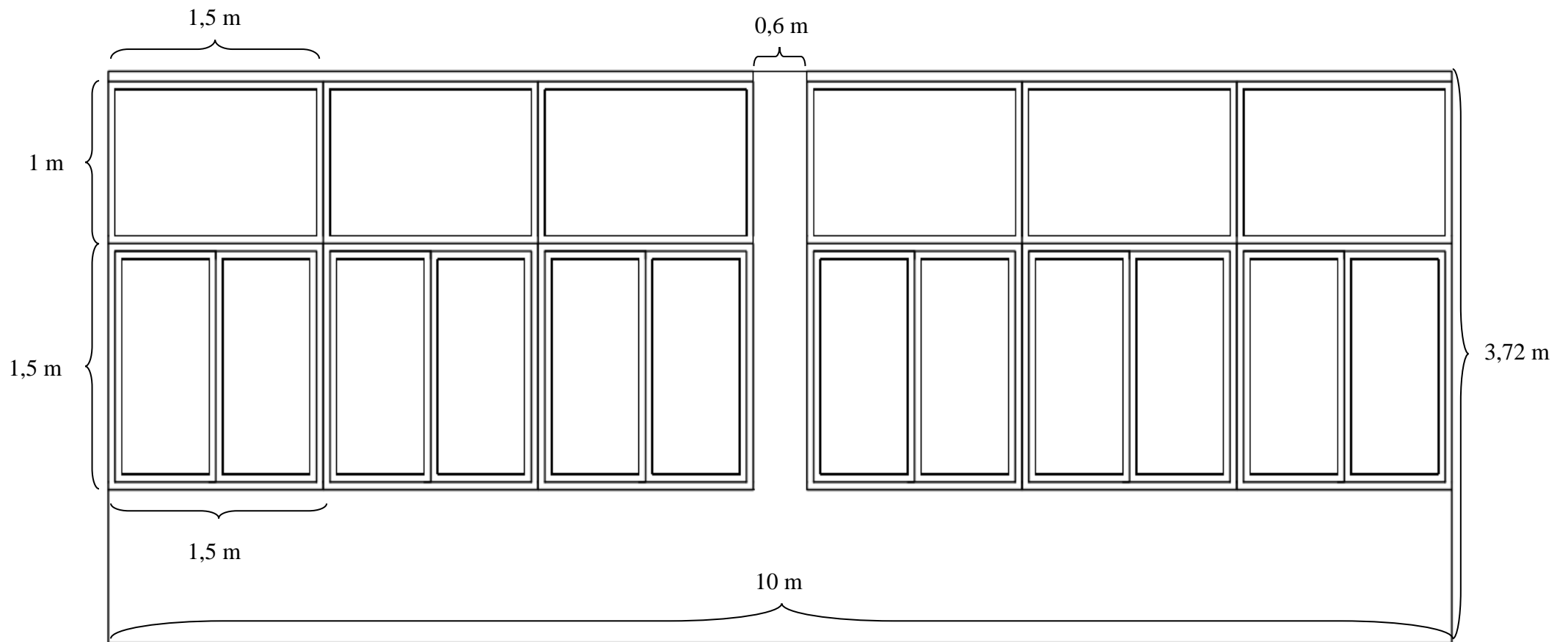


Figura N° 60: Diseño de las ventanas grandes con doble acristalamiento de marco de Aluminio de los salones del cuarto piso edificio Antiguo
 Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones ventana grande: L: 1,50 m A: 1,50 m
 Dimensiones ventana estática: L: 1,50 m A: 1,00 m
 Espesor del marco de aluminio: 5 cm

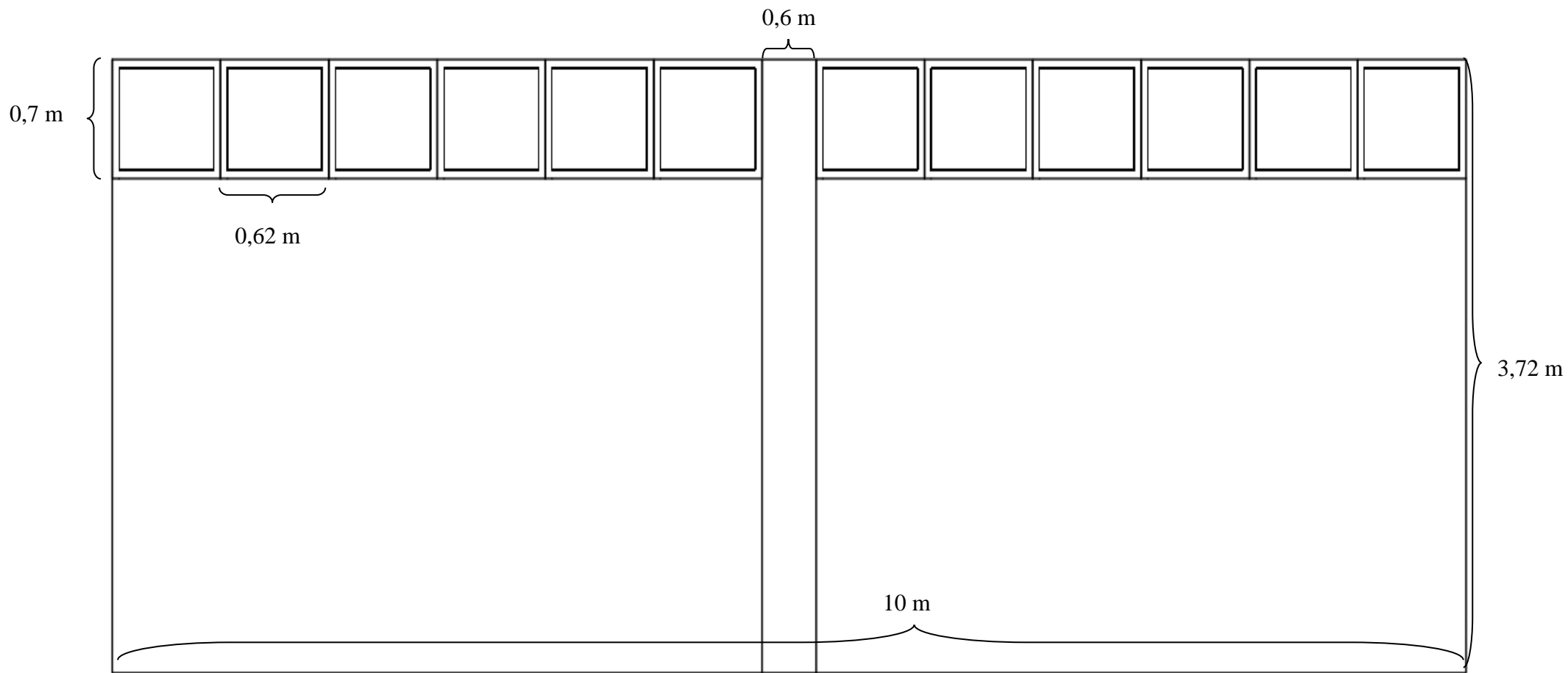


Figura N° 61: Diseño de las ventanas pequeñas con doble acristalamiento con marco de aluminio de los salones del cuarto piso edificio Antiguo
 Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones de las ventanas: L: 0,70 m A: 0,62
 Espesor del marco de aluminio: 5 cm

3.3 Análisis económico

Una vez ya definido el diseño en base a las variables estudiadas: Iluminación, Temperatura del aire, Nivel de ruido, Humedad, se costea realizar el diseño en las aulas del cuarto piso. En este caso para obtener un indicador de que tan factible económicamente será nuestro diseño para la universidad, teniendo en cuenta la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo es una empresa sin fines de lucro, realizar un análisis costo – beneficio es lo más indicado, donde relacionamos el costo de no realizar los cambio y el pago de las sanciones por los incumplimientos de los indicadores de calidad del modelo de licenciamiento de la SUNEDU y el costo de instalación de las mejoras.

- Presupuesto para instalación del Foil de aluminio: Para la instalación del Foil de aluminio se requerirá lo siguiente:

Tabla N ° 46: Presupuesto para la compra e instalación de Foil de aluminio en las aulas del cuarto piso

| Descripción del producto | Cantidad | Precio unitario | Importe total |
|--|-----------|-----------------|---------------|
| Lámina de Foil de aluminio doble cara 406 AR Rollo de A: 1,25 m L: 60 m | 14 Rollos | S/.560,00 | S/.7 840,00 |
| Cinta autoadhesiva de aluminio liso A: 0,5 m L: 45 m | 14 | S/.20,34 | S/.284,76 |
| Pegamento libre de tolueno | 1 gal | S/.45,00 | S/.630,00 |
| Mano de obra 2 Operarios para instalar un rollo | 14 Rollos | S/.56,00 | S/.784,00 |
| Total | | S/.681,34 | S/.9 538,76 |

Fuente: Proforma HyN Empaquetaduras e Importaciones SAC, 2016.

Como se puede observar en la tabla N° 46 el costo total de materiales e instalación del Foil de aluminio de doble cara en las baldosas es de S/. 9538,76 Nuevos Soles (ver anexo 10). Para la instalación según el acuerdo con el proveedor la empresa HyN Empaquetaduras e Importaciones SAC, para la instalación del Foil de aluminio se necesita dos operarios para que puedan realizar el buen manipuleo del material y que la pérdida del material sea mínima.

Ahora se puede buscar otra mano de obra más barata, pero puede darse el caso de que no tengan conocimiento de la manera correcta de instalar el Foil y las pérdidas de material serían excesivas por lo que se tendrían sobrecostos de material.

- Presupuesto para la instalación de las luminarias y tubos Master LED: La iluminación base para la instalación es de 500 luxes/m², las luminarias a instalarse son OFFISIMPLE de Philips y tubos Master LED. Se instalarán 19 luminarias por aula, que hacen un total de 266 luminarias y 4 tubos Master LED por luminaria, lo que hace un total de 76 tubos por aula y 1064 tubos para todas las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo.

Tabla N° 47: Presupuesto para la compra de luminarias OFFISIMPLE y tubos MasterLED de Philips en las aulas del cuarto piso

| Descripción del producto | Cantidad | Precio unitario | Importe total |
|-------------------------------------|----------|-----------------|---------------|
| Luminarias OFFSIMPLE 4X18W | 266 | S/.169,59 | S/.45 110,94 |
| Tubo Recto LED modelo MasterLED 10w | 1 064 | S/.34,02 | S/.36 197,28 |
| Descuento por compra | | | S/.18 066,08 |
| IGV | 18% | S/.36,65 | S/.11 383,58 |
| Total | | S/.240,26 | S/.74 625,72 |

Fuente: Proforma Promelsa Promotores Eléctricos S.A, 2016.

En este caso la empresa Promelsa ofrece este tipo de luminarias y tiene sucursales en puntos cercanos donde el costo del traslado del material es menos costoso, otras empresas se ubican en lima y no cuentan con centros de distribución cercanos a la localidad. El costo de compra de los materiales para su instalación es de S/. 74 625,72 Nuevos Soles (ver anexo 11), no tomando en cuenta el costo de instalación e insumos como cable, cinta aislante, entre otros.

Tabla N° 48: Presupuesto para la instalación de luminarias OFFISIMPLE y tubos MasterLED en las aulas del cuarto piso

| Descripción del producto | Cantidad | Precio unitario | Importe total |
|--------------------------------------|----------|-----------------|---------------|
| Instalación de luminarias OFFISIMPLE | 266 | S/.15,00 | S/.3 990,00 |
| Instalación de MasterLED | 1064 | S/.4,00 | S/.4 256,00 |
| Todos los precios incluyen IGV | | | |
| Total | | S/.19,00 | S/.8 246,00 |

El costo de instalación incluyendo los insumos es de S/ 8 246,00 Nuevos Soles (ver anexo 12), teniendo un aproximado de 20 días para realizar la instalación de todos los equipos, para ello se debe tener totalmente aislado el edificio para que no exista peligro de algún accidente.

- Presupuesto para la instalación de ventanas con doble acristalamiento y marco de aluminio: El salón contará con 6 ventanas grandes de 1,50 m x 1,50 m con doble acristalamiento y marco de aluminio y con 12 ventanas pequeñas de 0,70 m x 0,62 m con doble acristalamiento y marco de aluminio. A parte las ventanas grandes arriba tendrán una ventana inmóvil de 1,00 m x 1,50 m también con doble acristalamiento.

