



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

-Grado en Fundamentos de la Arquitectura -

Junio 2023

Trabajo final de grado

# **Comportamiento energético y confort térmico en centros educativos de gestión pública de Sevilla**

**Francisco Alberto Fernández Morató**

Sevilla, España

## **RESUMEN**

El objetivo principal de este trabajo se basa en demostrar y fundamentar los problemas que presentan los centros educativos infantil y primaria (CEIP) de la ciudad de Sevilla, y crear un modelo que pueda servir para detectar, analizar y solucionar los problemas que estos centros presentan.

La investigación del confort térmico de los centros se basará en la recopilación y estudio de los datos hidrotérmicos de cuatro aulas con distintas orientaciones de fachadas al igual que distintas plantas, para estudiar correctamente la influencia del sol sobre las fachadas y sus efectos.

De igual manera, se seleccionarán y se estudiarán mediante CYPE Therm HE PLUS, las distintas soluciones que plantea realizar la Junta de Andalucía a centros educativos de gestión pública para reducir la demanda energética y aumentar el confort térmico. Al igual que una estimación de costos para cuantificar el valor estimado de las intervenciones.

Para concluir se desglosarán los costes y se hará una comparativa de la relación de coste y efectividad de la reducción de la demanda energética.

## **Palabras clave**

Comportamiento energético - Confort térmico - Escuelas (CEIP)- climatización pasiva – sostenibilidad  
- eficiencia energética.

## Indice

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>5</b>
<b>CASO DE ESTUDIO .....</b>	<b>7</b>
Descripción del edificio .....	7
<b>CONTEXTUALIZACIÓN .....</b>	<b>10</b>
Las constituciones españolas y su compromiso con la educación .....	10
La constitución política de la monarquía española. Cádiz, 1812 .....	10
Las constituciones de 1837 y la siguiente en el año 1845: La Monarquía española .....	10
La Constitución democrática de España de 1869 .....	11
La constitución de 1876: La Monarquía española .....	11
La constitución de 1931: La república española .....	11
La constitución de 1978 .....	12
<b>LEYES EN EL SIGLO XIX-XX QUE ENCAMINARON HACIA CONSTRUCCIÓN ESCOLAR.....</b>	<b>13</b>
Informe Quintana (1813) .....	13
Reglamento de educación (1821) .....	13
Planes educativos de Calomarde 1823 .....	13
Plan Pidal (1845) (Plan general de estudios) .....	13
Ley Moyano (1857) .....	14
Ley de Bases de 17 de julio de 1857- Ley Moyano .....	14
Implantación de la libre enseñanza 1876 .....	15
Plan de desarrollo económico y social 1964.....	16
<b>LEYES A FAVOR DE LA EDUCACIÓN A FINALES DEL SIGLO XX .....</b>	<b>18</b>
Ley General de Educación (L.O.E) 1970 .....	18
Ley Orgánica del Derecho a la Educación (L.O.D.E) 1985 .....	19
Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (L.O.G.S.E) 1990 .....	20
<b>PLANES PARA IMPULSAR LA CONSTRUCCIÓN DE CENTROS EDUCATIVOS DE GESTIÓN PUBLICA ....</b>	<b>22</b>
Plan Aula 2000 (1996) .....	22
Plan Mejor Escuela (2005) .....	22
<b>INCREMENTO DE OPORTUNIDADES LABORALES EN ANDALUCÍA DURANTE LA CRISIS ECONÓMICA .....</b>	<b>23</b>
Plan PUA.....	23
Plan OLA 2011 .....	23
Plan Choque (2013).....	23
<b>LEY 1/2020 DE 13 DE JULIO 2020 .....</b>	<b>25</b>
<b>ESTRATEGIA DE ESPAÑA DE CARA AL 2050.....</b>	<b>27</b>

Objetivo 55.....	29
<b>MATERIALIDAD DE LOS CENTROS EDUCATIVOS DE GESTIÓN PÚBLICA .....</b>	<b>32</b>
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>35</b>
Intervenciones adoptadas por la junta de Andalucía para los centros educativos .....	35
<b>ANÁLISIS DE LAS REFORMAS A REALIZAR EN EL CENTRO EDUCATIVO DE GESTIÓN PÚBLICA POR LA JUNTA DE ANDALUCÍA PARA MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO Y DEMANDA ENERGÉTICA. ....</b>	<b>38</b>
Intervención exterior sobre la cubierta .....	38
Instalación de equipos de refrigeración evaporativa (adiabática) .....	38
Aislamiento exterior de la fachada (SATE).....	39
Instalación de paneles fotovoltaicos.....	40
Huecos (carpinterías).....	42
Luminarias.....	42
Descripción de los métodos.....	45
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>50</b>
Objetivos generales .....	50
Objetivos específicos .....	50
<b>DATOS RECOLECTADOS DEL CENTRO EDUCATIVO .....</b>	<b>51</b>
El centro educativo actual.....	51
Análisis y problemáticas que afectan el confort en las aulas .....	51
Datos .....	52
Aula 12 .....	52
Aula 13 .....	57
Aula 3 .....	62
Aula 14 .....	68
<b>CONCLUSIONES DE DATOS HIDROTÉRMICOS .....</b>	<b>74</b>
Temperatura .....	74
Cálculo del Voto Medio Estimado (PMV) y Porcentaje Estimado de Insatisfechos (PPD) según ISO 7730:2006 .....	75
CO <sub>2</sub> .....	77
Estudio COVID Risk.....	78
Partículas volátiles (Tvoc) .....	80
Humedad.....	81
Partículas por millón (Pm <sub>2,5</sub> ).....	82
<b>CONCLUSIÓN GENERAL DE LOS DATOS HIDROTÉRMICOS RECOLECTADOS .....</b>	<b>83</b>
<b>ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL CENTRO EDUCATIVO ACTUAL EN LIBRE EVOLUCIÓN USANDO CYPE Therm HE PLUS. ....</b>	<b>84</b>

<b>REFORMAS PROPUESTAS POR LA JUNTA DE ANDALUCÍA PARA GARANTIZAR EL CONFORT Y DEDUCIR LA DEMANDA ENERGÉTICA EN LOS CENTROS DE GESTIÓN PÚBLICA. ....</b>	<b>88</b>
Fachadas .....	88
Cubiertas .....	89
Carpinterías.....	90
<b>PROPUESTA DE NUEVAS INTERVENCIONES PARA GARANTIZAR LA REDUCCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN. ....</b>	<b>92</b>
<b>COSTE ECONÓMICO DE INTERVENCIÓN .....</b>	<b>94</b>
Desglose de costes de las intervenciones.....	95
<b>CONCLUSIONES FINALES .....</b>	<b>96</b>
Datos hidrotérmicos de las aulas analizadas .....	96
Demanda energética del centro educativo.....	97
Costes de intervención.....	97
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>98</b>
<b>ANEJOS.....</b>	<b>101</b>
Epígrafes de medición.....	102
Demolición .....	102
Intervención .....	106
Modelo de Encuesta .....	116
Imágenes del centro .....	117

## INTRODUCCION

Uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de un país es la educación, la cual debe de ir adaptándose continuamente con nuevos métodos de enseñanza y organización. La educación en España ha pasado por varios procesos de reformas y mejoras y así mismo el parque edificatorio de escuelas debe de ir adaptándose a las nuevas exigencias, parámetros y necesidades que van surgiendo año tras año.

El calentamiento global, sus efectos y las medidas para contrarrestar el rápido aceleramiento de este problema se están haciendo sentir en todo el mundo, lo que conlleva a los seres humanos a ir adaptándose conjuntamente. En la Unión Europea, se han propuesto metas a largo plazo para reducir las emisiones y huella de carbono del parque edificatorio en general, tanto de nueva construcción como de la existente. “Cada Estado miembro establecerá una estrategia a largo plazo para apoyar la renovación de sus parques nacionales de edificios residenciales y no residenciales, tanto públicos como privados, transformándolos en parques inmobiliarios con alta eficiencia energética y descarbonizados antes de 2050” (Artículo 2, Directiva 2010/31/UE). A esto se le suma la nueva normativa de salud laboral la cual establece que no se puede ejercer ningún tipo de trabajo en interiores con una temperatura superior a los 27 grados.

Dicho esto, en Sevilla todos los años sufre varias olas de calor inminente que hacen que las edificaciones se dobleguen ante ellas. Por desgracia, los colegios son de los que más padecen de esta situación ya que estas no cuentan casi en su mayoría de sistemas de climatización de ningún tipo y año tras año las instituciones públicas hacen promesas de “solucionar” el problema. En el año 2017 durante una de las peores olas de calor registradas, colegios no aptos y con sistemas de climatización activa de poco o ninguna eficiencia y sin sistemas de climatización pasiva que resuelvan las necesidades de confort mínimas necesarias para los estudiantes y profesorado, los colegios sucumbían ante los meses de verano, alcanzando temperaturas superiores a los 30 grados. Donde los estudiantes debían tomar las clases en estas condiciones deplorables, incluso llegando a tener efectos en su salud. En junio 2020 el Parlamento aprobó una Ley de climatización pasiva de los centros educativos de la comunidad de Andalucía.

Con la llegada del Covid-19 y el regreso a clases, hizo notar las deficiencias que presentaban los colegios de gestión pública a nivel nacional. Ya que la mayoría de los colegios de gestión pública no cuentan con sistemas de climatización activa y mucho menos pasiva, la ventilación de las aulas se volvió un problema durante los meses de invierno. Los estudiantes debían tomar clases con las ventanas abiertas para asegurar una correcta ventilación, lo que conllevaba que las aulas se volvieran “iglús” y los estudiantes llevar abrigo gruesos y hasta mantas para abrigarse dentro de las mismas.

Las entidades públicas que gestionan la arquitectura escolar deberían de velar por que esta provee un ambiente saludable, tanto a nivel físico como a nivel emocional, ya que la variación de 1°C en la temperatura interior influencia directamente el nivel de concentración de los niños. Mantener la correcta temperatura interior propicia una condición de confort que le permita a los estudiantes concentrarse durante las horas de clases. La meta sería un consumo mínimo, con el máximo de calidad ambiental interior.

Los más pequeños pasan más tiempo durante el día en las escuelas que en sus casas, lo que hace que las escuelas sean consideradas su segundo hogar. Esto implica que estar en condiciones de confort no aptas le producirá un efecto negativo tanto a nivel cognitivo, como en su salud.

“Hay Numerosos estudios que han mostrado la relación directa que hay entre calidad de la escuela y capacidad de aprendizaje (Evans, 2010). De hecho, está comprobado que una escuela de mala calidad aumenta el riesgo de delincuencia y ausentismo (Maxwell, 2016). Al contrario, buenas condiciones para estudiar tienen un impacto positivo sobre la autoestima de los alumnos y les das ganas de pasar más tiempo en la escuela (Maxwell, 2008)”.

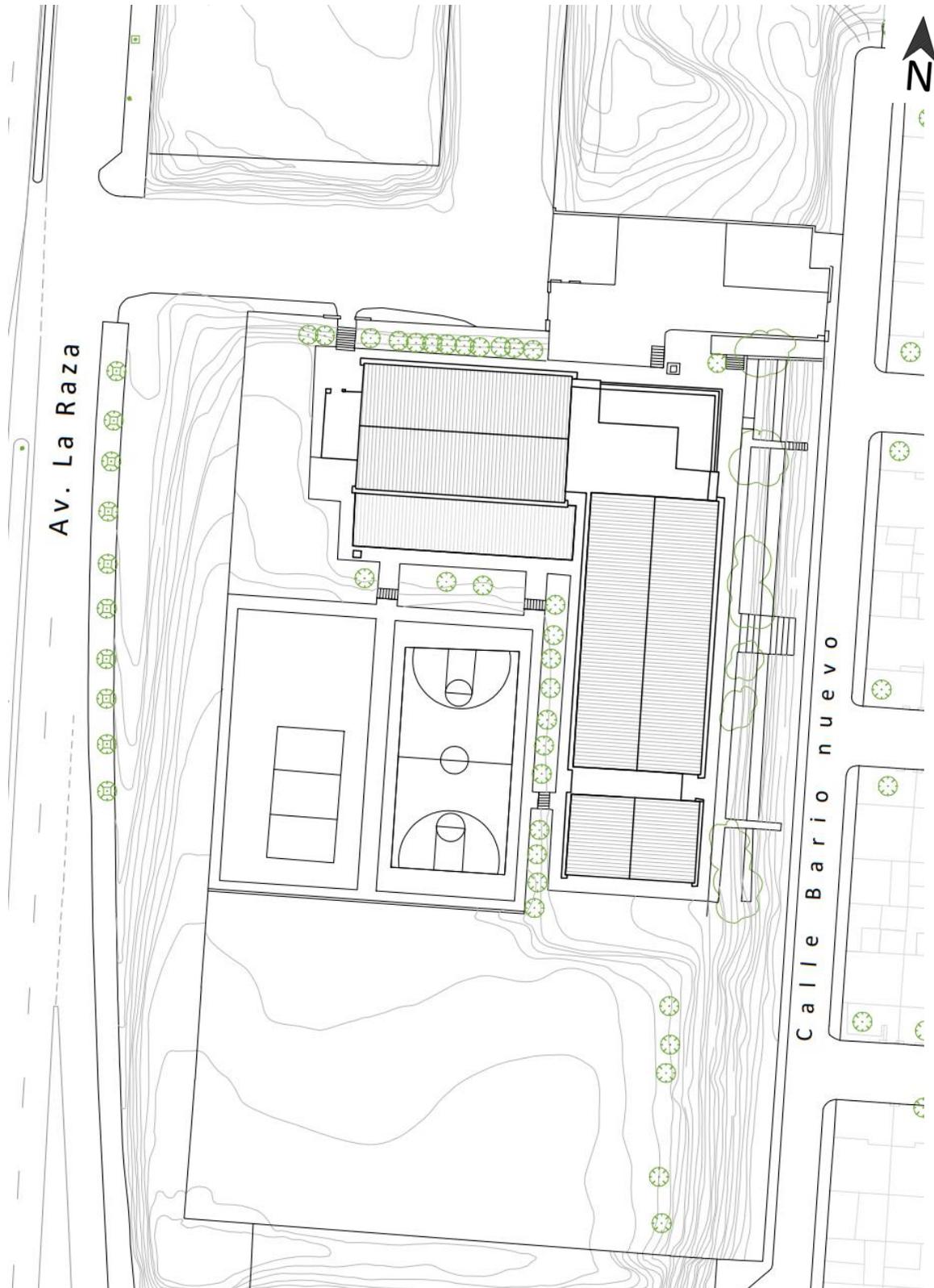
A modo internacional existen normas que regulan y controlan el nivel de confort en interiores. La norma ASHRAE-55 (2010) tiene como objetivo establecer las *“condiciones térmicas aceptables para los ocupantes de los edificios, de acuerdo con un conjunto de factores asociados al ambiente interior, tales como: la temperatura, radiación térmica, humedad y la velocidad del aire, así como a los propios ocupantes (nivel de actividad y vestimenta)”*.

El reglamento de instalaciones térmicas en los edificios establece que los factores de confort en el acondicionamiento de locales interiores son: la temperatura del aire, la humedad del aire, calidad del aire interior (CO<sub>2</sub> + contaminantes), velocidad del aire y los niveles de ruido. De acuerdo con la estación de año, la temperatura operativa, la humedad relativa del aire, la actividad metabólica del usuario del espacio y el grado de vestimenta usada se determina que la temperatura de confort térmico ronda los 21-25 °C, con un porcentaje de humedad relativa entre los 40-60%.

## CASO DE ESTUDIO

### Descripción del edificio

Este trabajo se desarrolla sobre un centro escolar de educación infantil y primaria (CEIP) de gestión pública ubicado en el área metropolitana de Sevilla.



Fuente: Oficina de gerencia de urbanismo de Sevilla

La Junta de Andalucía declara que:

“El edificio data de 1979 y es uno de los colegios construidos bajo el plan denominado PUA (Plan Urgente Andaluz) según el cual, se crearon colegios idénticos por toda la geografía Andaluza. Este tipo de centros cuentan con amplios espacios y en su día de una dotación importante para la época en cuanto a nivel de dependencias, infraestructuras y mobiliario”.

Con una tipología edilicia compuesta por dos bloques de aulas lineales conectados entre sí mediante un único módulo de circulación horizontal y núcleo vertical formando una “L”. Dichos espacios disponen de una altura máxima de dos niveles en todo el conjunto, con cubiertas a dos aguas en tejas en ambos bloques lineales, con falso techo de escayola creando una aparente cámara de aire para reducir la transmitancia de calor de la cubierta al interior. El núcleo central de circulación horizontal y vertical dispone de una cubierta plana transitable.

Los bloques de aulas son del tipo de diseño “C2”, el cual tiene un pasillo central y dos baterías de aulas a ambos lados con fachada al exterior. La altura de planta en todo el edificio es de 2.95 metros, con un área por planta de 1475.91m<sup>2</sup>, con un total área construida de 2951.82 m<sup>2</sup> y alberga a 209 estudiantes con 17 profesores.

Las superficies son las siguientes:

#### **Planta baja**

- Área de circulación y distribución horizontal y vertical
- Escalera
- Pasillos
- Comedor
- Dirección (oficinas)
- Espacios sin uso
- Aulas de educación infantil
- Aseos masculinos
- Aseos femeninos
- Cuartos de instalaciones

#### **Patio**

- Comedor techado al aire libre
- Patio juego de infantil
- Cancha de fútbol
- Cancha de basquetbol
- Área de terreno para cultivo agrícola escolar.

#### **Planta alta**

- Área de circulación y distribución horizontal y vertical
- Escalera
- Pasillos
- Aulas de educación primaria
- Biblioteca
- Aseos masculinos
- Aseos femeninos
- Cuartos de instalaciones

Dispone de un patio de juego con alguna protección solar mediante vegetación de gran porte próximo a edificaciones.

Este colegio tiene fachadas hacia los 4 puntos cardinales y está ubicado en una zona donde no tiene la influencia de otras edificaciones adyacentes, lo cual le proporciona beneficios para una buena ventilación e iluminación.

#### *Norte*

Al norte el centro dispone de un pequeño estacionamiento para profesores, el cual colinda con un solar baldío sin construcción alguna.

#### *Sur*

Al sur el centro dispone de un amplio terreno libre para el cultivo de huerto urbano escolar a cargo de la junta de Andalucía y de la junta directiva del colegio.

#### *Oeste*

Al este el centro hace lindero con una zona verde de no construcción de la Av. De la Raza.

#### *Este*

Al oeste el centro tiene un área verde con vegetación de gran porte colindando con la calle Barrio nuevo.

El centro cuenta con un horario de funcionamiento de 7:30 h hasta las 19:00 h, el horario lectivo es de 9:00 h hasta las 14:00 h, de lunes a viernes. El centro dispone de un horario de guardería de 8:00 h – 9:00 h y por las tardes de 14:00 – 16:00 h, para padres que tengan que trabajar. De igual modo, de lunes a viernes por las tardes de 16:00 h hasta 17:00 h se imparten actividades extracurriculares en el centro.

Cabe destacar, que según la clasificación climática Köppen el clima de Sevilla es de veranos muy calurosos y secos e inviernos suaves con luvias moderadas. Presenta una temperatura media anual de 19,2 °C. Con temperaturas medias anuales durante el día de 25,4 °C y de 13,0 °C durante la noche.

## CONTEXTUALIZACIÓN

### **Las constituciones españolas y su compromiso con la educación**

Desde los inicios del siglo XIX se han propuesto y modificado la constitución española y en cada una de las cartas magnas se puede ver o no el compromiso de la monarquía o estado con la educación del país. Los distintos acontecimientos que han sucedido a lo largo de la historia de España han llevado lentamente a entender la importancia de la educación para el país.

Se estipula que el Estatuto de Bayona de 1808, fue impuesto en su momento por Napoleón Bonaparte, y según varios estudios refieren a este estatuto como un elemento detonante para la creación de una constitución.

### **La constitución política de la monarquía española. Cádiz, 1812**

Esta carta constitucional fue aprobada en su momento por una minoría y su periodo de vigencia fue muy breve. Se ha considerado una constitución discontinua ya que su periodo de vigencia fue saltando de 1812-1814; 1820-1823 y luego desde 1836-1837.

Esta carta constitución dedica una sesión completa a la educación bajo el título “La Instrucción Pública”. Por primera vez se propone determinar la obligatoriedad del estado para el control y programación de la enseñanza.

-El Art. 131. Se le propone a las Cortes diseñar un plan de enseñanza pública y un plan de enseñanza específica para el principado de Asturias.

-El ART.321. Se les asigna a los ayuntamientos el cuidado de todos los centros de enseñanza, pagado con fondos públicos.

-El Art. 335. Se le atribuye a la diputación de promover la educación en la población más joven.

-El Art 366. Se establecerán escuelas de primeras letras en todos los pueblos, para enseñar a los niños a leer, escribir y contar. De igual manera, se impartirá el catecismo de la religión católica.

-El Art. 368. Se establece que habrá un plan general de enseñanza uniforme en todo el reino español.

-El Art. 369. Se creará una dirección general de estudios, la cual estaría bajo la autoridad del gobierno.

### **Las constituciones de 1837 y la siguiente en el año 1845: La Monarquía española**

Estas cartas constitucionales tuvieron una vigencia durante los años, desde 1837-1868. Dentro de estas dos cartas magnas no se menciona nada referente con la educación de España.

Es importante mencionar que durante los años 1816-1868, hubo legislaciones referentes a la educación y se detallaran un poco más adelante en este trabajo, estos serían:

-El Reglamento General de Instrucción Pública (1821)

- Plan Pidal, el plan general de estudios (1845)

-Ley de Moyano, la ley de instrucción pública (1857)

### **La Constitución democrática de España de 1869**

Esta constitución fue promulgada por las Cortes en 1869, y tuvo vigencia hasta 1873. Dentro de esta carta magna se hace referencia a la organización educativa más como una responsabilidad individual particular que una responsabilidad pública general.

#### *LA CONSTITUCIÓN DEMOCRÁTICA DE LA NACIÓN ESPAÑOLA DE 1869*

##### *TITULO PRIMERO: DE LOS ESPAÑOLES Y SUS DERECHOS. Art. 24.*

*“Todo español podrá fundar y mantener establecimientos de instrucción o de educación, sin previa licencia, salvo la inspección de la Autoridad competente por razones de higiene y moralidad”.*

### **La constitución de 1876: La Monarquía española**

Fue decretada en 1876 por el Rey Alfonso XII y cabe mencionar que hasta el año 1923 se hacen varios avances en lo que a la educación concierne, tales como:

- En 1876 se crea la Institución de Libre Enseñanza.
- En 1885 se inició la coeducación en los niveles de párvulo.
- En 1894 se decretó mediante un decreto real la reforma del Bachillerato.
- En 1901, mediante un decreto real se decreta que los costes de la instrucción primaria de las escuelas de gestión pública estarían a cargo del estado español.

### **La constitución de 1931: La república española**

Promulgada por las Cortes en 1931 y tuvo una corta duración hasta el 1939. Esta carta magna destacaba varios artículos en los cuales se hace referencia la educación de España.

Se hace referencia en el Art. 48 a que:

- La enseñanza primaria será obligatoria y gratuita.
- Se reconoce y se garantiza la libertad de cátedra.
- Se pretende una enseñanza laica.
- Se facilitaría el acceso de todos los niveles de enseñanza para que ningún niño este condicionado por la carencia de sus recursos económicos.
- Todos los profesionales de la enseñanza serán funcionarios públicos.

Artículo. 49.

- Establece la obligatoriedad del estudio de la lengua castellana.
- La inspección de los centros de gestión pública estaría a cargo del Estado español.

De igual manera, en 1934 se decretó una orden dictando que se realizarían construcciones escolares con instrucciones técnico-higiénicas.

Durante la dictadura del General Franco durante los años 1939-1975, el pueblo convivió con normativas conocidas como las leyes fundamentales del reino. Entre las cuales se enfatizaba en los deberes y derechos de los españoles, los cuales tenían el derecho y el deber de recibir una educación, dentro de la misma familia o en centros públicos o privados certificados y el estado velaría porque ningún niño se quedará sin educación.

## **La constitución de 1978**

Esta carta magna fue aprobada por las Cortes en 1978 y es destacable respecto al tema educativo se refiere al detalle con el cual el Art. 27 fue realizado. Recogiendo en este artículo 10 apartados relacionados específicamente con la educación.

*Constitución 1978, CAPÍTULO SEGUNDO. Derechos y libertades*

*La Sección 1ª – “De los derechos fundamentales y de las libertades públicas”.*

### **Artículo 27**

- 1. Todos tienen el derecho a la educación. Se reconoce la libertad de enseñanza.*
- 2. La educación tendrá por objeto el pleno desarrollo de la personalidad humana en el respeto a los principios democráticos de convivencia y a los derechos y libertades fundamentales.*
- 3. Los poderes públicos garantizan el derecho que asiste a los padres para que sus hijos reciban la formación religiosa y moral que esté de acuerdo con sus propias convicciones.*
- 4. La enseñanza básica es obligatoria y gratuita.*
- 5. Los poderes públicos garantizan el derecho de todos a la educación, mediante una programación general de la enseñanza, con participación efectiva de todos los sectores afectados y la creación de centros docentes.*
- 6. Se reconoce a las personas físicas y jurídicas la libertad de creación de centros docentes, dentro del respeto a los principios constitucionales.*
- 7. Los profesores, los padres y, en su caso, los alumnos intervendrán en el control y gestión de todos los centros sostenidos por la Administración con fondos públicos, en los términos que la ley establezca.*
- 8. Los poderes públicos inspeccionarán y homologarán el sistema educativo para garantizar el cumplimiento de las leyes.*
- 9. Los poderes públicos ayudarán a los centros docentes que reúnan los requisitos que la ley establezca.*
- 10. Se reconoce la autonomía de las Universidades, en los términos que la ley establezca.*

## LEYES EN EL SIGLO XIX-XX QUE ENCAMINARON HACIA CONSTRUCCIÓN ESCOLAR

### **Informe Quintana (1813)**

Después de la promulgación de la Constitución de Cádiz (1812), se debía de elaborar un proyecto que sería aprobado por las Cortes, el cual tendría como misión principal la organización y mejora del sistema educativo actual, a través de la creación de una Dirección General de Estudios y la Junta de Instrucción Pública. Este nombrado proyecto paso a ser conocido como el “Informe de la Junta creada por la Regencia para proponer los medios de proceder al arreglo de los diversos ramos de Instrucción pública”, mejor conocido como el informe Quintana. Este informe consideraría a la educación como la herramienta principal para la promoción social y valores.

### **Reglamento de educación (1821)**

Se creo la Dirección General de Estudios tras la creación del Reglamento general de educación en 1821. Dicha institución tenía el deber de organizar la enseñanza para que sea publica, uniforme y gratuita. También debía de estructurar la enseñanza en todos los niveles (primaria, secundaria y superior).

### **Planes educativos de Calomarde 1823**

Este plan se basó en un Plan Literario de Estudios y arreglo general de las universidades del reino, con la intención de erradicar el pensamiento liberal de las universidades y la implementación de la centralización y uniformidad de las enseñanzas.

Usando el Informe Quintana como base, se creó y promulgo el Reglamento de Escuelas de Primeras Letras del Reino en 1825, en el cual se establece la creación de escuelas en poblaciones con más de 500 habitantes.

Se regularizo la enseñanza secundaria y se pretendía que esta sirviese de base preparatoria para la educación universitaria. Durante esta época había una gran escasez de medios económicos y esto conlleva a la disminución e intento de erradicación de la enseñanza privada. Para llevar este plan acabo, se debía de incrementar la cantidad de centros de gestión pública disponibles.

### **Plan Pidal (1845) (Plan general de estudios)**

Este nuevo plan de estudio se crea para satisfacer o solucionar las necesidades de organizar la Instrucción Pública del reino, específicamente en relación con las enseñanzas secundaria y superior. Dando a conocer la necesidad del impulso, la perfección de los estudios e informando a los profesores cual serian sus funciones. Este plan basa sus fundamentos utilizando como base otros planes predecesores, tales como El Reglamento del 1821.

Ya que este plan general de estudios gozaba de un enfoque moderno liberal y centralista. Se acusaba de tener influencias de legislaciones francesas, tenía unas pautas generales, tales como:

- Sacar a la iglesia del centro de la enseñanza.
- Entiende la necesidad de educar a todos, permitiendo la libertad de enseñanza.
- Se centra fundamentalmente en la enseñanza superior (universidades), está quedando en manos del estado.

-La educación sería gratuita, dependiendo esta de las posibilidades del estado y de las necesidades del pueblo.

Este plan determina la necesidad de:

- Creación de nuevos centros de educación
- Creación del cuerpo catedrático docente
- Se establece la necesidad de la inspección educativa
- La formación de los maestros.

### **Ley Moyano (1857)**

Esta ley es considerada la espina dorsal de la estructura de la enseñanza pública, y por tal razón fue vista como el mayor logro en la educación del siglo XIX. La ley de Moyano no fue una ley innovadora, más bien fue una norma que se centró en el sistema educativo que ya tenía sus bases fundamentales en el Reglamento de educación (1821), en el Plan del Duque de Rivas (1836) y en el Plan Pidal (1845).

Propone la división de las enseñanzas en tres grados – la primera enseñanza, la segunda enseñanza y la enseñanza superior. La primera enseñanza se divide en dos etapas de enseñanza: la enseñanza elemental y superior, necesaria para las otras enseñanzas.

Se establece como obligatoria para todos los españoles desde seis (6) – nueve (9) años y solo se brinda la oportunidad a los niños sin recursos económicos la posibilidad de asistir a colegios públicos donde aprendían a leer, escribir y contar.

Con esta ley de Moyano se seguía promoviendo lo que ya se venía implementando anteriormente con planes y reglamentos anteriores:

- Gratuidad relativa para enseñanza primaria
- Centralización
- Uniformidad
- Secularización
- Libertad de enseñanza

### **Ley de Bases de 17 de julio de 1857- Ley Moyano**

#### ***Las leyes bases de la Ley de Moyano, decretan lo siguiente:***

***“Artículo 1º. Se autoriza al Gobierno para formar y promulgar una ley de Instrucción Pública, con arreglo a las siguientes bases:***

***1ª La enseñanza puede ser pública o privada. El Gobierno dirigirá la enseñanza pública y tendrá en la privada la intervención que determine la ley.***

***2ª La enseñanza se divide en tres períodos, denominándose, en el primero, primera: en el segundo, segunda, y en el tercero, superior.***

***La primera enseñanza comprende las nociones rudimentales de más general aplicación a los usos de la vida. La segunda enseñanza comprende los conocimientos que amplían la primera y también preparan para el ingreso al estudio de las carreras superiores. La enseñanza superior comprende las que habilitan para el ejercicio de determinadas profesiones.***

*3ª La primera enseñanza podrá adquirirse en las escuelas públicas y privadas de primeras letras y en el hogar doméstico.*

*5ª Los establecimientos de Instrucción Pública se costearán:*

*Esta obligación recae:*

*En los pueblos, por lo que respecta a la primera enseñanza para los niños de ambos sexos.*

*En las provincias, en lo relativo a la segunda enseñanza y a las Escuelas normales de maestros y maestras.*

*En el Estado, respecto a las Universidades y a las Escuelas profesionales superiores. Al sostén de las Escuelas superiores de las provincias contribuirán éstas, en justa proporción, con los respectivos Ayuntamientos y con el Estado.*

*6ª La enseñanza pública primera será gratuita para los que no puedan pagarla, y obligatoria para todos, en la forma que se determine.*

*7ª En el presupuesto del Estado se consignará anualmente la cantidad necesaria para auxiliar a los pueblos que no puedan costear por sí propios la instrucción primaria.*

**Art. 2.º** *Se autoriza asimismo al Gobierno para invertir, conforme a la organización que dé a los estudios, las sumas consignadas en el presupuesto del año actual para las atenciones de instrucción Pública, haciendo las trasladaciones de créditos de unos capítulos a otros que sean necesarias para la puntual ejecución de la ley.*

**Art. 3.º** *El Gobierno dará cuenta a las Cortes del uso que haga de esta autorización.”*

De igual manera, se reconoció a la iglesia católica de velar por los estudios, del grado de la doctrina, de la fe y de las costumbres cívicas, así como también de la educación religiosa de la juventud.

### **Implantación de la libre enseñanza 1876**

En el ámbito educativo se podría considerar que la Institución de Libre Enseñanza (I.L.E) fue uno de los acontecimientos más significativos por sus contribuciones pedagógicas, intelectuales y culturales para la época.

Su principal aportación se podría definir como la utilización de la educación por encima de la instrucción como elemento favorecedor del desarrollo personal.

La implantación de la institución de la libre enseñanza ha tenido una repercusión positiva en la educación y métodos educativos en toda España, los cuales muchos aun influyen la educación hoy día. Se podrían destacar:

- Los principios laicos y la libertad de cátedra.
- Adaptación de cambios de procesos pedagógicos y cambio de la forma tradicional de transmisión del conocimiento.
- Con la libre enseñanza se habla de educación y no de instrucción. Usando la educación como modo general de transmisión de conocimientos y valores.
- Se permite la flexibilidad del modo educativo, es decir que no tiene que ser exclusivamente mediante clases magistrales y controles. Con esto aparecen nuevas metodologías de enseñanza usando el entorno, situaciones personales, la familia y habilidades técnicas de los movimientos del cuerpo.

### **Plan de desarrollo económico y social 1964**

El 1 de diciembre 1964 entro en vigor la ley 194/1963, conocido como el primer plan de Desarrollo Económico y Social, en el cual se puede destacar a nivel de la educación un avance significativo tanto a nivel metodológico como a incremento de cantidad de centros. Cabe destacar que todo país que tiene como meta fija e inmovible su desarrollo, tiene como carácter prioritario las inversiones públicas en la educación.

El plan de desarrollo económico y social 1964, pretende:

*“1. Continuar la lucha contra el analfabetismo e impulsar la extensión cultural en especial en las zonas rurales, mediante el empleo de las modernas técnicas audiovisual de comunicación.*

*2. Construir 15.000 aulas de primera enseñanza, mejorar la dotación de material pedagógico y ampliar hasta los catorce años la escolaridad obligatoria.*

*3. Aumentar la capacidad de los centros de enseñanza media y extender su ámbito con la creación de 465.000 nuevos puestos de estudio.*

*4. Intensificar el esfuerzo en las enseñanzas de formación profesional en sus diversas modalidades, creando 120.000 plazas de alumnado.*

*5. Situar a la enseñanza superior en condiciones de hacer frente a las exigencias derivadas del desarrollo respecto de la formación de universitarios, completando las instalaciones antiguas o defectuosas y creando otras nuevas que permitan ampliar el marco de las enseñanzas existentes Y crear 17 nuevas secciones en las Universidades.*

*6. Consagrar un esfuerzo especial a la formación de ingenieros y técnicos y crear cuatro nuevas Escuelas de Ingeniería, 6.000 puestos de estudio para técnicos de grado\medio y 9.000 de grado superior.*

*7. Fomentar la investigación, en especial la relacionada con la agricultura y sus diversas mortalidades: la pesca. Conservas, fermentaciones, textiles, materiales de construcción, minería, metalurgia y petroquímica.*

*8. Estimular las inversiones del sector privado en materia de enseñanza,*

*9. Prestar la debida atención a la formación del personal docente requerido para atender estas crecientes necesidades”.*

Cabe destacar que este Plan propuso de forma inmediata y obligatoria la enseñanza primaria (elemental), hasta los catorce (14) años. De igual manera, el incremento demográfico de España y esta nueva ley de escolarización obligatoria hasta los catorce fueron el principal causante del incremento de la creación de centros para garantizar la escolarización de todos los españoles, tanto en las zonas rurales como en las urbanas.

Para poder lograr esta meta, se incrementaron las inversiones destinadas a centro escolares y se crearon numerosas importantes colaboraciones con el Estado en todo el ámbito escolar.

Para el estado poder realizar las correspondientes reasignaciones y reconducción de recursos se realizó un profundo análisis de la problemática actual de la educación en toda España, se determina que:

a) Déficit de aulas, cifrado en 27.550.

- b) El periodo de escolaridad obligatoria es todavía el más reducido de Europa y el mundo.
- c) Dispersión rural, que da origen a la existencia de 43.000 escuelas de un solo maestro y al consiguiente bajo nivel de la enseñanza impartida en ellas.
- d) Insuficiente retribución del Magisterio nacional.
- e) Carencia de material pedagógico en numerosos centros

Durante los años 1964-1967 se creó una enorme cantidad de aulas

<b>Año</b>	<b>Construcción de aulas de Primera Enseñanza</b>
1964	2693
1965	2701
1968	3844
1967	4935

\*Datos tomados de BOE- LEY 194/1963 28 diciembre

Este incremento de aulas se basó en los datos obtenidos del censo nacional de 1960, el cual dice que la previsión de puestos de aulas debería de hacerse sobre la base de que por generación existen 600,000 niños.

## LEYES A FAVOR DE LA EDUCACIÓN A FINALES DEL SIGLO XX

### Ley General de Educación (L.O.E) 1970

Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa, conocida como *la Ley General de Educación (L.O.E)*, pretende estructurar y ordenar por primera vez todo el sistema educativo en España.

Ley 14/1970, de 4 de agosto propone:

*“El sistema educativo nacional asume actualmente tareas y responsabilidades de una magnitud sin precedentes. Ahora debe proporcionar oportunidades educativas a la totalidad de la población para dar así plena efectividad al derecho de toda persona humana a la educación y ha de atender a la preparación especializada del gran número y diversidad de profesionales que requiere la sociedad moderna. Por otra parte, la conservación y el enriquecimiento de la cultura nacional, el progreso científico y técnico, la necesidad de capacitar al individuo para afrontar con eficacia las nuevas situaciones que le deparará el ritmo acelerado del mundo contemporáneo y la urgencia de contribuir a la edificación de una sociedad más justa constituyen algunas de las arduas exigencias cuya realización se confía a la educación”.*

*“La nueva estructura del sistema educativo que se propone en la presente Ley responde a las finalidades anteriormente expuestas. El período de Educación General Básica, que se establece único, obligatorio y gratuito para todos los españoles, se propone acabar en el plazo de implantación de esta Ley con cualquier discriminación y constituye la base indispensable de igualdad de oportunidades educativas, igualdad que se proyectará a lo largo de los demás niveles de enseñanza. El Bachillerato unificado y polivalente, al ofrecer una amplia diversidad de experiencias práctico-profesionales, permite el mejor aprovechamiento de las aptitudes de los alumnos y evitar el carácter excesivamente teórico y academicista que lo caracterizaba, siendo de esperar que cuando las condiciones económicas del país lo permitan, también llegue a ser gratuito. La enseñanza universitaria se enriquece y adquiere la debida flexibilidad al introducir en ella distintos ciclos, instituciones y más ricas perspectivas de especialización profesional. En cualquier momento del proceso educativo, pasado el período de Educación General Básica, se ofrecen al alumno posibilidades de formación profesional, así como la reincorporación a los estudios en cualquier época de su vida de trabajo”.*

Este nuevo plan de reestructuración de la educación tenía como principales características:

- Se llega a considerar la importancia de la educación a través de la vida de la persona. (Art.1)
- Se reconfiguro todo el sistema educativo, lo que proporciono una enseñanza uniforme y flexible. (Art.2)
- La educación de considero un deber y obligación fundamental de la sociedad. (Art. 2)
- El deber del Estado solo era el de organización y planificación de la enseñanza. (Art.4)
- Se permite la enseñanza libre. (Art.5)
- Se reconoce una enseñanza católica y de libre elección religiosa. (Art.6)

- La ley aseguraba la continuidad de la educación y la relevancia de entre los distintos cursos. (Art.9)
- Pretende relacionar el sistema educativo como preparativo para el mundo laboral. (Art.9)
- Propone evolucionar nuevos métodos en el tema de la pedagogía y la forma que influencia en la educación (Art.11)
- Se estructuro el sistema educativo en distintos niveles: Educación Preescolar, Educación General Básica, Bachillerato y Educación Universitaria y de la Formación profesional y de la Educación permanente de adultos. (Art. 12)
- Se unifica toda La Educación General Básica (edad: 6-13) (Art.15)

### **Ley Orgánica del Derecho a la Educación (L.O.D.E) 1985**

Esta ley fue promulgada el 3 de julio 1985, conocida como *la Ley Orgánica 8/1985, Reguladora del Derecho de Educación.*

Dicha ley, dicta:

*“En suma, la Ley Orgánica Reguladora del Derecho a la Educación, se orienta a la modernización y racionalización de los tramos básicos del sistema educativo español, de acuerdo con lo establecido en el mandato constitucional en todos sus extremos. Es por ello, una ley de programación de la enseñanza, orientada a la racionalización de la oferta de puestos escolares gratuitos, que a la vez que busca la asignación racional de los recursos públicos permite la cohesión de libertad e igualdad. Es también una ley que desarrolla el principio de participación establecido en el artículo 27.7, como salvaguarda de las libertades individuales y de los derechos del titular y de la comunidad escolar. Es, además, una ley de regulación de los centros escolares y de sostenimiento de los concertados. Es, por fin, una norma de convivencia basada en los principios de libertad, tolerancia y pluralismo, y que se ofrece como fiel prolongación de la letra y el espíritu del acuerdo alcanzado en la redacción de la Constitución para el ámbito de la educación”*

Las principales características de esta ley fueron:

- Garantizaba el derecho de educación a todos los españoles y la educación será obligatoria y gratuita en el nivel de educación general básica. (Art.1)
- Se declararon las responsabilidades de los centros docentes. (Art.2)
- Se garantizo la libertad de cátedra del profesorado. (Art.3)
- Se delimitaron las responsabilidades de los padres y tutores. (Art.4)
- Se establecieron los derechos de los padres de alumnos. (Art.5)
- Se declararon los derechos de los alumnos. (Art.6) (Art.7)
- Se establece la libertad de los centros a ser públicos, privados o concertados (Art.10)
- Se establece cuatro niveles generales de enseñanzas: (Art.11)
  - Educación Preescolar.
  - Educación General Básica.
  - Bachillerato.
  - Formación Profesional.

- Los centros docentes deberán de tener unos requisitos mínimos que deberán cumplir para poder ser aprobados. (Art.14)
- Los centros públicos serán únicamente creados y supervisados por el Gobierno. (Art.16)
- Los centros privados tiene el derecho de establecer su propio carácter propio. (Art.21)
- Los centros privados no concertados tiene el derecho de elección de su propia lista de profesorado. (Art. 25)
- Se aclaran los deberes del poder público. (Art.26)
- Se crea un Consejo Escolar. (Art.30)
- Se establecen los deberes del Consejo Escolar. (Art.31)

### **Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (L.O.G.S.E) 1990**

Esta ley 1/1990, 3 octubre fue la primera ley constitucional que propuso la reestructuración total de la educación en España.

Esta ambiciosa ley se planteaba como objetivo general la total organización del sistema educativo actual y de asegurar de asegurar el acceso a la enseñanza en condiciones de igualdad, y se debió de desarrollar condiciones compensatorias para evitar la discriminación y desigualdad.

La Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía, se había anticipado a la LOGSE y había empezado un proceso de planificación educativa en las distintas zonas de la a Comunidad Autónoma, este proceso de planificación tuvo como resultado el Mapa de Enseñanza y Red de Centros de Andalucía. Este mapa contiene específicamente los aspectos principales del diseño del modelo educativo andaluz.

El objetivo principal de este mapa era pretender crear una especie de balance de centros educativos en las comunidades para asegurar que ningún español se quedase sin educación.

La LOGSE fue propuesta, debido a que:

- Un gran número de profesionales y comunidades sociales manifestaron las enormes lagunas y carencias que presentaba el sistema educativo en ese momento
- La primera etapa de la educación primaria (tramo previo a la educación obligatoria) era un poco ambiguo y carecía de una estructura clara.
- La escolarización obligatoria no coincidía con la edad mínima laboral actual en España, lo cual producía un desfaz entre la finalización de la educación obligatoria y la inserción en el mercado laboral.
- La posibilidad de una doble titulación al final de la escolarización obligatoria.
- Se daba a mal entender que la formación profesional era más bien una alternativa secundaria.
- Deficiencias en la preparación del cuerpo docente actual.

Las principales características de esta ley fueron:

-La estructuración completa del sistema educativo:

La educación básica: Educación Infantil (3 a 6 años); Educación Primaria (de 6 a 12 años).

La educación secundaria: Secundaria obligatoria (12-16 años) y bachillerato (de 16 a 18 años)

-Se amplió la educación básica obligatoria hasta los 16 años (desde los 6-16 años).

-Se dicta por primera vez en la historia de la educación de España la ocupación máxima de las aulas.

Infantil	Primaria	Secundaria	Bachillerato
25	25	30	35

-Se genera un cambio de nombre de la primera etapa de la educación y se incrementa la cantidad de años, se denominará *Educación Infantil* y durará 3 años.

-Se logra una mejor adaptabilidad del final de la educación obligatoria con la edad mínima laboral, dando así una oportunidad de inserción laboral más pronta.

-Se pretende mejorar e incrementar la calidad de la educación a través de la implementación de la cualificación, formación y planificación del profesorado, la innovación y la investigación, la orientación educativa y mediante la inspección y evaluación del sistema educativo.

-La religión ser enseñada en los centros con carácter obligatorio, pero de forma elección voluntaria de cada padre o tutor para sus hijos.

-Los centros privados estarán obligados a un cumplir una serie de requisitos para la consideración de apertura y su funcionamiento.

-Se definen las enseñanzas culturales (música, arte y danza).

-Se mejor el acceso de la enseñanza a adultos.

-Se crea un organismo encargado específicamente de la evaluación de la educación. El Instituto Nacional de Calidad y Evaluación de la Educación, mediante el Real Decreto 928/1993, de 18 de junio.

-Se impulsan las mejoras en los métodos pedagógicos en el sistema educativo.

-Se incentiva la implementación de competencias transferidas para cada comunidad autónoma, salvaguardando la identidad y diversidad lingüística y cultural de cada comunidad de España.

-Se impulsa la formación profesional, vinculándola a la productividad y enfocándose en las necesidades del mundo real.

-Se logra eliminar la doble titulación al final de la educación básica.

Con el incremento de años de estudio a cada etapa educativa, la regulación de cupo máximo en las aulas y la separación de etapas educativas produce la incuestionable necesidad de la creación y adaptabilidad de los centros educativos existentes de forma rápida para poder dar solución a esta necesidad lo antes posible.

## PLANES PARA IMPULSAR LA CONSTRUCCIÓN DE CENTROS EDUCATIVOS DE GESTIÓN PÚBLICA

Los cambios propuestos por la LOGSE tenían un plazo de seis (6) años para culminar con lo estipulado por esta ley, pero se promulgo durante los primeros años de una gran recesión económica que azotada a España y Europa, lo que produjo que los trabajos de infraestructura no empezaran hasta el 1996.

### **Plan Aula 2000 (1996)**

Tras la recesión económica se necesitaba dar respuesta a las necesidades de infraestructura planteada por los cambios estipulados por la LOGSE. Con la implementación del Mapa de Enseñanza y Red de Centros de Andalucía se podían distribuir los recursos de manera correcta y homogénea.

Con el inicio de los trabajos en 1996 se debían de culminar los trabajos para inicios del nuevo milenio. Dicho esto, para el periodo de 1996/2000 se debían de construir 210 nuevos centros educativos de gestión pública, de los cuales 174 centros eran para ser utilizados como institutos de educación secundaria, y el restante serían utilizados para educación infantil y primaria. También cabe destacar, que se debían de reformar alrededor de 79 centros ya existentes, de los cuales 74 estaban destinados para el uso de educación secundaria, todo esto solo en Andalucía.

### **Plan Mejor Escuela (2005)**

Este plan inicio en el año 2005 y pretendía tener una vigencia de 6 años hasta el año 2010, con el objetivo de realizar los trabajos de infraestructura y reforma de los centros educativos de gestión pública que eran necesarios en ese momento.

Sus Objetivos generales eran:

- Satisfacer la demanda escolar mediante la construcción de nuevas infraestructuras necesarias y la reforma de las ya existentes.
- Reforma y modernización de la infraestructura existente.
- Adaptabilidad de las infraestructuras existentes a las normativas técnicas vigente.
- Mejora de accesibilidad en todos los centros educativos de gestión pública.
- La correcta adecuación del equipamiento necesario en los centros educativos.
- Reforma y modernización de la infraestructura existente de centros educativos especiales.

## INCREMENTO DE OPORTUNIDADES LABORALES EN ANDALUCÍA DURANTE LA CRISIS ECONÓMICA

### Plan PUA

Este plan como muchos otros planes eran programas de medio plazo de inversiones públicas para reanimar a la economía española, que en 1979 estaba pasado por momentos difíciles. Con la creación del Comité de Inversiones Públicas en agosto 1979 se coordinarían todos los programas a medio plazo actuales y futuros con planteamientos por regiones.

Este Plan de urgencia (PUA) previa para Andalucía una cuantiosa inversión en pesetas (moneda actual de España en ese momento) para la generación de 300.000 puestos de trabajo y una inversión total de 1,2 billones de pesetas. Durante los tres años de vigencia de este plan

Dicho plan se empezó a realizar a partir de los primeros años de los 1980, donde se estipulaba el uso de un diseño específico de centro educativo por cada tipo de clima o zona geográfica de España. Lo que significaba que en un mismo diseño se implementaba en varias localidades solamente tomando como referencia el clima de la zona, lo que trajo consigo un sin número de situaciones negativas a largo plazo.

Pero esto a su vez significaba una estandarización del diseño lo que ayudaba a acelerar el ritmo para la construcción de los centros educativos necesarios en esos momentos.

### Plan OLA 2011

El plan de Oportunidades Laborales de Andalucía (OLA) se promulga en septiembre 2011, durante una de las peores crisis económicas que ha sufrido España. Como medio de paliar la crisis económica la Junta de Andalucía concentro todos sus esfuerzos en la creación de trabajo. El sector de la construcción es el sector que más trabajos genera, pero este había sido uno de los sectores más maltratados por la crisis.

Como respuesta a esta grave situación, el gobierno junto con la Junta de Andalucía destinó 200 millones de euros de los fondos europeos a la creación de centros escolares de gestión pública con la ayuda de la red de centros educativos públicos. Este plan sirvió de algún modo como continuidad del plan mejor escuela.

El plan de Oportunidades Laborales de Andalucía tenía como objetivos principales:

- La construcción y reforma de los centros educativos de gestión pública.
- Mejora y reforma del equipamiento e infraestructura de los centros educativos.

### Plan Choque (2013)

Este plan fue firmado el 26 de julio 2012, en el cual el gobierno y la Junta de Andalucía podían ampliar el número de centros educativos a intervenir y aumentaba el plazo de tiempo a ejecutar ya que este "nuevo plan" finalizaba en diciembre 2013. Con este plan se incrementaba la cantidad de inversión provenientes de dos fondos: Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y Fondo Social Europeo (FSE).

Este nuevo plan daba la posibilidad de producir más puestos de trabajo a través del sector de la construcción y proporcionaba más tiempo para poder preparar a los centros que eran tan necesarios.

La finalización de este plan tuvo varias ampliaciones y en el año 2017 produjo varias intervenciones en centros educativos de Andalucía, tales como:

El programa de climatización y eficiencia energética de centros escolares públicos en Andalucía, de la Consejería de Educación, de la Junta de Andalucía, dicta que:

*“- Acciones de mejora de la climatización en los centros con mayores necesidades, priorizando las comarcas donde se producen temperaturas más elevadas.*

*- En coordinación con las entidades locales y la comunidad educativa. – Aplicando las soluciones técnicas más adecuadas para cada centro escolar, aunque principalmente las siguientes:*

- Creación de porches para dotar de nuevas zonas de sombra a los centros.*
- Instalación de otros elementos de sombreado como toldos, pérgolas o celosías.*
- Plantación de elementos vegetales.*
- Instalación de ventiladores de techo en aulas y comedores.*
- Instalación de sistemas de renovación del aire interior.*
- Mejora en cubiertas para incrementar el aislamiento.*

*En cumplimiento de este Plan de Choque, en 2017 se llevaron a cabo 57 actuaciones dentro del Plan de Choque para la mejora de la climatización de los centros escolares, con un presupuesto total ejecutado superior a los 2,5 millones de euros”.*

## LEY 1/2020 DE 13 DE JULIO 2020

Con la llegada del COVID y la vuelta a clases se volvió un rompecabezas donde la institución pública debía de garantizar un flujo constante de ventilación para reducir la contaminación del aire interior y a su vez reducir los gases exhalados por el ser humano. Esto llevó a los colegios a mantener las aulas completamente abiertas incluso durante los meses más fríos, logrando así que las aulas se convirtieran en neveras y los niños tuvieran que llevar cobijas mientras tomaban clases.

Después de años de presión social incesante por parte de periódicos, de juntas de padres (AMPA) y de olas de calor asfixiantes que cada verano llegaban más temprano y más seguidas, la Junta de Andalucía en el año 2020 aprobó una ley para la mejora de las condiciones térmicas y ambientales de los centros educativos andaluces mediante técnicas bioclimáticas y uso de energías renovables, conocida como la ley 1/2020.

*Ley 1/2020, para la mejora de las condiciones térmicas y ambientales de los centros educativos andaluces, dicta:*

### *Preámbulo 1*

*“Es de especial interés para nuestra Comunidad Autónoma acometer las acciones oportunas para garantizar un ambiente saludable de nuestros escolares y del conjunto de la comunidad educativa, garantizándoles un ambiente confortable, en términos de temperatura, humedad y ventilación de las edificaciones, en los colegios e institutos públicos en los que se imparten las enseñanzas obligatorias, así como las postobligatorias de Bachillerato, ciclos formativos, enseñanzas musicales y de idiomas, al tiempo que limitar el gasto energético en electricidad y combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático y convirtiendo a Andalucía en un referente estatal, europeo y mundial en la atención con técnicas bioclimáticas y tecnologías renovables a nuestra comunidad educativa”.*

### *Capítulo 1 – Artículo 1. Finalidad*

*“1. La presente Ley tiene por finalidad la mejora de las condiciones térmicas y ambientales de los centros educativos públicos andaluces, mediante el desarrollo de determinadas actuaciones que contengan la aplicación de técnicas bioclimáticas y de energías renovables. Todo ello al objeto de garantizar las condiciones de habitabilidad y de confort térmico en las infraestructuras del sistema educativo de manera respetuosa y sostenible con el medio ambiente y con la salud laboral.*

*2. Asimismo, se establece como objetivo de esta Ley contribuir a reducir la huella de carbono a lo largo de la vida útil de la edificación y, en general, contribuir a las medidas frente al cambio climático.*

*3. En todos los edificios afectados por esta Ley se tendrán en cuenta las condiciones de especial protección de aquellos que formen parte del patrimonio histórico y cultural de Andalucía”.*

Esta ley influenciará a:

- Todos los centros de gestión pública pertenecientes a la Junta de Andalucía.
- Los centros de gestión pública pertenecientes a instituciones locales en convenio con la Junta de Andalucía.
- Los centros pertenecientes a otras administraciones públicas donde se impartan actividades educativas.

La ley estipula en:

Capítulo II, Sección 1,

Artículo 3. Valoraciones y auditorías energéticas de acondicionamiento bioclimático de los centros educativos andaluces.

- *“La Junta de Andalucía debe de realizar valoraciones y auditorías energéticas y de condiciones climáticas de los centros de gestión pública, para así realizar un esquema de necesidades y soluciones que necesite cada centro en particular para asegurar las correctas condiciones de confort térmico y eficiencia energética”.*
- *“La Junta de Andalucía deberá de determinar anualmente los centros que serán valorados y/o auditados”.*
- *“Desde la entrada en vigor de esta ley la Junta de Andalucía tendrá seis (6) años para realizar el total de valoraciones o auditorías energéticas”.*
- *“En los primeros dieciocho meses de vigencia de esta ley la Junta de Andalucía debe de haber realizados todas las valoraciones a centros de gestión pública que se consideren críticos o prioritarios”.*
- *“Al momento de realizar las valoraciones se tomarán en cuenta la fecha de construcción de dicho centro educativo y “La inclusión en los sucesivos planes de infraestructuras de actuaciones significativas de reforma en centros por aproximación al final de su vida útil o por degradación de sus infraestructuras”, para poder priorizar los centros”.*

Capítulo II, Sección 3,

Artículo 8. Objetivo de las actuaciones edificatorias.

- *“El objetivo de las actuaciones en las edificaciones de los centros educativos de gestión pública será la renovación del aire interior y la correcta temperatura interior de los espacios útiles habitables durante las horas de uso de estos, garantizando así el confort térmico de los espacios. Todo esto mediante la utilización de las técnicas constructivas actuales, el correcto uso de los materiales propuestos y la incorporación de sistemas de bajo o consumo casi nulo sustentados por un sistema de energía renovable”.*
- *“El edificio deberá de producir energía limpia renovable la cual sustentará su consumo”.*

Capítulo II, Sección 4,

Artículo 9. Adecuación del entorno exterior de los centros educativos.

- *“Esta ley modificara el entorno inmediato de los centros educativos”.*
- *“La ley define al “entorno exterior” como todas las zonas destinadas a uso de patios y a las zonas perimetrales del recinto escolar”.*
- *“Se desarrollarán acciones que garanticen el confort térmico en el entorno exterior inmediato del centro, utilizando vegetación y arbolado”.*
- *“Las instituciones públicas deberán de hacerse cargo del mantenimiento de dicha vegetación y arbolado utilizados en la propiedad de gestión pública”.*

## ESTRATEGIA DE ESPAÑA DE CARA AL 2050

La comisión europea propuso un pacto llamado “Pacto Verde para el Clima”, el cual tiene un enfoque de crecimiento económico para toda la Unión Europea, junto con un conjunto de directrices e iniciativas políticas que pretenden encaminar hacia un proceso de transición ecológica, con el único objetivo de alcanzar una “neutralidad climática” en el 2050. Estas directrices políticas abarcan renglones económicos como el clima, el medio ambiente, la energía, el transporte, la industria y la agricultura.

La comisión europea esta tan enfocada en alcanzar este objetivo que incluso la ha incluido en su político presupuestaria, destinando así en el marco financiero de 2021-2027 alrededor del 30% de sus recursos económicos. De igual manera se planea usar los recursos del NextGenerationEU para luchar contra el arduo proceso del cambio climático.

También es importante mencionar que la política del cambio climático ha incluido la creación de distintas acciones legislativas, tales como: Paquete 2020 de Energía y Cambio Climático y el Marco de Energía y Clima a 2030. Estas dos legislaciones encaminar a todo la Unión Europea en la dirección correcta para combatir con la problemática en cuestión.

España ha adoptado algunas de las medidas de la comisión europea, las cuales dictan la reducción de las emisiones CO<sub>2</sub> de los procesos industriales y de las producidas por del parque edificatorio.

En el año 2021 se ha promulgado *la Ley Europea del Clima*, la cual proporciona y clarifica los objetivos de la Unión Europea de la neutralidad climática, para así encaminarse en un esfuerzo en conjunto de todos los miembros a realizar planes o estrategias para adaptarse a los efectos del cambio climático.

De igual forma, esta ley dicta como uno de los objetivos principales la reducción paulatina de las emisiones y producción de gases de efecto invernadero. Como limite, esta ley dicta que se deben de haber 225 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Dicho esto, con respecto a los niveles de emisiones realizadas en el año 1990, para el año 2030 debe de haberse logrado una reducción de un 40%. De igual forma, para el año 2040 y 2050 se pretenden lograr otros objetivos de reducción.

La Comisión Europea, por compromiso con esta ley está obligada a la evaluación de forma colectiva de toda la UE y producir un análisis de avance detallado de cada miembro cada cinco (5) años, de tal manera que se pueda demostrar el proceso logrado de forma individual y grupal. Esta ley estipula la comprobación de revisión de esta en un periodo de cinco (5) años, para poder presentar modificaciones de ser necesarias por la Comisión Europea.

Así también, esta ley propone que la Comisión Europea por medio de *la Agencia Europea de Medio Ambiente* se encargue de elaborar informes relacionados con: las medidas y presupuestos adoptadas contra el efecto climático, los objetivos generales y específicos establecidos por la EU, las emisiones de gases de efecto invernadero y de proporcionar asesoramientos científicos a través de un Consejo Científico Consultivo Europeo sobre Cambio Climático. Todo esto en total relación con las legislaciones estipuladas en el Acuerdo de Paris.

Como ya se ha comentado, en el año 2014 la comisión europea se propuso una primera meta a alcanzar que era para el año 2030, en el cual se propuso un ambicioso plan para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Fundamentos y propuestas para una Estrategia Nacional de Largo Plazo para España 2050, dicta algunos de los objetivos del marco de 2030, dicta:

- *“Reducir las emisiones de GEI al menos un 40% con respecto a 1990 en 2030”.*
- *“Elevar la cuota de renovables en el consumo de energía final por encima del 27%, que posteriormente se aumentó al 32%”.*
- *“Mejorar la eficiencia energética en al menos un 27%, objetivo que se aumentó con posterioridad al 32,5%”.*
- *“Tomar medidas urgentes para alcanzar un objetivo mínimo del 10 % de las interconexiones de electricidad en 2020 y del 15 % en 2030”.*

Estos objetivos del Marco 2030, son los objetivos que la Comisión Europea se comprometió a cumplir en el Acuerdo de París y están estipulados en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) el cual fue enviado a las Naciones Unidas por la UE

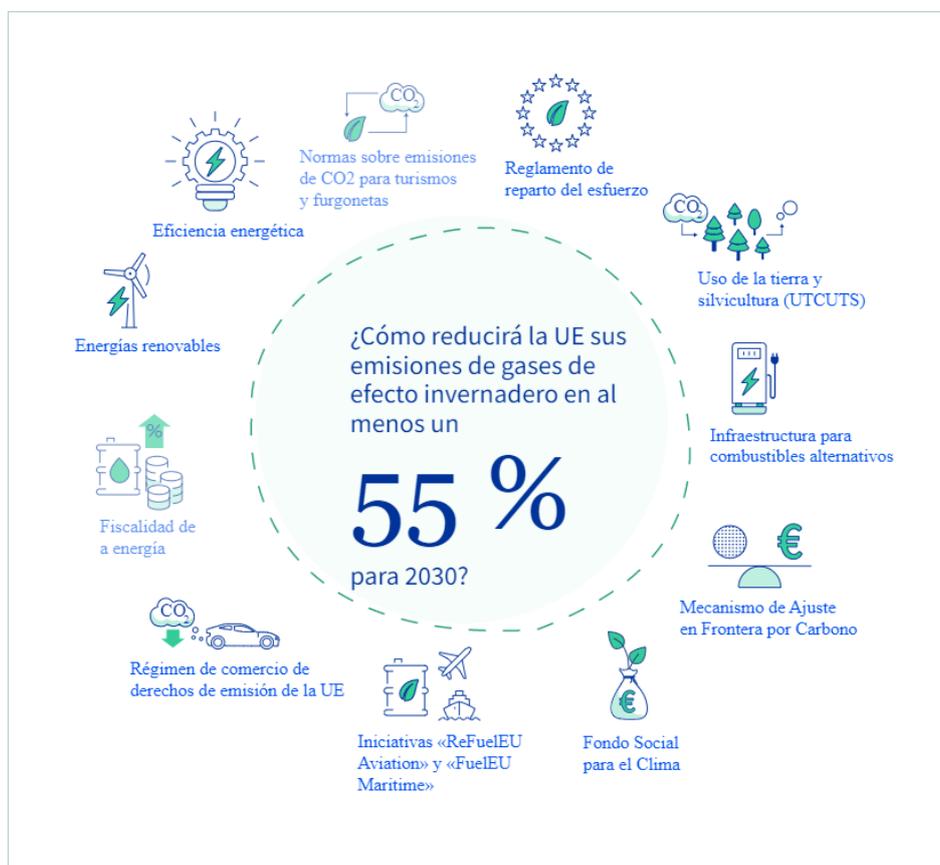
En la revisión de 2020 se acordó junto con los líderes europeos que se aumentaría el porcentaje de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a los ya estipulados, se aumentaría de una reducción del 40% a hasta al menos una reducción de un 55%, lo cual vislumbra una ambiciosa meta.

Para lograr este ambicioso objetivo de al menos la reducción del 55% de los gases de efecto invernadero, la Unión Europea ha estado trabajando desde el año 2005 en dos grandes sectores. Los cuales son:

- *“Los sectores más intensivos en el uso de la energía (generación de electricidad, refino, siderurgia, fabricación de cemento, papel y cartón, vidrio, productos cerámicos, etc.) que se regulan de forma conjunta en la UE bajo el Sistema Europeo de Comercio de Derechos de Emisión (EU ETS por sus siglas en inglés) creado por la Directiva 2003/87/CE, y que representan alrededor el 40% de las emisiones de la Unión Europea. Estos deberán reducir sus emisiones en un 61% respecto a los niveles de emisión que tenían en el año 2005”.*
- *“Los sectores restantes (edificación, transporte, agricultura y ganadería, gestión de residuos, gases fluorados y pequeña industria no incluida en el bloque anterior) se regulan con objetivos nacionales y representan cerca del 60% de las emisiones. Son los conocidos como sectores difusos. Estas emisiones deberán reducirse en un 40% respecto a los niveles del año 2005”.*

Cabe mencionar, que en julio 2021 fue presentado un manifiesto de propuestas legislativas encaminadas a modificar la normativa europea de energía y clima, para alcanzar la reducción de al menos el 55% de los gases de efecto invernadero, con respecto a 1990. Este paquete de propuestas legislativas se conoció como el *Objetivo 55*.

## Objetivo 55



Fuente: Pacto verde europeo- Objetivos 55

El plan de Objetivo 55 planteado por la Unión Europea, incluye medidas como:

### Régimen de comercio de derechos de emisión de la UE.

Esto es un mercado de carbono el cual es basado en un sistema que pauta las cantidades máximas para los sectores que más consumen energía y para los sectores de producción energética. Esta ha sido la principal herramienta de la Unión Europea para la reducción de las emisiones.

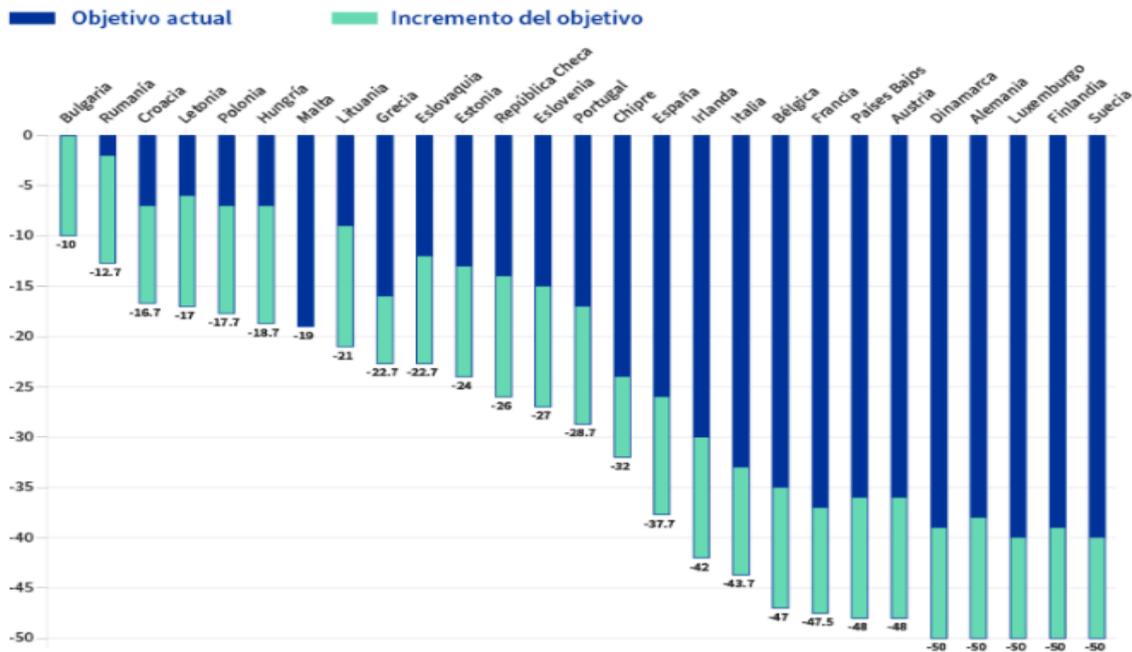
- El incremento de la reducción de las emisiones producida por el transporte marítimo.
- La reducción de los derechos de emisión y la eliminación de forma gradual de los derechos gratuitos.
- La reducción procedente de la aviación internacional.
- La creación de un régimen de forma independiente del comercio de derechos de emisiones, específicamente para los edificios, el transporte rodado y los carburantes.

### Mecanismo de ajuste en frontera por carbono

Tiene como objetivo el garantizar, junto con las normas de comercio internacional que los esfuerzos de reducción de las emisiones no se vean afectadas por un descontrol de emisiones fuera de la región fronteriza de cada país miembro y se centra principalmente en el control de las importaciones de productos o elementos de gran producción de carbono.

## Objetivos de reducción de emisiones de los países miembros

Incrementos propuestos de los objetivos para 2030, por Estado miembro (en %)

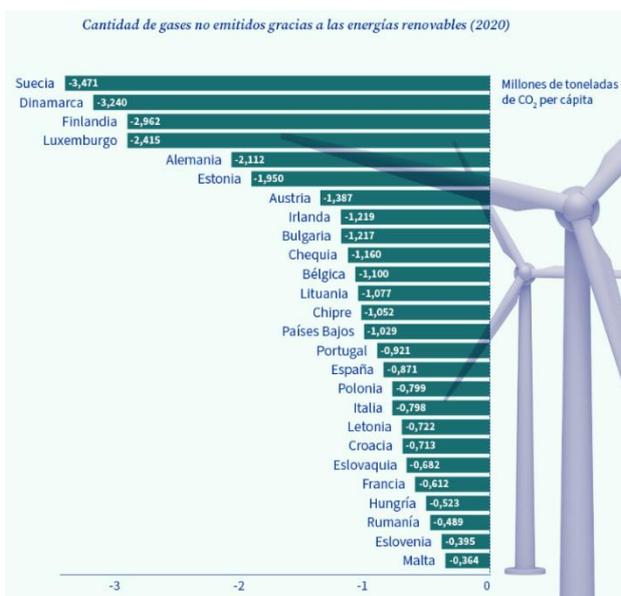


Fuente: Consejo Europeo – Objetivos 55

Este plan plantea objetivos claros y concisos en un periodo anual en materia de las emisiones de gases de efecto invernadero de los países miembros en sectores de la sociedad que no están regulados por el Régimen del comercio de derechos de emisión de la UE.

Se pueden destacar que los sectores son: el transporte terrestre y marítimo, los edificios, la agricultura, los residuos (basura) y la pequeña industria.

## Energías renovables



Fuente: Consejo Europeo – Objetivos 55

La Directiva sobre Fuentes de energía Renovables incluye una propuesta en los objetivos 55, en la que se aumenta el porcentaje de energía renovable usada dentro del total de energía producida en cada país miembro de la Unión Europea. Se aumentaría a un mínimo de 40% la totalidad de energía provenientes de energías renovables.

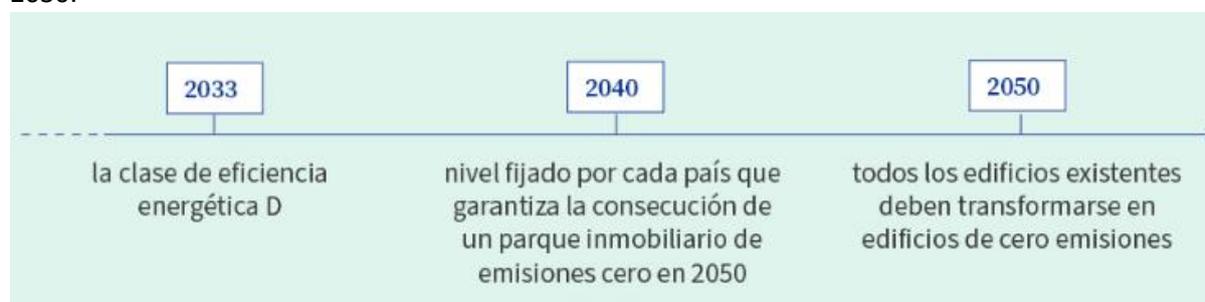
De igual manera, se estipula la implementación o incremento de objetivos en los sectores que menos avances han tenido en la implementación de energías renovables, que serían: La construcción, el transporte y la industria.

### Eficiencia Energética

Como parte de las medidas del Objetivo 55 se ha propuesto un incremento de reducción en el porcentaje del consumo de energía final utilizada para todos los países miembros de la UE. Esto sería en un 11,7 % para el 2030. Dicho esto, todos los países miembros dentro de su sector público deben de completar un ahorro energético del consumo total anual en un 1,49% y este debe de ir incrementado en un 1,9% todos los años entre 2024-2030.

### Eficiencia Energética de los edificios

Debido a la gran cantidad de edificios existentes en las ciudades estos representan un 40% de toda la energía consumida y esto conlleva a que son responsables del 36% de todas las emisiones de gases de efecto de invernadero de manera directa o indirectamente. Uno de los objetivos del Objetivo 55 es de implementar normas para que las edificaciones publicas sean más eficientes energéticamente para el 2030.