Tabla N° 49: Presupuesto para la compra e instalación de ventanas con doble acristalamiento y marco de aluminio en las aulas del cuarto piso

| Descripción del producto | Cantidad | Precio unitario | Importe total |
|---|------------------|------------------|---------------------|
| Ventanas de 1,50 x1,50 corrediza marco aluminio | 84 | S/. 337,50 | S/. 28 350,00 |
| Ventanas de 1,0 x 150 marco aluminio inmóvil | 84 | S/. 120,00 | S/. 10 080,00 |
| Ventana de 0,70 x 0,62 corrediza marco aluminio | 168 | S/. 60,00 | S/. 10 080,00 |
| Los precios incluyen costo de instalación | | | |
| TOTAL | S/.336,00 | S/.517,50 | S/.48 510,00 |

Fuente: VISACOL, Distribuidor de Aluminios y Vidrios, 2017.

Como se observa el costo de compra de las ventanas para todas las aulas del cuarto piso del edificio Antiguo, incluyendo el costo de instalación es de S/. 48 510 Nuevos Soles (ver anexo 13), la instalación tiene que llevarse a cabo por un personal conocedor del tema, debido a que instalar mal este tipo de ventanas puede generar zonas donde filtre más el ruido que otras y no se solucionarían los problemas sonoros que tiene la universidad.

- Presupuesto para la instalación del aire acondicionado: El aire acondicionado que se va a instalar es tipo techo de la marca LG con tecnología invertir de capacidad de enfriamiento de 60 000 BTU/Hr por aula, es decir se instalarán 14 aires acondicionado, este aire consta de dos partes: un evaporador y un condensador.

Tabla N° 50: Presupuesto para la compra e instalación de aire acondicionado con una capacidad de enfriamiento de 60 000 BTU/Hr en las aulas del cuarto piso

| Descripción del producto | Cantidad | Precio unitario | Importe total |
|-------------------------------------|-----------|--------------------|---------------------|
| Aire acondicionado LG 60 000 BTU/Hr | 14 | S/.4 500,00 | S/. 63 000,00 |
| Instalación de aire acondicionado | 14 | S/. 200,00 | S/. 2 800,00 |
| Otros materiales | | S/.1 000,00 | S/. 1 000,00 |
| TOTAL | 28 | S/.5 700,00 | S/.66 800,00 |

Fuente: Fuente: Catalogo LG aire acondicionado tipo techo, 2014.

El costo total para realizar la mejora e instalar aire acondicionado en las aulas es de S/. 66 800 Nuevos Soles (ver anexo 12 y 14).

Tabla N° 51: Presupuesto de la propuesta a implementar en las aulas del cuarto piso

| Mejora | Costo instalación | Costo MP | Costo total |
|---|---------------------|----------------------|----------------------|
| Foil de aluminio doble cara | S/. 784,00 | S/. 8 754,76 | S/. 9 538,76 |
| Luminarias OFFISIMPLE y Tubos LED | S/. 8 246,00 | S/. 74 625,72 | S/. 82 871,72 |
| Ventanas doble acristalamiento marco AL | S/. 4 410,00 | S/. 44 100,00 | S/. 48 510,00 |
| Aire acondicionado de 60 000 BTU/Hr | S/. 2 800,00 | S/. 64 000,00 | S/. 66 800,00 |
| TOTAL | S/.16 240,00 | S/.191 480,48 | S/.207 720,48 |

Fuente: Elaboración propia.

El costo total de llevar a cabo el proyecto es de S/ 207 720,48 la Nuevos Soles cabe resaltar que el costo es solo para el cuarto piso del edificio Antiguo. Para llevar a cabo el análisis costo beneficio, nos basamos en las sanciones que se tendría que pagar en caso se mantengan los valores hallados en las mediciones.

El reglamento de infracciones y sanciones de la SUNEDU establece este reglamento como medida regulatoria a las medidas preventivas y la potestad sancionadora que le ha sido atribuida a la Superintendencia Nacional de Educación Superior. Donde las sanciones de carácter permanente al ser impuesta conllevan a la pérdida definitiva de los derechos conferidos al titular de la licencia para el funcionamiento de la respectiva universidad, filial, facultad, escuela o programa de estudios conducente a grado académico o título profesional.

Según el Reglamento, existen 3 tipos de sanciones:

- Sanción por infracción Leve: Por la comisión de infracciones leves, se impone al infractor una sanción de multa no menor a una (1) UIT y hasta treinta (30) UIT.

- Sanción por infracción Grave: Por la comisión de infracciones graves, se impone al infractor conjunta o alternativamente las siguientes sanciones:

a) Multa mayor a treinta (30) UIT y hasta cien (100) UIT.

b) Suspensión de licencia de funcionamiento.

Al imponerse la sanción de suspensión deberá fijarse el plazo de vigencia de la misma, el cual no podrá exceder de un año.

- Sanción por infracción Muy Grave: Por la comisión de infracciones muy graves, se impone al infractor conjunta o alternativamente las siguientes sanciones:

a) Multa mayor de cien (100) UIT y hasta trescientas (300) UIT.

b) Cancelación de la licencia de funcionamiento definitiva.

El infractor al que se haya impuesto la sanción de multa por la comisión de infracciones muy graves, graves o leves puede solicitar a la Oficina de Administración de la SUNEDU una reducción del veinticinco por ciento (25%), del monto a pagar, siempre que acredite el cumplimiento, de manera concurrente los requisitos.

- No haber interpuesto recurso impugnativo en la vía administrativa, ni demanda contenciosa administrativa en la vía judicial, contra la resolución que impone la sanción.

- Efectuar el pago dentro de los cinco días hábiles de impuesta la sanción.

Si con posterioridad el infractor interpone cualquier recurso administrativo, o demanda en un proceso contencioso administrativo, esta reducción quedará automáticamente sin efecto.

El plazo para el pago de las multas impuestas será de quince días hábiles contados a partir del día siguiente de notificada la resolución, sin perjuicio de lo señalado en el artículo 41 del presente reglamento.

Tabla N° 52: Tipificación de Infracciones a la Ley N° 30220 – LEY UNIVERSITARIA

| INFRACCIONES RELATIVAS A NORMAS SOBRE LICENCIAMIENTO DE UNIVERSIDADES | GRAVEDAD |
|---|-----------|
| Ofrecer y/o prestar servicio educativo superior universitario sin contar con licencia de funcionamiento expedida por la SUNEDU o con licencia vencida. | Muy grave |
| Convocar y/o llevar a cabo el proceso de admisión y/o matrícula para prestar servicio educativo superior universitario sin contar con licencia de funcionamiento otorgada por la SUNEDU o con licencia vigente. | Muy grave |
| No mantener las condiciones básicas de calidad verificadas en el proceso que dio lugar al otorgamiento de la licencia de funcionamiento por la SUNEDU mientras dicha licencia se encuentre vigente. | Muy grave |
| No cumplir ni comunicar a la SUNEDU de las ampliaciones y modificaciones efectuadas en la sede universitaria, filiales, facultades, escuelas o programas de estudio conducentes a grado académico y/o título profesional, vinculadas a las condiciones básicas de calidad, mientras su licencia se encuentre vigente. | Leve |
| No cumplir con las condiciones básicas de calidad, aprobadas por la SUNEDU en las ampliaciones y modificaciones efectuadas en la sede universitaria, filiales, facultades, escuelas o programas de estudio conducentes a grado académico y/o título profesional, mientras su licencia se encuentre vigente. | Muy grave |
| Prestar el servicio educativo superior por parte de la universidad con autorización definitiva o provisional sin haberse adecuado a las condiciones básicas de calidad establecidas por la SUNEDU, una vez concluido el plazo de adecuación establecido por esta. | Muy grave |
| No cumplir con presentar el plan de adecuación a las condiciones básicas de calidad en el plazo establecido por la SUNEDU para el caso de las universidades con autorización definitiva o provisional. | Grave |
| No presentar la solicitud de licenciamiento institucional de las universidades con autorización definitiva o provisional en el plazo establecido en el cronograma por la SUNEDU, o presentarlo incompleto o impreciso y no subsanarlo dentro de los plazos establecidos. | Grave |
| Prestar el servicio educativo superior universitario en una filial creada luego de la vigencia de la ley N° 29971 - Ley que establece la moratoria de creación de universidades públicas y privadas por un periodo de cinco años. | Muy grave |

Fuente: Reglamento de Infracciones y Sanciones, SUNEDU – 2017.

Estás son infracciones establecidas por la SUNEDU, de las cuales la universidad no cumple todas las referentes a las condiciones básicas de calidad o indicadores de calidad establecidas en el modelo de licenciamiento. Son 2 infracciones que la universidad tendría en caso de una auditoría, y estas son de gravedad MUY GRAVE.

Ahora basándonos en la normativa del Sistema de Inspección del Trabajo que es la Ley 28806, Ley General de Inspecciones de Trabajo y su reglamento D.S. 019 – 2006 – TR. Allí se detallan las infracciones de seguridad y salud en el trabajo y la cuantía y aplicaciones de sanciones.

Podría considerarse este incumplimiento como infracción GRAVE según en el numeral 27.9 del Reglamento de la Ley General de Inspección del Trabajo el cual indica “Los incumplimientos de las disposiciones relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo, en particular en materia de lugares de trabajo, herramientas, máquinas y equipos, agentes físicos, químicos y biológicos, riesgos ergonómicos y psicosociales”.

Tabla N° 53: Cuantía y aplicación de las sanciones

| Gravedad de infracción | Base de cálculo |
|------------------------|-----------------|
| Leves | 1 a 5 UIT |
| Graves | 6 a 10 UIT |
| Muy graves | 11 a 20 UIT |

Fuente: Reglamento Ley General de Inspección del Trabajo, 2006.

El nuevo valor de la Unidad Impositiva Tributaria (UIT) en la actualidad es de S/. 4 150 Nuevos Soles, valor aprobado por el gobierno en Diciembre del 2017 y entro en vigencia desde el 1 de Enero del 2018, según Decreto Supremo N° 380 – 2017 – EF.

Tabla N° 54: Sanciones impuestas a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo por no cumplir con la normativa

| Gravedad de infracción | Organismo sancionador | Monto UIT | Base de cálculo | Importe mínimo | Importe máximo |
|------------------------|-----------------------|-------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Muy grave | SUNEDU | S/.4 150,00 | 100 a 300 UIT | S/.415 000,00 | S/.1 245 000,00 |
| Grave | SUNAFIL | S/.4 150,00 | 6 a 10 UIT | S/.24 900,00 | S/.41 500,00 |
| TOTAL | | | | S/.439 900,00 | S/.1 286 500,00 |

Fuente: Elaboración propia.

Es decir, en el estado actual de la universidad, las infracciones cometidas ser MUY GRAVES por parte de la SUNEDU le corresponde abonar un monto mínimo de S/. 415 000 Nuevos Soles y un monto máximo de S/ 1 245 000 Nuevos Soles, algo perjudicial para la universidad debido a que los montos son muy altos. Por otro lado, por parte de la SUNAFIL al ser una infracción de carácter GRAVE, tendría que abonar un monto mínimo de S/. 24 900 Nuevos Soles y un monto máximo de S/. 41 500 Nuevos Soles, en este caso las sumas no son tan altas, pero son montos que a cualquier universidad le traería más de un dolor de cabeza. Pero solo nos enfocaremos en la infracción impuesta por la SUNEDU debido a que es el organismo que supervisa a las universidades.

Tabla N° 55: Análisis Costo – Beneficio del proyecto

| Análisis costo - beneficio | |
|-------------------------------------|---------------|
| Pago de sanciones | S/.415 000,00 |
| Descuento (25%) | S/.103 750,00 |
| Inversión para realizar el proyecto | S/.207 720,48 |
| Costo - beneficio | 1,49 |

Fuente: Elaboración propia.

El realizar el proyecto tiene un beneficio muy grande para la universidad ya que por cada nuevo sol invertido dejara de gastar 0,49 céntimos en pagar la sanción impuesta por la SUNEDU, esto en el mejor de los casos con el descuento del 25% que da la SUNEDU al momento de imponer la sanción y tomando como mínimo la cantidad de UIT que nos coloque el inspector.