Fuente: Consejo Europeo – Objetivos 55

Esto implicaría que:

- Para el 2030 todos los edificios de nueva construcción deberán de tener cero emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Para el 2050 todo el parque edificatorio existente deberá de convertirse en edificaciones de cero emisiones de CO<sub>2</sub>.

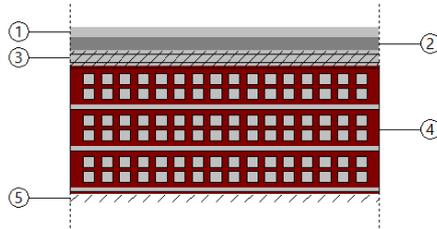
## MATERIALIDAD DE LOS CENTROS EDUCATIVOS DE GESTIÓN PÚBLICA

Como no se dispone de los planos estructurales del centro, se estima que:

### -Cimientos y estructura portante

Se estima la cimentación de tipo superficial mediante zapatas aisladas, con pozo de hormigón macizo, arriostradas por correas de atado y vigas centradoras. El tipo de hormigón será HA-25/B/20/IIa y el acero B-500S.

La estructura es de pilares y vigas de hormigón armado HA-25/B/20/IIa y el acero B-500S, con forjados unidireccionales de tipo bovedilla de entrevigado de hormigón de 25cm, con viguetas pretensadas de hormigón, capa de arena de 2cm con terminación de baldosa de terrazo de 2cm de espesor.



Capas
1 - Plaqueta o baldosa de gres: 2.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750: 2.50 cm
3 - Arena y grava (1700 < d < 2200): 3.00 cm
4 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm: 25.00 cm
5 - Enlucido de yeso d < 1000: 1.50 cm
Espesor total: 34.00 cm
Caracterización térmica
Forjado superior
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 1.48 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 1.87 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Forjado inferior
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 1.87 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 1.48 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Forjado inferior expuesto a la intemperie
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 2.11 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 1.84 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Capacidad térmica: 107644.25 J/m <sup>2</sup> ·K

### -Fachadas

El cerramiento exterior está compuesto por medio pie de ladrillo macizo caravista, con 3 centímetros de cámara de aire sin ventilar y un tabique hueco simple en el interior con enlucido de yeso. Sin la presencia de aislamiento ya que en 1979 cuando se construyó el centro no era muy usual el uso de aislamiento en los muros.



Capas
1 - 1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm: 12.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250: 1.50 cm
3 - Cámara de aire: 3.00 cm
4 - Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60 mm]: 5.00 cm
5 - Enlucido de yeso d < 1000: 1.50 cm
Espesor total: 23.00 cm
Caracterización térmica
Transmitancia térmica (U): 1.61 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Capacidad térmica: 51251.37 J/m <sup>2</sup> ·K

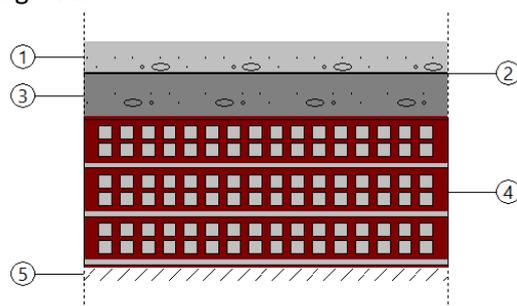
### -Particiones interiores

Las particiones interiores de separación entre aulas y demás estancias se considerarán de ladrillo hueco doble de 7cm de espesor y un enlucido de yeso en ambas caras de 1,5cm.

### -Cubiertas

#### Planas transitables

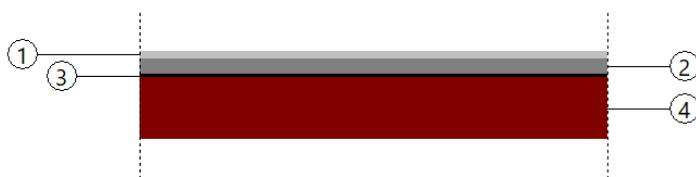
Se considera que las cubiertas planas transitables serán de tipo unidireccionales de tipo bovedilla con viguetas pretensadas de hormigón y entrevigado de hormigón de 25cm, lamina de impermeabilizante betuminosa de 3mm, con una formación de pendiente con mortero de cemento de 10cm y con la colocación de 5cm de grava.



Capas
1 - Arena y grava [1700 < d < 2200]: 5.00 cm
2 - Betún fieltro o lámina: 0.40 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750: 7.00 cm
4 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm: 25.00 cm
5 - Enlucido de yeso d < 1000: 2.00 cm
Espesor total: 39.40 cm
Caracterización térmica
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 1.38 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 1.53 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Capacidad térmica: 111882.60 J/m <sup>2</sup> ·K

#### Cubiertas inclinadas

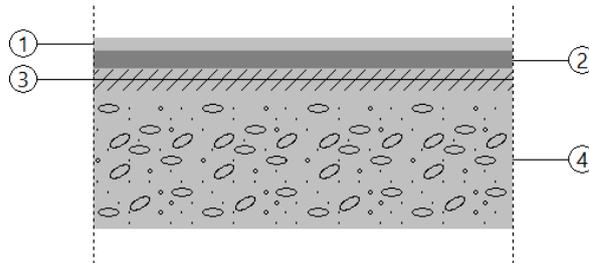
Las cubiertas inclinadas se considerarán de teja arcilla cocida tipo medio cañón, con mortero de agarre de 2,5cm, con lamina de impermeabilizante arenosa de 3mm sobre un rasillón de cerámico. Todo eso sostenido por un tabique palomero colocado sobre vigas de cuelgue de hormigón armado.



Capas
1 - Teja de arcilla cocida: 1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750: 2.00 cm
3 - Asfalto arenoso: 0.40 cm
4 - FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm: 8.00 cm
Espesor total: 11.40 cm
Caracterización térmica
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 2.48 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 3.00 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Capacidad térmica: 62690.54 J/m <sup>2</sup> ·K

### -Solera

La solera del centro se considerará como losa de hormigón pobremente armado de 20cm de espesor, sobre la cual se colocará una capa de arena de compactada de 2cm, mortero de agarre de 2,5cm y con la terminación de una baldosa de terrazo de 2cm.



Capas
1 - Plaqueta o baldosa de gres: 2.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750: 2.50 cm
3 - Arena y grava [1700 < d < 2200]: 3.00 cm
4 - Hormigón armado 2300 < d < 2500: 20.00 cm
Esesor total: 27.50 cm
Caracterización térmica
Resistencia térmica: 0.19 (m <sup>2</sup> ·K)/W

### -Carpinterías

Todas las carpinterías se asumen de vidrio simple de 4mm de espesor, sin color, con marco de aluminio de 5cm sin rotura de puente térmico. Para finales de los años de los 70 se empezó a utilizar carpinterías de aluminio en las edificaciones.

## METODOLOGIA

### **Intervenciones adoptadas por la junta de Andalucía para los centros educativos**

Finalmente, en el 2020 la junta de Andalucía bajo la constante presión social a la cual se le había estado sometiendo durante varios años decidió tomar acciones y empezar a mejorar las condiciones de confort térmicas de los colegios de gestión pública, esto se lograría bajo la ley 1/2020, de 13 de julio.

Bajo esta ley la junta de Andalucía realizara auditorías a todos los centros educativos de gestión pública para así cuantificar las necesidades de forma individualizada. Las auditorias se realizarán en base a la demanda energética de cada centro, así como las soluciones necesarias para sufragar la problemática.

La junta de Andalucía se ha planteado las siguientes acciones para enfrentar la problemática que enfrentan los colegios de gestión pública y han publicado estas iniciativas:

#### -Intervención exterior sobre la cubierta

Tratará de la colocación de un material aislante en las cubiertas, con una resistencia térmica superior a 1,5 m<sup>2</sup>K/W, para modificar la conductividad global de la cubierta. La intervención incluye cubiertas invertidas o nueva disposición reparando la cubierta. Esto tendrá el efecto de reducción de la demanda de energía tanto en verano como en invierno, y esto a su vez incide de forma significativa en el confort térmico y acústico del centro.

#### -Aislamiento exterior de los cerramientos

Colocación de aislante en fachadas, con una resistencia térmica superior a 1,5 m<sup>2</sup>K/W. Utilizándose aislamiento placa, trasdosado, sistemas tipo SATE o fachadas ventiladas. Mejorará la demanda energética tanto en verano como en invierno, con la eliminación de puentes térmicos existentes, lo cual tendrá un efecto positivo en el confort térmico y acústico, evitando el efecto pared fría y reduciendo condensaciones insalubres.

#### - Aislamiento mediante insuflado en cámara

Consta de un inyectado a presión de material aislante dentro de la cámara de aire de las fachadas por el exterior. La resistencia térmica será superior a 1,5 m<sup>2</sup>K/W, lo cual tendrá un efecto positivo en la conductividad global del edificio. Es una intervención muy sencilla, la cual tiene una gran incidencia significativa en el confort térmico y acústico.

#### - Renovación de ventanas

Colocación de nuevos marcos con rotura de puentes térmicos y vidrios con cámara de aire en huecos acristalados para mejorar las prestaciones térmicas y protección solar.

#### - Protección solar estructural

Se trata de colocar nuevos elementos para el bloqueo solar o de sombreamiento desde el exterior del edificio que permita un correcto control de la radiación solar. La cual permita ganancias de calor en invierno y las limite en verano. Elemento como: voladizos y lamas en aluminio, etc. Esto favorecería el enfriamiento y calentamiento pasivo, así como un mayor confort térmico.

#### - Elementos de protección solar retraibles

Colocación de toldos, pantallas u otros sistemas textiles u otros materiales con motorización, en la zona exterior del edificio. Sistema que funcionase con energía limpia renovable. Estos elementos de protección solar podrían o no tener sensores de radiación solar para su acción automática. Esto favorece la climatización pasiva, así como un mayor confort térmico.

*-Estrategia de aprovechamiento de la luz natural*

*Solución para nueva construcción de centros educativos con diseño luminoso para maximizar el aprovechamiento de luz natural. Reduciendo barreras a la luz u otros sistemas acompañado de un rediseño de la instalación de luz artificial con sensores en las luminarias más próximas a las ventanas para la disminución de intensidad automática. Esto produce un mayor confort visual y maximiza el rendimiento de las personas, evitando así los deslumbramientos y consiguiendo un ahorro de energía significativo.*

*- Instalación de caldera de biomasa*

*Utilización de instalaciones de energía de biomasa, la cual cuenta con una alta eficiencia energética y es utilizado para la generación de agua y/o aire caliente para satisfacer la demanda térmica del edificio, tanto parcialmente o en su totalidad. El uso de biocombustibles como energía renovable es una forma natural y limpia que reduce la contaminación ambiental, por ende, la producción de CO<sub>2</sub>.*

*- Climatización con aerotermia – sistema VRF*

*La dotación de instalación de climatización activa mediante sistema VRF, de caudal de refrigerante variable. Para dotar servicio de calefacción y refrigeración mediante bomba de calor (SPF mayor de 2,5), incluyendo tuberías de refrigerante y unidades interiores, así como para la ventilación. Esta es una instalación de alta eficiencia energética que garantiza el confort térmico de los centros.*

*- Sistemas combinados de climatización y ACS con biomasa y energía solar térmica*

*Es una instalación combinada que aprovecha la energía solar y de la biomasa para la generación de energía térmica para la climatización y ACS, incluyendo los sistemas de distribución y transferencia térmica.*

*- Climatización con aerotermia – equipo partido tipo Split o multisplit*

*Intención de dotar los centros con una instalación de climatización mediante Split o multisplit, para solucionar la calefacción y refrigeración mediante bomba de calor (SPF mayor de 2,5). Esta instalación ayudaría al confort térmico y reduciría la demanda energética de los centros.*

*- Aprovechamiento de calores residuales*

*Instalación de equipos para la recuperación térmica o free-cooling, usados para una ventilación controlada con recuperación de calor, superando las condiciones exigidas en el RITE. Este tipo de sistemas tienen una alta eficiencia energética y confort ambiental.*

*- Reforma de central térmica con cambio a gas*

*Utilización de instalaciones que utilicen gas natural como combustible, mediante calderas de condensación con regulación modulante. Es un uso de combustible con bajo impacto ambiental en instalación de alta eficiencia energética.*

*- Aplicación de paneles fotovoltaicos*

*Es una instalación conectada a red de distribución eléctrica a través de la red interior del colegio, en la que la energía generada se usa para consumo propio.*

*- Climatización con aerotermia – sistema de agua y apoyo con fotovoltaica*

Utilización de una instalación centralizada mediante geotermia y sistema hidrónico con bomba de calor (SPF mayor de 2,5). Incluyendo los sistemas de distribución y transferencia térmica. La utilización de las energías renovables reduce la demanda energética, la producción de CO<sub>2</sub> e incrementa el confort térmico.

- Sistemas de seguimiento energético

Provee la utilización de sistemas para la medición y seguimiento del consumo. Con esto se podría controlar más minuciosamente el consumo energético del edificio en cualquier intervalo de tiempo y así poder hacer ajustes y mejoras pertinentes.

- Mejora energética mediante TIC

Es un sistema para la mejora energética y del funcionamiento de instalaciones energéticas. Con estos sistemas se podría optimizar la gestión energética sin la intervención humana.

-Instalación de equipos de refrigeración evaporativa (adiabática)

El funcionamiento de los climatizadores evaporativos consiste en un proceso por el cual se produce el enfriamiento del aire a través de la evaporación de agua, logrando así conseguir una disminución de la temperatura de bulbo seco y un aumento de la humedad del aire. Con la correcta eficiencia energética estos sistemas reducen el consumo energético y aumentan el confort térmico de las estancias.

## **ANÁLISIS DE LAS REFORMAS A REALIZAR EN EL CENTRO EDUCATIVO DE GESTIÓN PÚBLICA POR LA JUNTA DE ANDALUCÍA PARA MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO Y DEMANDA ENERGÉTICA.**

Algunas de las reformas realizadas por la junta de Andalucía a este centro ha sido el cambiado de las carpinterías existentes a carpinterías con doble acristalamiento, cámara de aire y marcos de aluminio con rotura de puente térmico. Las persianas existentes se han cambiado por lamas móviles en todas las ventanas del centro.

A este centro se le realizaran las siguientes reformas para mejorar el confort térmico:

### **Intervención exterior sobre la cubierta**

Tratará de la colocación de un material aislante en las cubiertas, con una resistencia térmica superior a 1,5 m<sup>2</sup>K/W, para modificar la conductividad global de la cubierta. La intervención incluye cubiertas invertidas o nueva disposición reparando la cubierta.

Con la colocación de un aislante térmico en la cubierta ayuda a mejorar el confort térmico interior previniendo la transmitancia a través de estas, reduciendo así la demanda del edificio, lo que conlleva a un ahorro significativo. Al elevar las prestaciones del edificio, al mismo tiempo se incrementa el ahorro energético. Es uso correcto del aislante térmico puede reducir hasta en un 80% el gasto energético de la edificación. El incrementar el ahorro energético, también se incrementa la sostenibilidad de la edificación, ya que se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> de la edificación.

El correcto uso de aislamiento en la cubierta reduce la presencia de condensaciones en las mismas y elimina las apariciones de moho y las enfermedades que esto conlleva.

Se recomienda un aislante térmico celular ya que son de muy baja densidad y muy resistente a la compresión. Lo cual hace que sea ideal para el uso en cubiertas planas transitables.

### **Instalación de equipos de refrigeración evaporativa (adiabática)**

*Aunque en este trabajo no se esté trabajando con el análisis del consumo del centro educativo, cabe mencionar que la instalación de sistemas de refrigeración adiabática son unas de las propuestas que realizara la Junta de Andalucía.*

El funcionamiento de los climatizadores evaporativos consiste en un proceso por el cual se produce el enfriamiento del aire a través de la evaporación de agua, logrando así conseguir una disminución de la temperatura de bulbo seco y un aumento de la humedad del aire. Con la correcta eficiencia energética estos sistemas reducen el consumo energético y aumentan el confort térmico de las estancias.

Se sobre entiende que todo ser humano ha sentido calor con temperaturas de 15°C y frio con temperaturas de 18°C, sintiendo que no es normal la sensación de calor y frio en comparación con la temperatura ambiental. A esto se llama "sensación térmica", que es la temperatura tal y como la percibe nuestro cuerpo.

Nuestro cuerpo tiene un funcionamiento optimo alrededor de los 36,7°C, y cuenta con un sistema de autoprotección que permite regular su temperatura. Dicho sistema de autoprotección tiene la

capacidad de aumentar o disminuir los vasos sanguíneos de todo el cuerpo. Con el incremento de temperatura el sistema permite el aumento del flujo sanguíneo y esto a su vez causa la transpiración en nuestro cuerpo y la eliminación del calor innecesario. Con la disminución de la temperatura ambiental, sucede lo opuesto para así retener el calor corporal.

La humedad juega un papel muy importante al momento de percibir las temperaturas de un ambiente en particular. Los equipos de refrigeración por medio de la evaporación de agua juegan con este principio, aspirando el aire caliente del recinto y pasando el mismo por aspersores de agua, logra reducir su temperatura y humedad.

Los equipos de refrigeración evaporativa (adiabática) tienen varias ventajas y desventajas, las cuales son:

#### Ventajas

- Son equipos de fácil instalación y operación.
- Tienen un gran ahorro energético
- Impacto ambiental muy bajo, ya que no usa refrigerantes.
- El uso del agua está en un circuito cerrado, lo cual reduce los riesgos de fugas.
- Funcionan bien en el clima cálido y seco de Sevilla.

#### Desventajas

- Alto riesgo de contaminación por Legionela, debido a la alta concentración de agua en el aire dentro del equipo.
- Gran tamaño de los equipos en comparación con otros de similar rendimiento.
- Riguroso programa de tratamiento del agua en el circuito cerrado para evitar que las incrustaciones y el óxido perjudiquen el sistema.
- El sistema requiere una constante corriente de aire ingresando al recinto desde el exterior, lo cual necesita que las ventanas siempre estén abiertas. Esto es debido a que el sistema funciona solamente con el aire cálido/caliente.
- No soluciona la calefacción, lo cual la edificación necesitara un sistema adicional para calefacción.

### **Aislamiento exterior de la fachada (SATE)**

Colocación de aislante en fachadas, con una resistencia térmica superior a 1,5 m<sup>2</sup>K/W. Utilizándose aislamiento placa, trasdosado, sistemas tipo SATE o fachadas ventiladas. Mejorará la demanda energética tanto en verano como en invierno, con la eliminación de puentes térmicos existentes, lo cual tendrá un efecto positivo en el confort térmico y acústico, evitando el efecto pared fría y reduciendo condensaciones insalubres.

Los sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE) presentan varias ventajas a la edificación, tales como:

- Mejora la eficiencia energética entre un 40-70%, ya que elimina los puentes térmicos de las fachadas.
- Elimina las condensaciones, por la eliminación de puentes térmicos y las filtraciones a través de las fachadas, ya que crea una capa protectora impermeabilizante.
- Reduce la incidencia del ruido exterior en el interior de la vivienda, aumentando así el confort.

Este sistema tiene pocas desventajas, algunas de estas serían:

- Las fachadas de las edificaciones siempre están expuestas a golpes y este sistema no es muy resistente, ya que usualmente se emplea poliestireno expandido. Por lo que es preciso buscar una

alternativa eficiente en los primeros dos (2) metros de altura de la edificación, que asegure la resistencia de impactos. Usualmente se utiliza poliestireno extruido asegurando el mismo aislamiento térmico y la resistencia contra los impactos.

### Instalación de paneles fotovoltaicos

*Este trabajo no aborda el tema del consumo energético de la edificación, pero es de importancia mencionar que esta intervención es vital para el centro educativo, y la junta de Andalucía procederá a realizar.*

Como medidas adicionales se instalarán paneles fotovoltaicos en la cubierta del centro. Esto tendrá un impacto positivo en la edificación, ya que esta tendrá:

- Esta tendrá un ahorro energético.
- Reducción en su dependencia de las energías no renovables.
- Una reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que la energía solar no emite contaminantes.
- Es una energía que se produce todo el año.
- La energía solar no produce ruidos, ni vibraciones en las edificaciones.

Debido a la importancia de esta intervención se ha procedido a realizar una estimación de cálculo de los paneles.

Basándonos en el HE5 – Generación mínima de energía eléctrica procedente de fuentes renovables, el cual dicta que “Los edificios dispondrán de sistemas de generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables para uso propio o suministro a la red”.

El He5 propone usar las siguientes fórmulas para calcular la potencia mínimo a instalar de paneles fotovoltaicos, se usará la menor de las dos.

$$P_1 = F_{pr,el} \cdot S$$
$$P_2 = 0,1 \cdot (0,5 \cdot S_c - S_{oc})$$

donde,

$P_{min}$  = potencia a instalar [kW].

$F_{pr,el}$  = factor de producción eléctrica, que toma valor de 0,005 para uso residencial privado y 0,010 para el resto de usos [kW/m<sup>2</sup>].

$S$  = superficie construida del edificio [m<sup>2</sup>].

$S_c$  = superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación [m<sup>2</sup>].

$S_{oc}$  = superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos [m<sup>2</sup>].

Potencia mínima a instalar de fotovoltaicas, según fórmulas de HE5:

$$P_1 = F_{pr,el} \cdot S$$
$$2,75 \cdot 2990,99m^2 = 29,9kW$$

$$P_2 = 0,1 \cdot (0,5 \cdot S_c - S_{oc})$$
$$0,1 * (0,5 * 229,29 - 0) = 11,46kW$$

Se usará la menor de ambas, se usará la potencia de **11.46Kw**

Fuente de energía	
Renovable	

Energía producida	
Enero	1291.05 kWh
Febrero	1286.89 kWh
Marzo	1527.82 kWh
Abril	1549.67 kWh
Mayo	1689.73 kWh
Junio	1677.43 kWh
Julio	1780.31 kWh
Agosto	1751.40 kWh
Septiembre	1577.72 kWh
Octubre	1437.75 kWh
Noviembre	1226.78 kWh
Diciembre	1236.70 kWh

Usando el *Photovoltaic geographical information system* proporcionado por la Comisión Europea, e introduciendo los datos de la potencia mínima calculada, podemos obtener una media mensual de energía producida por el sistema.

Fuente: CYPE Therm HE PLUS

### Estimación de consumo eléctrico total de la edificación

Se puede estimar como media unos 30 W/m<sup>2</sup> de consumo, ya que no tiene sistemas de climatización, el sistema de calefacción por radiadores y cocina funcionan con gas natural y en la cocina solo existen dos unidades de neveras. En cada aula existe un ordenador y un proyector los cuales no tienen gran consumo y la sala de ordenadores para los alumnos solo cuenta con doce ordenadores.

Dicho esto:

$$\text{Estimación de consumo eléctrico} = 2990.99\text{m}^2 * 30\text{W/m}^2 = 89.729,70 \text{ W} = \mathbf{89,73kW}$$

### Estimación de energía producida por los paneles fotovoltaicos

Se estima que la producción de energía por los paneles fotovoltaicos es entre 10-20% del consumo total del edificio. Si tomamos una media de energía producida por los paneles del 15%, sería:

$$89.729,70 \text{ W} * 0.15 = \mathbf{13.459,455 \text{ W}}$$

### Calculo y verificación de ubicación para los paneles

Los paneles fotovoltaicos se instalarán en la parte de la cubierta inclinada con orientación al sur, la cual tiene unos 229.01m<sup>2</sup> de superficie útil.

Como media sabemos que la capacidad productiva de los paneles de 2 metros de alto es de 200 W/m<sup>2</sup>, podemos calcular la cantidad de watts que se producirían en esa parte del techo inclinado.

Energía producida si se utilizase todo el techo, sería:

$$229.01m^2 * 200 W/m^2 = \mathbf{59.802 W}$$

Para producir la energía necesaria para satisfacer el 15% del total de la energía consumida por el centro educativo, se estima que se necesitaría:

$$\frac{(\text{Estimacion de energia producida por paneles})}{(\text{Energia producida por cubierta completa})} \times 100$$

$$\frac{13459.455W}{59802 W} \times 100 = \mathbf{22.5\% \text{ del área de cubierta}}$$

Dicho esto, con  $(229.01m^2 * 22.5\%) = \mathbf{51.53m^2 \text{ de superficie}}$  cubriríamos el porcentaje de la energía renovable necesaria requerida por el código técnico para este centro educativo.

### **Huecos (carpinterías)**

Las carpinterías de los huecos de este centro educativo se han estimado de vidrio simple con marcos de aluminio sin rotura de puentes térmicos y persianas de PVC con caja sin rotura de puentes térmicos. La junta ha procedido a cambiar las carpinterías con doble vidrio, recámara de aire y marcos de aluminio con roturas de puentes térmicos para mejorar las prestaciones de la edificación.

### **Luminarias**

Como ya hemos mencionado anteriormente este trabajo no abarca el consumo energético del centro educativo, pero, si se debe de mencionar la importancia del tipo de luminaria a usar por el centro.

Unas de las intervenciones planteadas por la Junta de Andalucía es la sustitución de las luminarias de tubos fluorescentes por luminarias tipo LED.

Dicho esto, se ha realizado un levantamiento de las luminarias del todo el centro educativo.

### Disposición de luminarias existentes - Planta baja



### Disposición de luminarias existentes - Planta primera



Levantamiento propio de luminarias existentes

La iluminación actual del centro educativo es de tubos fluorescentes. Dichas luminarias son de distintos tamaños y con distintas cantidades de tubos dependiendo de la estancia.

**Cantidades de luminarias existentes:**

Luminarias de 1 tubo fluorescente (17 \* 129cm) = 396 Uds.

Luminarias de 1 tubo fluorescente (17 \* 129cm) = 14 Uds.

Luminarias de 1 tubo fluorescente (17 \* 69cm) = 9 Uds.

Luminarias de 3 tubo fluorescente (69 \* 69cm) = 25 Uds.

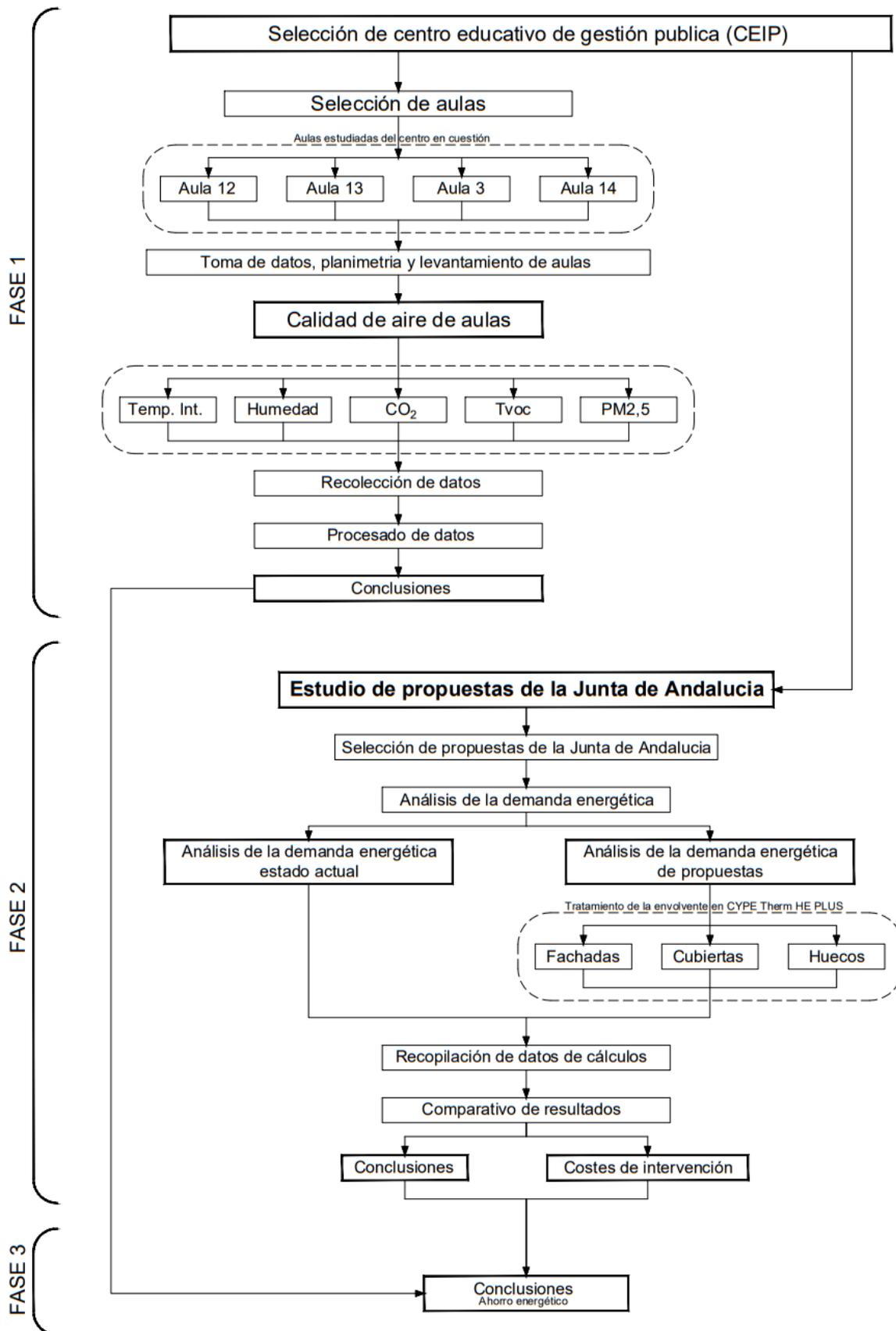
Luminaria ojo de buey- con bombilla fluorescente = 5 Uds.

Cabe destacar que con luminarias LED se puede obtener un ahorro de energía demandada de un 30-50% y una vida útil de hasta 5 veces más que los tubos fluorescentes. Los tubos LED tienen un vida útil probados con más de 100.000 conmutaciones (ciclos On/Off).

Las luminarias con tubos LED son la mejor opción para los centros educativos ya que tiene una larga vida y su vida útil no está ligada a la cantidad de conmutaciones realizadas. Igualmente cabe destacar que los tubos LED producen más lúmenes por Watts que los tubos fluorescentes, produciendo así más luz con menos consumo.

## Descripción de los métodos

### Análisis del Colegio



Este trabajo se puede dividir en tres fases, las cuales están entrelazadas una con la otra para llegar a poder entender en profundidad la problemática que presentan los centros educativos de gestión pública en todo el territorio español.

### *Fase 1 – Datos hidrotérmicos recolectados en aulas*

A través de décadas el ser humano ha mal utilizado y derrochado los recursos que ha desarrollado lo que conlleva a incrementar el calentamiento global. Con la creciente problemática y polémica del calentamiento global las tendencias poco a poco han ido cambiando para frenar dicha problemática. Esto lleva a arquitectos a utilizar los elementos que el entorno les ofrece para adaptar las edificaciones a las zonas, clima y materiales disponibles. Dicho esto, las soluciones arquitectónicas deben de estar individualizadas de acuerdo con la ubicación de la edificación, tipología edilicia y la zona climática, ya que solo en España posee 12 zonas climáticas definidas. Las propuestas de climatización por métodos pasivos es una herramienta muy útil para aclimatar las edificaciones tanto nueva construcción, como las que ya están construidas. El aire acondicionado es un elemento que resuelve la climatización interior, pero al mismo tiempo incrementa la cantidad de calor en el ambiente ya que los compresores producen calor como elemento residual en el proceso de enfriamiento del aire que impulsan.

Las propuestas de climatización por métodos pasivos se pueden utilizar tanto en verano como en invierno y ayudan a las edificaciones alcanzar el confort óptimo con un reducido consumo energético. La problemática del calentamiento global y la meta de la unión europea de reducir la producción de CO<sub>2</sub> producido por las edificaciones de nueva construcción y de las existentes, hace que este método de climatización sea utilizado cada vez más a través de toda Europa.

El presente análisis se basa en un centro escolar de gestión pública, el cual ha sido elegido por la junta de Andalucía para realizarle varias reformas para mejorar el confort térmico. Se analizaron cuatro (4) aulas en distintos puntos del centro, con condiciones y acomodación típica de escuelas basados en un modelo tradicional de enseñanza de tipo magistral. Donde las aulas tendrán un uso más intenso durante las horas de 9:00 – 14:00 de lunes a viernes.

Todas las aulas analizadas tendrán una fachada expuesta al exterior, con distintas orientaciones y estarán ubicadas tanto en planta baja como en planta alta para analizar los efectos de la cubierta en el confort térmico del centro.



Fuente: Awair.com

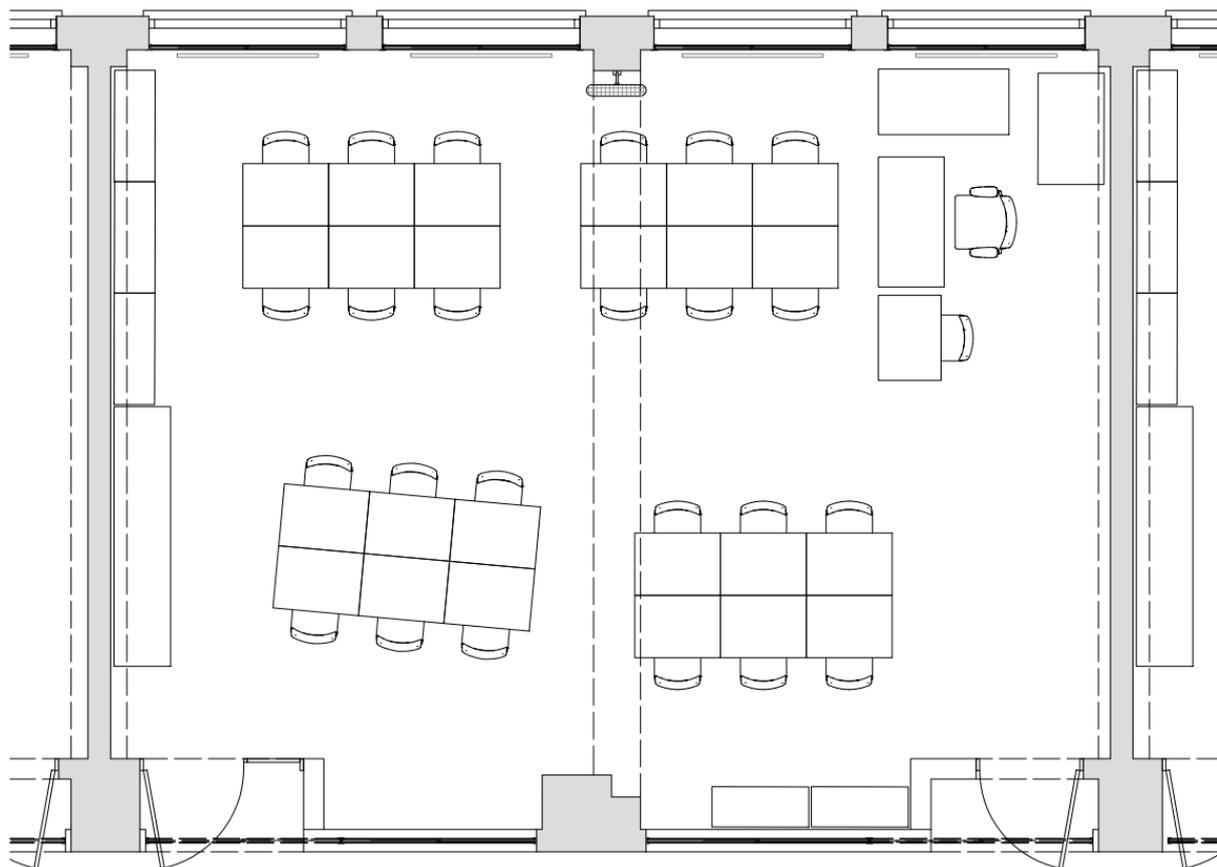
Se ha realizado jornadas de medición con el sensor Awair utilizando dos (2) sensores para analizar dos aulas por jornada, todas durante la época de primavera, en los meses de marzo y abril en la ciudad de Sevilla. La jornada tiene una duración de cinco (5) días hábiles de lunes a viernes durante las 24 horas del día para analizar los patrones y tendencias de los niveles hidrotérmicos de dichas aulas.

Las aulas analizadas y sus fachadas:

Aula	Cantidad de fachada expuestas	Orientación	Planta	Duración jornada
Aula 12	1	Norte	Alta	27-31 marzo
Aula 13	2	Norte, Oeste	Alta	27-31 marzo
Aula 3	1	Oeste	Baja	10-14 abril
Aula 14	1	Sur	Alta	17-21 abril

Con dicho sensor se analizará los parámetros de temperatura interior, humedad relativa interior, niveles de CO<sub>2</sub>, las partículas por millón (PM<sub>2,5</sub>) y los contaminantes volátiles (Tvoc) dentro de las aulas.

Todas las aulas analizadas tienen un tamaño de 8,90 metros de largo, 6,95 metros de ancho y una altura de 2,95 metros. Conformando un área de 61.85 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y un volumen de 182,47 metros cúbicos (m<sup>3</sup>). El usuario promedio de las aulas son alumnos de 2do a 3er grado con edades de 7-8 años y un docente. Todas las aulas tienen una ocupación máxima de 25 alumnos.



Levantamiento propio

PLANTA ARQUITECTÓNICA GENERAL DE AULA

El centro cuenta con un sistema global de calefacción por medio de radiadores, estos utilizan un sistema de agua caliente por medio de una caldera de gas natural. Las aulas disponen de 4 radiadores



ubicados debajo de las ventanas en la fachada al exterior. Dicho centro no dispone de sistemas de ventilación o climatización mecanizado en los recintos. Las aulas solo cuentan con un (1) ventilador de pared para ventilación del espacio. La iluminación se realiza mediante luminarias de superficie de luz fluorescente mediante dos tubos, con dimensiones 1,20 metros y pantalla difusora.

Fuente propia

-Datos y análisis

Con los datos obtenidos se pretende obtener conclusiones de:

- La temperatura a la cual los estudiantes están sometidos durante la docencia. A través de esto se puede calcular el tiempo que los alumnos ha estado presentando estrés térmico por temperaturas fuera del rango de confort. En el día más frío o caliente se puede calcular el PMV y el PPD para esos días de más estrés térmico.
- Los niveles de CO<sub>2</sub> dentro de las aulas, determinar si con la ventilación actual los niveles de CO<sub>2</sub> son los dictados por el RITE y los efectos cognoscitivos a los que pueden estar expuestos los estudiantes y el profesorado.
- Partículas volátiles (Tvoc) dentro de las aulas y los efectos que pueden tener sobre los alumnos y profesorado. Así como también una comparativa entre los niveles de CO<sub>2</sub> y el Tvoc, para ver si existe una correlación entre estas.
- La cantidad de partículas por millón (PM<sub>2,5</sub>) presentes en las aulas y los efectos que pueden presentar sobre los alumnos y docentes.
- La humedad relativa en el interior de las aulas y la relación que existe con la temperatura interior.

### *Fase 2 – Demanda energética en CYPE Therm HE PLUS*

Tras la obtención de las plantas arquitectónicas del centro educativo, se ha procedido a realizar la primera parte de este proceso que sería el modelado de dicho centro educativo en CYPE IFC Builder. Con esto iniciamos el trabajo en CYPE Therm HE PLUS para el cálculo de la demanda energética del edificio actual en libre evolución.

Ya seleccionadas las intervenciones a realizar por la Junta de Andalucía, las que afectarían a la demanda energética del centro, se ha procedido a calcular cada intervención por si misma y sus efectos sobre la edificación.

Se ha realizado un proceso de análisis de espesores para el SATE y el aislamiento en la cubierta para saber cuál es el que mejor satisface las necesidades de demanda del centro.

Una vez calculado cada intervención por si misma y sus efectos sobre la edificación se ha procedido a realizar una propuesta general, uniendo las distintas intervenciones sobre la envolvente del centro. Calculando así el efecto global de la propuesta.

### *Costes de intervención*

Una vez conocido el espesor de aislamiento, tras el análisis de espesores de aislamiento a colorar en las fachadas y cubiertas y el tipo de carpinterías a utilizar en los huecos se pueda realizar una estimación de costo. Esta estimación de costo deberá de incluir la demolición o remoción de elementos existentes, para poder realizar las intervenciones.

### *Fase 3 – Conclusiones generales*

Una vez analizados todos los procesos, datos y cálculos se podrán realizar conclusiones contundentes.

## OBJETIVOS

### Objetivos generales

Se analizarán los resultados hidrotérmicos de cuatro (4) aulas con distintas orientaciones de un centro de educación de gestión pública para sacar conclusiones del nivel de confort térmico que padecen los alumnos y el profesorado durante el horario lectivo.

También, se evaluará la demanda del centro existente en libre evolución y se le incorporaran las modificaciones planteadas por la junta de Andalucía para analizar los efectos de la demanda en la edificación.

De igual manera, se realizará una estimación de costo de la intervención para tener una idea global de la magnitud de la propuesta.

### Objetivos específicos

- Recolección de datos hidrotérmico en 4 aulas seleccionadas.
- Análisis de los datos hidrotérmicos de las aulas.
- Análisis de la demanda energética del edificio.
- Propuestas de climatización pasiva, para mejorar la sensación térmica de los centros y reducir el consumo energético.
- Calculo el voto medio estimado (PMV) y el porcentaje previstos de insatisfechos (PPD) para los días más críticos.

## DATOS RECOLECTADOS DEL CENTRO EDUCATIVO

### El centro educativo actual.

Partimos de una conclusión prematura por medio de nuestro conocimiento empírico de que el centro educativo presenta deficiencias a nivel del balance energético y del confort térmico para los usuarios, al igual que todos o la vasta mayoría de los centros educativos de gestión pública de Andalucía.

Como ya se ha mencionado, este centro en particular fue construido en el año 1979 y durante esa década los materiales y métodos constructivos no tenían los avances tecnológicos que presentan el día de hoy y las normas de regularización de las construcciones no eran tan rigurosas como en la actualidad. Sin mencionar que el calentamiento global ha afectado directa y de manera significativa los procesos y especificaciones constructivas el día de hoy.

Dicho esto, se procedió a instalar sonadas en distintas aulas con distintas orientaciones en distintos puntos del centro educativo con la finalidad de obtener mediciones en distintos ámbitos.

### Análisis y problemáticas que afectan el confort en las aulas



Ubicación de las aulas analizadas dentro del centro educativo.

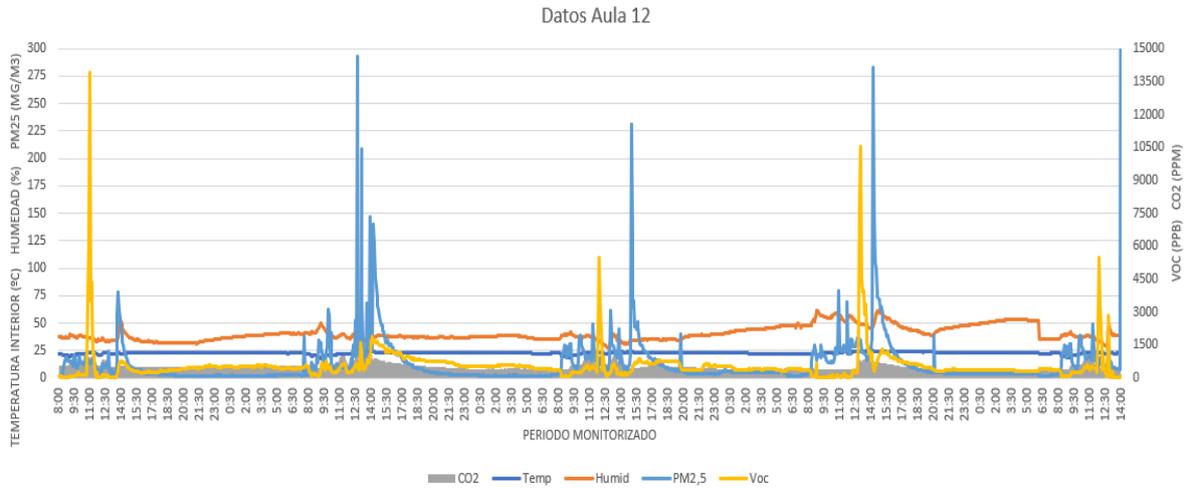
### Definición de parámetros

Para los parámetros de los datos analizados, este trabajo se ha basado en normas y en organizaciones internacionales que determinan los valores máximos y mínimos permitidos dentro de los espacios habitables de edificios docentes o terciarios. Dicho esto:

Datos hidrotérmicos	Normas o instituciones que establecen los parámetros
Temperatura interior	Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)
CO2	Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)
Humedad	Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)
Tvoc (Compuestos orgánicos volátiles)	Oficina Federal Alemana para el Medio Ambiente
PM2,5 (Partículas ultrafinas)	Organización mundial de la salud (OMS)

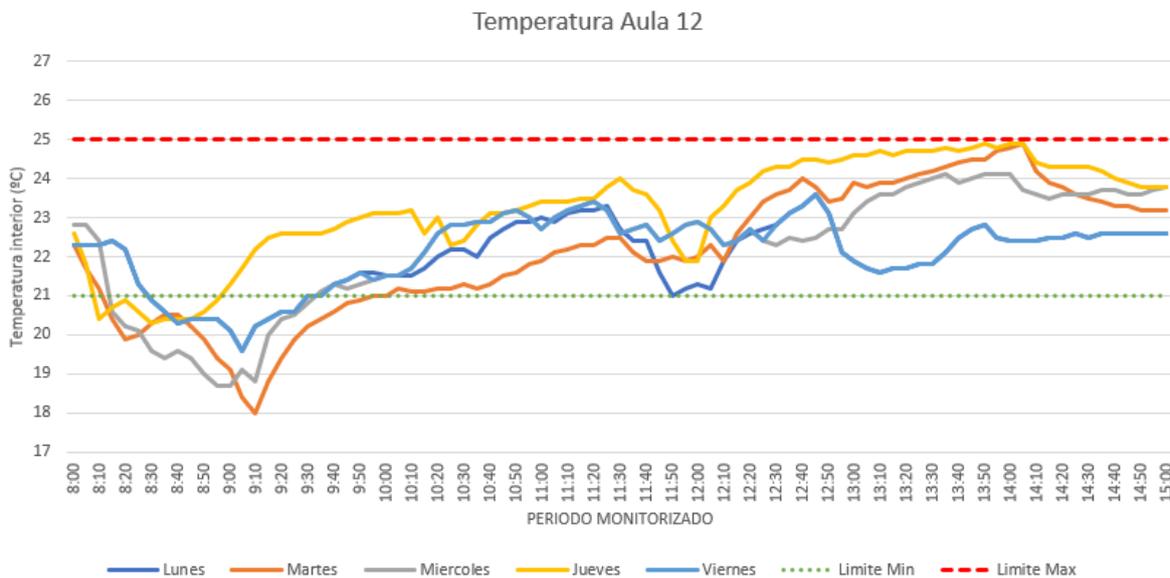
**Datos**

**Aula 12**



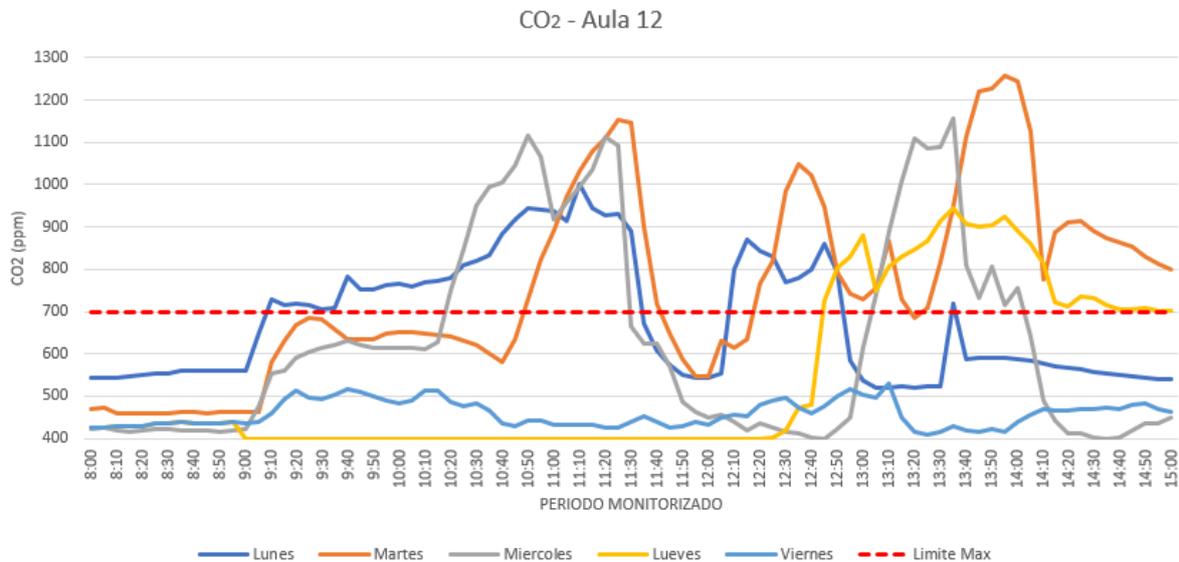
EL aula 12 presenta una (1) única fachada al exterior con dirección al Norte y se puede observar en los datos recolectados en esta aula que se destacan los periodos donde el aula está en uso. Se observa claramente picos diarios durante las horas de uso. A continuación, se desglosarán los datos para un mejor entendimiento.

**Temperatura**



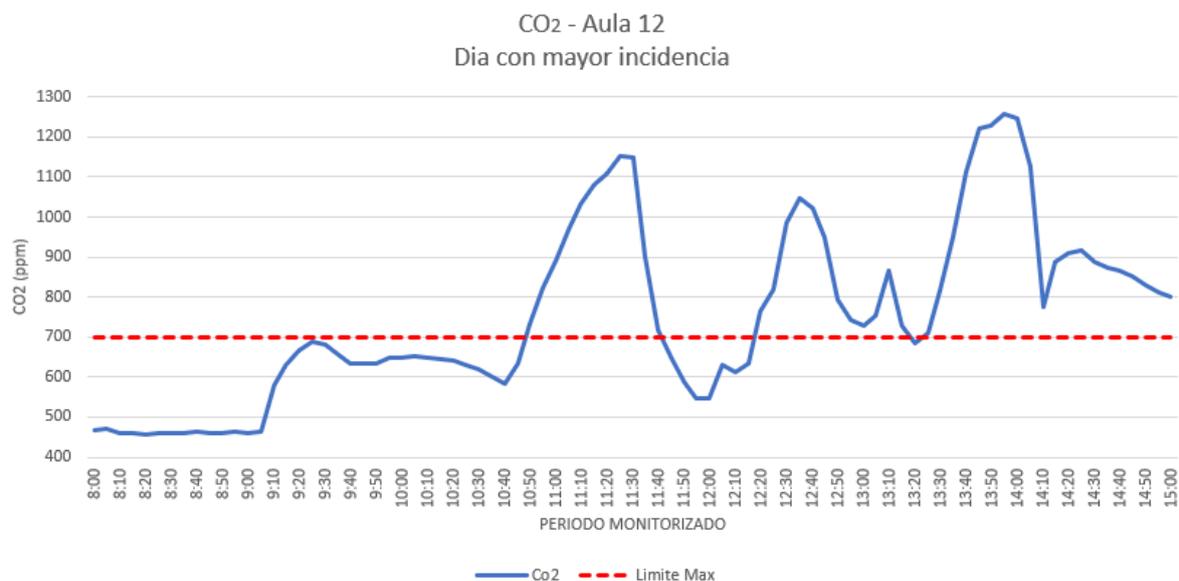
Como esta aula presenta una única fachada exterior hacia el Norte se puede observar que la temperatura durante toda la semana analizada, durante las 8:00 hasta las 15:00 que serían las horas que el aula pudiese estar en uso, se mantiene prácticamente dentro del umbral de temperatura aconsejado. Exceptuando las primeras horas de la mañana cuando los conserjes abren las ventanas del aula y se produce un desplome de la temperatura por debajo de los 21°C.

## CO<sub>2</sub>



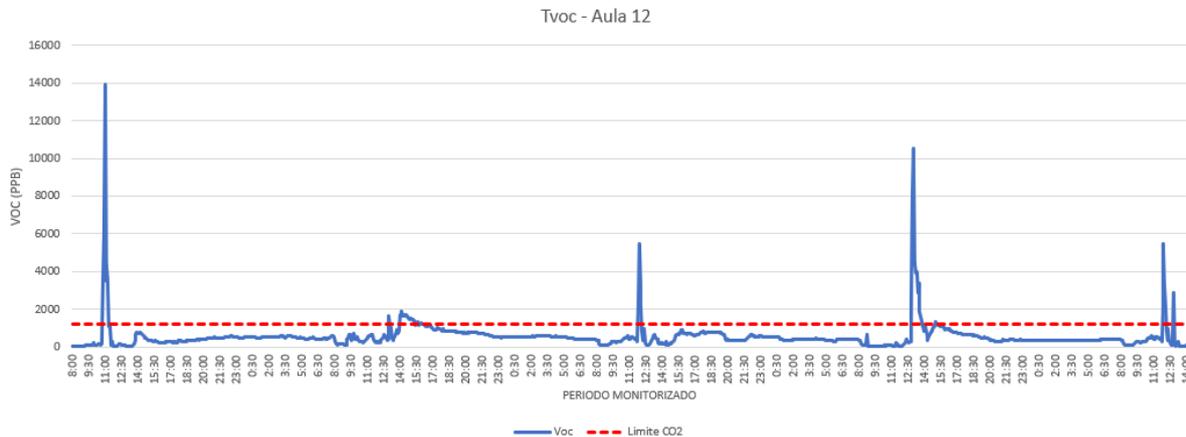
De los datos obtenidos se puede observar claramente que desde que los alumnos entran a las aulas a las 9:00, los niveles de CO<sub>2</sub> empiezan a subir drásticamente. Algunos días a las 9:30 los niveles se aproximan a los límites máximos de 700 ppm debido a que probablemente algunas de las ventanas se han tenido que cerrar ya que la temperatura exterior de esos días de primavera estaba próximo a los 12°C.

Se puede ver que se produce un valle en los datos en que los niveles empiezan a descender desde las 11:30 hasta las 12:00, momento en que los alumnos tienen recreo y el aula esta vacía. Así mismo, una vez los niños vuelven al aula después de recreo y de haber realizado algún tipo de ejercicio físico, los niveles de CO<sub>2</sub> se vuelven a dispararse alcanzando niveles muy por encima de los valores límites dictados por el RITE. Se puede observar que todos los días después del recreo (12:00) los niveles de CO<sub>2</sub> siempre están por encima del valor límite alcanzando alrededor de 1250 ppm en el pico mas alto, afectando el nivel cognitivo de los niños y su salud.



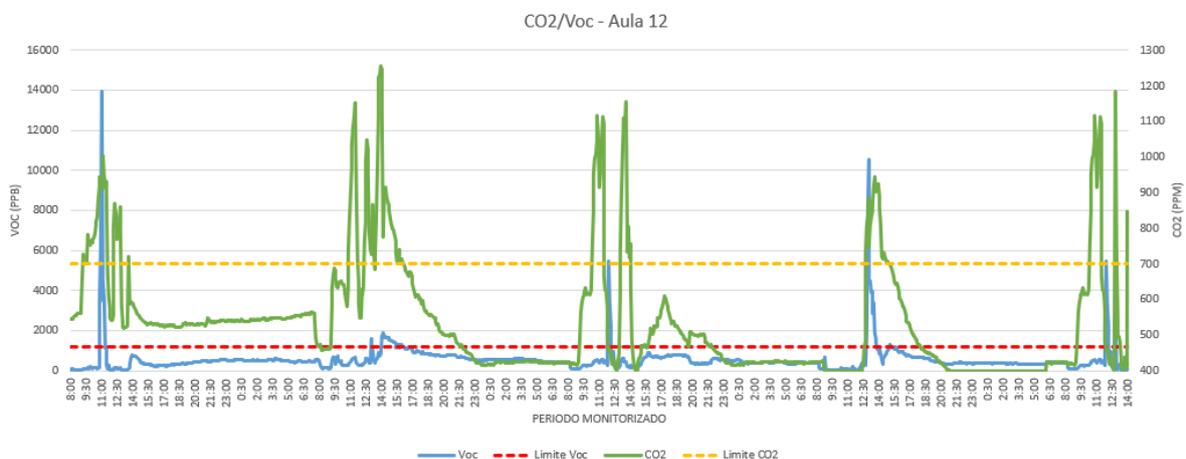
Se puede ver que después de las 12:00, que es cuando los alumnos vuelven de recreo de realizar algún tipo de actividad física los niveles de CO<sub>2</sub> vuelven a subir a niveles superiores y a estar mucho más concentrado durante toda la segunda mitad de la mañana.

### Partículas volátiles (Tvoc)



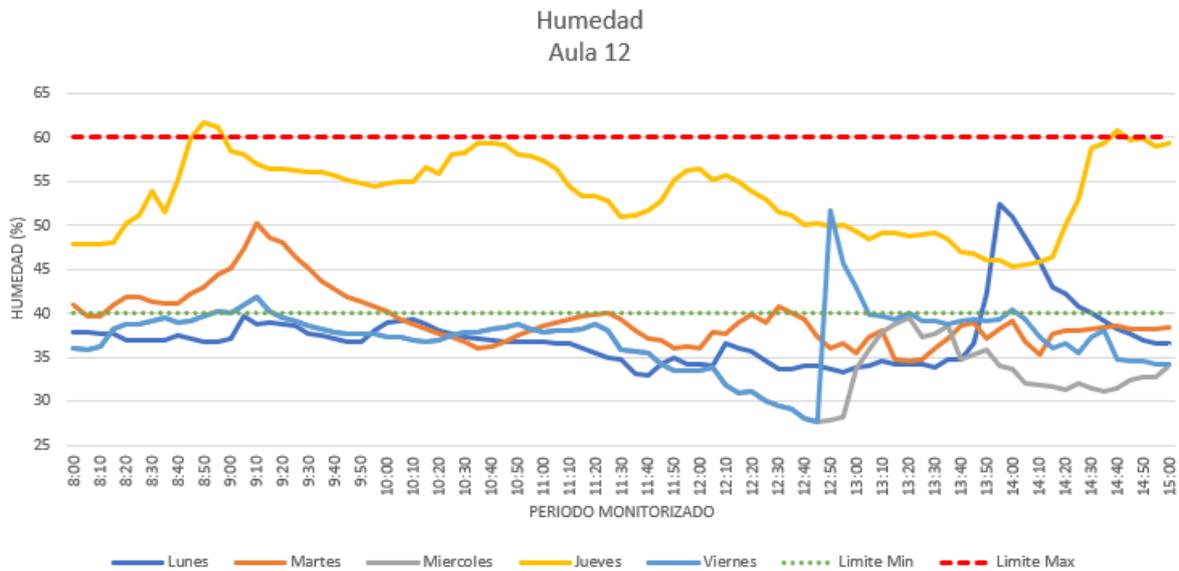
En los datos recolectados de toda la semana se puede observar que las partículas volátiles (Tvoc) son junto con los resultados de CO<sub>2</sub> son los datos de mayor incidencia.

Si hacemos una comparativa podemos observar que:

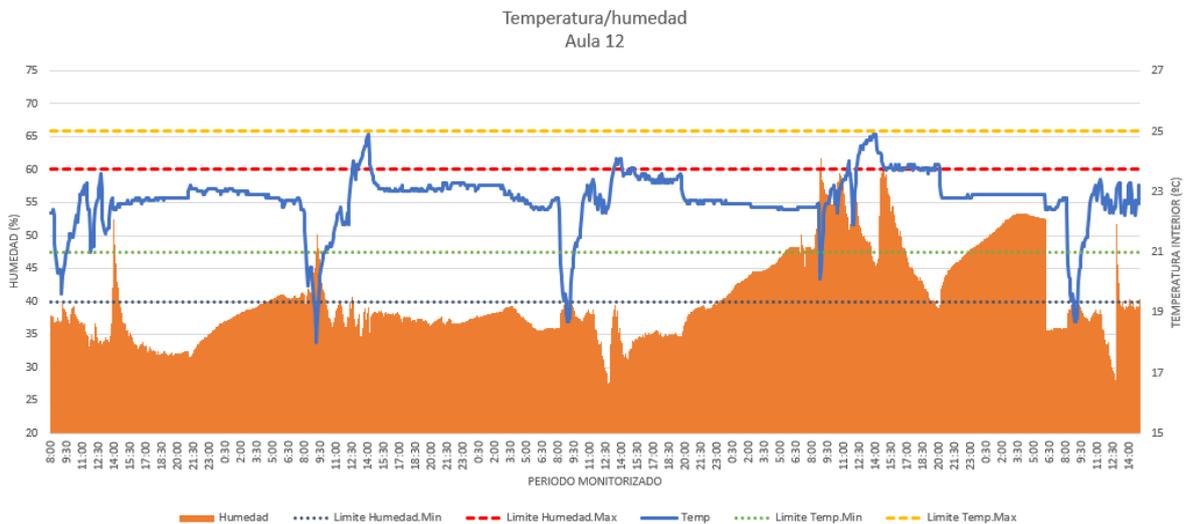


Podemos observar una relación directa entre estos dos tipos de datos recolectados. El sensor que detecta el CO<sub>2</sub> no mide el Tvoc y viceversa, ya que estos gases no son iguales. Pero si existe una relación entre los resultados ya que el CO<sub>2</sub> y el Tvoc provienen de seres vivos. Cuando exhalamos, el cuerpo humano expulsa una variedad de gases el cual uno es el CO<sub>2</sub>, pero eso no significa que los otros gases exhalados no son dañinos en grandes concentraciones. El Tvoc o partículas volátiles mide la concentración de esos otros gases. Dicho esto, Se entiende que donde haya una gran concentración de CO<sub>2</sub> habrá una gran concentración de Tvoc.

## Humedad

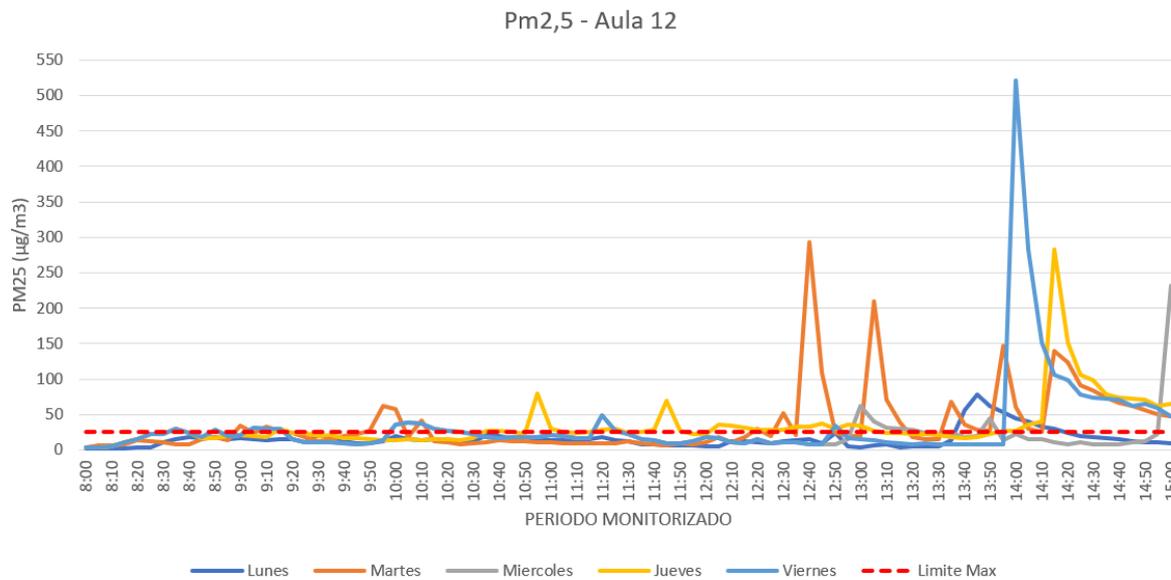


Como se puede observar en los datos recolectados de la semana durante el periodo de utilización diaria de las aulas (8:00-3:00), la humedad del recinto está por debajo del límite inferior (40%) dictado por el RITE. La humedad juega un papel fundamental al momento de percibir la temperatura de un espacio. Dicho esto, una humedad baja dentro de un recinto puede afectar a los seres humanos de forma física, con resequead de ojos, nariz y garganta produciendo molestias y desconcentración en clases. De igual forma, una humedad baja da la percepción de que la temperatura esta mucho mas baja produciendo el efecto de frio.



Si observamos la humedad durante toda la semana monitorizada podemos observar que la humedad esta aula está muy por debajo del límite recomendado por el RITE lo cual producirá una sensación de frio en el aula.

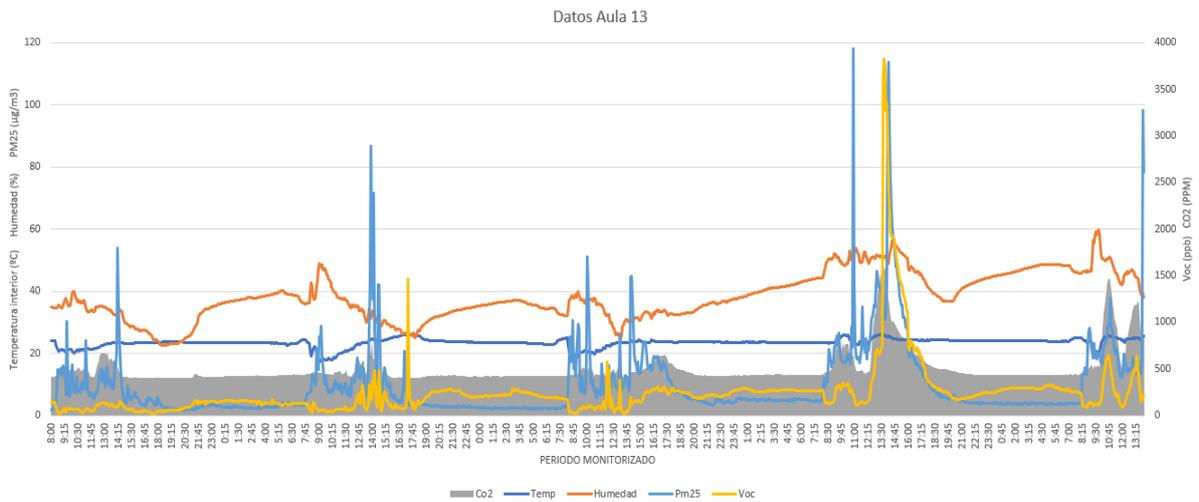
## Partículas por millón (Pm2,5)



El colegio al no tener sistema de climatización en las aulas y despachos, se deben de mantener las ventanas abiertas para asegurar la ventilación de los espacios. Actualmente el colegio esta en reforma y esta ubicado al lado de una avenida la cual también está en rehabilitación. Dicho esto, hay una enorme cantidad de polvo y partículas microscópicas de materiales nocivos para el ser humano que son transportadas por el viento.

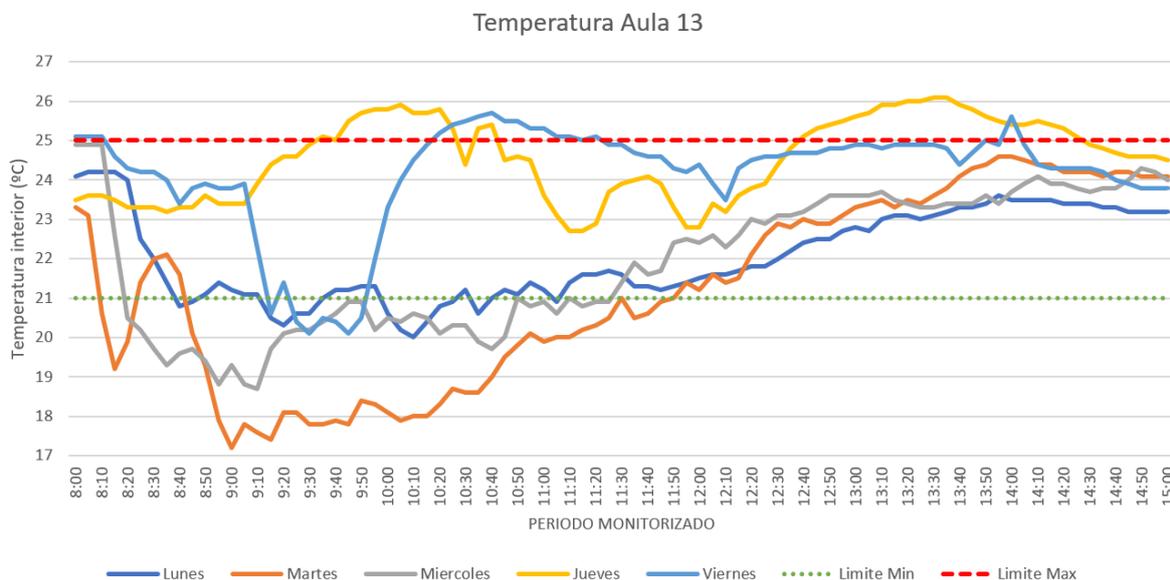
### Aula 13

EL aula 13 presenta dos (2) fachadas al exterior con dirección al Norte y otra al Oeste. Analizando los datos de las zonas pudimos observar que:



EL aula 13 presenta dos (2) fachadas al exterior con dirección al Norte y otra al Oeste, se puede observar en los datos recolectados en esta aula que se destacan los periodos donde el aula está en uso, por los picos producidos por la presencia humana. A continuación, se desglosarán los datos para un mejor entendimiento.

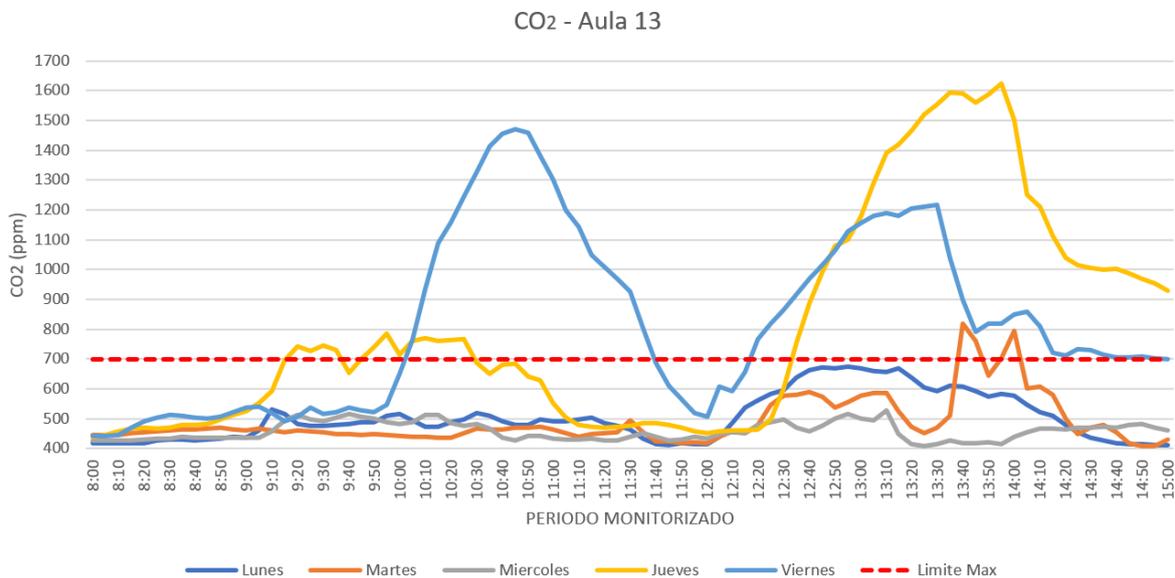
### Temperatura



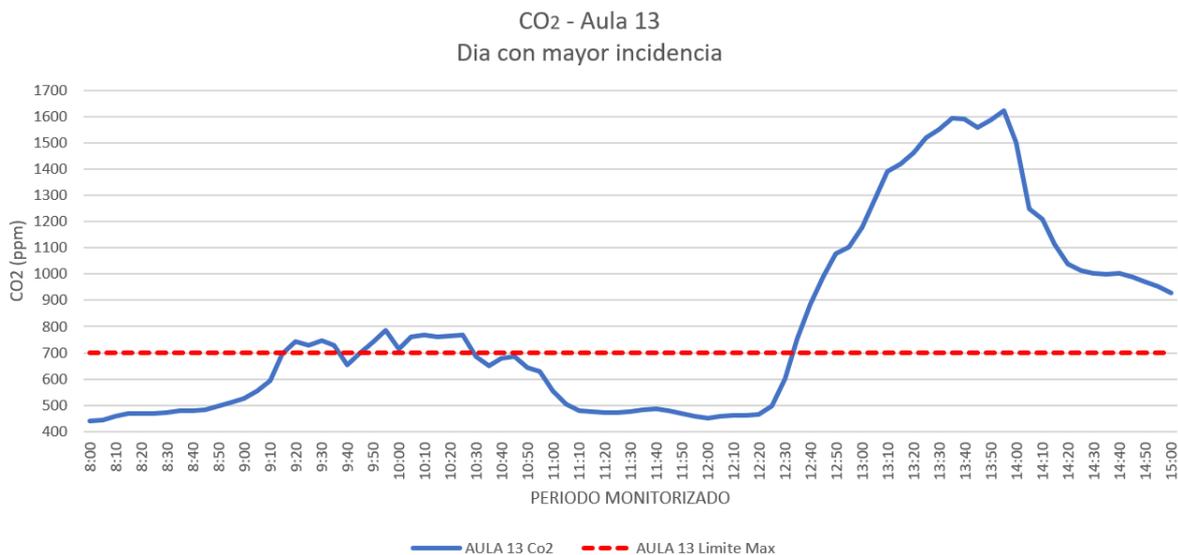
En esta aula se puede ver que claramente la segunda fachada que está ubicada hacia el oeste, influencia la temperatura interior de manera significativa. Por lo general la temperatura interior del aula, es más baja y toma más tiempo en calentarse por los radiadores y la presencia de los alumnos profesorado ya que tiene mayor superficie de fachada expuesta al exterior con presencia de posibles puentes térmicos. Esto representa una problemática ya que los estudiantes están presentando estrés

por las temperaturas por debajo del límite térmico inferior permitido de los 21°C, durante las primeras horas lectivas.