Además del beneficio económico que tendrá la universidad ya que el costo del proyecto es menor al pago de la sanción, existen otros beneficios intangibles como, por ejemplo:

- La clase será dictada sin ruidos molestos, generando un ambiente de concentración favorable para el estudiante, también el docente no tendrá que forzar la voz por lo que no tendrá problemas como dolores de garganta, cabeza, al finalizar su jornada de trabajo.
- El tener un ambiente favorable para llevar a cabo la clase, mejorara los rendimientos de los estudiantes colocando a la universidad en una mejor escala a nivel de enseñanza.
- La iluminación adecuada favorecerá a los alumnos que sufren enfermedades a la vista y a los que no también, ya que podrán ver los contrastes de mejor manera, la pizarra ya no tendrá ese brillo que hace imposible ver lo que está escrito, haciendo el trabajo más sencillo para todos.
- El calor en el aula ya no será problema, por lo que se podrá volver a la antigua vestimenta de la universidad, donde se prohíbe el uso de short y las faldas por parte de los alumnos, mantenimiento la misma imagen que tenía la universidad.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Al realizar el diagnóstico de la situación actual del confort ergonómico ambiental a los que están expuesto los estudiantes y los docentes de la facultad de Ingeniería Industrial USAT, mostraron que existe un disconfort por parte de los alumnos y maestros respecto del aula en la cual se realizan las sesiones de estudio. En base a la temperatura interior del aula, el 87,1% de los encuestados definen al aula como calurosa y que no es apropiada para realizar la clase con normalidad, respecto de la humedad que existe en el aula, se encuentra dentro de los valores recomendables por lo que no se realizarían cambios, respecto del nivel de ruido en el aula, el 78,12% se les hace difícil concentrarse debido al excesivo ruido proveniente de los pasillos del edificio, con respecto a la iluminación, los niveles de luxes son bajos y el 59% se sienten insatisfechos con la luminancia de las aulas. En temas de sanción, la SUNEDU sería muy rígida debido a los valores obtenidos en las mediciones, esto conllevaría a cancelar una multa de S/. 405 000 Nuevos Soles, ocasionando no solo consecuencias económicas a la universidad si no también dañando la imagen que con el de paso de los años ha conseguido.

2. Mediante la propuesta de un diseño ergonómico ambiental, se consigue que las aulas del cuarto piso cumplan con los valores óptimos propuestos por el reglamento nacional de edificaciones para buen desarrollo de la clase, en el caso del nivel de iluminación se usaran como alternativa de solución un sistema LED, se tendrá un aumento en la eficiencia en 52% respecto de la norma básica de ergonomía del Perú, un 11% según la norma A.040 y en un 100% según la norma EM.010 del RNE. Al implementar el sistema de aire acondicionado y el Foil de aluminio, se logrará mantener la temperatura del aula en el rango establecido aumentando la eficiencia en un 36% basándonos en los valores del MINTRA y 100% en normas españolas. En el caso del nivel de ruido, empleando el doble acristalado se reduce hasta 40 dB el ruido exterior, el cual es la principal fuente de ruido y se tiene un incremento de la eficiencia de 54% con respecto de los valores de la norma básica de ergonomía, por último, el nivel de humedad se encuentra dentro de los valores establecidos por la norma por lo que no se mantiene dentro de lo normal.

3. Al realizar el análisis económico, por ser una empresa sin fines de lucro, se hace un análisis costo beneficio de la propuesta teniendo en cuenta el costo de llevar a cabo implementar el diseño y el monto que tendría que pagar de sanción la universidad por no cumplir con las condiciones básicas de calidad propuestas por el modelo de licenciamiento de la SUNEDU. La propuesta tiene un costo de S/.207 720,48 Nuevos Soles es decir se estaría ahorrando un 50,28% respecto del monto mínimo de UIT de sanción que recibiría la universidad que sería de S/.405 000, por otro lado, una sanción por parte de la SUNEDU dañaría la reputación de la universidad y serviría de campaña para que los alumnos migren hacía otras universidades. En el mejor de los casos si la universidad pagara esta sanción dentro de la primera semana de establecida, tendría un 25% de descuento es decir de los S/. 405 000 Nuevos Soles, solo pagaría S/. 303 750 Nuevos Soles y aun así por cada sol invertido en el proyecto estará ahorrando 0,46 céntimos. El pagar la sanción no libra a la universidad de realizar la mejora dentro de los 30 días hábiles, por lo que igual tendrá que realizar una inversión.

4.2 RECOMENDACIONES

- Para futuras generaciones se recomienda, utilizar el enfoque de esta investigación para otros estudios, debido a que existen otras variables que aún no han sido estudiadas y que mejorarían más la calidad de enseñanza, como por ejemplo la ergonomía de los equipos utilizados como carpetas, sillas, las distancias entre paredes, entre otros.
- Según lo observado durante la investigación, se recomienda considerar realizar un estudio referente a las variables mencionadas antes de realizar alguna mejora debido a que en muchas ocasiones la universidad ha realizado diversas modificaciones con el fin de mitigar estos problemas, pero no ha logrado tener buenos resultados. La experiencia ha demostrado que se toman mejores decisiones con información confiable y verídica.
- Se recomienda llevar un registro de mediciones periódicas debido a que nuestro clima varía cada año, ya sea época de verano (donde más afecta al estudiante) y época de invierno y así también tener pruebas de los cambios que se han hecho basados en investigaciones realizadas en la universidad, en caso de una auditoría de la SUNEDU.
- Se recomienda tomar una medida para concientizar a los alumnos debido a que ellos son la principal fuente de contaminación de ruido para las aulas, ya que muchos utilizan el pasillo para conversar, escuchar música. Existen otros ambientes de la universidad diseñados para este tipo de actividades que deberían ser aprovechados.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castro Vanessa. (2016). Propuesta de un programa de seguridad y salud en el trabajo basado en el estudio de riesgos disergonómico para mejorar la productividad económica de los docentes de la facultad de Ingeniería de USAT. Lambayeque. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
2. Centro de Operaciones de Emergencia Nacional. (2016). Reporte de Temperatura en la Costa del Perú. Perú: Ministerio de Salud.
3. Chinchilla Ryan. (2002). Salud y Seguridad en el trabajo. EUNED Editorial Universidad Estatal a Distancia, España.
4. Asfahl. (2010). Seguridad Industrial y administración de la salud 6ª Edición. Editorial PEARSON, México.
5. Cooperación Alemana. (2014). Salones de clase remodelados con Eco eficiencia en la IE Rosa Agustina Donayre de Morey. Iquitos. PEM CONSULT.
6. Cruz Alberto y Garnica Andrés. (2001). Principios De Ergonomía. Colombia. Editorial Universidad De Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
7. Decreto Supremo N° 019-2006. (2006). Ley General de Inspección del trabajo. Perú. Ministerio de trabajo y Promoción del Empleo.
8. Decreto Supremo N° 058-2014 PCM. (2014). Ley N° 29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Perú. SINAGERD.
9. Departamento de Ingeniería de Sistemas, Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología de Ulsan de Corea del Sur. (2014). Ergonomía y Desarrollo Sostenible en las últimas dos décadas (1992 – 2011). Consultado el 5 de diciembre del 2016. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25085643>.
10. Dirección de Protección del Menor y de la Seguridad y Salud en el Trabajo. (2008). Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico. Perú. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo.
11. Hornores y Martínez (2014). Evaluación ergonómica y de accesibilidad con enfoque kinésico de un establecimiento educacional de Enseñanza Media de la Comuna de la Serena. Consultado el 8 de septiembre del 2016. Disponible en <http://revistas.userena.cl/index.php/teeducacion/article/view/451>.
12. Instituto de España, Real Academia Nacional de Medicina. (1989). Ergonomía y Cambio Tecnológico. España: Editorial Garsi.
13. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. (2016). Normativa. España: Madrid. Consultado el 10 de noviembre del 2016. Disponible en <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.75eb39a3ca8b485dce5f66a150c08a0c/?vgnextoid=75164a7f8a651110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>.

14. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. (2017). Evaluación y Acondicionamiento de la iluminación en puestos de trabajo. Madrid: Servicio de Ediciones y publicaciones INSHT.
15. Llanea Javier. (2008). Ergonomía y Psicología Aplicada 13a Edición: Manual para la formación de especialistas. España: Editorial LEX NOVA.
16. Ministerio de Educación del Perú. (2006). Criterios Normativos para el diseño de locales de Educación Básica Regular Niveles de Inicial, Primaria, Secundaria y Superior. Perú: Ministerio de Educación.
17. Ministerio de Educación del Perú. (2015). Norma Técnica de Infraestructura para Locales de Educación Superior: Estándares Básicos para el Diseño Arquitectónico. Perú. MINEDU.
18. Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2010). Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público: RETILAP. Colombia. Ministerio de Minas y Energía.
19. Móndeolo y Gregori. (2010). Ergonomía I: Fundamentos. Catalunya: UPC EDICIONS.
20. Monroy Manuel. (2006). Manual del Ruido de Calidad Ambiental en las Edificaciones. España: Diseño ICARO.
21. Nava. (2013). Evaluación Ergonómica de los puestos de trabajo del área administrativa. Consultado el 2 de diciembre. Disponible en <http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/redieluz/article/view/19429>.
22. Navarro Francisco. (2013). La Ergonomía Ambiental. Revista Digital INESEM Gestión Integrada – septiembre. Consultado el 5 de octubre del 2016. Disponible en <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/la-ergonomia-ambiental-i/>.
23. Párraga y García (2014). Diseño ergonómico de aulas universitarias que permitan optimizar el confort y reducir la fatiga de estudiantes y docentes. Consultado el 29 de noviembre del 2016. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/816/81640856002.pdf>.
24. Piñeda y Montes. (2014). ERGONOMÍA AMBIENTAL: Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos. Ingeniería, Matemática y Ciencias de la Información Vol. 1 Diciembre.
25. Rodríguez Jouvencel. (1994). Ergonomía Básica Aplicada a la Medicina del Trabajo. España: Ediciones Díaz De Santos S.A.
26. Santiago y Barreneche. (2005). Acondicionamiento térmico de edificios. Buenos Aires. Editorial Juan O´Gorman.

27. SUNEDU. (2016). Modelo de Licenciamiento y su Implementación en el Sistema Universitario Peruano. Consultado el 5 de enero del 2017. Disponible en https://www.sunedu.gob.pe/files/Licenciamiento/4_Doc_difusi%C3%B3n/4_5_Modelo_completo/Mod_Lic_SUNEDU_Final.pdf.
28. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. (2016). Informe resumen de matriculados – Dirección de Ingeniería Industrial. Lambayeque: Chiclayo.
29. Varela M. (2006). La oficina saludable: Como crear espacio de trabajadores ergonómicos. Revista Práctica de Riesgos Laborales – Julio.

VI. ANEXOS

ANEXO 01: Encuesta sobre confort lumínico en las aulas del cuarto piso

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO



ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

NOMBRE Y APELLIDOS: _____

CURSO: _____ GRUPO: _____ AULA: _____

DOCENTE: _____

1. Considera usted que la iluminación en el aula es:

- Adecuada
- Algo molesta
- Molesta
- Muy molesta

2. Si usted pudiese regular la iluminación para estar más cómodo, preferiría tener:

- Más luz
- Sin cambio
- Menos luz

3. Señale con cual de las siguientes afirmaciones está de acuerdo:

- Tengo que forzar la vista para poder entender bien la clase.
- En el aula, la luz es excesiva.
- Las luces producen brillo o reflejos que no dejan ver bien la pizarra.
- En el aula hay muy poca luz.
- En el aula tengo dificultades para ver bien los colores.
- Necesitaría más luz para poder escribir más cómodamente.
- Cuando miro las luminarias (focos, fluorescentes) me molestan.
- En el aula hay algunas luces que parpadean.

4. Señale si durante o después de la jornada nota alguno de los síntomas siguientes:

- Fatiga en los ojos
- Visión borrosa
- Vista cansada
- Me pican los ojos
- Pesadez en los párpados

5. ¿Usted sufre alguna enfermedad que le impida ver correctamente?

- Sí
- No

En caso afirmativo, describir su enfermedad:

6. ¿Existen luminarias fundidas, sucias o que no funcionan?

- Sí
- No

7. Las luminarias cuentan con protectores de seguridad?

- Sí
- No

ANEXO 02: Encuesta sobre confort sonoro en las aulas del cuarto piso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

NOMBRE Y APELLIDOS: _____

CURSO: _____ GRUPO: _____ AULA: _____

DOCENTE: _____

1. ¿Existe ruido procedente del exterior? (calle, tráfico, etc)

- Sí
 No

En caso afirmativo, en qué momento de la jornada le resulta más molesto.

2. ¿Existe ruido procedente de personas? (Conversaciones entre compañeros, público)

- Sí
 No

En caso afirmativo, especificar la fuente de ruido y si le causa molestia.

3. ¿Existe un sistema de ventilación ruidoso? (ventiladores)

- Sí
 No

En caso afirmativo, especificar si este ruido interfiere con el desarrollo de la clase.

4. Marque las casillas que describa las características del ruido en el aula.

- El nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo.
- El nivel de ruido sufre grandes variaciones a lo largo de la clase.
- Existe habitualmente ruido de impactos (golpes).
- Existe ruido inesperado en algún momento de la clase que puede desconcentrar al estudiante.
- Existen ruidos de varios tipos combinados habitualmente (conversaciones, golpes, etc).
- Existe algún ruido que es superior a los otros.

5. ¿Al estudiante le molesta el ruido en el aula?

- Mucho
 Bastante
 Regular
 Poco
 Nada

6. ¿Cuánto tiempo, a lo largo de la clase, considera que el ruido es más molesto?

- Siempre
 Más de la mitad de la clase
 Al final de la clase
 Nunca

7. Enumere las fuentes de ruido que le resulten más molestas. A la que considere más molesta le colocará 1 y así sucesivamente.

- Ruido exterior
 Ruido procedente de personas
 Ruido de las instalaciones
 Ruido de equipos de trabajo

8. ¿El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de la clase?

- Mucho
 Bastante
 Regular
 Poco
 Nada

9. ¿El ruido le dificulta la concentración mental requerida en la clase?

- Mucho
 Bastante
 Regular
 Poco
 Nada

ANEXO 03: Encuesta sobre confort térmico en las aulas del cuarto piso

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO



ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

NOMBRE Y APELLIDOS: _____

CURSO: _____ GRUPO: _____

AULA: _____

DOCENTE: _____

1. ¿Qué siente usted en este momento?

- Frío excesivo
- Mucho frío
- Frío
- Algo de frío
- Ni frío ni calor
- Algo de calor
- Calor
- Mucho Calor
- Calor excesivo

2. ¿Cómo se encuentra usted en este momento?

- Cómodo
- Algo incómodo
- Muy incómodo
- Extremadamente incómodo

3. En este momento usted preferiría tener:

- Mucho más frío
- Más frío
- Ni frío ni calor
- Un poco más de calor
- Más calor
- Mucho más calor

4. Teniendo en cuenta únicamente sus preferencias personales ¿Aceptaría usted este ambiente en lugar de rechazarlo?

- Sí
- No

5. En su opinión este ambiente es:

- Soportable
- Difícil de soportar
- Insoportable

6. ¿Que turno académico es de su preferencia? ¿Porque?

- Mañana _____
- Tarde _____
- Noche _____

7. ¿En que meses prefiere estudiar? ¿Porque?

- Marzo - Julio _____
- Agosto - Dic. _____

8. En general puede dar su opinión acerca del ambiente del aula

ANEXO 04: Mediciones realizadas en las aulas del cuarto piso edificio Antiguo

| Lunes 29 | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------------|----------------|--------|-----------------------|-----------------------|---------------|----------------------|---------------|---------|----------------|-----------|-----------------------|
| 414 Química | Hora | Temperatura | | | | | 406 Termodinámica | Hora | | Nivel de Ruido | | |
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | | Db Max | Db Min | Ventiladores | Actividad | |
| | 02:00:00 p. m. | 26,1 | 26,1 | 26,2 | 26,4 | 26,5 | | 05:00:00 p.m. | 73,6 | 68,3 | 0 | Desarrollo ejercicios |
| | 02:30:00 p. m. | 26 | 26 | 26,1 | 25,9 | 26 | | 05:15:00 p.m. | 71,9 | 65,4 | 0 | Desarrollo ejercicios |
| | 03:00:00 p. m. | 25,8 | 25,9 | 26 | 25,8 | 25,9 | | 05:30:00 p.m. | 72,3 | 67,8 | 0 | Desarrollo ejercicios |
| | 03:30:00 p. m. | 25,9 | 25,7 | 25,7 | 25,6 | 25,8 | | 05:45:00 p.m. | 68,3 | 61,4 | 0 | Trabajo grupal |
| | 04:00:00 p. m. | 25,6 | 25,7 | 25,6 | 25,6 | 26 | | 06:00:00 p.m. | 71,1 | 64,6 | 0 | Trabajo grupal |
| | Hora | Nivel de Ruido | | | | | | Hora | Humedad | | | |
| | | Db Max | Db Min | Ventiladores | Actividad | | | | | | | |
| | 04:00:00 p.m. | 66,3 | 60,3 | 1 | Desarrollo ejercicios | | | 06:00:00 p.m. | 61,3% | 61,9% | 62,4% | 62,2% |
| 04:15:00 p.m. | 67,7 | 63,9 | 1 | Desarrollo ejercicios | | 06:15:00 p.m. | 62,8% | 62,8% | 62,5% | 62,1% | 61,9% | |
| 04:30:00 p. m. | 70,2 | 62,8 | 1 | Desarrollo ejercicios | | 06:30:00 p.m. | 62,3% | 62,9% | 63,00% | 63,1% | 63,00% | |
| 04:45:00 p. m. | 71,5 | 65,4 | 1 | Desarrollo ejercicios | | 06:45:00 p.m. | 63,3% | 62,9% | 63,1% | 63,3% | 63,5% | |
| 05:00:00 p. m. | 69,3 | 57,8 | 0 | Desarrollo ejercicios | | 07:00:00 p.m. | 64,1% | 64,3% | 64,5% | 64,9% | 64,8% | |
| 407 Análisis Mat. II | Hora | Humedad | | | | | Fluorescentes | Luminosidad | | | | |
| | 07:00:00 p.m. | 62,3% | 62,7% | 61,3% | 61,9% | 62,1% | F1 Izq. | 278,3 | 279,6 | 281,4 | 280,1 | 277,6 |
| | 07:30:00 p.m. | 61,8% | 62,3% | 62,8% | 62,5% | 63,1% | F2 Der. | 287,4 | 286,5 | 287,3 | 287,9 | 261,3 |
| | 08:00:00 p.m. | 64,1% | 63,8% | 63,9% | 64,9% | 65,2% | F3 Izq. | 271,3 | 274,5 | 270,2 | 269,3 | 270,1 |
| | 08:30:00 p.m. | 66,6% | 66,8% | 67,2% | 67,7% | 68,1% | F4 Der. | 268,3 | 269,5 | 238,3 | 250,1 | 267,3 |
| | 09:00:00 p.m. | 67,2% | 68,5% | 68,6% | 67,7% | 68,5% | F5 Izq. | 264,3 | 266,4 | 265,1 | 248,8 | 255,4 |
| | Fluorescentes | Luminosidad | | | | | F6 Der. | 283,8 | 281,9 | 282,4 | 285,1 | 284,6 |
| | F1 Izq. | 298,2 | 301,5 | 304,3 | 296,6 | 298,4 | | | | | | |
| | F2 Der. | 311,5 | 314,6 | 316,7 | 310,6 | 312,8 | | | | | | |
| | F3 Izq. | 325,6 | 331,4 | 329,4 | 325,7 | 330,2 | | | | | | |
| | F4 Der. | 301,4 | 281,3 | 303,6 | 304,3 | 301,7 | | | | | | |
| | F5 Izq. | 291,6 | 289,3 | 290,5 | 293,4 | 295,5 | | | | | | |
| | F6 Der. | 239,6 | 240,1 | 242,5 | 238,5 | 241,4 | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Martes 30

| 407 Lenguaje II | Hora | Temperatura | | | | | 406 Ingeniería de Métodos | Hora | Temperatura | | | | |
|----------------------------------|----------------|--------------|--------|--------------|-----------------------|----------------|---------------------------------|----------------|-------------|--------------|-----------|-------|-------|
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| | 02:10:00 p. m. | 26,9 | 26,5 | 26,7 | 26,8 | 26,9 | | 02:40:00 p. m. | 27,1 | 27,3 | 27,3 | 27,1 | 26,9 |
| | 02:15:00 p. m. | 26,9 | 27,1 | 27,3 | 27,3 | 27,5 | | 02:45:00 p. m. | 26,9 | 26,8 | 26,9 | 27 | 27,1 |
| | 02:20:00 p. m. | 27,3 | 27,1 | 27,1 | 27 | 26,9 | | 02:50:00 p. m. | 27,1 | 27 | 26,9 | 26,5 | 26,7 |
| | 02:25:00 p. m. | 26,9 | 26,4 | 26,5 | 26,7 | 26,9 | | 02:55:00 p. m. | 26,8 | 26,9 | 27,1 | 27,3 | 27,3 |
| | 02:30:00 p. m. | 26,9 | 27,1 | 27,1 | 27,3 | 27,5 | | 03:00:00 p. m. | 27,5 | 27,4 | 27,1 | 27,1 | 27 |
| 406 Mecánica de Materiales | Hora | Humedad | | | | Nivel de Ruido | Hora | Humedad | | | | | |
| | | Db Max | Db Min | Ventiladores | Actividad | | | Db Max | Db Min | Ventiladores | Actividad | | |
| | 02:10:00 p. m. | 64,3% | 64,2% | 63,9% | 63,8% | 63,5% | 02:40:00 p. m. | 63,2% | 63,2% | 63,9% | 64,1% | 64,2% | |
| | 02:15:00 p. m. | 63,1% | 63,4% | 63,6% | 63,9% | 64,1% | 02:45:00 p. m. | 64,2% | 63,9% | 63,9% | 63,7% | 63,5% | |
| | 02:20:00 p. m. | 63,9% | 63,4% | 63,1% | 63,00% | 62,9% | 02:50:00 p. m. | 63,5% | 63,9% | 63,8% | 64,00% | 64,1% | |
| | 02:25:00 p. m. | 62,9% | 63,00% | 63,1% | 63,4% | 63,5% | 02:55:00 p. m. | 64,1% | 64,3% | 64,5% | 64,5% | 64,3% | |
| 02:30:00 p. m. | 63,2% | 63,2% | 62,9% | 62,7% | 62,9% | 03:00:00 p. m. | 63,9% | 63,9% | 64,2% | 64,00% | 64,00% | | |
| | 05:00:00 p.m. | 66,4 | 59,3 | 1 | Clase | 03:00:00 p. m. | 69,4 | 62,7 | 1 | Clase | | | |
| | 05:15:00 p.m. | 64,2 | 57,8 | 0 | Clase | 03:15:00 p. m. | 71,3 | 61,6 | 1 | Clase | | | |
| | 05:30:00 p.m. | 69,3 | 60,1 | 0 | Desarrollo ejercicios | 03:30:00 p. m. | 72,5 | 65,7 | 1 | Clase | | | |
| | 05:45:00 p.m. | 68,3 | 60,6 | 0 | Desarrollo ejercicios | 03:45:00 p. m. | 68,3 | 64,1 | 0 | Clase | | | |
| | 06:00:00 p.m. | 67,1 | 59,4 | 0 | Desarrollo ejercicios | 04:00:00 p. m. | 73,5 | 62,8 | 0 | Clase | | | |
| 414 Costos Industriales | Hora | Humedad | | | | | Fluorescentes | Luminosidad | | | | | |
| | | 8:00:00 p.m. | 66,7% | 66,4% | 66,9% | 67,3% | | 67,2% | F1 Izq. | 327,5 | 328,3 | 301,5 | 315,6 |
| | 8:15:00 p.m. | 67,00% | 66,8% | 66,5% | 66,5% | 66,2% | F2 Der. | 305,3 | 303,2 | 306,8 | 304,7 | 307,1 | |
| | 8:30:00 p.m. | 66,3% | 66,7% | 67,3% | 67,2% | 67,1% | F3 Izq. | 300,5 | 301,4 | 300,2 | 299,5 | 301,2 | |
| | 8:45:00 p.m. | 67,3% | 67,5% | 67,5% | 67,8% | 68,1% | F4 Der. | 303,5 | 303,6 | 301,8 | 305,6 | 304,1 | |
| | 09:00:00 p.m. | 68,1% | 68,00% | 68,5% | 68,6% | 69,1% | F5 Izq. | 291,4 | 290,5 | 293,7 | 295,4 | 294,6 | |
| | F6 Der. | 241,5 | 239,4 | 242,6 | 239,5 | 241,6 | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Miercoles 31