## CO<sub>2</sub>



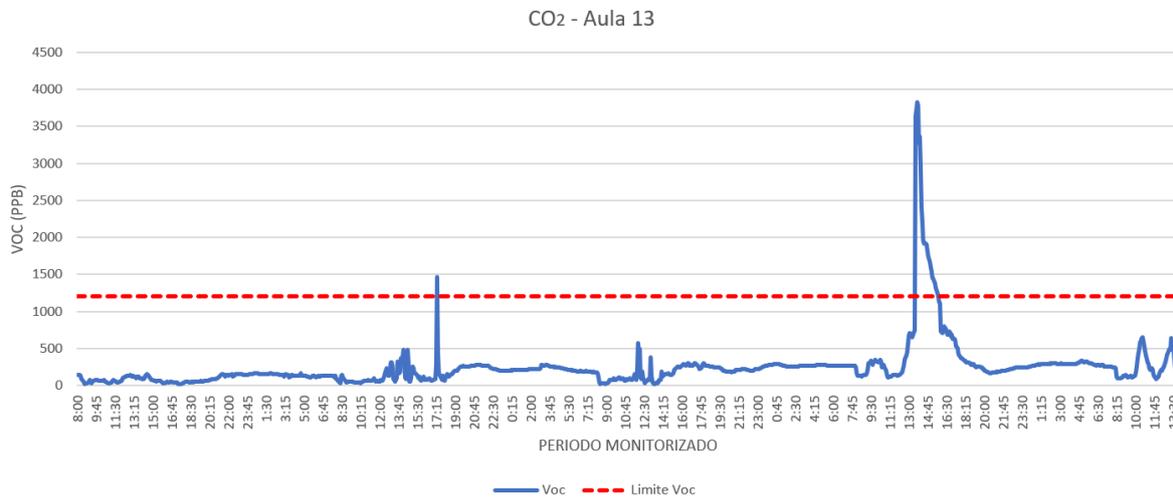
Se puede observar que los niveles de CO<sub>2</sub> en el interior del aula pueden subir hasta niveles alarmantes como a 1634ppm, donde el RITE estipula un máximo de CO<sub>2</sub> de 700 ppm. Con el uso de las encuestas se pudo deducir que los días de mayor incidencia de CO<sub>2</sub> en el aula se llevaba a cabo una actividad sedentaria con las persianas cerradas, lo que produjo estos picos en los resultados. Esto confirma la importancia de una correcta ventilación en las aulas.



El día con mayor nivel de concentración de CO<sub>2</sub> fue el jueves ya que llego a los 1634ppm. Esto produce un efecto negativo en los alumnos y profesorado. Puede causar somnolencia, dolores de cabeza, falta

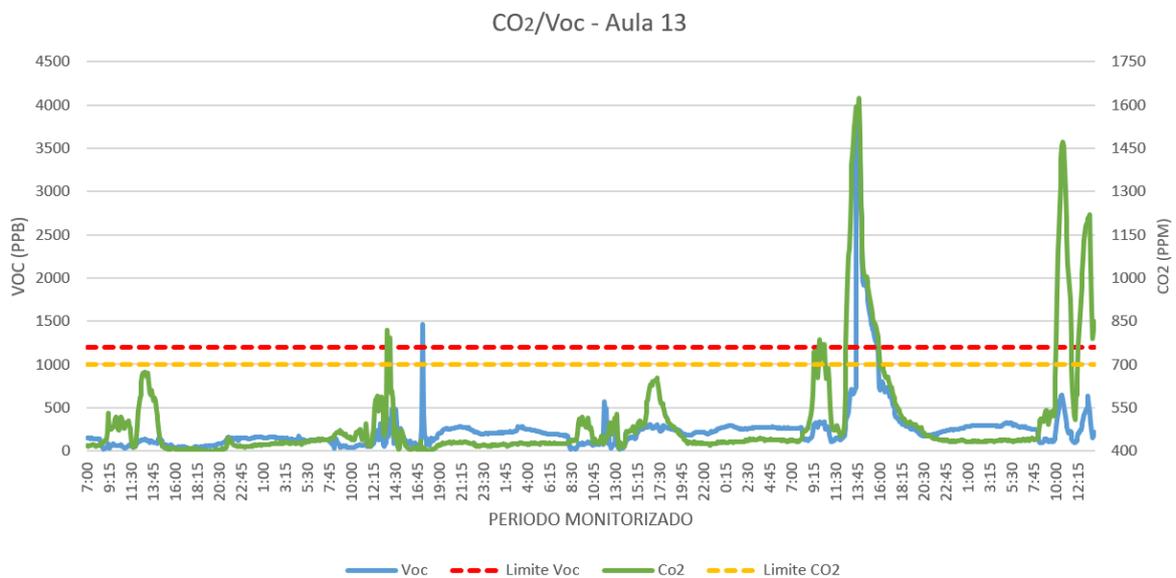
de concentración y la propagación de enfermedades Aero transmitidas tales como el refriado común, la influenza y el COVID.

### Partículas volátiles (Tvoc)



En los datos recolectados de toda la semana se puede observar que las partículas volátiles (Tvoc) son junto con los resultados de CO2 son los datos de mayor incidencia.

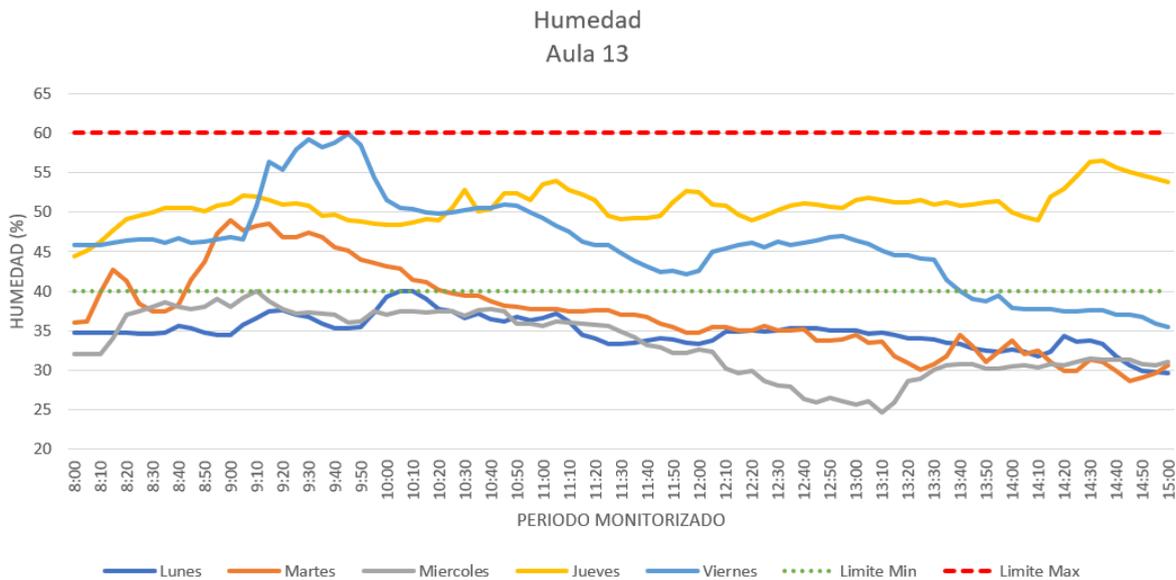
Si hacemos una comparativa podemos observar que:



Podemos observar una relación directa entre estos dos tipos de datos recolectados. El sensor que detecta el CO<sub>2</sub> no mide el Tvoc y viceversa, ya que estos gases no son iguales. Pero si existe una relación entre los resultados ya que el CO<sub>2</sub> y el Tvoc provienen de seres vivos. Cuando exhalamos, el

cuerpo humano expulsa una variedad de gases el cual uno es el CO<sub>2</sub>, pero eso no significa que los otros gases exhalados no son dañinos en grandes concentraciones. El Tvoc o partículas volátiles mide la concentración de esos otros gases. Dicho esto, Se entiende que donde haya una gran concentración de CO<sub>2</sub> habrá una gran concentración de Tvoc.

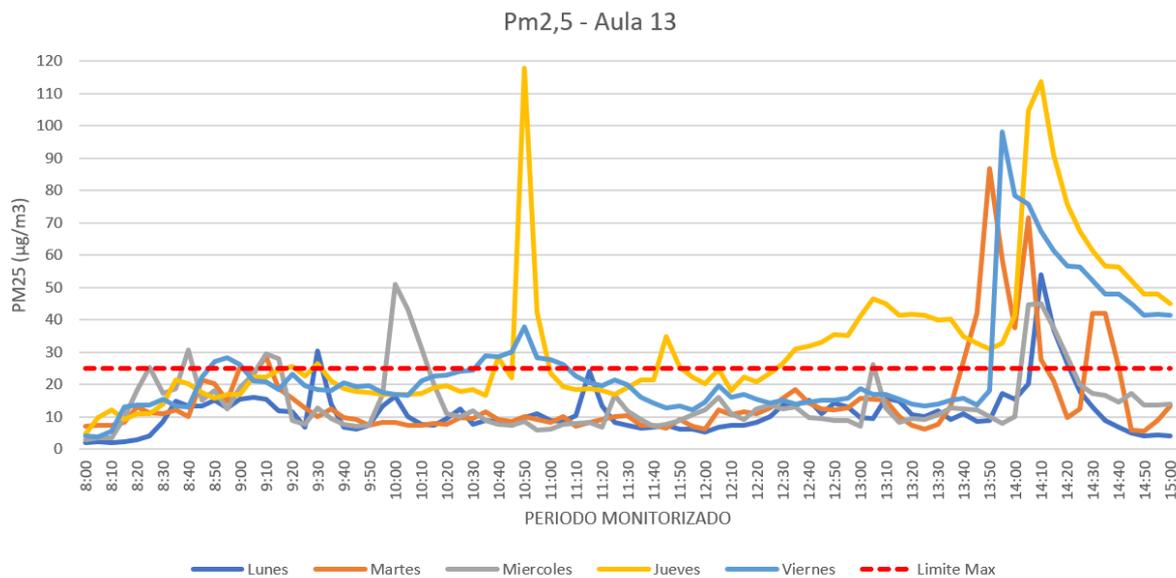
## Humedad



Durante el periodo de utilización de las aulas (8:00-3:00), la humedad del recinto está por debajo del límite inferior (40%) dictado por el RITE. La humedad juega un papel fundamental al momento de percibir la temperatura de un espacio. Dicho esto, una humedad baja dentro de un recinto puede afectar a los seres humanos de forma física, con resequead de ojos, nariz y garganta produciendo molestias y desconcentración en clases. De igual forma, una humedad baja da la percepción de que la temperatura está mucho más baja produciendo el efecto de frio.

Como el periodo monitorizada ha sido en primavera y con temperaturas medias de 12°C durante las mañana, con la humedad por debajo del límite recomendado por el RITE, dará la sensación de que la temperatura interior es mucho más fría de lo que realmente estaría. Produciendo estrés térmico en las alumnos y profesorado.

## Partículas por millón (Pm2,5)

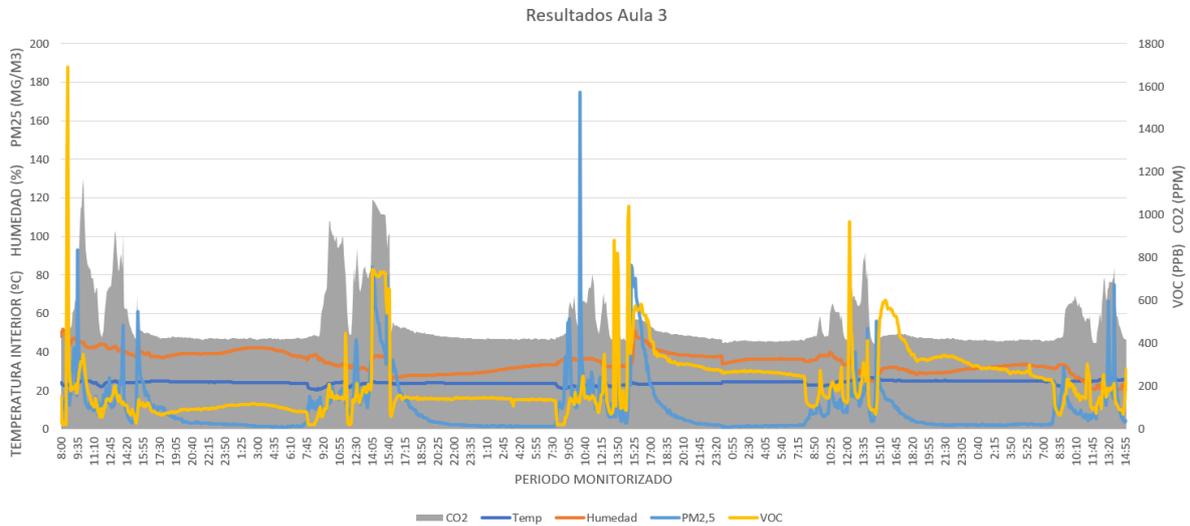


El colegio no dispone de un sistema de climatización en las aulas y despachos, por ende, se deben de mantener las ventanas abiertas para asegurar la ventilación de los espacios.

Actualmente el colegio está en reforma y está ubicado al lado de una avenida la cual también está en rehabilitación. Dicho esto, hay una enorme cantidad de polvo y partículas microscópicas de materiales nocivos para el ser humano que son transportadas por el viento. Tales como: humo de las maquinarias pesadas, cemento, cal, partículas de los neumáticos de los vehículos, etc.

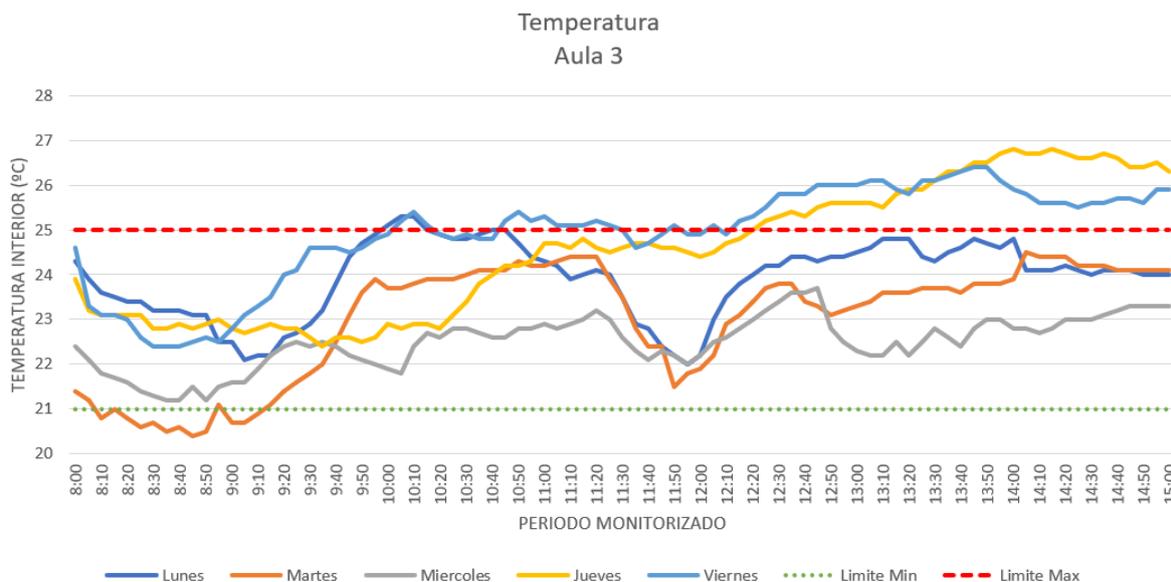
### Aula 3

EL aula 3 presenta una única fachadas al exterior con dirección al Oeste. Analizando los datos de las zonas pudimos observar que:



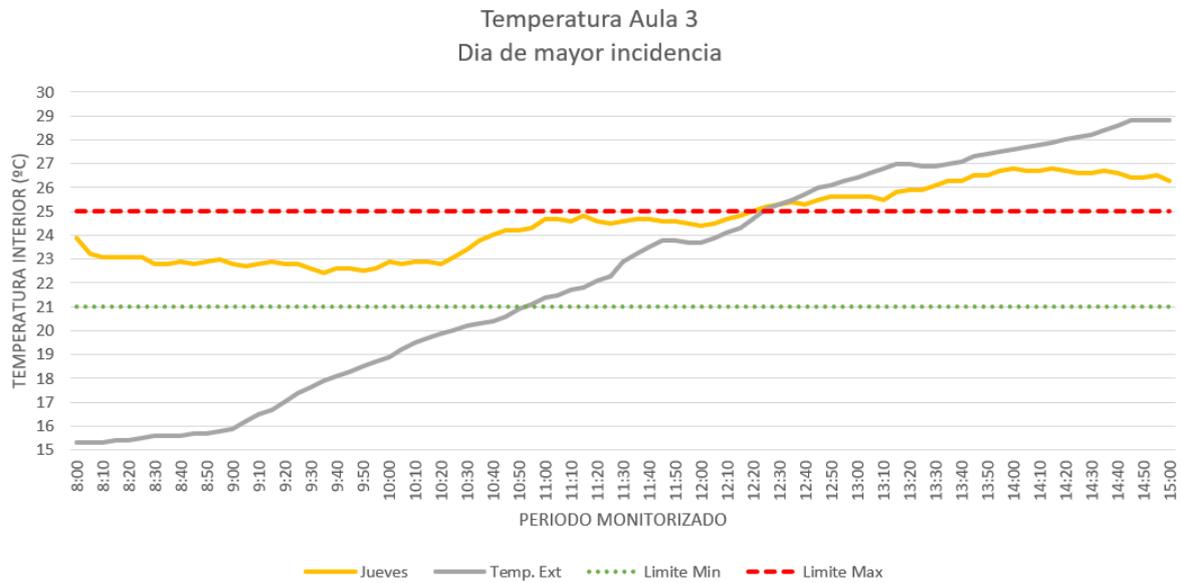
EL aula 3 presenta una única fachadas al exterior con dirección al Oeste, se puede observar en los datos recolectados en esta aula que se destacan los periodos donde el aula está en uso, por los picos producidos por la presencia humana. Los datos de Tvoc y Pm2,5 sobre salen entre los datos por sus elevados resultados. A continuación, se desglosarán los datos para un mejor entendimiento.

### Temperatura



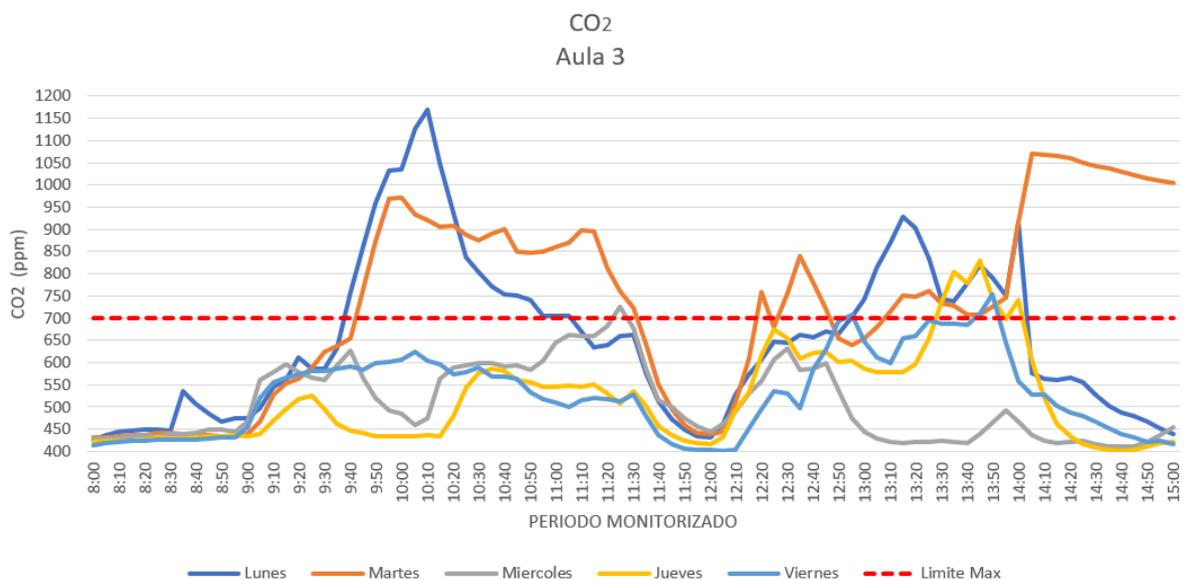
Cabe destacar que los conserjes abren las ventanas de las aulas alrededor de las 8:00 de la mañana, lo que produce un desplome de la temperatura interior. Pero, ya que esta aula esta al Oeste, la caída de la temperatura en la mayoría de los días no es inferior a los 21°C. A modo general se puede observar

que la temperatura en toda la mañana se mantiene dentro del umbral recomendado 21-25°C, pero en dos días alcanzan valores superiores durante la tarde.



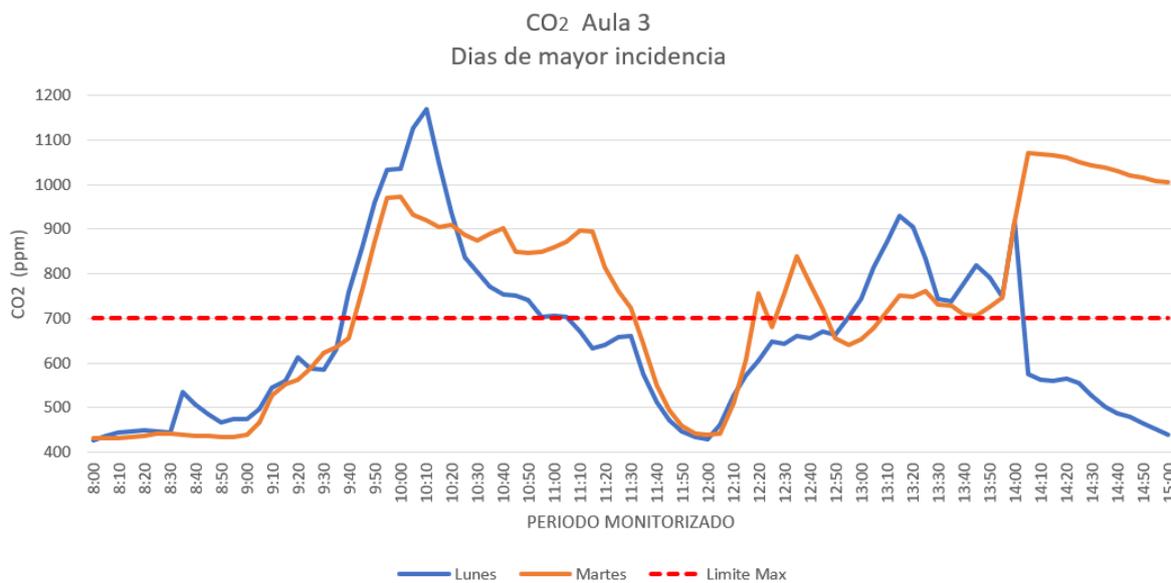
El día de mayor incidencia, la temperatura alcanzó los 27 grados en el interior del aula próximo a las 14:00. Cabe destacar que este día la temperatura interior del aula durante la mañana se mantuvo alrededor de los 23°C pese a que la temperatura exterior estaba entre 15,5-20°C, esto puede deberse a que el sol calienta los muros durante las horas de la tarde y libera la energía calorífica en el interior del recinto durante la noche.

## CO<sub>2</sub>



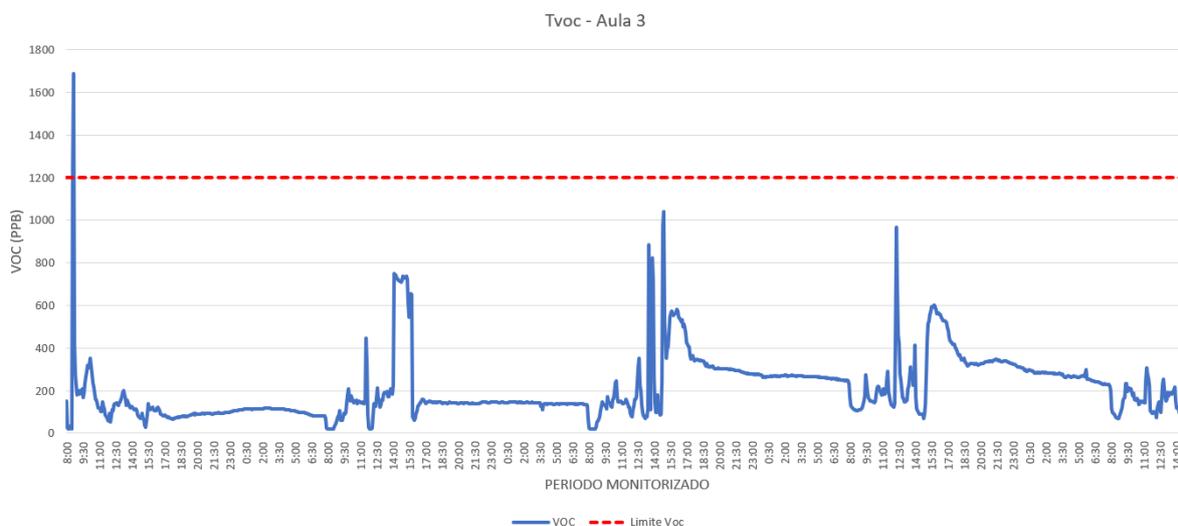
Se puede observar que los niveles de CO<sub>2</sub> en el interior del aula pueden subir hasta niveles alarmantes como a 1167ppm, donde el RITE estipula un máximo de CO<sub>2</sub> de 700 ppm. Con el uso de las encuestas se pudo deducir que los días de mayor incidencia de CO<sub>2</sub> algunas de las ventanas estaban cerradas por las molestias del ruido exterior, lo que produjo estos picos en los resultados. Esto confirma la importancia de una correcta ventilación en las aulas.

De igual forma se puede observar que durante el tiempo de recreo 11:30-12:00 los niveles de CO<sub>2</sub> decaen hasta niveles muy bajos.



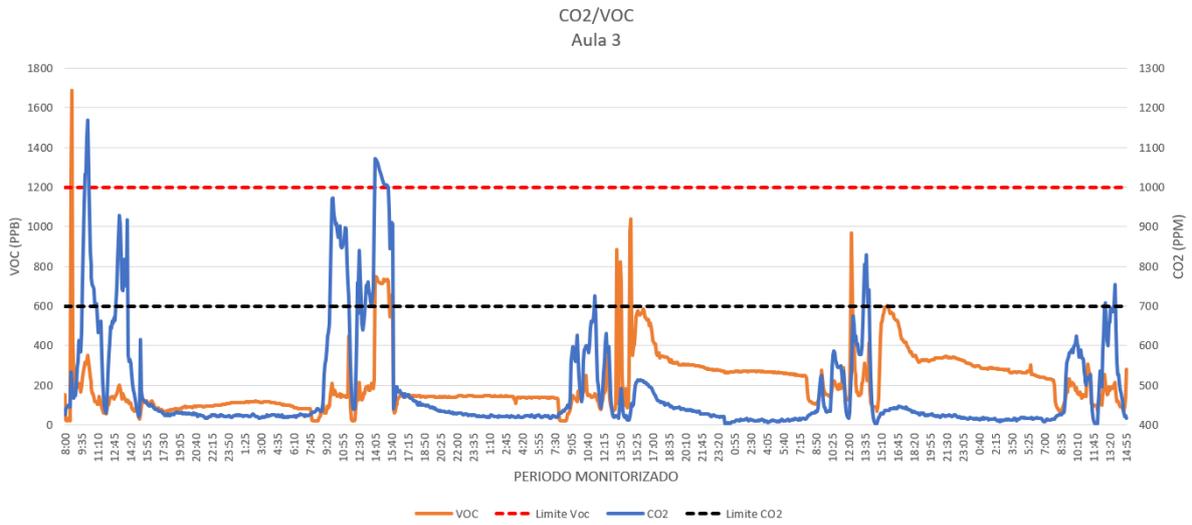
Importante observar el tiempo que dura el CO<sub>2</sub> en alcanzar los niveles máximos recomendados de 700ppm, durante las horas de la mañana y en la tarde después del recreo. Después del recreo los niveles de CO<sub>2</sub> llegan al limite aconsejado en la mitad de tiempo que en la mañana, debido al esfuerzo físico realizado durante el recreo.

### Partículas volátiles (Tvoc)



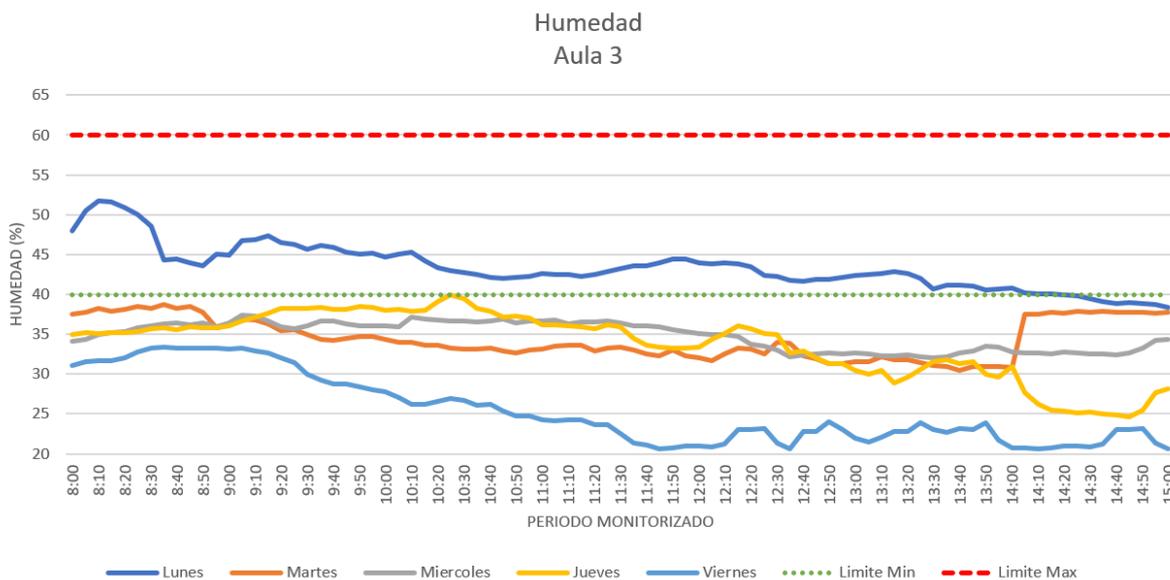
En los datos recolectados de toda la semana se puede observar que las partículas volátiles (Tvoc) son junto con los resultados de CO2 son los datos de mayor incidencia.

Si hacemos una comparativa podemos observar que:



Podemos observar una relación directa entre estos dos tipos de datos recolectados. El sensor que detecta el CO<sub>2</sub> no mide el Tvoc y viceversa, ya que estos gases no son iguales. Pero si existe una relación entre los resultados ya que el CO<sub>2</sub> y el Tvoc provienen de seres vivos. Cuando exhalamos, el cuerpo humano expulsa una variedad de gases el cual uno es el CO<sub>2</sub>, pero eso no significa que los otros gases exhalados no son dañinos en grandes concentraciones. El Tvoc o partículas volátiles mide la concentración de esos otros gases. Dicho esto, Se entiende que donde haya una gran concentración de CO<sub>2</sub> habrá una gran concentración de Tvoc.

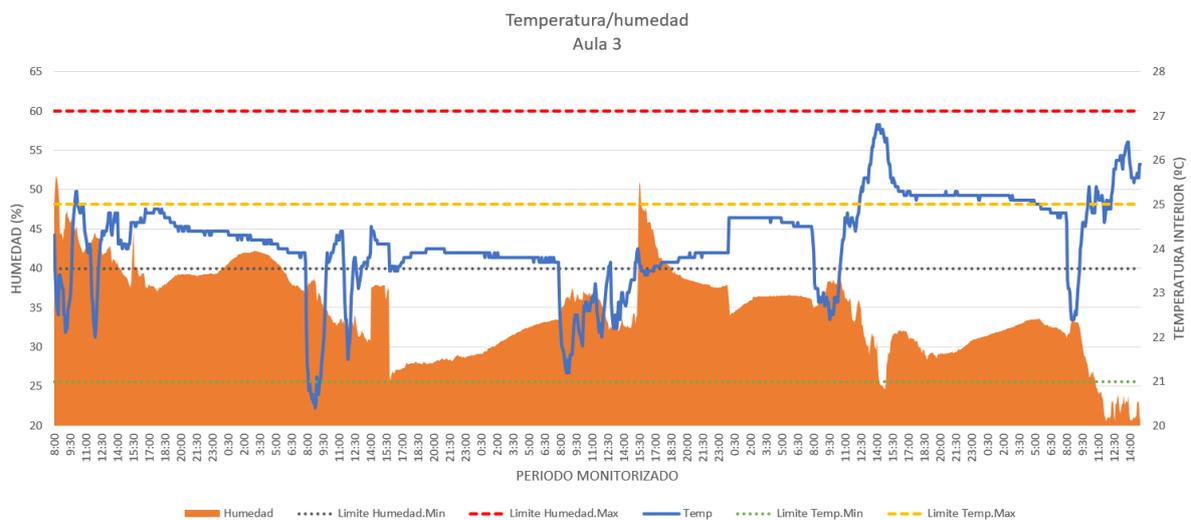
## Humedad



Durante el periodo de utilización de las aulas (8:00-3:00), la gran mayoría de la humedad del recinto está por debajo del límite inferior (40%) dictado por el RITE.

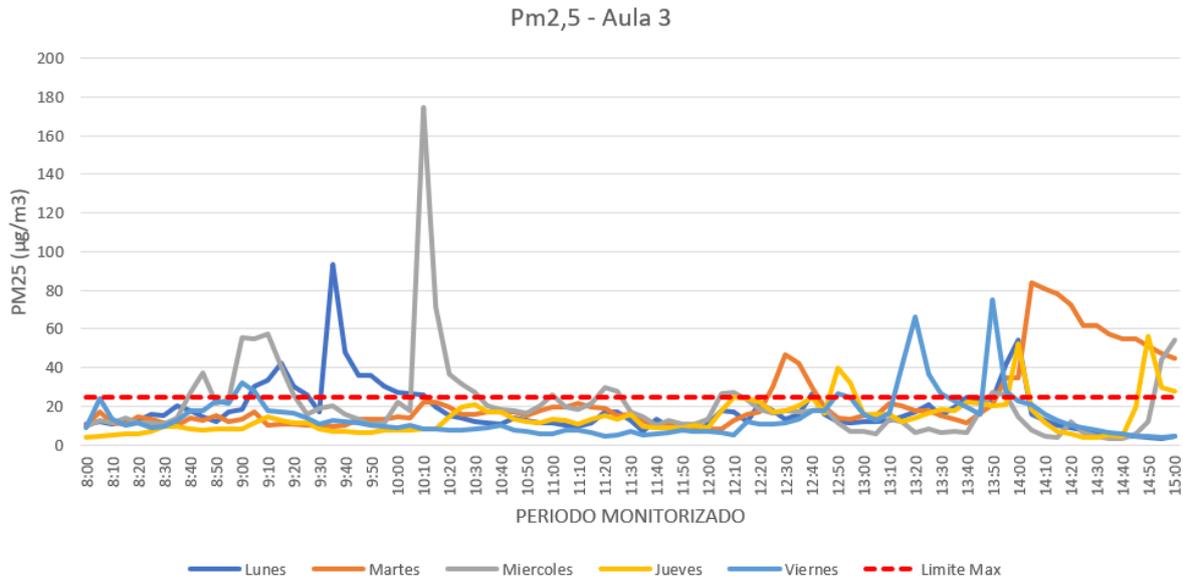
La humedad juega un papel fundamental al momento de percibir la temperatura de un espacio. Dicho esto, una humedad baja dentro de un recinto puede afectar a los seres humanos de forma física, con resequead de ojos, nariz y garganta produciendo molestias y desconcentración en clases. De igual forma, una humedad baja da la percepción de que la temperatura está mucho más baja produciendo el efecto de frío.

Como el periodo monitorizada ha sido en primavera y con temperaturas medias de 12°C durante las mañana, con la humedad por debajo del límite recomendado por el RITE, dará la sensación de que la temperatura interior es mucho más fría de lo que realmente estaría. Produciendo estrés térmico en las alumnos y profesorado.



Si observamos la humedad durante toda la semana monitorizada podemos observar que la humedad esta aula está muy por debajo del límite recomendado por el RITE lo cual producirá una sensación de frío en el aula durante las mañanas.

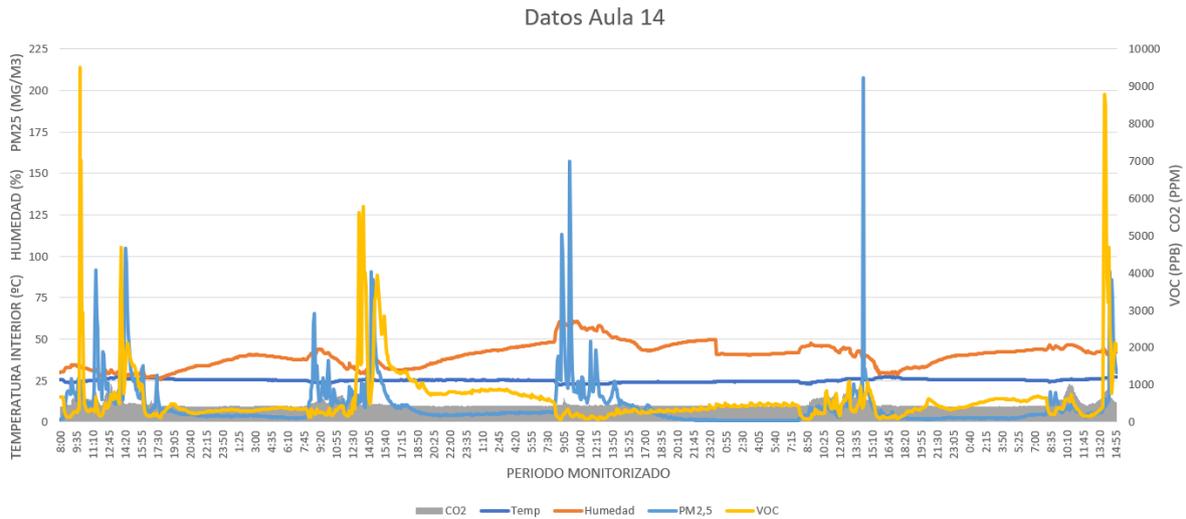
### Partículas por millón (Pm2,5)



El colegio no dispone de un sistema de climatización en las aulas y despachos, por ende, se deben de mantener las ventanas abiertas para asegurar la ventilación de los espacios.

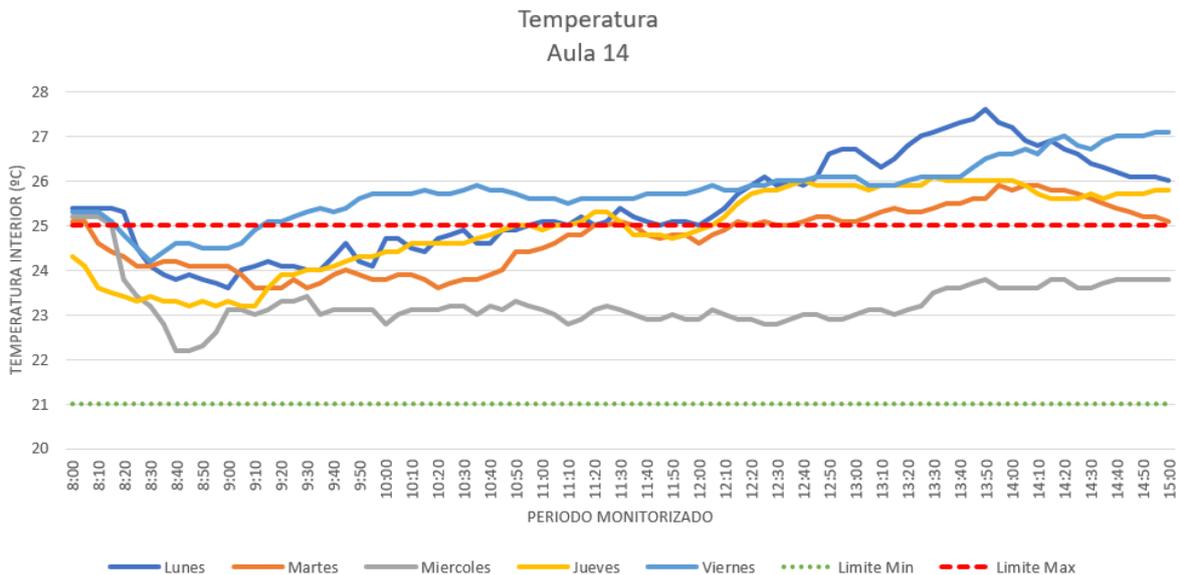
Actualmente el colegio está en reforma y está ubicado al lado de una avenida la cual también está en rehabilitación. Dicho esto, hay una enorme cantidad de polvo y partículas microscópicas de materiales nocivos para el ser humano que son transportadas por el viento. Tales como: humo de las maquinarias pesadas, cemento, cal, partículas de los neumáticos de los vehículos, etc.

## Aula 14



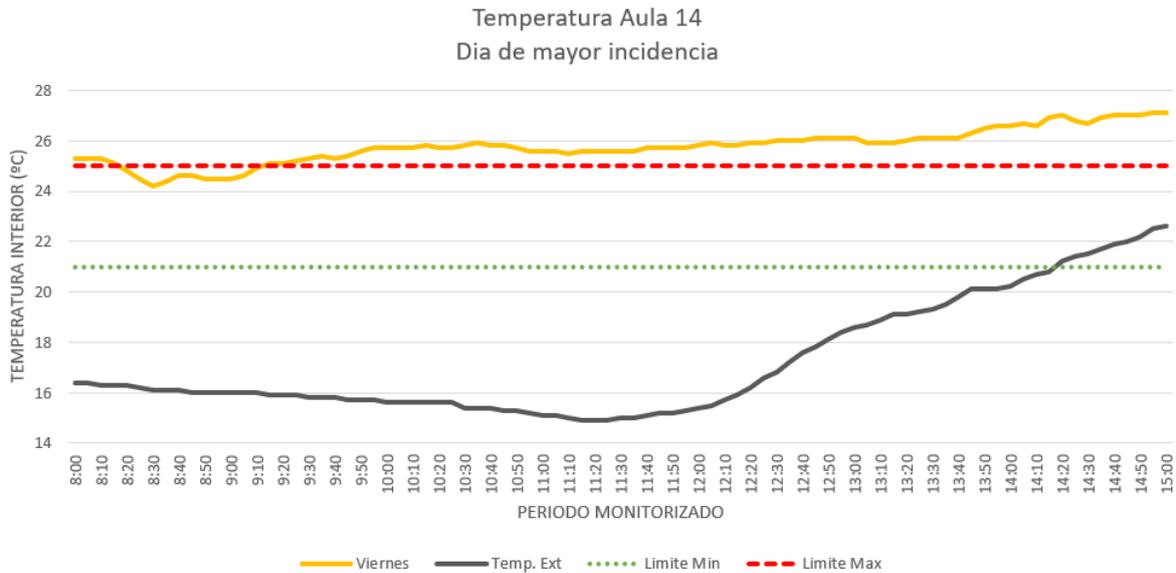
EL aula 14 presenta una única fachada al exterior con dirección al Sur y se puede observar en los datos recolectados en esta aula que se destacan los periodos donde el aula está en uso, por los picos producidos por la presencia humana. A continuación, se desglosarán los datos para un mejor entendimiento. De igual forma, los datos de CO<sub>2</sub> y Pm2,5 son datos siempre muy altos en todos los análisis realizados.

## Temperatura



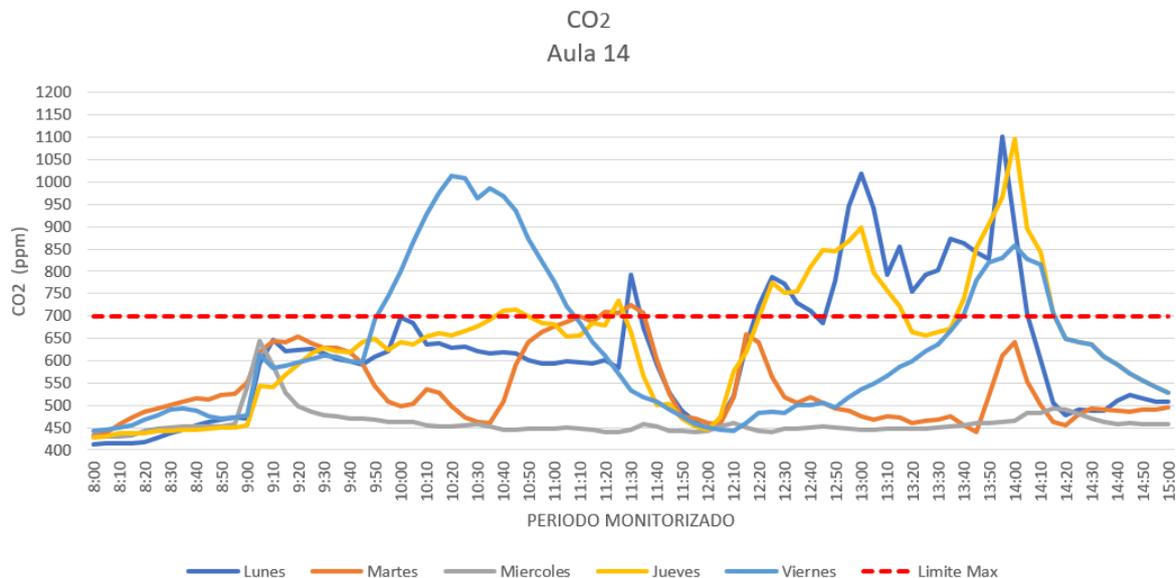
Cabe destacar que los conserjes abren las ventanas de las aulas alrededor de las 8:00 de la mañana, lo que produce un desplome de la temperatura interior. Pero, ya que esta aula esta al Sur, la caída de la temperatura en la mayoría de los días no es inferior a los 22°C. A modo general se puede observar que la temperatura en toda las mañanas se mantienen dentro del umbral recomendado 21-25°C, pero ya a partir de las 11:00 de la mañana la temperatura alcanza el límite máximo recomendado por el

RITE. Inclusive, un día llega al límite máximo permitido de los 25°C a las 9:15 de la mañana, y continua en asenso desde ese punto.



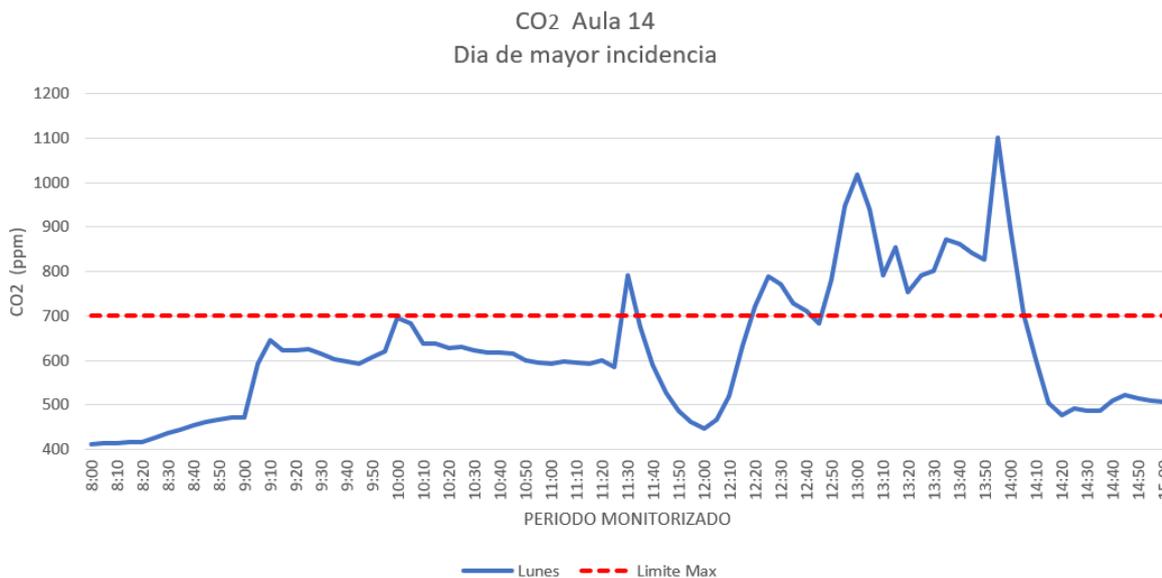
En esta grafica se muestra el día con más estrés térmico prolongado para los alumnos ya que la temperatura interior del aula alcanzo el límite máximo permitido de los 25°C a las 9:15 de la mañana y se prolongaron las altas temperaturas todo el día, causándoles estrés térmico, y eso a su vez causa, falta de concentración en clases, perdida de ánimo y fatiga.

## CO<sub>2</sub>



Se puede observar que los niveles de CO<sub>2</sub> en el interior del aula pueden subir hasta niveles alarmantes como a 1107ppm, donde el RITE estipula un máximo de CO<sub>2</sub> de 700 ppm. Con el uso de las encuestas se pudo deducir que los días de mayor incidencia de CO<sub>2</sub> algunas las ventanas estaban cerradas por el

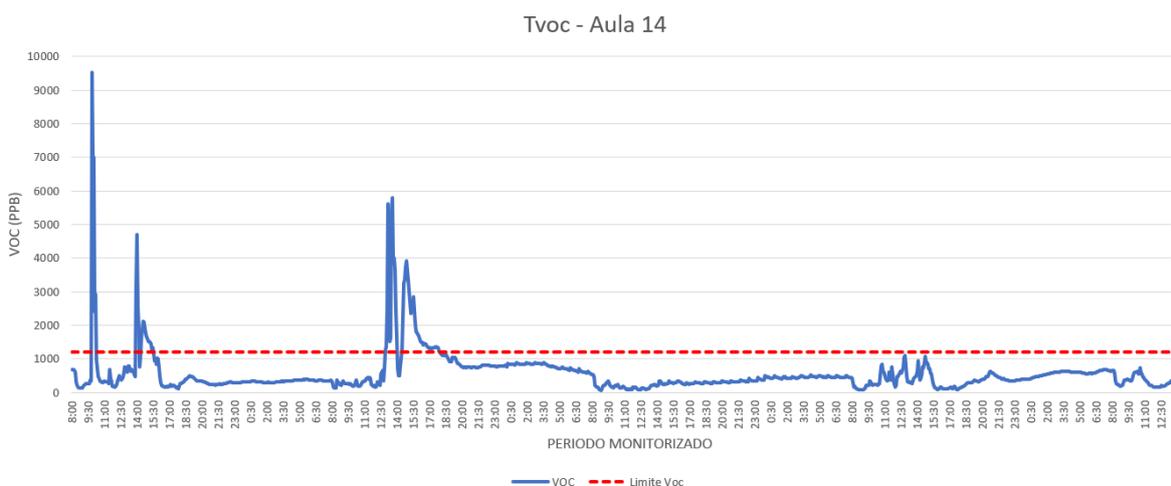
ruido exterior que afectaba a los alumnos, lo que produjo estos picos en los resultados. Esto confirma la importancia de una correcta ventilación en las aulas.



De igual forma, en esta grafica se puede observar que durante el tiempo de recreo 11:30-12:00 los niveles de CO2 decaen hasta niveles muy bajos y desde que el aula se vuelve a ocupar con el numero usual de niños los niveles de CO2 vuelven a elevarse de forma exponencial.

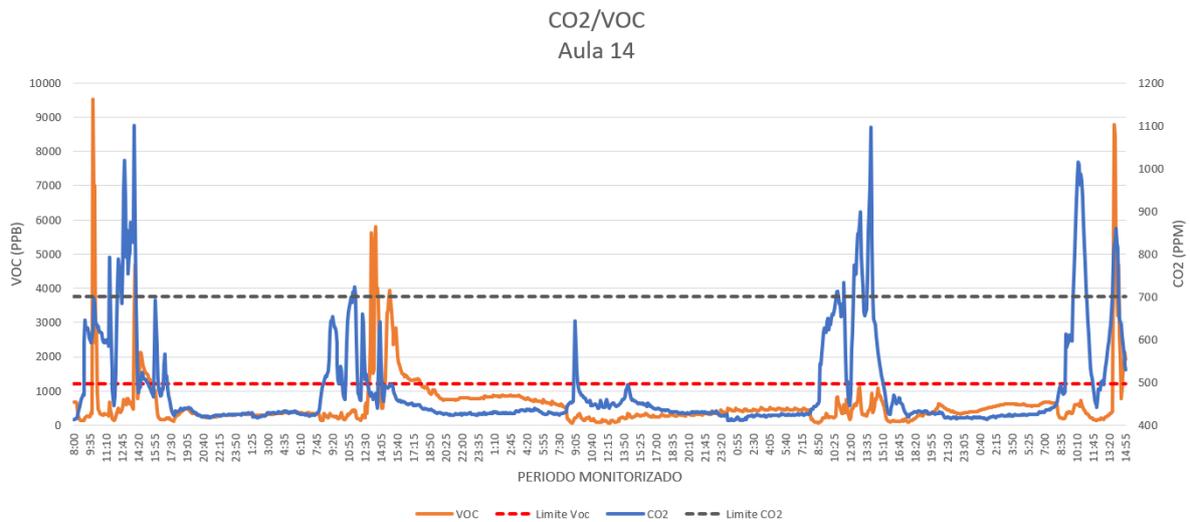
Importante observar que al aula tener fachada exterior hacia el sur, los niveles de CO2 se mantienen relativamente altos cercano al límite máximo permitido de los 700ppm, ya que no tiene una ventilación adecuada cruzada.

### Partículas volátiles (Tvoc)



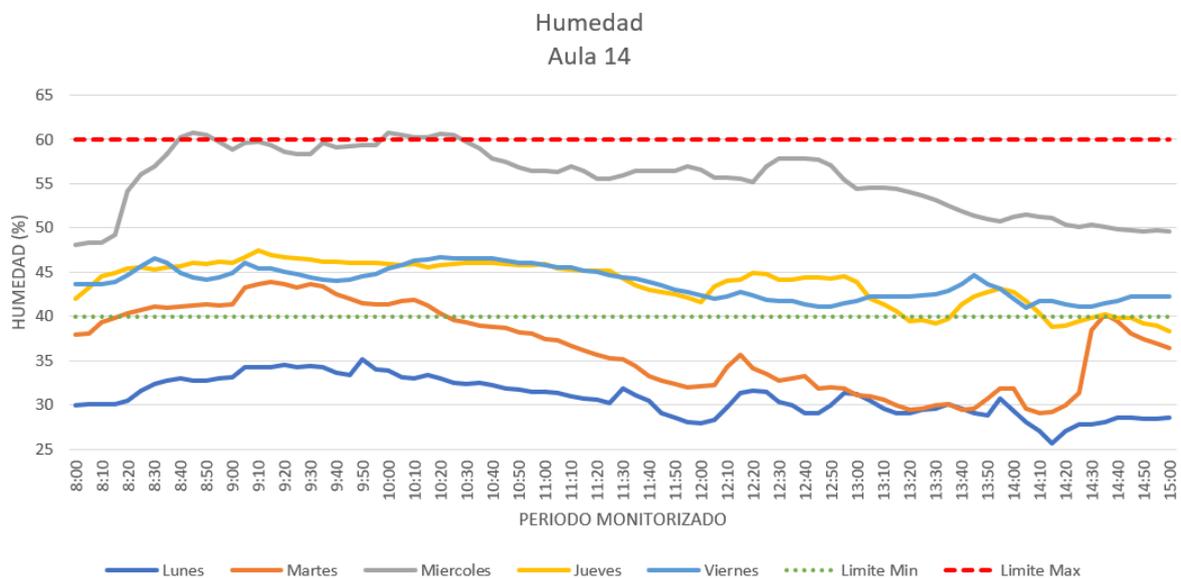
En los resultados recolectados cabe destacar la enorme presencia de niveles de partículas volátiles dentro del aula. Esto nos hace ver que las partículas volátiles (Tvoc) son junto con los resultados de CO2 son los datos de mayor incidencia.

Si hacemos una comparativa podemos observar que:



Podemos observar una relación directa entre estos dos tipos de datos recolectados. El sensor detecta el CO<sub>2</sub> y el Tvoc de manera separada, ya que estos gases no son iguales. Pero si existe una relación entre los resultados ya que el CO<sub>2</sub> y el Tvoc provienen de seres vivos. Cuando exhalamos, el cuerpo humano expulsa una variedad de gases el cual uno es el CO<sub>2</sub>, pero eso no significa que los otros gases exhalados no son dañinos en grandes concentraciones. El Tvoc o partículas volátiles mide la concentración de esos otros gases.

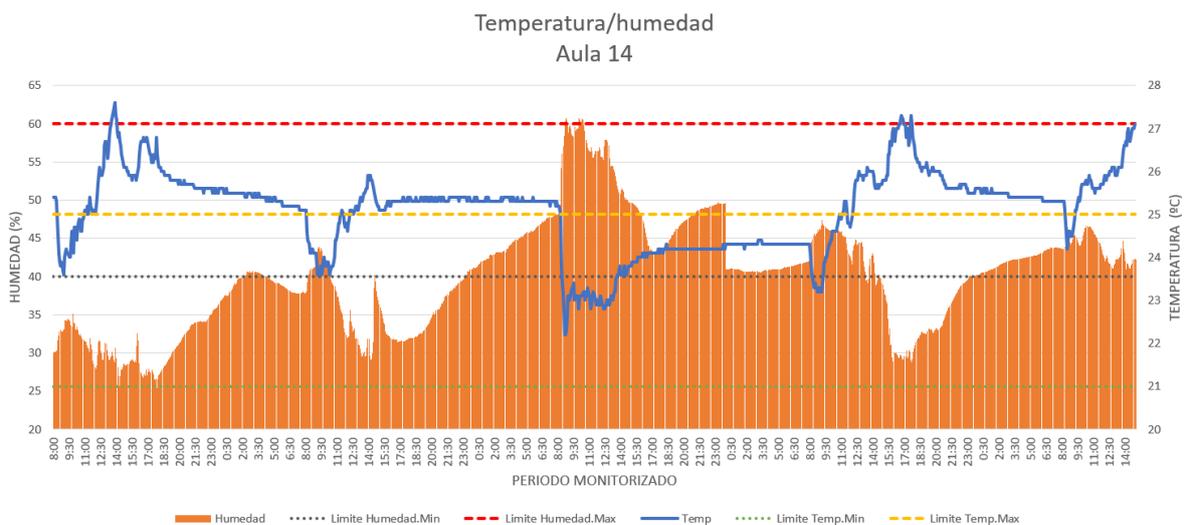
## Humedad



Cabe destacar que el periodo de recolección de datos en el aula fue en primavera donde todavía perdura una humedad exterior baja. Dicho esto, durante el periodo de utilización de las aulas (8:00-3:00), la gran mayoría de la humedad del recinto está por debajo del límite inferior (40%) dictado por el RITE.

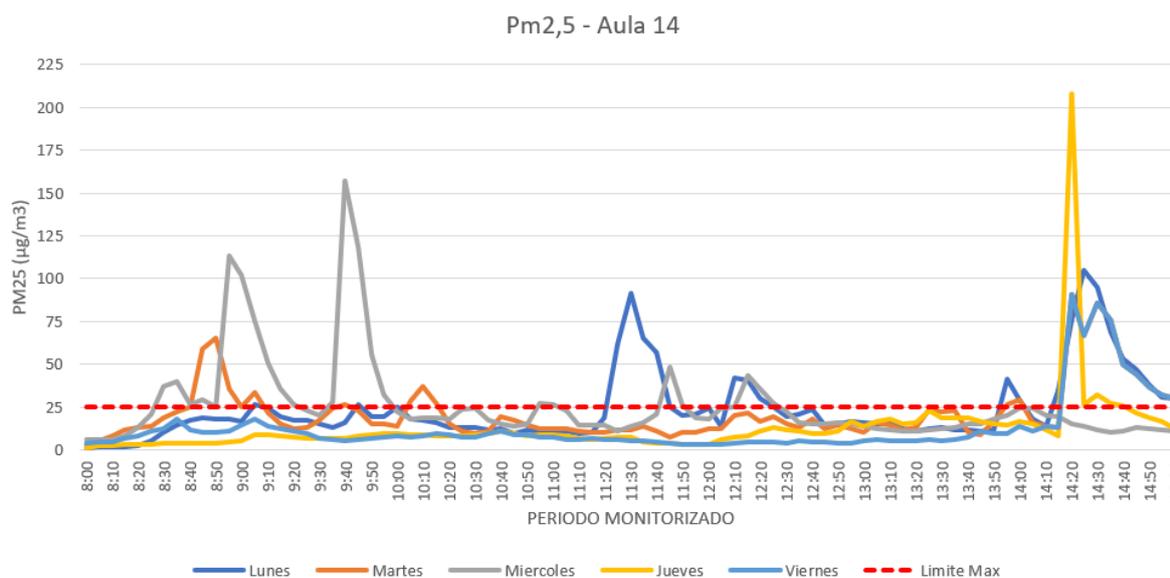
La humedad juega un papel fundamental al momento de percibir la temperatura de un espacio. Lo que significa que una humedad baja dentro de un recinto puede afectar a los seres humanos de forma física, con resequedad de ojos, nariz y garganta produciendo molestias y desconcentración en clases. De igual forma, una humedad baja da la percepción de que la temperatura está mucho más baja produciendo el efecto de frío.

Como el periodo monitorizada ha Sido en primavera y con temperaturas medias de 14°C durante las mañana, con la humedad por debajo del límite recomendado por el RITE, dará la sensación de que la temperatura interior es mucho más fría de lo que realmente estaría. Produciendo estrés térmico en las alumnos y profesorado.



Si observamos la humedad durante toda la semana monitorizada podemos observar que la humedad esta aula está muy por debajo del límite recomendado por el RITE lo cual producirá una sensación de frío en el aula durante las mañanas y podría refrescar las temperaturas durante la tarde. Pero a medida se acerque verano la humedad ambiental aumentaría lo que no sería de ayuda para la sensación térmica en el interior del aula.

## Partículas por millón (Pm2,5)

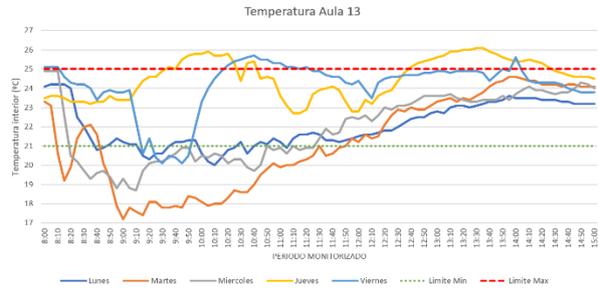
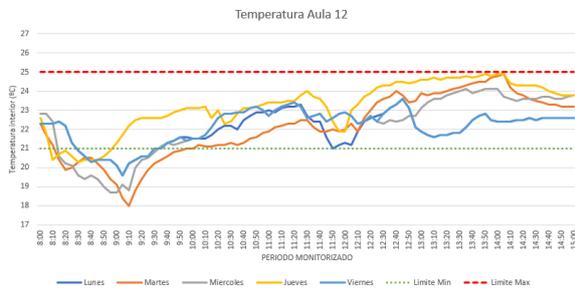


Podemos observar que el colegio no dispone de un sistema de climatización en las aulas y despachos, por ende, se deben de mantener las ventanas abiertas para asegurar la ventilación de los espacios.

Actualmente el colegio está en reforma y está ubicado al lado de una avenida la cual también está en rehabilitación. Dicho esto, hay una enorme cantidad de polvo y partículas microscópicas de materiales nocivos para el ser humano que son transportadas por el viento. Tales como: humo de las maquinarias pesadas y vehículos, cemento, cal, partículas de los neumáticos de los vehículos, etc.

## CONCLUSIONES DE DATOS HIDROTÉRMICOS

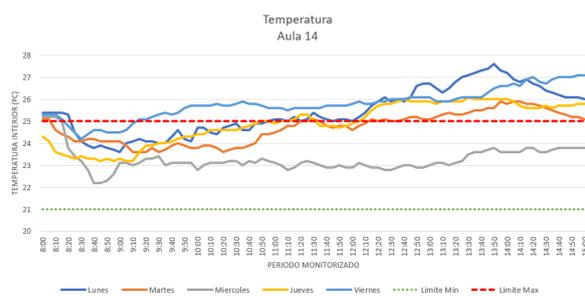
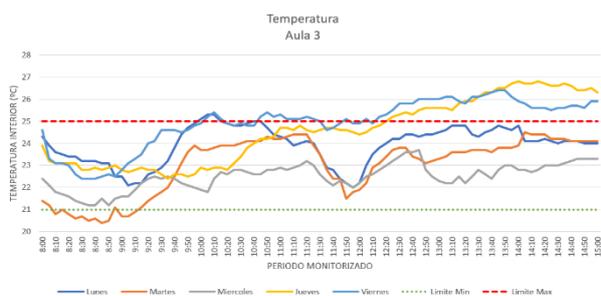
### Temperatura



En las aulas 12 y 13 se recolectaron los datos de manera simultánea, ambas aulas están afectadas por la cubierta y podemos observar que el aula 13 al tener una segunda fachada al exterior presenta una mayor variación de temperatura durante las horas de unos de las aulas (8:00-15:00). Cabe mencionar igualmente que el aula 13 presenta una menor temperatura durante las mañanas y tarda más tiempo en alcanzar el límite mínimo de temperatura, 21°C.

El aula 13 también presenta temperaturas más altas durante la tarde debido a la incidencia del sol en la fachada Oeste.

En cambio, el aula 12 presenta una mayor constancia de temperatura durante todos los días de la semana analizada, con una menor caída de temperatura durante las mañanas y un rápido ascenso de la temperatura al iniciar la docencia en el aula.



Si observamos las temperaturas de aula 3 y aula 14 se puede ver que la incidencia de sol desempeña un papel protagonista en la determinación de la temperatura de las aulas. Como ya se ha mencionada anteriormente el sol caliente la fachada exterior y eso a su vez altera el aire interior del aula durante las horas no lectivas por la liberación de la energía calórica hacia el interior del aula.

El Aula 3, con una fachada al oeste, con la incidencia del sol solo por las tardes, presenta temperaturas entre los 21-25°C todos los días, con una ligera caída de temperatura por la apertura de las ventanas por los conserjes, pero rápidamente incrementa con la presencia de los alumnos.

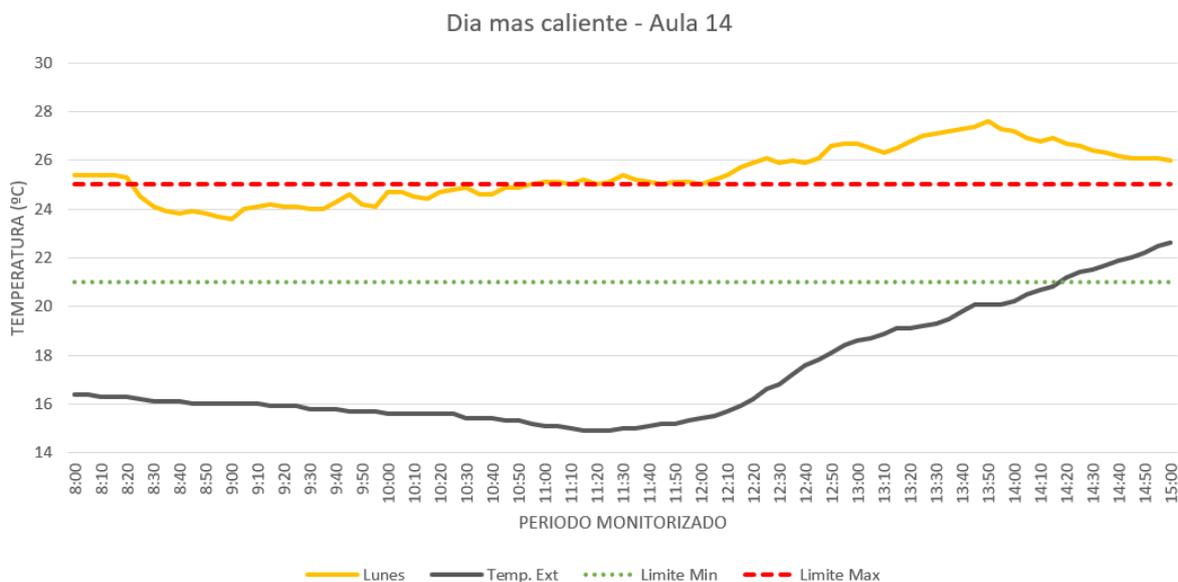
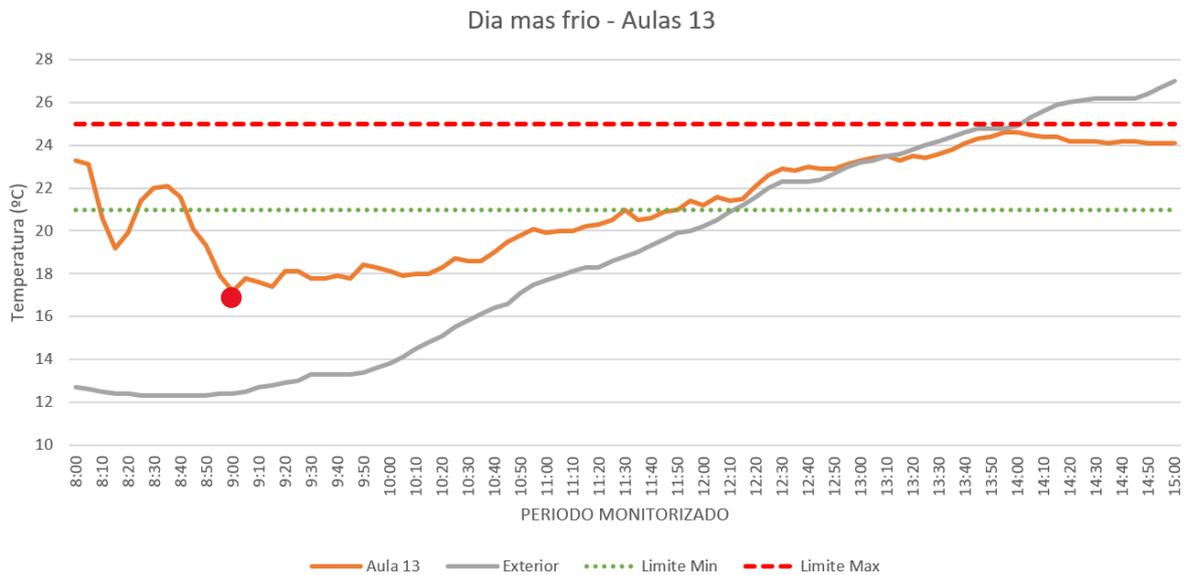
En cambio, el aula 14 con una fachada al Sur y con los efectos de la cubierta, a las cuales le incide el sol prácticamente durante todo el día, presenta temperaturas más altas durante la mañana y con un ligero descenso de las temperaturas al abrir las ventanas. Durante la mañana sin la presencia de los

estudiantes, la temperatura media ronda los 23.8°C y aumenta durante la mañana y no presencia variación cuando los estudiantes salen al recreo.

Sin excepción alguna, en las cuatro aulas analizadas, los estudiantes y el profesorado presentarían estrés térmico durante las horas lectivas, produciéndoles problemas de concentración y fatiga tanto física como mental, ya que con un solo grado (1°C) de diferencia entre los 21-25°C representaría una problemática. Esto sin mencionar que los niños son más susceptibles ante los cambios de temperatura ambiental y corporal.