| 406 Ecología Industrial | | | | | | | 406 Ingeniería de Metodos | | | | | | |
|-------------------------|----------------|--------|--------------|-------|-----------|----------------|--------------------------------|----------------|--------|-------|--------|-------|-------|
| Hora | Temperatura | | | | | Hora | Temperatura | | | | | | |
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | | |
| 11:00:00 a. m. | 26,3 | 26,4 | 26,5 | 26,7 | 27 | 02:10:00 p. m. | 26,8 | 27,1 | 27,6 | 27,7 | 27,7 | | |
| 11:15:00 a. m. | 27,1 | 27,3 | 27,9 | 28 | 28,1 | 02:15:00 p. m. | 27,7 | 27,6 | 27,3 | 27,1 | 27,3 | | |
| 11:30:00 a. m. | 28,2 | 28,5 | 28,6 | 28,6 | 28,5 | 02:20:00 p. m. | 27,1 | 27,3 | 27,3 | 27,4 | 27,2 | | |
| 11:45:00 a. m. | 28,6 | 28,7 | 28,6 | 28,4 | 28,3 | 02:25:00 p. m. | 27,3 | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 27,4 | | |
| 12:00:00 p. m. | 28,1 | 28,4 | 28,3 | 28,6 | 28,7 | 02:30:00 p.m. | 28,1 | 27,8 | 27,6 | 27,5 | 27,3 | | |
| Hora | Humedad | | | | | Hora | Humedad | | | | | | |
| | 11:00:00 a. m. | 66,5% | 66,4% | 66,3% | 66,00% | | 66,00% | 02:10:00 p. m. | 57,5% | 56,9% | 57,1% | 56,7% | 56,6% |
| 11:15:00 a. m. | 65,7% | 65,4% | 62,9% | 62,9% | 62,4% | 02:15:00 p. m. | 56,5% | 56,8% | 56,5% | 57,9% | 58,00% | | |
| 11:30:00 a. m. | 61,9% | 61,5% | 62,4% | 62,1% | 61,9% | 02:20:00 p. m. | 56,9% | 57,00% | 57,3% | 56,4% | 56,9% | | |
| 11:45:00 a. m. | 61,7% | 61,4% | 61,8% | 62,3% | 62,6% | 02:25:00 p. m. | 57,5% | 57,5% | 57,2% | 57,3% | 57,00% | | |
| 12:00:00 p. m. | 62,4% | 62,7% | 63,1% | 63,2% | 63,5% | 02:30:00 p.m. | 57,5% | 56,9% | 56,7% | 57,2% | 56,9% | | |
| Hora | Nivel de Ruido | | | | Actividad | Hora | Humedad | | | | | | |
| | Db Max | Db Min | Ventiladores | | | | 07:10:00 p.m. | 67,9% | 67,1% | 68,3% | 66,7% | 67,5% | |
| 04:00:00 p.m. | 68,4 | 60,3 | 1 | | Clase | 07:15:00 p. m. | 67,3% | 66,1% | 68,1% | 65,5% | 66,8% | | |
| 04:15:00 p.m. | 69,2 | 63,2 | 1 | | Clase | 07:20:00 p.m. | 66,9% | 67,8% | 68,3% | 68,7% | 68,5% | | |
| 04:30:00 p.m. | 64,3 | 57,4 | 1 | | Clase | 07:25:00 p.m. | 67,4% | 67,6% | 68,1% | 68,3% | 68,4% | | |
| 04:45:00 p.m. | 65,4 | 59,6 | 1 | | Clase | 07:30:00 p.m. | 68,4% | 68,1% | 68,00% | 67,9% | 68,00% | | |
| 05:00:00 p.m. | 67,3 | 60,2 | 1 | | Clase | Fluorescentes | Luminosidad | | | | | | |
| Hora | Humedad | | | | | | F1 Izq. | 323,2 | 329,9 | 320,1 | 304,6 | 317,2 | |
| | 06:00:00 p.m. | 62,1% | 62,00% | 62,1% | 62,9% | 63,1% | F2 Der. | 307,2 | 307 | 306,4 | 306,9 | 307,3 | |
| 06:15:00 p.m. | 63,3% | 63,00% | 63,00% | 62,9% | 63,9% | F3 Izq. | 301,8 | 303,4 | 302,2 | 301,6 | 301,5 | | |
| 06:30:00 p.m. | 63,5% | 63,2% | 63,7% | 63,7% | 63,9% | F4 Der. | 301,4 | 298,7 | 303,1 | 302 | 301,5 | | |
| 06:45:00 p.m. | 64,8% | 64,7% | 64,00% | 64,2% | 64,6% | F5 Izq. | 293,7 | 287,6 | 288,4 | 293,1 | 296,5 | | |
| 07:00:00 p.m. | 66,4% | 66,7% | 66,2% | 65,9% | 65,4% | F6 Der. | 240,4 | 238 | 243,9 | 237,7 | 239,6 | | |
| Fluorescentes | Luminosidad | | | | | Hora | Humedad | | | | | | |
| | F1 Izq. | 326 | 325,9 | 326,1 | 325,6 | | 325,8 | 07:40:00 p.m. | 67,8% | 67,9% | 68,1% | 67,5% | 67,7% |
| F2 Der. | 307,6 | 307,4 | 307,9 | 308,1 | 308,5 | 07:45:00 p. m. | 67,4% | 68,1% | 68,2% | 68,4% | 68,00% | | |
| F3 Izq. | 307,4 | 307,1 | 307,6 | 307,1 | 306,3 | 07:50:00 p.m. | 68,1% | 67,9% | 67,3% | 68,2% | 68,1% | | |
| F4 Der. | 304,3 | 304 | 305,5 | 304,6 | 302,1 | 07:55:00 p.m. | 68,3% | 68,1% | 68,5% | 67,9% | 68,1% | | |
| F5 Izq. | 301,8 | 303,6 | 302,4 | 299,7 | 300,5 | 08:00:00 p.m. | 69,1% | 69,2% | 69,6% | 69,7% | 68,9% | | |
| F6 Der. | 245,6 | 244,6 | 244,2 | 245,1 | 245,6 | Fluorescentes | Luminosidad | | | | | | |
| | | | | | | | F1 Izq. | 321 | 325,6 | 319,6 | 321,5 | 326,4 | |
| | | | | | | F2 Der. | 315,6 | 314 | 317,7 | 315,6 | 315,9 | | |
| | | | | | | F3 Izq. | 306,7 | 309,2 | 311,4 | 309,6 | 310,4 | | |
| | | | | | | F4 Der. | 331,4 | 329,5 | 328,4 | 331,4 | 330,6 | | |
| | | | | | | F5 Izq. | 301,5 | 299,6 | 298,4 | 302,6 | 306,7 | | |
| | | | | | | F6 Der. | 299,1 | 298,4 | 295,6 | 297,8 | 299,4 | | |
| 414 Diseño de plantas | | | | | | | 414 Lenguaje y Comunicación II | | | | | | |
| 410 Comercio Exterior | | | | | | | 410 Comercio Exterior | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Jueves 1

| 406 | Hora | Temperatura | | | | | 410 | Hora | Db Max | Db Min | Nivel de Ruido | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|---------------|---------|--------|--------|-------|---------------------------|---------------|---------------------|-------------|----------------|------------|---------|---------|---------|
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | | | | | Ventiladores | Actividad | | | |
| Análisis Matemático I | 11:00:00 a.m. | 24,9 | 24,8 | 25,1 | 25,3 | 25,3 | Sistemas de Gestión de C. | 05:00:00 p.m. | 67,1 | 61,7 | 0 | Exposición | | | |
| | 11:15:00 a. m. | 25,4 | 25,3 | 25,3 | 25,5 | 25,6 | | 05:15:00 p.m. | 69,7 | 60,3 | 0 | Exposición | | | |
| | 11:30:00 a. m. | 25,4 | 25,3 | 25,5 | 25,6 | 25,5 | | 05:30:00 p.m. | 65,3 | 59,4 | 0 | Exposición | | | |
| | 11:45:00 a. m. | 25,4 | 25,6 | 25,3 | 25,4 | 25,3 | | 05:45:00 p.m. | 61 | 56,6 | 0 | Exposición | | | |
| | 12:00:00 p.m. | 25,3 | 25,1 | 25,3 | 25,2 | 25,5 | | 06:00:00 p.m. | 67,3 | 56,4 | 0 | Exposición | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 414 | Hora | Temperatura | | | | | 406 | Hora | Db Max | Db Min | Nivel de Ruido | | | | |
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | | | | | Ventiladores | Actividad | | | |
| Operaciones y Procesos Unitarios | 02:00:00 p.m. | 26,3 | 26,5 | 26,6 | 26,7 | 26,7 | Costos Industriales | 07:00:00 p.m. | 69,3 | 70,1 | 68,7% | 69,7% | 69,8% | | |
| | 02:15:00 p.m. | 26,6 | 26,4 | 26,4 | 26,7 | 26,9 | | 07:15:00 p.m. | 69,6 | 69,2 | 69,5% | 69,1% | 68,5% | | |
| | 02:30:00 p.m. | 27 | 27,1 | 27,2 | 27,1 | 27 | | 07:30:00 p.m. | 68,2 | 68,1 | 68,2% | 67,5% | 68,4% | | |
| | 02:45:00 p.m. | 26,9 | 26,8 | 26,9 | 27 | 27,1 | | 07:45:00 p.m. | 68,6 | 68,9 | 69,00% | 68,7% | 68,00% | | |
| | 03:00:00 p.m. | 27 | 27,1 | 27,4 | 27,4 | 27,5 | | 08:00:00 p.m. | 68,1 | 68,3 | 68,5% | 68,4% | 68,9% | | |
| | 414 | Hora | Humedad | | | | | 406 | Fluorescentes | Luminosidad | | | | | |
| | | | T1 | T2 | T3 | T4 | | | | T5 | F1 Izq. | F2 Der. | F3 Izq. | F4 Der. | F5 Izq. |
| | Operaciones y Procesos Unitarios | 04:00:00 p.m. | 59,2% | 58,9% | 58,7% | 58,7% | | 58,6% | Costos Industriales | F1 Izq. | 260,1 | 261,2 | 260,9 | 260,7 | 244,6 |
| | | 04:15:00 p.m. | 58,8% | 58,9% | 59,00% | 59,1% | | 59,3% | | F2 Der. | 273,3 | 275,6 | 275,6 | 278,7 | 277,6 |
| | | 04:30:00 p.m. | 59,1% | 59,00% | 59,2% | 59,4% | | 59,4% | | F3 Izq. | 269,2 | 261,6 | 262,2 | 259,5 | 260,1 |
| | | 04:45:00 p.m. | 59,5% | 59,6% | 59,9% | 60,1% | | 60,00% | | F4 Der. | 279,4 | 237,3 | 235,4 | 240,6 | 245,6 |
| | | 05:00:00 p.m. | 60,1% | 59,9% | 60,00% | 60,2% | | 60,1% | | F5 Izq. | 229,2 | 228,6 | 228,7 | 214,9 | 205,3 |
| | | | | | | | | | | F6 Der. | 294 | 294,2 | 293,4 | 293,6 | 282,5 |
| | 414 | Hora | Humedad | | | | | 406 | Fluorescentes | Luminosidad | | | | | |
| T1 | | | T2 | T3 | T4 | T5 | F1 Izq. | | | F2 Der. | F3 Izq. | F4 Der. | F5 Izq. | F6 Der. | |
| Operaciones y Procesos Unitarios | 04:00:00 p.m. | 69,3 | 62,4 | 0 | Clase | | Costos Industriales | F1 Izq. | 279,3 | 280,1 | 280,2 | 269,2 | 278,6 | | |
| | 04:15:00 p.m. | 70,1 | 63,6 | 0 | Clase | | | F2 Der. | 266,9 | 287,7 | 287,4 | 287,3 | 286,4 | | |
| | 04:30:00 p.m. | 68,5 | 64,1 | 0 | Clase | | | F3 Izq. | 274,2 | 273,8 | 269,4 | 270,3 | 272,6 | | |
| | 04:45:00 p.m. | 71,4 | 65,3 | 0 | Clase | | | F4 Der. | 269,1 | 258,3 | 263,2 | 255,5 | 237,2 | | |
| | 05:00:00 p.m. | 70,8 | 66,1 | 0 | Clase | | | F5 Izq. | 264,9 | 265,2 | 265,5 | 265 | 251,2 | | |
| | | | | | | | | F6 Der. | 281,8 | 281,6 | 281 | 284,6 | 283,2 | | |

Fuente: Elaboración propia.