Dicho esto, los metros cuadrados de fachada al exterior junto con la incidencia del sol, por las incorrectas prestaciones que presentan incide directa y significativamente en la temperatura interior de las aulas.

### Cálculo del Voto Medio Estimado (PMV) y Porcentaje Estimado de Insatisfechos (PPD) según ISO 7730:2006



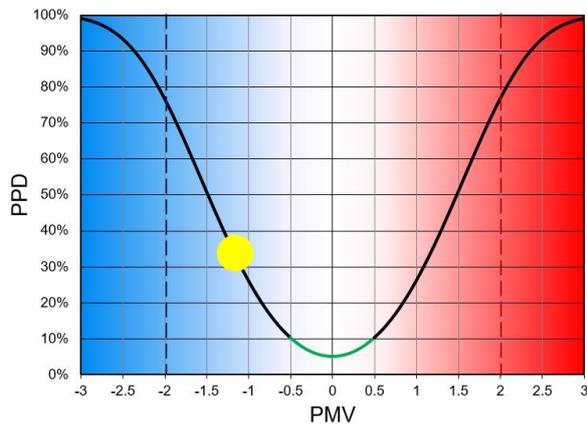
Tomando la temperatura del día más frío y el más caliente de las 4 semanas de medición podemos estimar el voto medio estimado y el porcentaje de personas insatisfechas usando la norma ISO 7730:2006 y el método de Fanger.

Usaremos parámetros como: el tipo de vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire seco, la temperatura radiante media de la envolvente, velocidad del aire y la humedad relativa del aula.

Podemos constatar que la temperatura mínima es de 17.2° a las 9:00 de la mañana y con una humedad relativa de 49% registrado por el sensor en el aula 13.

La temperatura máxima ha sido en el aula 14 con 27.6°C el lunes a las 13:50 y con una humedad relativa de 28.8%.

### Día más frío



#### ENTRADA DE DATOS

Vestimenta	1.00 clo
Tasa metabólica	1.20 met
Trabajo externo	0.00 met
Temperatura del aire	17.2 °C
Temperatura radiante media	18.7 °C
Velocidad del aire	0.30 m/s
Humedad relativa (%)	49
Presión vapor de agua (Pa)	1062.9

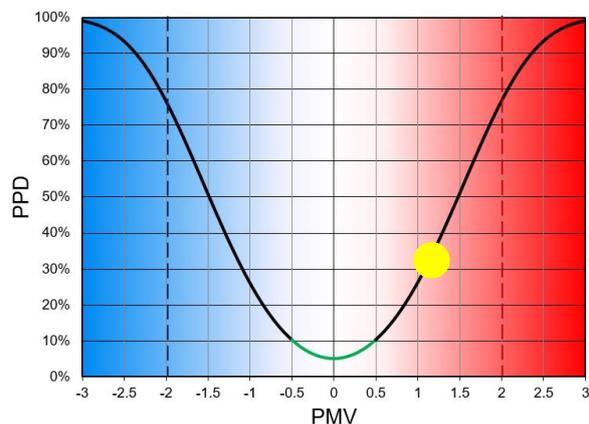
**PMV= -1.22**

**PPD= 36%**

**Temperatura operativa= 17.8°C**

+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
Mucho calor	Bastante calor	Algo de calor	Ni frío, ni calor	Algo de frío	Bastante frío	Mucho frío

### Día más caliente



#### ENTRADA DE DATOS

Vestimenta	1.00 clo
Tasa metabólica	1.20 met
Trabajo externo	0.00 met
Temperatura del aire	27.6 °C
Temperatura radiante media	29.1 °C
Velocidad del aire	0.30 m/s
Humedad relativa (%)	28.8
Presión vapor de agua (Pa)	1062.9

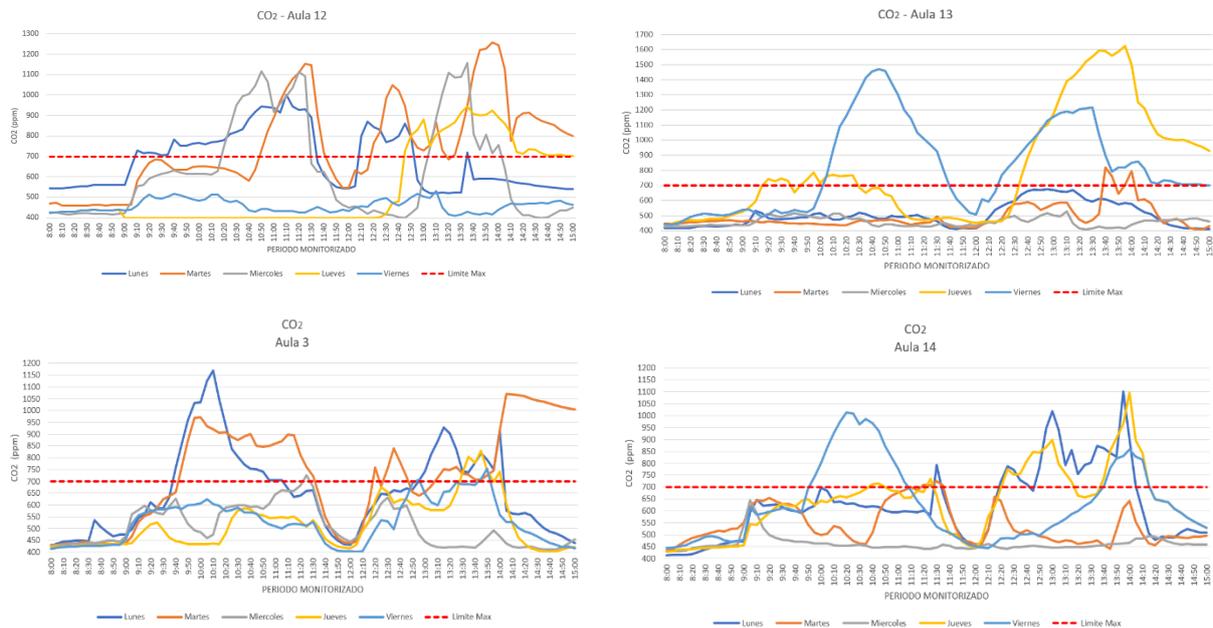
**PMV= 1.16**

**PPD= 33%**

**Temperatura operativa= 28.2°C**

+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
Mucho calor	Bastante calor	Algo de calor	Ni frío, ni calor	Algo de frío	Bastante frío	Mucho frío

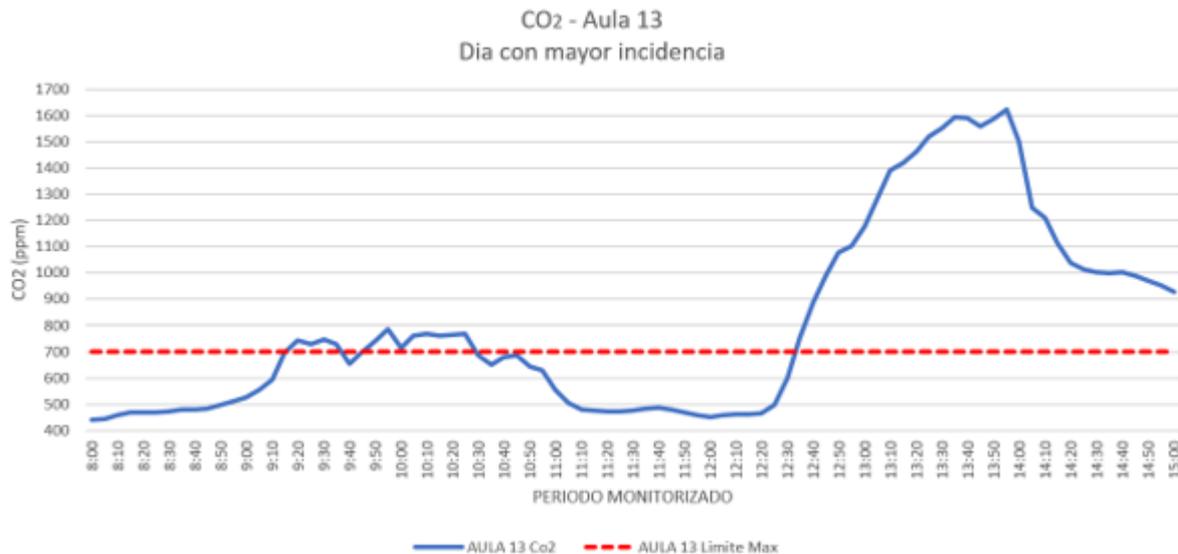
## CO<sub>2</sub>



Los métodos de enseñanza y pedagógicos han ido cambiando con el tiempo, las investigaciones y la tecnología. Hoy día, ya no es solo una enseñanza a través de un profesor. Dicho esto, a los alumnos les presentan muchas exposiciones con técnicos en la materia, se presentan proyecciones en las clases o se muestran películas relacionadas con un tema en específico. En fin, todas estas actividades complementarias necesitan algún tipo de ambiente controlado para su correcto desempeño, y se logra generalmente con el cierre de las persianas y/o de las ventanas. Pero en consecuencia al aumento de personas en el aula o por el cierre de las persianas para la correcta visualización del material proyectado representa una problemática para los alumnos y el profesorado ya que los niveles de CO<sub>2</sub> aumentan exponencialmente causando riesgos de padecer dolor de cabeza, fatiga, somnolencia e incrementan las probabilidades de la propagación de un virus Aero transportado.

Como se puede ver en las gráficas de las cuatro (4) aulas, todas sobre pasan durante toda la 77emana el límite máximo propuesto por el RITE de los 700ppm. Como se muestra en las gráficas, no es una problemática aislada, sino más bien un problema general a causa de las carencias que presentan los centros educativos de gestión pública en términos de climatización y ventilación de los recintos habitados.

## Estudio COVID Risk



Tomando el día con mayor incidencia de CO<sub>2</sub> en el aula 13, con las ventanas abiertas y persianas cerradas debido a una actividad que se realizó en el aula con el proyector, se ha calculado el simulacro de la cantidad infectados que pudiese haber si uno de los estudiantes estuviese infectado con COVID Ómicron BA.2

La Consejería de Salud y Consumo junto con el Instituto de Estadísticas, han publicado que en Sevilla capital, con el rango de edad de 5-11 años hay un 49,7% de niños con 1 dosis y 41,5% con pauta completa.

Fuente: La Consejería de Salud y Consumo junto con el Instituto de Estadísticas

### Cobertura vacunal por municipio según grupo de edad a 16/05/2023

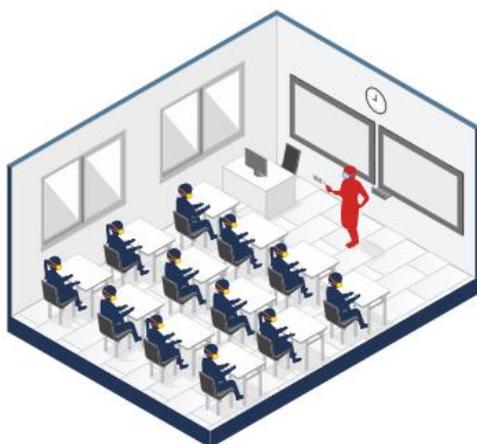
Municipio:  Grupo de edad:

**49,7%**  
(22.765 personas)

Cobertura y población con al menos 1 dosis

**41,5%**  
(18.979 personas)

Cobertura y población con pauta vacunal completa



Fuente: Analizador Covid Risk

Usando estos parámetros:

**Volumen del espacio:**  $9 \times 7 \times 3 \text{m} = 189 \text{m}^3$

**La cantidad real de estudiantes por aula:** 25

**Profesorado:** 1

**Uso de espacio:** Docencia

**Disposición de mobiliario:** Central (como mostrado en la imagen).

**Edad promedio de usuario:** 8 años

**CO<sub>2</sub> Max:** 1634ppm

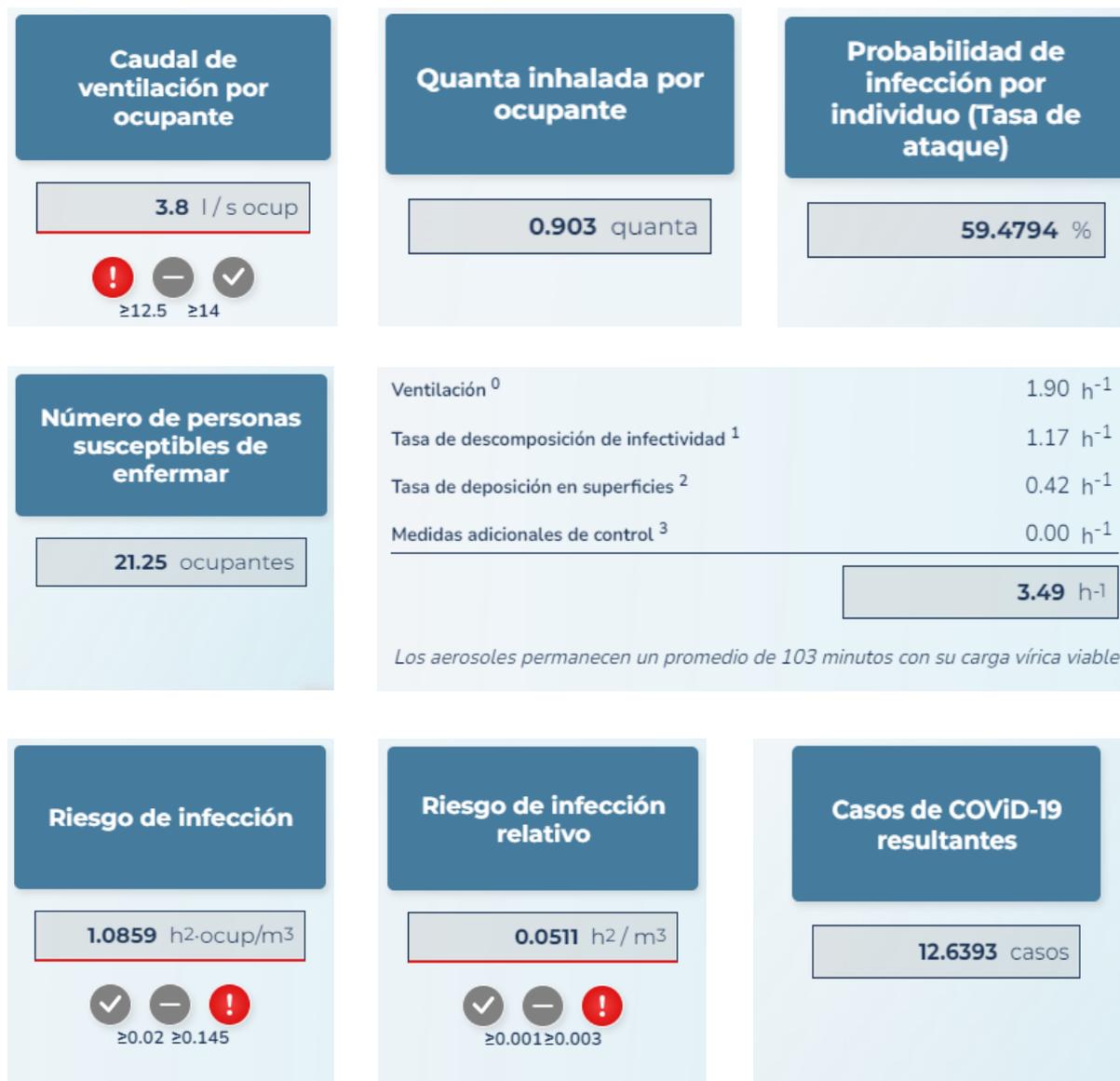
**Infectados en clase:** 1

**Población vacunada con pauta completa:** 41,5%

**Superficie del recinto:**  $63.0 \text{m}^2$

**Densidad de ocupación:**  $2.4 \text{m}^2/\text{ocup.}$

**Volumen de aire por ocupante:**  $7,2 \text{m}^3/\text{ocup.}$



Fuente: Resultados obtenidos del analizador Covid Risk

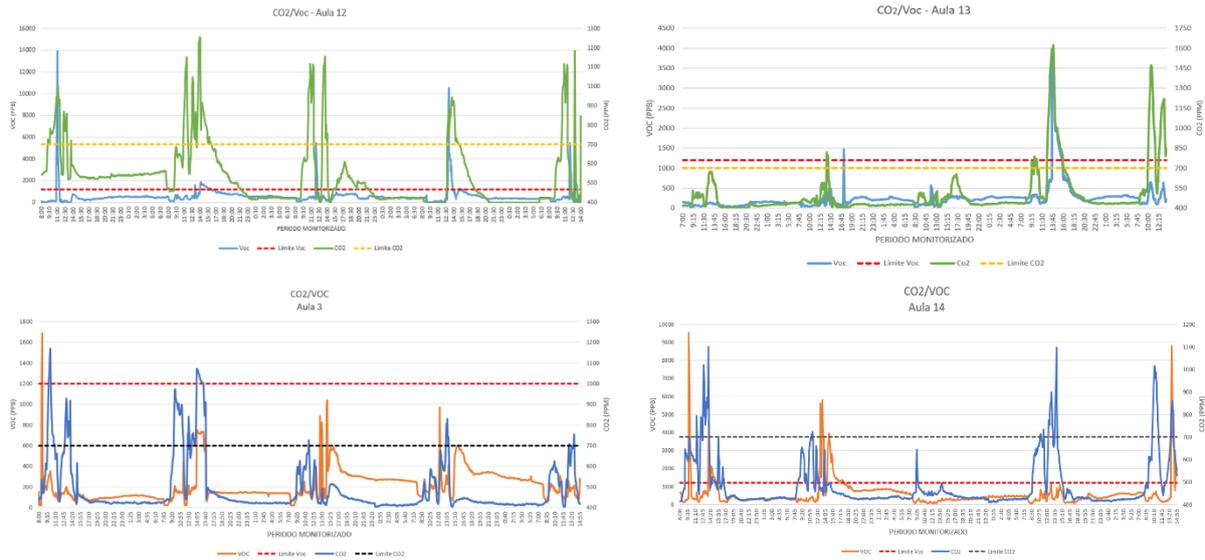
En esta aula de 189 m<sup>3</sup> de volumen y con una superficie de 63m<sup>2</sup>, con una ocupación promedio de 25 estudiantes con edad promedio de 8 años con 1 profesor, con un día lectivo de 4.5 horas ó 270 minutos, existe un riesgo:

**Un riesgo ALTO de infección por transmisión por aerosoles**

**Como promedio estadístico se puede determinar que habrá 12,63 PERSONAS INFECTADAS dentro del aula durante ese día en particular.**

**Niveles máximos de CO<sub>2</sub> han llegado a un máximo nivel de 1634 ppm**

## Partículas volátiles (Tvoc)



Como ya hemos mencionado anteriormente, la ventilación es de gran y vital necesidad para cualquier espacio, especialmente para los que son habitables en una edificación. Dicho esto, podemos observar que existe una relación directa entre el CO<sub>2</sub> y el Tvoc, ya que estos provienen de los seres vivos.

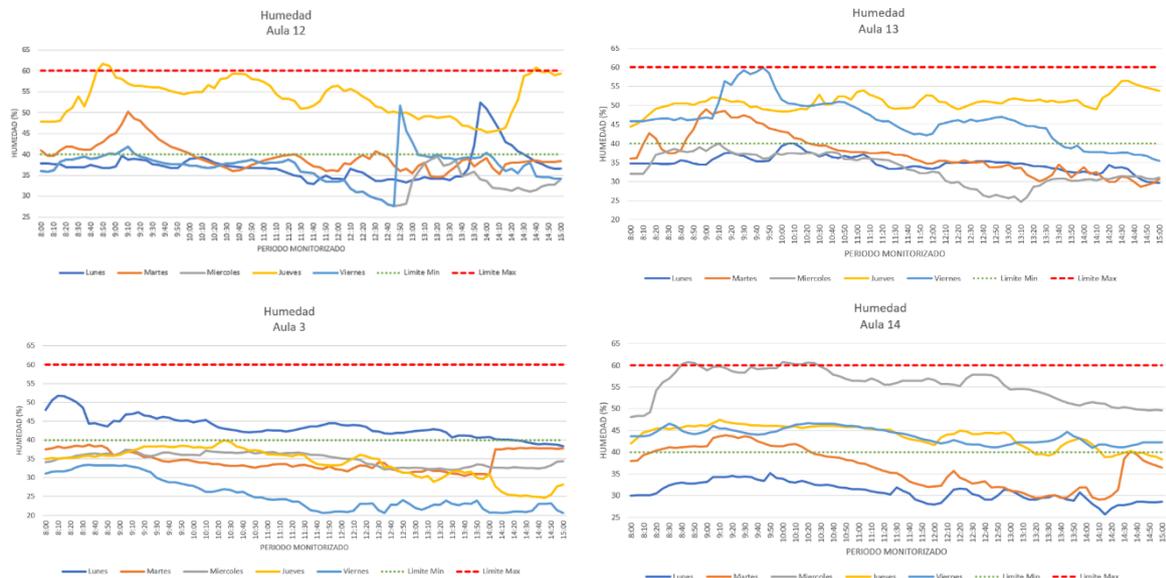
Cuando exhalamos, el cuerpo humano expulsa una variedad de gases el cual uno es el CO<sub>2</sub>, pero eso no significa que los otros gases exhalados no son dañinos en grandes concentraciones. Estos gases serian: Monóxido de carbono, metano, acrilamida, benceno hexacloro, bifenilo, clorofenoles, etilenglicol, entre otros.

Dicho esto, se entiende que una mala o no apropiada ventilación del espacio dará lugar a una gran concentración de CO<sub>2</sub> y por ende, también habrá una gran concentración de partículas volátiles.

Está demostrado que la exposición prolongada a partículas volátiles afecta nuestra salud en distintas maneras, tales como: irritación de ojos, nariz y garganta, dolores de cabeza, mareos, falta de coordinación motriz del cuerpo, náuseas y hasta daños en el hígado, riñones y del sistema nervioso.

La acumulación de partículas volátiles en edificaciones está asociada a lo que se ha denominado "Edificio enfermo".

## Humedad



Como ya se ha expuesto anteriormente, la correcta humedad es muy importante a la hora de hablar de confort térmico de las personas. La humedad influye directamente la manera en que percibimos la temperatura de un espacio. Dicho esto, la humedad tiene la capacidad de poder aumentar o disminuir la percepción de la temperatura de un recinto.

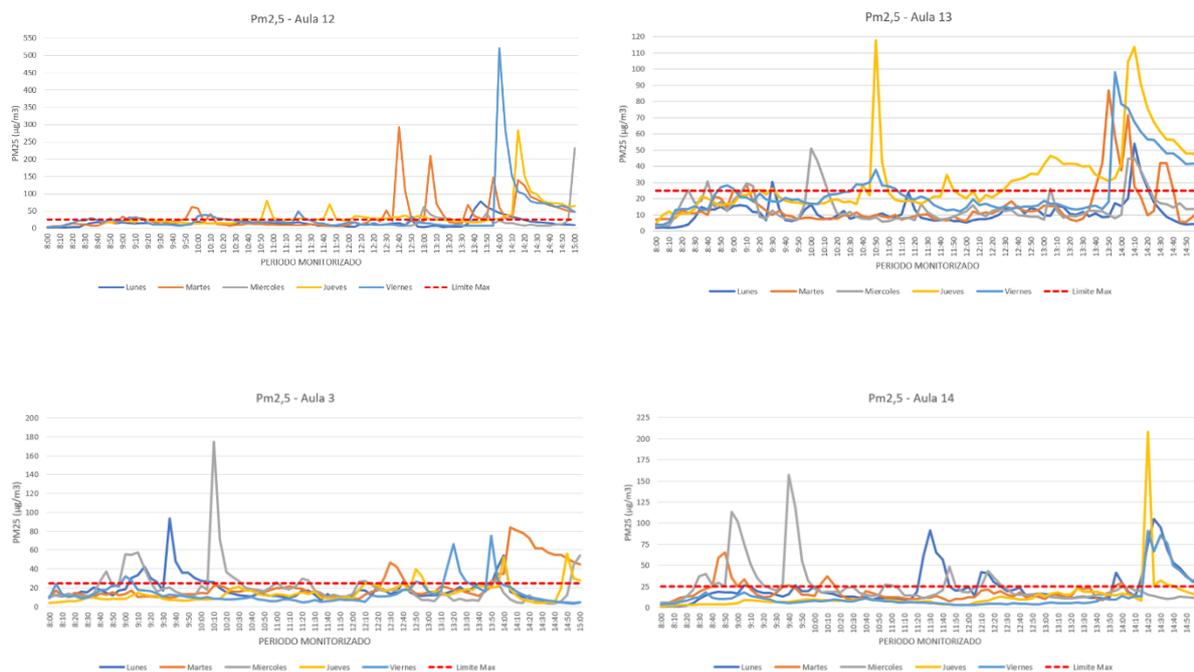
Cabe destacar que, la humedad alta puede dar la sensación de una temperatura más alta y lo contrario con la humedad baja. Podemos decir que es de vital importancia controlar la humedad interior de los recintos proporcionando el nivel adecuado dictado por el RITE de 40-60%.

Como podemos ver en las gráficas de los datos recolectados, la humedad de las aulas es frecuente tenerla por debajo del nivel inferior dictado por el RITE. Esto en combinación con las temperaturas más frías durante las mañanas produciría un sensación de mucho frío en el aula, afectando a los alumnos y profesores. También, la baja humedad puede causar irritación de los ojos, resequeza de nariz y piel, la irritación de la mucosa de las vías respiratorias agravando así, síntomas del asma y alergias y puede llegar a disminuir las defensas de los niños.

También cabe destacar que este estudio se realizó durante la época de primavera y con la llegada de los meses más cálidos también aumenta la humedad ambiental en el interior de las edificaciones con una mala o inadecuada ventilación. El aumento de la humedad por encima del límite máximo propuesto por el RITE del 60% causaría una sensación de bochornos y calor excesivo causándoles a los estudiantes falta de concentración, dolor de cabeza, náuseas, entre otros malestares.

La humedad no solo causa el efecto de percepción de la temperatura, sino también causa efectos más agravantes para los estudiantes y el equipo del profesorado.

## Partículas por millón (Pm2,5)



Las partículas de 2,5 micras de diámetro de la naturaleza son asociadas al polvo y/o partículas del suelo, esporas, polen y las partículas de sales marinas. Algunas son producidas por la actividad humana dentro de las ciudades y son asociadas al uso de vehículos y maquinaria pesada, por las emisiones del motor, el desgaste de los frenos y de los neumáticos. También se puede asociar a los procesos industriales o la construcción y a la calefacción de las edificaciones.

Cabe destacar que el centro educativo está actualmente en reforma y está ubicado próximo de una avenida la cual también está en rehabilitación.

Se puede notar en las gráficas que durante toda la semana analizada durante varios días, inclusive llegando a sobre pasar los límites permitidos de 25 µg/m<sup>3</sup>, por más de un 700% de lo que dicta la normativa española.

Los alumnos no solo de estas cuatro aulas sino de todo el centro educativo están siendo sometidos a respirar estos contaminantes, lo cuales mucho pueden contribuir a riesgos graves de salud. Las partículas ultrafinas de 2,5 micras pueden llegar hasta los alveolos de los pulmones e incluso hasta el torrente sanguíneo causando problemas cardiorrespiratorios y posiblemente agravando o creando patologías que pudiesen ocasionar la muerte. Se ha comprobado científicamente que las partículas ultrafinas de 2,5 micras son potencialmente más dañinas ya que están compuestas por metales pesados y partículas de metal.

Las partículas ultrafinas de 2,5 micras pueden quedarse más tiempo suspendidas en el aire y sumándole la problemática de la mala ventilación natural e inexistente ventilación mecánica dentro de las aulas, se puede decir que estos alumnos toman sus clases en un lugar donde deberían estar a seguros y sumergidos en conocimiento, pero no en esto contaminantes.

## CONCLUSIÓN GENERAL DE LOS DATOS HIDROTÉRMICOS RECOLECTADOS

Podemos destacar que este centro educativo de gestión pública sufre de muchas enfermedades que a su vez afectan el confort interior y pudiese llegar a enfermar a los alumnos y al profesorado. Dicho esto, el estudio previo de un proyecto, así como conocer su entorno y emplazamiento ayuda en gran medida a prevenir futuras situaciones. La correcta selección de materiales y elementos constructivos, junto con la guía de las normativas vigentes hacen que la edificación se ajuste a la actualidad con vistas a un futuro viable y útil.

Este centro educativo analizado sufre de una mala ventilación natural, junto a una nula ventilación mecánica la cual es exigida por la nueva normativa constructiva española. La temperatura interior de las aulas en la mayoría de los días no está de acuerdo a lo que dicta el Reglamento de Instalaciones Técnicas de las Edificaciones. Es muy importante decir que este estudio se realizó en primavera con temperaturas exteriores relativamente bajas y aun así en algunas aulas las temperaturas estaban por encima de lo máximo permitido de 25°C. Estas aulas estaban con fachada al Oeste y al Sur, reafirmando lo aprendido desde el primer año en nuestra carrera de arquitectura, la orientación de la fachada afecta a las edificaciones y a los usuarios.

Cada año las olas de calor que llegan a Sevilla y nos encuentran cada vez más temprano, impactando el final del año escolar y los alumnos son los que pagan las consecuencias de un sistema deficiente. Un sistema que encuentra la solución al problema de calor enviando los estudiantes temprano a casa por las olas de calor incesantes que no se aparan de nadie. Afectando así a toda la sociedad ya que algunos padres no tienen o pueden dejar a los más pequeños con nadie en casa.

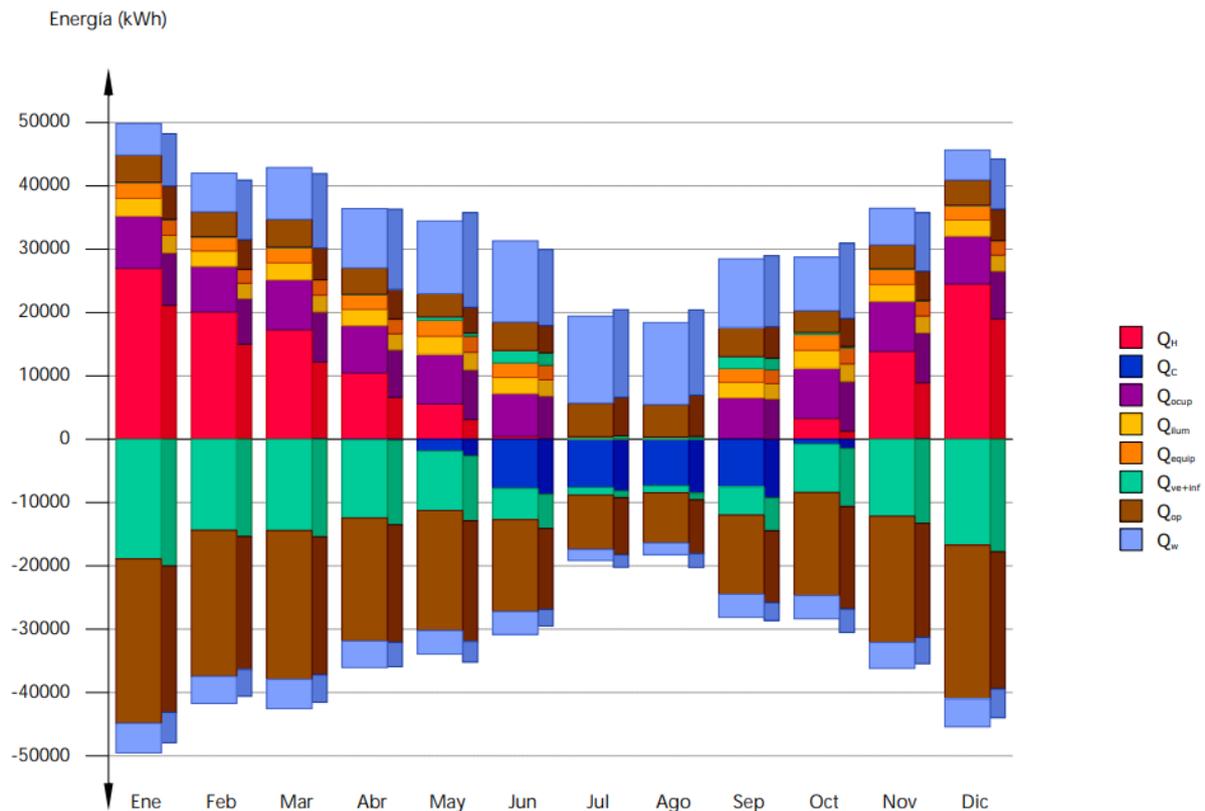
Las fachadas y cubiertas de este centro educativo de gestión pública no cumplen en lo más mínimo los requerimientos básicos para satisfacer las necesidades que impone el clima de Sevilla, permitiendo la pérdida de calor durante los meses más fríos y dejando entrar el calor durante los meses más calientes, afectando directamente a los estudiantes causándoles estrés térmico y con esto afectando su salud mental y física.

La mala e incorrecta ventilación también produce que los resultados del análisis de las aulas indiquen niveles alarmantes de CO<sub>2</sub>, Partículas volátiles (Tvoc) y las partículas por millón ultra pequeñas (Pm<sub>2,5</sub>). La necesidad del cierre de las ventanas por el exceso de ruido exterior para que los estudiantes puedan realizar sus actividades de forma normal o el cierre de las persianas para oscurecer el aula por una determinada actividad produce que los niveles de CO<sub>2</sub> se disparen hasta 150% y el Tvoc a niveles de 800% mayores que los valores máximos aceptables por el RITE. Cabe agregar que la falta de una correcta ventilación agrava la problemática de las partículas ultrafinas de 2,5 micras (Pm<sub>2,5</sub>) presentes dentro del aula provenientes de la obra de rehabilitación de la Avenida La Raza, por la reforma del mismo centro educativo, uso excesivo del vehículo y maquinarias pesadas. Partículas ultrafinas que son asociadas con enfermedades cardiovasculares, renales y hasta han sido relacionadas con algunos cánceres.

Importante destacar el rol que desempeña la humedad dentro de los recintos habitables. Los resultados han arrojado cifras muy por debajo de lo recomendado por las normativas españolas, afectando así la percepción de la temperatura interior de las aulas, influyendo directamente en el confort térmico.

## ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL CENTRO EDUCATIVO ACTUAL EN LIBRE EVOLUCIÓN USANDO CYPE Therm HE PLUS.

Se ha introducido toda la materialidad de los elementos constructivos asumiendo su forma constructiva, ya que no disponemos de los planos específicos del centro educativo. Se ha calculado la demanda del edificio en libre evolución para analizar su comportamiento en esa situación en específico viendo cómo se comporta el edificio en sus inicios.



De esta grafica proporcionada por el programa CYPE Therm HE PLUS podemos estudiar el comportamiento del edificio.

Se puede observar que:

Ganancias de calor (*Parte superior de la gráfica*)

La energía aportada por la calefacción ( $Q_H$ ) necesaria para contrarrestar las perdidas es muy alta durante los meses más fríos. En los meses de enero y diciembre la calefacción toma más de un 50% de la demanda total necesaria por la edificación, disminuyendo en los meses próximos con la entrada de la época de primavera, hasta no ser necesaria en los meses de verano.

Cabe destacar que la energía aportada a través de las carpinterías ( $Q_W$ ) durante los meses más fríos es mucho menor que los meses más calientes de junio-agosto. También, la energía aportada por la ocupación ( $Q_{OCUP}$ ) es igual en todos los meses, exceptuando los meses de julio y agosto que el centro educativo no está utilizado. Como se muestra en la gráfica, la energía aportada por la ventilación e infiltración ( $Q_{VE+INF}$ ) no es tomada en cuenta en los meses más fríos ya que no aporta calor, y empieza

hacerse más significativa entorno a los meses más calientes y al centro no estar utilizado en julio y agosto las ganancias por la ventilación es nula, ya que se asume que las ventanas estarían cerradas todo el día.

#### Perdidas de calor (*Parte inferior de la gráfica*)

Como ya mencionamos anteriormente, durante los meses más fríos las ganancias de calor a través de la ventilación ( $Q_{VE+INF}$ ) es nula durante los meses más fríos. Esto se debe a que el frío del ambiente exterior roba calor del interior al abrir las carpinterías como se muestra en la gráfica, y disminuye con la llegada de los meses más calientes. Esto incrementa las pérdidas por la ventilación y se muestra de manera contundente en la gráfica superior.