Viernes 2

| 406 Producto Industrial | Hora | Temperatura | | | | | 407 Física III | Hora | Temperatura | | | | |
|------------------------------|----------------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|---------------|----------------|--------|--------------|-----------------------|--------|
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| | 11:00:00 a.m. | 24,9 | 24,8 | 24,7 | 24,7 | 24,8 | | 12:40:00 p.m. | 25,6 | 25,9 | 26 | 26,1 | 26,1 |
| | 11:15:00 a. m. | 24,9 | 25 | 25 | 24,8 | 24,8 | | 12:45:00 p.m. | 26,2 | 26,3 | 26,1 | 26,5 | 26,4 |
| | 11:30:00 a. m. | 24,7 | 24,7 | 24,8 | 24,9 | 24,8 | | 12:50:00 p.m. | 26,2 | 26,2 | 26,6 | 26,7 | 26,4 |
| | 11:45:00 a. m. | 24,7 | 24,9 | 24,9 | 25 | 25,1 | | 12:50:00 p.m. | 26 | 26,3 | 26,3 | 26,5 | 26,7 |
| | 12:00:00 p. m. | 25 | 24,9 | 24,8 | 24,9 | 24,9 | | 01:00:00 p.m. | 26,9 | 27 | 27 | 27,1 | 27,1 |
| | Hora | Humedad | | | | | | Hora | Humedad | | | | |
| | 11:00:00 a.m. | 53,6% | 53,7% | 53,7% | 53,8% | 53,9% | | 12:40:00 p.m. | 52,3% | 52,6% | 52,9% | 53,5% | 53,4% |
| | 11:15:00 a. m. | 53,2% | 53,6% | 53,9% | 53,9% | 54,00% | | 12:45:00 p.m. | 53,1% | 52,9% | 53,4% | 53,5% | 53,2% |
| | 11:30:00 a. m. | 54,1% | 54,00% | 53,9% | 54,1% | 54,2% | | 12:50:00 p.m. | 52,7% | 52,4% | 52,9% | 53,2% | 53,2% |
| | 11:45:00 a. m. | 54,00% | 53,9% | 53,5% | 53,5% | 53,6% | | 12:50:00 p.m. | 52,8% | 52,7% | 52,5% | 52,9% | 53,00% |
| | 12:00:00 p. m. | 53,6% | 53,5% | 53,4% | 53,5% | 53,2% | | 01:00:00 p.m. | 53,1% | 53,1% | 53,3% | 53,5% | 53,7% |
| 406 Ing. De Materiales | Hora | Temperatura | | | | | 408 Comercio Exterior | Hora | Nivel de Ruido | | | | |
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | | | Db Max | Db Min | Ventiladores | Actividad | |
| | 12:10:00 p.m. | 25,1 | 25,1 | 25 | 25,2 | 25,4 | | 05:40:00 p.m. | 71,3 | 62,5 | 0 | Clase | |
| | 12:15:00 p.m. | 25,2 | 25,3 | 25,3 | 25,6 | 25,2 | | 05:45:00 p.m. | 69,3 | 61,4 | 0 | Desarrollo Ejercicios | |
| | 12:20:00 p.m. | 25,2 | 25,2 | 25,4 | 25,3 | 25,6 | | 05:50:00 p.m. | 68,7 | 60,4 | 0 | Desarrollo Ejercicios | |
| | 12:25:00 p.m. | 25,4 | 25,4 | 25,7 | 25,7 | 25,9 | | 05:55:00 p.m. | 69,3 | 59,5 | 0 | Clase | |
| | 12:30:00 p.m. | 25,8 | 25,5 | 25,5 | 25,8 | 25,7 | | 06:00:00 p.m. | 72,4 | 65,5 | 0 | Clase | |
| 407 Matemático II | Hora | Humedad | | | | | 407 Análisis Matemático II | Hora | Nivel de Ruido | | | | |
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | | | Db Max | Db Min | Ventiladores | Actividad | |
| | 12:10:00 p.m. | 50,9% | 51,3% | 50,6% | 51,5% | 51,6% | | 05:10:00 p.m. | 65,3 | 59,5 | 0 | Clase | |
| | 12:15:00 p.m. | 51,4% | 50,9% | 51,1% | 51,9% | 51,4% | | 05:15:00 p.m. | 64,5 | 57,4 | 0 | Clase | |
| | 12:20:00 p.m. | 50,7% | 50,4% | 50,9% | 51,1% | 51,2% | | 05:20:00 p.m. | 67,8 | 61,5 | 0 | Desarrollo Ejercicios | |
| | 12:25:00 p.m. | 51,6% | 51,6% | 51,9% | 51,7% | 51,8% | | 05:25:00 p.m. | 69,2 | 61,3 | 0 | Desarrollo Ejercicios | |
| | 12:30:00 p.m. | 51,9% | 52,1% | 52,4% | 52,00% | 52,2% | | 05:30:00 p.m. | 70,8 | 63,3 | 0 | Desarrollo Ejercicios | |
| 402 Dirección de Personas | Hora | Humedad | | | | | 414 Análisis Matemático II | Hora | Nivel de Ruido | | | | |
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | | | Db Max | Db Min | Ventiladores | Actividad | |
| | 06:00:00 p.m. | 62,6% | 62,9% | 62,9% | 63,1% | 62,8% | | 06:00:00 p.m. | 68,4 | 61,2 | 1 | Clase | |
| | 06:15:00 p.m. | 63,8% | 63,2% | 63,00% | 62,9% | 62,9% | | 06:15:00 p.m. | 67,2 | 59,7 | 1 | Clase | |
| | 06:30:00 p.m. | 63,1% | 63,4% | 63,4% | 63,1% | 63,5% | | 06:30:00 p.m. | 69,1 | 62,5 | 0 | Clase | |
| | 06:45:00 p.m. | 63,5% | 63,7% | 63,7% | 63,3% | 63,1% | | 06:45:00 p.m. | 67,1 | 64,9 | 0 | Clase | |
| | 07:00:00 p.m. | 63,2% | 63,7% | 63,9% | 63,8% | 64,00% | | 07:00:00 p.m. | 68,4 | 40,3 | 0 | Clase | |
| | Fluorescentes | Luminosidad | | | | | | | | | | | |
| | F1 Izq. | 302,4 | 305,8 | 301,2 | 300,7 | 304,9 | | | | | | | |
| | F2 Der. | 231,6 | 236,2 | 234,4 | 232,7 | 236,9 | | | | | | | |
| | F3 Izq. | 335,2 | 338,5 | 339,6 | 336,1 | 334,8 | | | | | | | |
| | F4 Der. | 367,4 | 361,3 | 366,9 | 330,4 | 359,2 | | | | | | | |
| | F5 Izq. | 315,8 | 312,9 | 316,6 | 314,8 | 312,3 | | | | | | | |
| F6 Der. | 298,4 | 295,3 | 299,5 | 296,1 | 297,7 | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 05: Total de valores de temperatura medidos

| T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 24,9 | 24,8 | 24,7 | 24,7 | 24,8 | 26,9 | 27 | 27 | 27,1 | 27,1 |
| 24,9 | 25 | 25 | 24,8 | 24,8 | 26,1 | 26,1 | 26,2 | 26,4 | 26,5 |
| 24,7 | 24,7 | 24,8 | 24,9 | 24,8 | 26 | 26 | 26,1 | 25,9 | 26 |
| 24,7 | 24,9 | 24,9 | 25 | 25,1 | 25,8 | 25,9 | 26 | 25,8 | 25,9 |
| 25 | 24,9 | 24,8 | 24,9 | 24,9 | 25,9 | 25,7 | 25,7 | 25,6 | 25,8 |
| 26,3 | 26,4 | 26,5 | 26,7 | 27 | 25,6 | 25,7 | 25,6 | 25,6 | 26 |
| 27,1 | 27,3 | 27,9 | 28 | 28,1 | 26,9 | 26,5 | 26,7 | 26,8 | 26,9 |
| 28,2 | 28,5 | 28,6 | 28,6 | 28,5 | 26,9 | 27,1 | 27,3 | 27,3 | 27,5 |
| 28,6 | 28,7 | 28,6 | 28,4 | 28,3 | 27,3 | 27,1 | 27,1 | 27 | 26,9 |
| 28,1 | 28,4 | 28,3 | 28,6 | 28,7 | 26,9 | 26,4 | 26,5 | 26,7 | 26,9 |
| 24,9 | 24,8 | 25,1 | 25,3 | 25,3 | 26,9 | 27,1 | 27,1 | 27,3 | 27,5 |
| 25,4 | 25,3 | 25,3 | 25,5 | 25,6 | 27,1 | 27,3 | 27,3 | 27,1 | 26,9 |
| 25,4 | 25,3 | 25,5 | 25,6 | 25,5 | 26,9 | 26,8 | 26,9 | 27 | 27,1 |
| 25,4 | 25,6 | 25,3 | 25,4 | 25,3 | 27,1 | 27 | 26,9 | 26,5 | 26,7 |
| 25,3 | 25,1 | 25,3 | 25,2 | 25,5 | 26,8 | 26,9 | 27,1 | 27,3 | 27,3 |
| 25,1 | 25,1 | 25 | 25,2 | 25,4 | 27,5 | 27,4 | 27,1 | 27,1 | 27 |
| 25,2 | 25,3 | 25,3 | 25,6 | 25,2 | 26,8 | 27,1 | 27,6 | 27,7 | 27,7 |
| 25,2 | 25,2 | 25,4 | 25,3 | 25,6 | 27,7 | 27,6 | 27,3 | 27,1 | 27,3 |
| 25,4 | 25,4 | 25,7 | 25,7 | 25,9 | 27,1 | 27,3 | 27,3 | 27,4 | 27,2 |
| 25,8 | 25,5 | 25,5 | 25,8 | 25,7 | 27,3 | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 27,4 |
| 25,6 | 25,9 | 26 | 26,1 | 26,1 | 28,1 | 27,8 | 27,6 | 27,5 | 27,3 |
| 26,2 | 26,3 | 26,1 | 26,5 | 26,4 | 26,3 | 26,5 | 26,6 | 26,7 | 26,7 |
| 26,2 | 26,2 | 26,6 | 26,7 | 26,4 | 26,6 | 26,4 | 26,4 | 26,7 | 26,9 |
| 26 | 26,3 | 26,3 | 26,5 | 26,7 | 27 | 27,1 | 27,2 | 27,1 | 27 |
| 27 | 27,1 | 27,4 | 27,4 | 27,5 | 26,9 | 26,8 | 26,9 | 27 | 27,1 |

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 06: Total de valores obtenidos al medir el nivel de ruido

| Nivel de Ruido | | Nivel de Ruido | |
|----------------|--------|----------------|--------|
| Db Max | Db Min | Db Max | Db Min |
| 66,3 | 60,3 | 67,1 | 61,7 |
| 67,7 | 63,9 | 69,2 | 60,3 |
| 70,2 | 62,8 | 65,3 | 59,4 |
| 71,5 | 65,4 | 61 | 56,6 |
| 69,3 | 57,8 | 67,3 | 56,4 |
| 72,4 | 68,3 | 69,3 | 62,4 |
| 71,9 | 65,4 | 70,1 | 63,6 |
| 72,3 | 67,8 | 68,5 | 64,1 |
| 68,3 | 61,4 | 71,4 | 65,3 |
| 71,1 | 64,6 | 70,8 | 66,1 |
| 66,4 | 59,3 | 71,3 | 62,5 |
| 64,2 | 57,8 | 69,3 | 61,4 |
| 69,3 | 60,1 | 68,7 | 60,4 |
| 68,3 | 60,6 | 69,3 | 59,5 |
| 67,1 | 59,4 | 72,4 | 65,5 |
| 69,4 | 62,7 | 65,3 | 59,5 |
| 71,3 | 61,6 | 64,5 | 57,4 |
| 72,5 | 65,7 | 67,8 | 61,5 |
| 68,3 | 64,1 | 69,2 | 61,3 |
| 73,5 | 62,8 | 70,8 | 63,3 |
| 68,4 | 60,3 | 68,4 | 61,2 |
| 69,2 | 63,2 | 71,7 | 59,7 |
| 64,3 | 57,4 | 69,1 | 62,5 |
| 65,4 | 59,6 | 70,6 | 64,9 |
| 67,3 | 60,2 | 68,4 | 40,3 |

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 07: Total de valores obtenidos al medir el nivel de iluminación

| Luminosidad | | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 278,3 | 279,6 | 281,4 | 280,1 | 277,6 | 306,7 | 309,2 | 311,4 | 309,6 | 310,4 |
| 287,4 | 286,5 | 287,3 | 287,9 | 261,3 | 331,4 | 329,5 | 328,4 | 331,4 | 330,6 |
| 271,3 | 274,5 | 270,2 | 269,3 | 270,1 | 301,5 | 299,6 | 298,4 | 302,6 | 306,7 |
| 268,3 | 269,5 | 238,3 | 250,1 | 267,3 | 299,1 | 298,4 | 295,6 | 297,8 | 299,4 |
| 264,3 | 266,4 | 265,1 | 248,8 | 255,4 | 279,3 | 280,1 | 280,2 | 269,2 | 278,6 |
| 283,8 | 281,9 | 282,4 | 285,1 | 284,6 | 266,9 | 287,7 | 287,4 | 287,3 | 286,4 |
| 298,2 | 301,5 | 304,3 | 296,6 | 298,4 | 274,2 | 273,8 | 269,4 | 270,3 | 272,6 |
| 311,5 | 314,6 | 316,7 | 310,6 | 312,8 | 269,1 | 258,3 | 263,2 | 255,5 | 237,2 |
| 325,6 | 331,4 | 329,4 | 325,7 | 330,2 | 264,9 | 265,2 | 265,5 | 265 | 251,2 |
| 301,4 | 281,3 | 303,6 | 304,3 | 301,7 | 281,8 | 281,6 | 281 | 284,6 | 283,2 |
| 291,6 | 289,3 | 290,5 | 293,4 | 295,5 | 302,4 | 305,8 | 301,2 | 300,7 | 304,9 |
| 239,6 | 240,1 | 242,5 | 238,5 | 241,4 | 231,6 | 236,2 | 234,4 | 232,7 | 236,9 |
| 327,5 | 328,3 | 301,5 | 315,6 | 321,9 | 335,2 | 338,5 | 339,6 | 336,1 | 334,8 |
| 305,3 | 303,2 | 306,8 | 304,7 | 307,1 | 367,4 | 361,3 | 366,9 | 330,4 | 359,2 |
| 300,5 | 301,4 | 300,2 | 299,5 | 301,2 | 315,8 | 312,9 | 316,6 | 314,8 | 312,3 |
| 303,5 | 303,6 | 301,8 | 305,6 | 304,1 | 298,4 | 295,3 | 299,5 | 296,1 | 297,7 |
| 291,4 | 290,5 | 293,7 | 295,4 | 294,6 | 304,3 | 304 | 305,5 | 304,6 | 302,1 |
| 241,5 | 239,4 | 242,6 | 239,5 | 241,6 | 301,8 | 303,6 | 302,4 | 299,7 | 300,5 |
| 326 | 325,9 | 326,1 | 325,6 | 325,8 | 245,6 | 244,6 | 244,2 | 245,1 | 245,6 |
| 307,6 | 307,4 | 307,9 | 308,1 | 308,5 | 321 | 325,6 | 319,6 | 321,5 | 326,4 |
| 307,4 | 307,1 | 307,6 | 307,1 | 306,3 | 315,6 | 314 | 317,7 | 315,6 | 315,9 |

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 08: Total de valores obtenidos al medir el nivel de humedad

| Humedad | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 61,3% | 61,9% | 62,4% | 62,2% | 62,5% | 65,7% | 65,4% | 62,9% | 62,9% | 62,4% | 63,00% | 63,3% | 63,5% | 63,8% | 63,4% |
| 62,8% | 62,8% | 62,5% | 62,1% | 61,9% | 61,9% | 61,5% | 62,4% | 62,1% | 61,9% | 63,3% | 63,4% | 63,6% | 63,3% | 63,7% |
| 62,3% | 62,9% | 63,00% | 63,1% | 63,00% | 61,7% | 61,4% | 61,8% | 62,3% | 62,6% | 63,4% | 63,5% | 63,6% | 63,7% | 63,5% |
| 63,3% | 62,9% | 63,1% | 63,3% | 63,5% | 62,4% | 62,7% | 63,1% | 63,2% | 63,5% | 59,2% | 58,9% | 58,7% | 58,7% | 58,6% |
| 64,1% | 64,3% | 64,5% | 64,9% | 64,8% | 57,5% | 56,9% | 57,1% | 56,7% | 56,6% | 58,8% | 58,9% | 59,00% | 59,1% | 59,3% |
| 62,3% | 62,7% | 61,3% | 61,9% | 62,1% | 56,5% | 56,8% | 56,5% | 57,9% | 58,00% | 59,1% | 59,00% | 59,2% | 59,4% | 59,4% |
| 61,8% | 62,3% | 62,8% | 62,5% | 63,1% | 56,9% | 57,00% | 57,3% | 56,4% | 56,9% | 59,5% | 59,6% | 59,9% | 60,1% | 60,00% |
| 64,1% | 63,8% | 63,9% | 64,9% | 65,2% | 57,5% | 57,5% | 57,2% | 57,3% | 57,00% | 60,1% | 59,9% | 60,00% | 60,2% | 60,1% |
| 66,6% | 66,8% | 67,2% | 67,7% | 68,1% | 57,5% | 56,9% | 56,7% | 57,2% | 56,9% | 69,3% | 70,1% | 68,7% | 69,7% | 69,8% |
| 67,2% | 68,5% | 68,6% | 67,7% | 68,5% | 67,9% | 67,1% | 68,3% | 66,7% | 67,5% | 69,6% | 69,2% | 69,5% | 69,1% | 68,5% |
| 64,3% | 64,2% | 63,9% | 63,8% | 63,5% | 67,3% | 66,1% | 68,1% | 65,5% | 66,8% | 68,2% | 68,1% | 68,2% | 67,5% | 68,4% |
| 63,1% | 63,4% | 63,6% | 63,9% | 64,1% | 66,9% | 67,8% | 68,3% | 68,7% | 68,5% | 68,6% | 68,9% | 69,00% | 68,7% | 68,00% |
| 63,9% | 63,4% | 63,1% | 63,00% | 62,9% | 67,4% | 67,6% | 68,1% | 68,3% | 68,4% | 68,1% | 68,3% | 68,5% | 68,4% | 68,9% |
| 62,9% | 63,00% | 63,1% | 63,4% | 63,5% | 68,4% | 68,1% | 68,00% | 67,9% | 68,00% | 53,6% | 53,7% | 53,7% | 53,8% | 53,9% |
| 63,2% | 63,2% | 62,9% | 62,7% | 62,9% | 62,1% | 62,00% | 62,1% | 62,9% | 63,1% | 53,2% | 53,6% | 53,9% | 53,9% | 54,00% |
| 63,2% | 63,2% | 63,9% | 64,1% | 64,2% | 63,3% | 63,00% | 63,00% | 62,9% | 63,9% | 54,1% | 54,00% | 53,9% | 54,1% | 54,2% |
| 64,2% | 63,9% | 63,9% | 63,7% | 63,5% | 63,5% | 63,2% | 63,7% | 63,7% | 63,9% | 54,00% | 53,9% | 53,5% | 53,5% | 53,6% |
| 63,5% | 63,9% | 63,8% | 64,00% | 64,1% | 64,8% | 64,7% | 64,00% | 64,2% | 64,6% | 53,6% | 53,5% | 53,4% | 53,5% | 53,2% |
| 64,1% | 64,3% | 64,5% | 64,5% | 64,3% | 66,4% | 66,7% | 66,2% | 65,9% | 65,4% | 52,3% | 52,6% | 52,9% | 53,5% | 53,4% |
| 63,9% | 63,9% | 64,2% | 64,00% | 64,00% | 67,8% | 67,9% | 68,1% | 67,5% | 67,7% | 53,1% | 52,9% | 53,4% | 53,5% | 53,2% |
| 66,7% | 66,4% | 66,9% | 67,3% | 67,2% | 67,4% | 68,1% | 68,2% | 68,4% | 68,00% | 52,7% | 52,4% | 52,9% | 53,2% | 53,2% |
| 67,00% | 66,8% | 66,5% | 66,5% | 66,2% | 68,1% | 67,9% | 67,3% | 68,2% | 68,1% | 52,8% | 52,7% | 52,5% | 52,9% | 53,00% |
| 66,3% | 66,7% | 67,3% | 67,2% | 67,1% | 68,3% | 68,1% | 68,5% | 67,9% | 68,1% | 53,1% | 53,1% | 53,3% | 53,5% | 53,7% |
| 67,3% | 67,5% | 67,5% | 67,8% | 68,1% | 69,1% | 69,2% | 69,6% | 69,7% | 68,9% | 50,9% | 51,3% | 50,6% | 51,5% | 51,6% |
| 68,1% | 68,00% | 68,5% | 68,6% | 69,1% | 61,9% | 62,4% | 62,9% | 63,1% | 62,8% | 51,4% | 50,9% | 51,1% | 51,9% | 51,4% |
| 66,5% | 66,4% | 66,3% | 66,00% | 66,00% | 63,8% | 63,2% | 63,00% | 62,9% | 62,9% | 50,7% | 50,4% | 50,9% | 51,1% | 51,2% |
| 63,1% | 63,4% | 63,4% | 63,1% | 63,5% | 62,6% | 62,9% | 62,9% | 63,1% | 62,8% | 51,6% | 51,6% | 51,9% | 51,7% | 51,8% |
| 63,5% | 63,7% | 63,7% | 63,3% | 63,1% | 63,8% | 63,2% | 63,00% | 62,9% | 62,9% | 51,9% | 52,1% | 52,4% | 52,00% | 52,2% |
| 63,2% | 63,7% | 63,9% | 63,8% | 64,00% | | | | | | | | | | |


Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 09: Total de valores obtenidos al medir el nivel de iluminación en las aulas 213 y 214

| Hora | Mesa | Izquierda a Derecha | | | | Hora | Mesa | Izquierda a Derecha | | | |
|---------------|--------|---------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | Asiento 1 | Asiento 2 | Asiento 3 | Asiento 4 | | | Asiento 1 | Asiento 2 | Asiento 3 | Asiento 4 |
| 07:05:00 p.m. | Mesa 1 | 510 | 490 | 498 | 505 | 07:55:00 p.m. | Mesa 6 | 501 | 510 | 505 | 499 |
| | | 513 | 491 | 499 | 502 | | | 503 | 507 | 503 | 497 |
| | | 515 | 493 | 501 | 501 | | | 499 | 509 | 503 | 498 |
| | | 512 | 494 | 500 | 503 | | | 498 | 508 | 503 | 499 |
| 07:15:00 p.m. | Mesa 2 | 503 | 495 | 498 | 502 | 08:05:00 p.m. | Mesa 7 | 511 | 522 | 536 | 541 |
| | | 505 | 492 | 497 | 504 | | | 512 | 525 | 539 | 542 |
| | | 506 | 493 | 491 | 505 | | | 511 | 521 | 537 | 546 |
| | | 501 | 492 | 501 | 507 | | | 510 | 524 | 535 | 545 |
| 07:25:00 p.m. | Mesa 3 | 512 | 501 | 503 | 491 | 08:15:00 p.m. | Mesa 8 | 504 | 511 | 507 | 513 |
| | | 510 | 500 | 505 | 490 | | | 505 | 512 | 513 | 517 |
| | | 509 | 502 | 504 | 493 | | | 504 | 510 | 512 | 512 |
| | | 509 | 503 | 502 | 494 | | | 506 | 513 | 510 | 513 |
| 07:35:00 p.m. | Mesa 4 | 497 | 501 | 511 | 512 | 08:25:00p.m. | Mesa 9 | 510 | 498 | 503 | 514 |
| | | 495 | 502 | 510 | 514 | | | 512 | 499 | 502 | 510 |
| | | 494 | 501 | 509 | 511 | | | 509 | 501 | 504 | 511 |
| | | 496 | 504 | 512 | 510 | | | 511 | 500 | 506 | 512 |
| 07:45:00 p.m. | Mesa 5 | 518 | 505 | 510 | 501 | 08:35:00 p.m. | Mesa 10 | 389,8 | 319,4 | 345,8 | 391,4 |
| | | 519 | 507 | 512 | 500 | | | 391,1 | 321,9 | 347,9 | 393,1 |
| | | 520 | 508 | 510 | 503 | | | 393,2 | 324,1 | 349,2 | 395,2 |
| | | 519 | 505 | 509 | 504 | | | 390,6 | 323,7 | 349,5 | 394,8 |

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 10: Cotización de instalación de Foil de Aluminio y materiales

|  | <i>HyN Empaquetaduras e Importaciones SAC</i> | | HyN - GCM - F - 003 | | | |
|--|---|---|---|--|---------------|--------------------|
| | Sistema de Gestión de Calidad | | Versión: 00 | | | |
| | Formato de Cotización | | Fecha: Noviembre 2016 | | | |
| RUC: 20538495477 | | COTIZACIÓN NRO: L219-2016 | | FECHA: 12-11-2016 | | |
| CLIENTE: | Luis Fernando Mercado Jiménez | | Teléfono Fijo | | | |
| RUC: | | | Teléfono Celular | | | |
| CONTACTO: | | | Email | fer.mercado.jimenez@hotmail.co | | |
| ITEM | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT. | PRECIO | IMPORTE |
| 1 | | Lamina de foil de aluminio doble cara 406AR | mt lin | 14 | S/. 560,00 | S/. 7840,00 |
| | | Rollo de 1.25 mt de ancho x 60 mt de largo | | | | |
| | | Aislamiento Reflectivo. | | | | |
| 2 | | Cinta autoadhesiva de aluminio liso | Rollo | 14 | S/. 20,34 | S/. 284,76 |
| | | 45 mt x 5cm | | | | |
| 3 | | Pegamento Libre de tolueno | 1 gl | 14 | S/. 45,00 | S/. 630,00 |
| | | Artecola Afix Extra Enchape 70°C | | | | |
| 4 | | Mano de obra especializada | 1 Rollo | 14 | S/. 56,00 | S/. 784,00 |
| | | 2 Operarios para instalación | | | | |
| Una vez calida la mercaderia no hay lugar a reclamo y/o devolucion | | | | | | |
| Observaciones: El precio no incluye transporte o traslado de material. Precios son más IGV | | | | | SUB TOTAL | S/. 8671,6 |
| | | | | | IGV 18% | S/. 867,16 |
| | | | | | TOTAL: | S/. 9538,76 |
| Validez De Oferta: | 7 días útiles | | Forma de Pago: | Contado | | |
| Lugar de Entrega: | Nuestros almacenes | | Cta Cte Soles BBVA: 0011-0101-0100028203-36 | | | |
| Tiempo de Entrega: | Máximo 1 día útil. | | Cta Cte Soles BCP:191-2119581-0-08 | | | |

Luis Alexander Cuenca García

HyN Empaquetaduras e Importaciones SAC

Fuente: HyN Empaquetadura e Importaciones SAC, 2016.

ANEXO 11: Cotización de luminarias OFFSIMPLE y MasterLED Tubo de 10 w



IMPORTADORES MAYORISTAS DE MATERIALES ELECTRICOS Y DE ILUMINACION PARA USO INDUSTRIAL, CIVIL, MINERO Y NAVAL

PROMOTORES ELECTRICOS S.A.
RUC : 20100084172

Visita Nuestra Pagina Web www.promelsa.com.pe
Prolog. Parinacochas #765 - La Victoria - Lima 13 - Perú
Teléfonos : Ventas 712-5555 Central 712-5500 Fax Central 473-6650 Fax Arriola 471-0641
E-mail: promotores@promelsa.com.pe

Página 1 de 1

PROFORMA DE VENTA
NRO : 013-00011844

SEÑORES : UNIVERSIDAD CATOLICA STO. TORIBIO D
AV. PANAMERICANA NORTE 855 LAMBAYEQU
RUC : 20395492129 E-MAIL :
ATENCION : FERNANDO MERCADO
FAX : 074234391 TELEFONO : 074270640
NRO.REQUIS. :
MONEDA : NUEVOS SOLES

FEC.EMISION : 24/11/2016
VENDEDOR : 583135 - DEL VALLE ANDUJAR, HECTOR
NEXTEL : CORREO : HDELVALLE@PROMELSA.COM.PE
COND. VENTA : CONTADO CASH
VALIDEZ : 20 DIAS
SOPORTE DE VENTAS:
NEXTEL : CORREO :

| Item No | Código | Cantidad | Und. | Descripción | Modelo | Marca | Prec. Lista Unit. | Dcto 1 | Dcto 2 | V. Venta. Unitario | Neto sin IGV | Perc |
|---------|---------|----------|------|---|----------------|---------|-------------------|--------|--------|--------------------|--------------|------|
| 001 | 1005309 | 286.00 | UN | KIT REJILLA ADO OFFSIMPLE 4X18W/865 T8 EBC M2 ALU | OFFSIMPLE | PHILIPS | 189.59 | 20.00 | 5.00 | 128.8884 | 34,284.31 | 0.00 |
| 002 | 1006587 | 1,084.00 | UN | FLUORES.RECTO LED 10W T8 10W/840 EQ.18W 40000H | MASTERLED TUBE | PHILIPS | 34.02 | 20.00 | .00 | 27.2160 | 28,967.82 | 0.00 |

Incorporado al Regimen de Agentes de Retención de IGV (r.s. 037-2002)

Monto Referencial .00 Total a pagar 74,625.72

| Total Bruto | Descuentos | Total Neto | Flete | Embalaje | I.G.V. | Total | Percepc. | Total Cotización |
|-------------|------------|------------|-------|----------|-----------|-----------|----------|------------------|
| 81,308.22 | 18,066.08 | 63,242.14 | 0.00 | 0.00 | 11,383.58 | 74,625.72 | 0.00 | S/. 74,625.72 |

OBSERVACION:

Nota: Stock disponible salvo venta previa

"EL CLIENTE AL REALIZAR LA COMPRA DE LOS ITEMS DETALLADOS EN LA PRESENTE PROFORMA ACEPTA LAS CONDICIONES GENERALES DE CONTRATACIÓN COMPRAVENTA DE BIEN COMERCIAL QUE SE ADJUNTAN"

Fuente: Promelsa, 2016.

ANEXO 12: Cotización de instalación de luminarias, tubos LED y aire acondicionado

AUTOMOTRIZ TUME

Especialidad en planchado y pintura, adaptaciones, fibras de vidrio, soldadura en general para todo tipo de autos y camiones, pintura uretano, poliuretano, acrílicas e instalaciones de parabrisas nacionales e importadas, rotulación vehicular instalaciones eléctricas

De: **Doxany calderón castillo**

SEÑORES: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Asunto: INTALACION DE LUMINARIAS Y TUBOS LED

Trabajos a realizar:

POR INSTALACION DE 266 ILUMINARIAS OFFISIMPLE 5/3,990.00

POR INSTALACION DE 1,064 TUBOS LED MODELO MASTER LED EN UN TOTAL DE 14 AULAS 5/ 4256.00

TOTAL DE TRABAJO 5/ 8246.00 INCLUIDO INSUMOS

INSTALACION DE 14 AIRES ACONDICIONADOS DE LA MARCA LG TIPO TECHO DOS PARTES 5/ 2800.00

TOTAL DE TRABAJO 5/ 2800.00

Walter Tume Gonzales

CHICLAYO 12 DE abril de 2017

Responsable

**AV Antonio Raimondi 466 el porvenir
CHICLAYO
Celular: 991575433 #945311616
Mail: wetg20@hotmail.com**

Fuente: Automotriz Tume, 2017.

ANEXO 13: Cotización de instalación de ventanas de doble acristalamiento



DISTRIBUIDOR DE ALUMINIOS - VIDRIOS - CRISTAL TEMPLADO
CERRADURA "YALE" - ACRILICOS Y ARTICULOS DE FERRETERIA

Principal : Alfonso Ugarte 1098 - Telefax 221882 - Teléfono 227693 - Chiclayo.
Sucursal : Juan Cuglievan 1147 - Teléfono 204317

PROFORMA

PEDIDO

OTROS

Nº 000010

Fecha: 18 04 17

Nombre / Razón Social: *Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo*

Dirección: *Chiclayo*

R.U.C. / D.N.I. *20395492129* Telf.: _____

Referencia: _____

| CANT. | DESCRIPCION | P. UNIT. | TOTAL |
|-----------------|---|----------|-------------|
| 06 | <i>ventanas 150x150 c/marco de Aluminio</i> | | 2025 |
| 06 | <i>ventanas en S.D. cl.</i> | | 720 |
| TOTAL S/ | | | 2745 |

[Signature]

VISACOL S.R.L.

Fuente: VISACOL, 2017.

ANEXO 14: Cotización de compra e instalación de aire acondicionado LG 60 000 BTU/Hr

SUMYTECK SAS

Aire Acondicionado y Ventilación

FECHA: 19/04/2017

NIT: 900.361.687-2

COTIZACION N° 4143

| ITEM | CANT | DESCRIPCION | MED. | V. UNIT. | V. TOTAL | |
|-----------------|------|---|----------|----------|-----------|-----------|
| | | EQUIPO DE AIRE MARCA LG | | | | |
| | 14 | SPLIT SUSPENDIDO DE TECHO 60000 BTU (5,0TR) INVERTER R-410A/220V/1HP | COMRESOR | UND | 4.800.00 | 67.200.00 |
| TOTAL | | | | | 67.200.00 | |
| DCTO 6% | | | | | 4200.00 | |
| SUBTOTAL | | | | | 53.389.83 | |
| IGV | | | | | 9610.17 | |
| TOTAL | | | | | 63.000.00 | |

| |
|---|
| <p>FORMA DE PAGO: CONTADO</p> <p>MONEDA: Soles</p> <p>TIEMPO DE ENTREGA: 8 (días) Dias dias despues de recibida la orden de compra, de acuerdo a disponibilidad . (SALVO PREVIA VENTA)</p> <p>Si paga con cheque es necesario esperar que este haga canje, a fin de verificar el pago y asi realizar el despacho. Aplica tambien para transferencias electrónicas.</p> <p>VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 (Quince) Dias</p> |
|---|

ESTIMADO CLIENTE

| |
|--|
| <p>Al elaborar su orden de compra tenga presente toda la información consignada en esta cotización para evitar inconsistencias, y no olvide citar el número de cotización en su orden.</p> <p>Para realizar pago por nuestros servicios y/o productos realice la consignación a Nombre de Sumyteck SAS en la Cuenta de ahorros empresarial del Banco Davivienda N° 0073 0072 6523, favor enviar soporte de pago via mail a comercial3@sumyteck.com.</p> |
|--|

Fuente: SUMYTECK SAS, 2017.

ANEXO 15: Nivel de esfuerzo vocal con distintos niveles de ruido de fondo

| Esfuerzo vocal medio | Nivel dB |
|----------------------|----------|
| Relajado | 30 a 35 |
| Conversación privada | 30 a 40 |
| Conversación pública | 30 a 40 |
| Elevado | 35 a 45 |
| Fuerte | 35 a 50 |
| Muy fuerte | 35 a 55 |
| Gritando | 65 a 70 |
| Gritando al máximo | 75 – 80 |

Fuente: Manual del Ruido de Calidad Ambiental en la Edificación, (2006).

ANEXO 16: Reglamento de instalaciones de calefacción y refrigeración

| Lugares | Niveles sonoro máximo (dB) |
|--|----------------------------|
| Salas de conferencia, auditorio, aulas | 40 |
| Despacho | 40 |
| Oficinas generales | 50 |
| Vestíbulos y pasillos | 55 |

Fuente: Seguridad Industrial y administración de la Salud, (2010).

Niveles de ruido de los ventiladores de las aulas del cuarto piso de la USAT en pleno funcionamiento

| Aulas | dB |
|-------|------|
| 414 | 63.4 |
| 406 | 62.5 |
| 407 | 64.6 |
| 408 | 65.2 |

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 17: Aulas designadas para estudiantes Ingeniería Industrial, USAT 2016 – II

| Ciclo | Grupo | Aulas | Edificio | Número de Estudiantes |
|-------|---------|---------------------------------|------------------|-----------------------|
| I | A y C | 404, 405, 414 | Edificio Antiguo | 33 |
| II | A, C, D | 402, 407, 411, 414 | Edificio Antiguo | 41 |
| III | A y B | 406, 407, 414 | Edificio Antiguo | 43 |
| IV | A y B | 406, 407 | Edificio Antiguo | 45 |
| V | A y B | 402, 406, 407, 414 | Edificio Antiguo | 38 |
| VI | A | 414 | Edificio Antiguo | 42 |
| VII | A | 407 | Edificio Antiguo | 39 |
| VIII | A | 401, 404, 406, 407, 412, 414 | Edificio Antiguo | 36 |
| IX | A y B | 402, 406, 408, 410, 414 | Edificio Antiguo | 48 |
| X | A y B | 404, 407, 408, 410 | Edificio Antiguo | 38 |

Fuente: Dirección de Ingeniería Industrial USAT, 2016.