Se muestra en la gráfica que las pérdidas de calor a través de los cerramientos ( $Q_{OP}$ ) tanto por la cubierta como por los muros exteriores, es más del 50% de toda la pérdida total por mes en la edificación. Siendo mayores las pérdidas durante los meses más fríos, ya que el calor del interior se perdería hacia el exterior más frío. Es importante resaltar las pérdidas significativas que se muestran en la gráfica a través de los cerramientos, dando así una idea generalizada de la problemática que estos presentan.

Las pérdidas de energía a través de las carpinterías ( $Q_W$ ), son menos significativas que las ganancias. Esto se debe a la incidencia del sol en las fachadas y la radiación solar a través del vidrio de las carpinterías, lo cual incrementa las ganancias de calor hacia los meses más calientes.

Aun estando el edificio en libre evolución CYPE Therm HE PLUS, calcula el uso de sistemas de climatización y las pérdidas de energía a través del aire frío del mismo. Incrementando las pérdidas por el uso hipotético significativo durante los meses más calientes.

#### Datos numéricos de la grafica

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)
<b>Balance energético anual del edificio.</b>												
$Q_{OP}$	4266.3	3906.9	4383.7	4162.9	3690.9	4474.3	5282.7	5120.8	4605.2	3425.1	3762.2	3979.3
	-25945.0	-23056.5	-23498.5	-19431.0	-18947.1	-14506.2	-8551.6	-7889.0	-12493.7	-16280.8	-19928.1	-24268.2
$Q_W$	4967.0	6121.7	8176.6	9367.0	11458.1	12823.3	13737.8	12945.9	10825.7	8445.0	5782.4	4729.3
	-4682.3	-4281.9	-4610.6	-4189.2	-3712.4	-3608.3	-1758.5	-1839.7	-3641.1	-3657.4	-4098.3	-4409.7
$Q_{VE+inf}$	36.2	74.7	77.1	79.7	535.2	1962.1	377.1	318.2	1870.9	309.9	76.7	39.4
	-18909.3	-14385.3	-14427.3	-12343.9	-9393.2	-4957.2	-1189.2	-1109.9	-4435.9	-7658.5	-12165.3	-16732.8

Con esta tabla tomada de los resultados de HE PLUS podemos analizar de forma más detenida las ganancias y pérdidas de cada mes del año, a través de los cerramientos pesados ( $Q_{OP}$ ), las carpinterías ( $Q_W$ ) y la ventilación ( $Q_{VE+INF}$ ), para tener así una idea más clara de las magnitudes en kWh/mes.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)
<b>Balance energético anual del edificio.</b>												
$Q_{equip}$	2518.5	2190.0	2409.0	2299.5	2518.5	2299.5	--	--	2190.0	2518.5	2409.0	2299.5
$Q_{ilum}$	2808.1	2441.8	2686.0	2563.9	2808.1	2563.9	--	--	2425.6	2808.1	2686.0	2563.9
$Q_{ocup}$	8255.1	7177.6	7885.3	7471.9	7869.1	6737.9	--	--	6397.1	7946.7	7881.6	7537.3

La ocupación ( $Q_{OCUP}$ ), la iluminación ( $Q_{ILUM}$ ) y los equipos ( $Q_{EQUIP}$ ) solo proporcionan ganancias de energías, como se muestra en la tabla superior. Julio y agosto son nulos de ganancias debido al cierre del colegio durante verano.

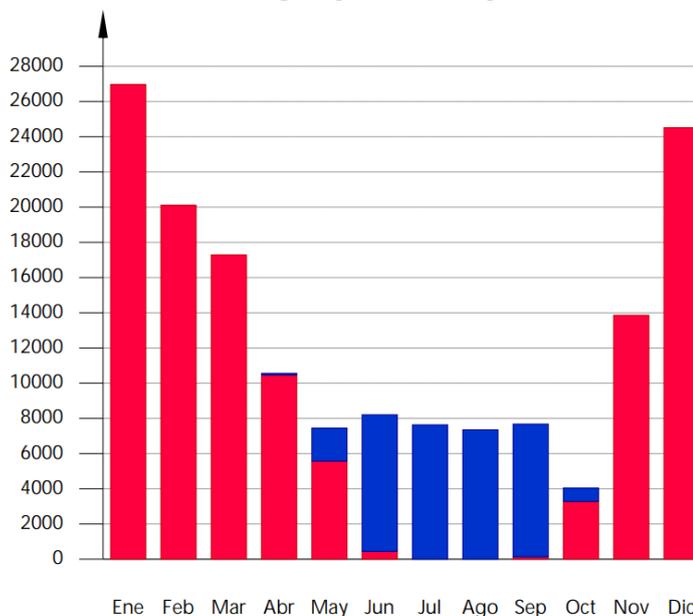
### Demanda de calefacción y refrigeración

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)
<b>Balance energético anual del edificio.</b>												
$Q_H$	26965.2	20102.1	17277.9	10463.6	5570.2	450.7	--	--	138.0	3281.0	13857.6	24511.6
$Q_C$	--	--	--	-96.6	-1875.0	-7753.8	-7633.1	-7351.4	-7538.4	-757.6	--	--
$Q_{HC}$	26965.2	20102.1	17277.9	10560.1	7445.2	8204.5	7633.1	7351.4	7676.3	4038.6	13857.6	24511.6

Fuente: CYPE Therm HE PLUS

**Energía (kWh/mes)**

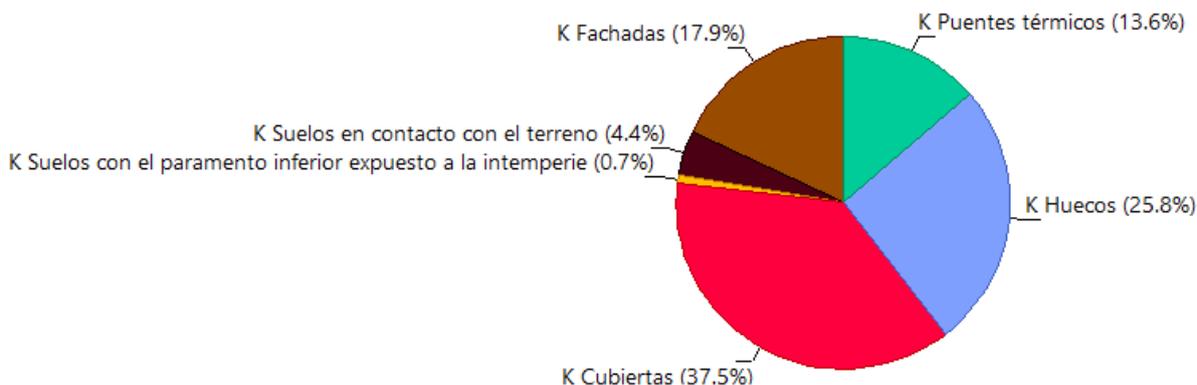
Como ya se ha mencionado, de la gráfica podemos señalar que la demanda de energía para calefacción es mucho mayor a la demanda de energía para refrigeración debido a las pobres prestaciones de las envolvente del edificio, que las carpinterías no tienen marcos con rotura de puente térmico ni doble vidrio con cámara de aire y los puentes térmicos que existen por los forjados y cubiertas



Fuente: CYPE Therm HE PLUS

De la tabla superior podemos señalar que la energía aportada por la calefacción ( $Q_H$ ) en los primeros cinco meses son datos significativos debido a las pérdidas producidas por la edificación y es necesario tener que cubrir esas pérdidas para que los espacios sean confortables.

CYPE THERM HE PLUS nos da la posibilidad de saber que parte de la edificación esta más afectada por las pérdidas de energía y nos muestra que porcentaje de la energía total está siendo perdida a través de ese elemento.

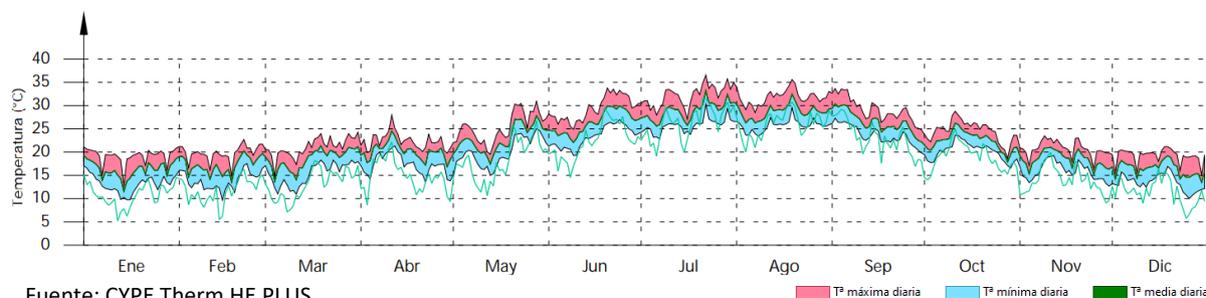


Fuente: CYPE Therm HE PLUS

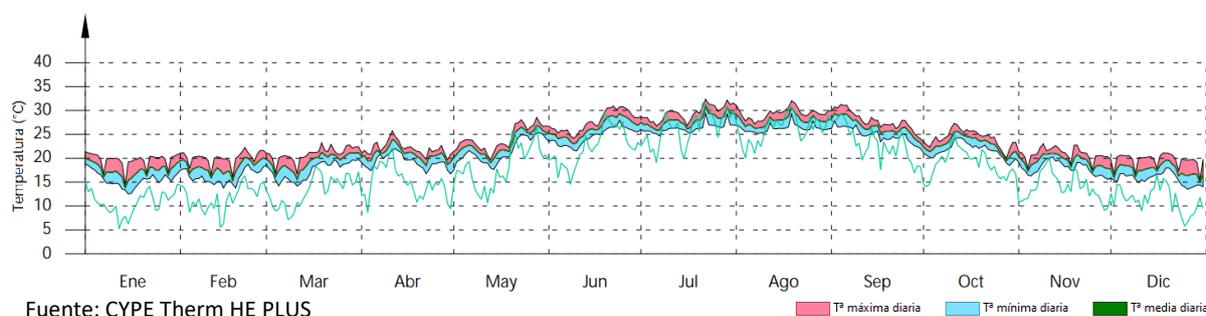
Como se puede ver en la gráfica superior, las cubiertas son la mayor problemática de este centro educativo con una pérdida de energía de 37,5% del total.

CYPE Therm HE PLUS contempla dentro del programa las temperaturas promedio pormenorizada por mes durante todo el año, con la cual calcula la temperatura de los recintos.

### Aulas planta alta



### Aulas Planta baja



CYPE Therm HE PLUS contempla en su simulación las temperaturas interior de los recintos, usando una base de datos genéricos de las temperaturas de Sevilla basadas en un análisis de temperaturas medias del 2015. Siendo estas más bajas que las que realmente azotan al sur de España cada año.

Es de importancia destacar que incluso usando temperaturas exteriores menores a las reales vividas en Sevilla, HE PLUS demuestra que las temperaturas interiores de las aulas durante los meses de mayo, junio, septiembre y octubre sobre pasan la temperatura máxima permitida para recintos habitables, y de igual manera durante los meses de primavera y otoño las temperaturas mínimas son inferiores a lo permitido, llegando hasta alrededor de 9°C menos (en base a la temperatura de confort 21-25°C).

### Demanda de calefacción y refrigeración por zona

Zonas habitables	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>cal</sub> (kWh/año)		D <sub>ref</sub> (kWh/año)	
		(kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> -año)	(kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> -año)
Zona común	882.45	-	-	-	-
Aulas PB	544.04	34526.49	63.46	11698.27	21.50
Aulas PA	879.78	78476.62	89.20	16911.28	19.22
Miscelaneo	105.42	-	-	-	-
Administracion	157.14	5202.52	33.11	3444.11	21.92
Comedor	123.73	4412.23	35.66	952.09	7.69
	<b>2692.55</b>	<b>122617.86</b>	<b>45.54</b>	<b>33005.75</b>	<b>12.26</b>

Fuente: CYPE Therm HE PLUS

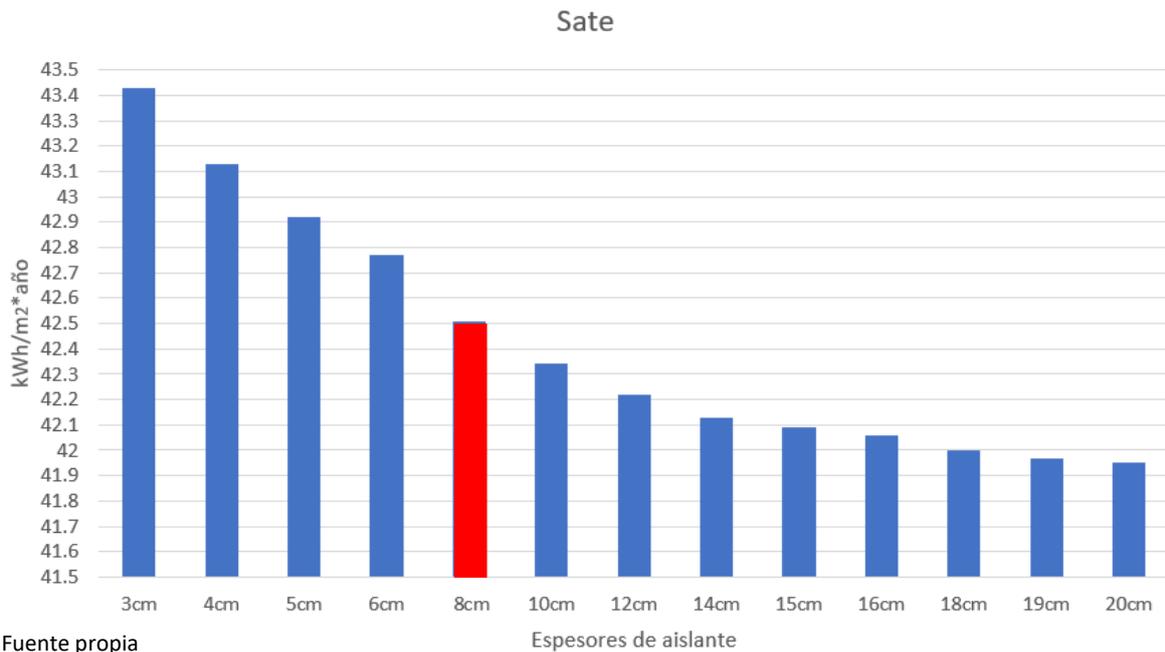
La demanda energética de calefacción total necesaria (D<sub>caf</sub>) para las zonas declaradas habitables de la edificación es de **122.617,86 kWh/año**.

## REFORMAS PROPUESTAS POR LA JUNTA DE ANDALUCÍA PARA GARANTIZAR EL CONFORT Y DEDUCIR LA DEMANDA ENERGÉTICA EN LOS CENTROS DE GESTIÓN PÚBLICA.

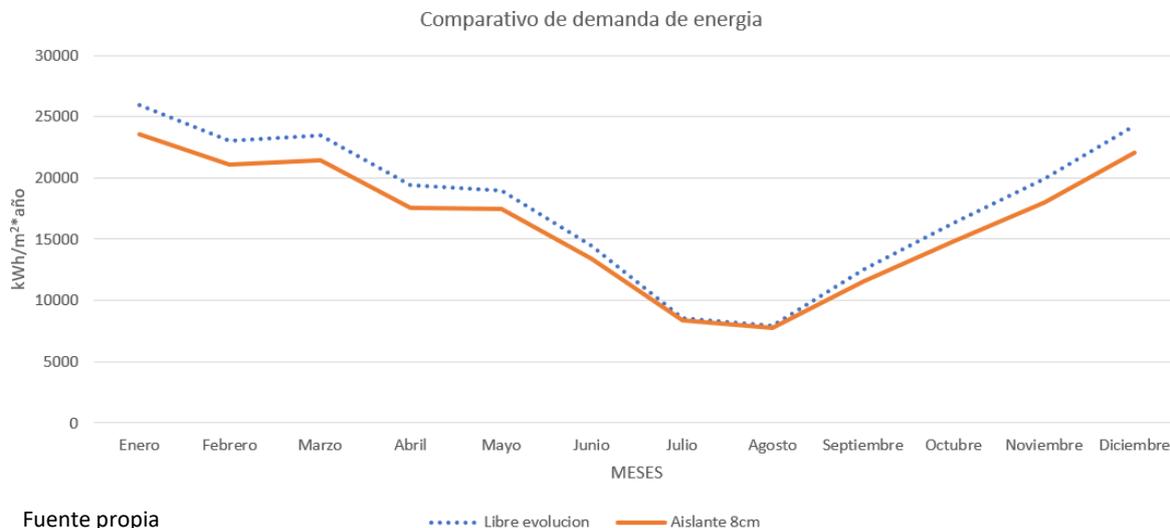
### Fachadas

La junta de Andalucía propone el uso de un SATE como solución a los puentes térmicos y a la inadecuada materialidad de la envolvente de los centros educativos.

Se ha realizado un estudio en CYPE Therm HE PLUS con distintos espesores de EPS de: 3cm, 4cm, 5cm, 6cm, 8cm, 10cm, 12cm, 14cm, 15cm, 16cm, 18cm, 19cm y 20cm. Para así cuantificar las pérdidas con cada uno de estos espesores comerciales y analizar los cambios en las pérdidas kWh/m<sup>2</sup>\*año para así elegir el espesor correcto.



Se puede observar de la gráfica superior que a partir del espesor de 8cm, la efectividad del aislante en kWh/m<sup>2</sup>\*año empieza a reducirse. Dicho esto, a partir de este punto un mayor espesor de aislante sigue haciendo cambios en la demanda del edificio, pero no en la magnitud deseada. Significando que este sería el espesor óptimo para la edificación. **Recomendamos el uso de EPS de 8 cm de espesor.**

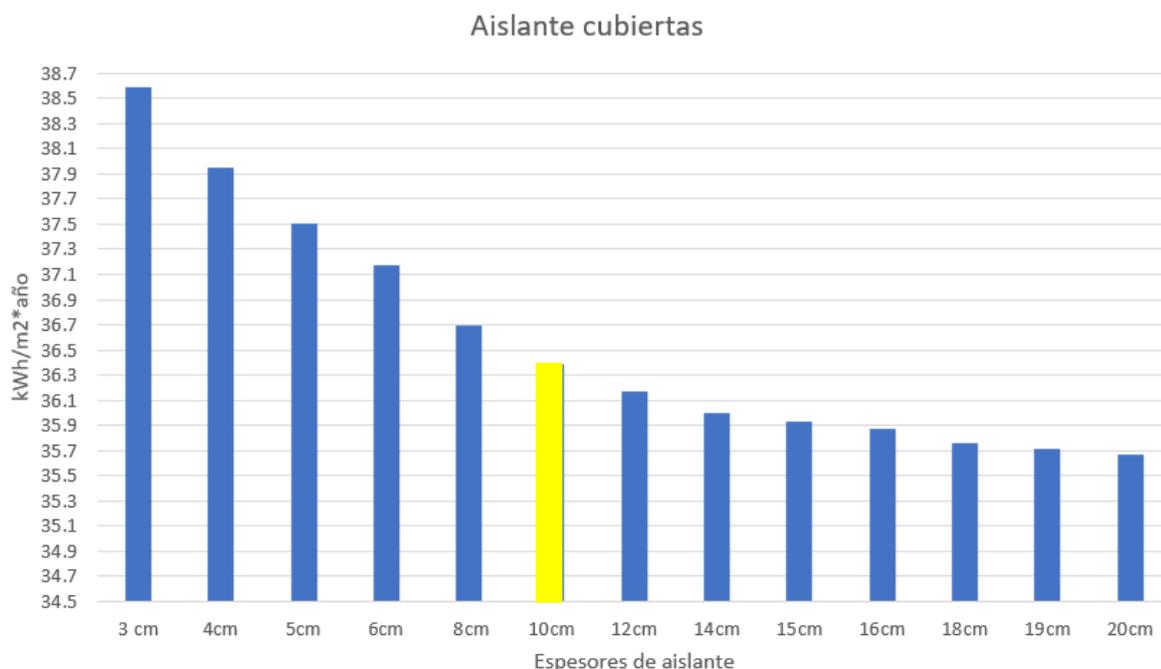


La grafica superior muestra una comparativa de las pérdidas de energía a través de la fachada del edificio actual en libre evolución y con la aplicación del Sate de 8cm, podemos observar la diferencia significativa del ahorro de energía que tendría el edificio. Ya que en los meses de julio y agosto el colegio no estaría en uso se igualan las temperaturas y las dos líneas de unen, volviendo a separarse con el inicio de clases a finales de agosto.

### Cubiertas

De igual manera, una de las soluciones viables propuestas por la junta de Andalucía es la de colocar un aislante por el exterior de las cubiertas para solucionar la problemática de la perdidas de energía.

Se ha realizado un estudio en CYPE Therm HE PLUS con distintos espesores de EPS de: 3cm, 4cm, 5cm, 6cm, 8cm, 10cm, 12cm, 14cm, 15cm, 16cm, 18cm, 19cm y 20cm propuestos sobre las distintas cubiertas y se cuantificaron las pérdidas de energías con cada uno de estos espesores comerciales, para analizar los cambios en las perdidas kWh/m<sup>2</sup>\*año y elegir el espesor correcto.

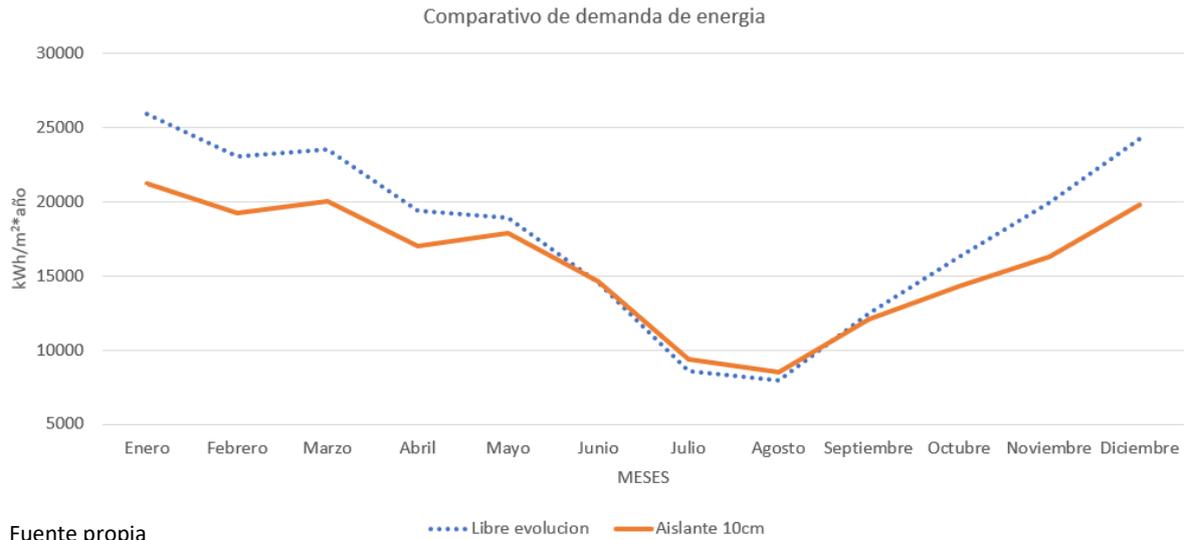


Fuente propia

Tomando los espesores podemos observar que la eficiencia significativa del aislamiento termina con el espesor de 10cm. Podemos decir que ese sería el espesor mínimo util recomendado para las cubiertas (inclinadas y planas).

**Recomendamos el uso de EPS de 10 cm de espesor para cubiertas inclinadas.**

**Recomendamos el uso de XPS de 10 cm de espesor para cubiertas planas transitables.**



Así como muestra la gráfica, podemos realizar una comparativa de las pérdidas de energía a través de las cubiertas del edificio actual en libre evolución y con la aplicación de un aislamiento de 10cm en las cubiertas. Se puede observar la diferencia significativa en las pérdidas de energía que tendría el edificio a través de las cubierta durante los distintos meses del año. Guante los meses de julio y agosto cabe destacar que el centro no está en uso y por ende las temperaturas interiores y exteriores se igualan.

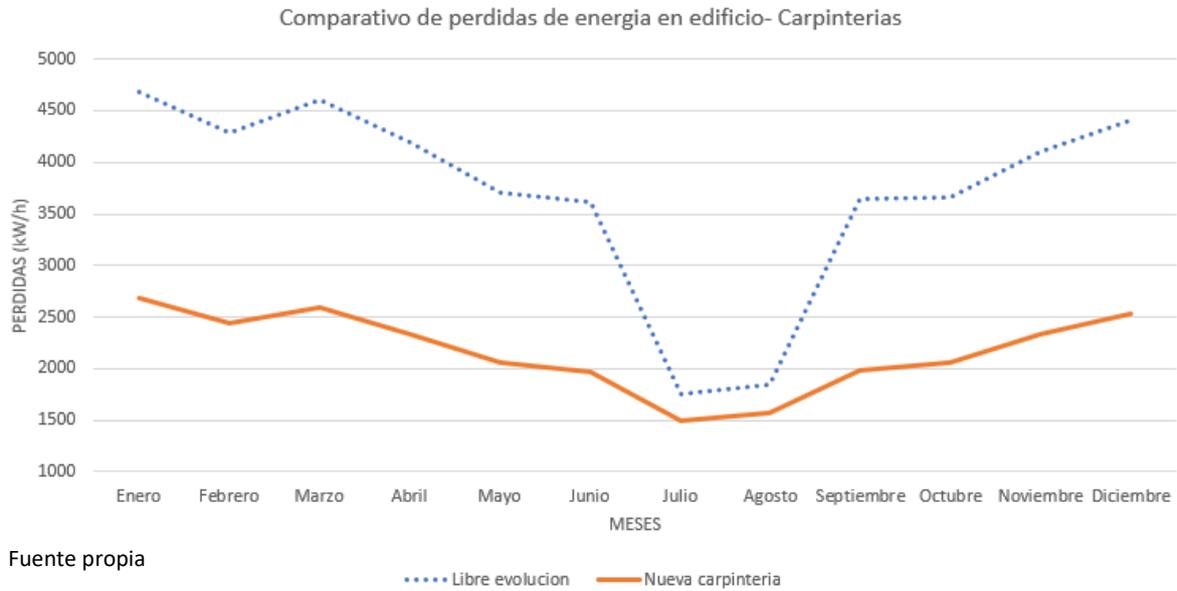
### Carpinterías

Se ha considerado que las carpinterías que estuvieron en el centro educativo fueron de marcos de aluminio simple sin rotura de puentes térmicos con una transmitancia térmica (U) de 5,70 W/(m<sup>2</sup>.K), vidrio simple transparente con una transmitancia térmica (U) de 5,70 W/(m<sup>2</sup>.K) y persianas exteriores de PVC.

Tomando en consideración el tipo de ventanas que se está utilizando, la mayoría es de tipo corredera, se ha procedido a realizar un cambio de materialidad en CYPE Therm HE PLUS tanto de las carpinterías como del tipo de persianas a utilizar.

Se ha propuesto utilizar el mismo tipo de ventanas (correderas o fijas dependiendo del uso específico del espacio) y utilizar marcos de aluminio de color blanco con una transmitancia térmica (U) de 4,00 W/(m<sup>2</sup>.K) con rotura de puentes térmicos y doble vidrio con cámara de aire, 4-12-6, con una transmitancia térmica (U) de 2,90 W/(m<sup>2</sup>.K) y con una permeabilidad al aire clase 3, con una calidad media.

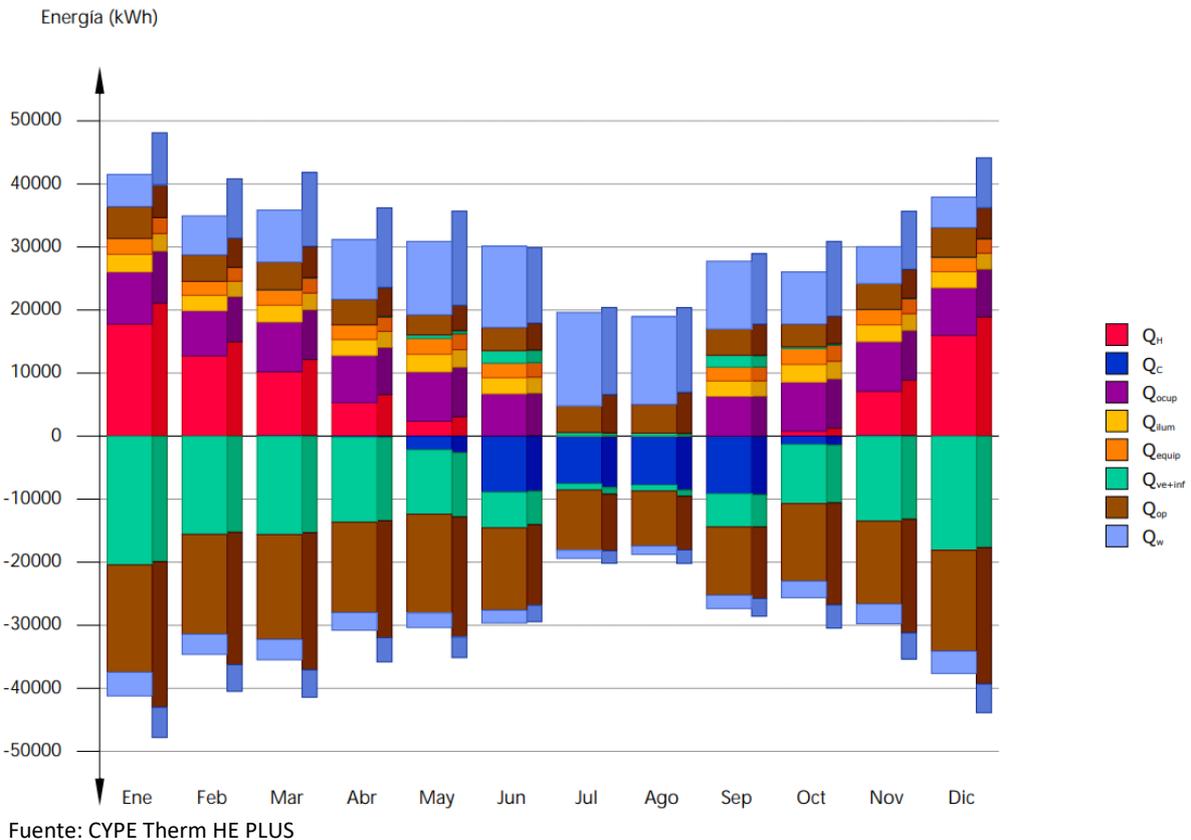
Tomando los datos de las pérdidas de energía a través de las carpinterías ( $Q_w$ ) del edificio en libre evolución y el edificio solo con las modificaciones de carpinterías y persianas se ha realizado una comparativa.



Dicho esto, en la gráfica superior se muestra la comparativa entre las pérdidas de energías, mostrando el ahorro significativo que tendría la edificación con las nuevas carpinterías durante los meses más fríos.

## PROPUESTA DE NUEVAS INTERVENCIONES PARA GARANTIZAR LA REDUCCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN.

Se ha procedido a juntar todas las distintas intervenciones que plantea realizar la Junta de Andalucía en los centros educativos de gestión pública y hemos obtenido los siguientes resultados:



De esta grafica proporcionada por el programa CYPE Therm HE PLUS podemos estudiar el comportamiento del edificio con las reformas propuestas por la Junta de Andalucía para la reducción de la demanda.

Se puede observar que:

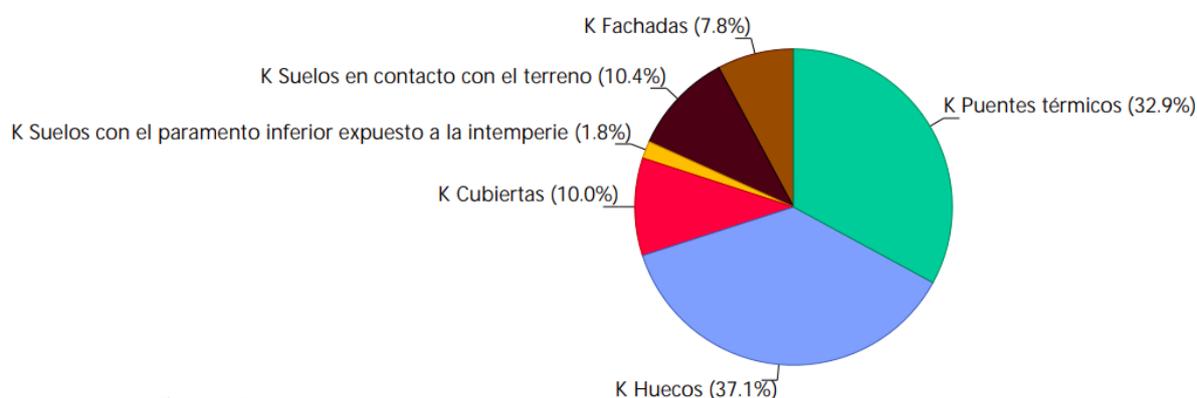
Ganancias de calor (*Parte superior de la gráfica*)

La demanda de energía necesaria por la edificación ha disminuido de forma significativa ya que las mejoras propuestas por medio del estudio de espesores de aislamiento de la fachada y cubiertas redujo las pérdidas de energía.

Perdidas de calor (*Parte superior de la gráfica*)

Se puede observar que las pérdidas por medio de la envolvente y por medio de las carpinterías se han reducido de forma notoria, lo que nos indica que los aislamientos y carpinterías propuestos están funcionando correctamente.

Usando la posibilidad que nos brinda CYPE THERM HE PLUS de poder analizar por cuales elementos de la edificación se está perdiendo más energía y nos muestra que porcentaje total.



Fuente: CYPE Therm HE PLUS

Podemos observar de esta gráfica, que a través de los elementos de la fachada y cubierta el porcentaje de perdida de calor es muy poco en comparación con el monto total de perdida global. Es importante destacar que, las pérdidas de calor a través de las carpinterías se han reducido, al igual que los puentes térmicos por el aislamiento colocado por el exterior de las fachadas, pero en esta grafica por necesidad de completar todo el circulo parece que los porcentajes han incrementado.

Las propuestas de intervención en la envolvente tienen distintos efectos positivos en la demanda del centro.

Intervenciones	Edificio actual (kWh/m <sup>2</sup> ·año)	Demanda reformas (kWh/m <sup>2</sup> ·año)	Porcentaje de ahorro energético
Sate en fachadas	45.54	42.51	6.65%
Aislante en cubiertas		36.39	20.09%
Huecos		44.21	2.92%

De la tabla superior podemos observar que la reforma más significativa a nivel de ahorro de demanda es la colocación del aislante en las cubiertas, seguido por el sate en las fachadas.

## COSTE ECONÓMICO DE INTERVENCIÓN

Usando el generador de precios de CYPE podemos obtener los precios de las partidas de cada intervención. Los epígrafes de cada partida están adjuntos en el anejo de este trabajo.

### RESUMEN DE ESTIMACIÓN INVERSION EN DEMOLICION

Elementos	m <sup>2</sup>	ml	Precio	Subtotal
Área por demoler de tejas cubiertas inclinadas	1271,59		14,35€	18.247,32 €
Área total de grava a remover en cubiertas planas	326,51		4,10€	1338,69€
Área total de capa de nivelación a demoler en cubiertas planas	326,51		7,04€	2298,63€
Área total de carpinterías a remover en todo el centro	327,36		3,96€	1296,35€
Área total de persianas de PVC a remover	286,62		10,80€	3095,50€
Metros lineales de cajas de persianas de PVC a remover		213,30	5,17€	1102.76€
			<b>TOTAL</b>	<b>27.379,25€</b>

### RESUMEN DE ESTIMACIÓN de INVERSION EN INTERVENCIONES

Elementos	m <sup>2</sup>	Precio	Subtotal
SATE EPS	1023.17	71,86 €	<b>73.524,99 €</b>
Zócalo SATE XPS	349.28	68,28 €	23.848,84 €
Aislante en cubiertas inclinadas (EPS)	1023,71	26,91 €	34.218,48 €
Impermeabilización	1023,71	9,63 €	12.245,41 €
Aislante en cubiertas planas transitables (XPS)	326,51	20,91 €	6827,32 €
Impermeabilización	326,51	28,47 €	9295,74 €
Carpinterías en todo el centro	327.36	216,31 €	70.811,24 €
Carpinterías con protección solar	286.62	116.75 €	33.462,89 €
		<b>TOTAL</b>	<b>264,234.92 €</b>

**Estimación de inversión= 291.614,17 €**

## Desglose de costes de las intervenciones

Desglose de coste por intervención

Intervenciones	Coste total de intervenciones	Coste unitario por intervenciones
Sate en fachadas	291.614,17 €	97.373,83 €
Aislante en cubiertas		84.471,59 €
Huecos		109.768,74 €

Desglose de coste por intervención y su porcentaje de ahorro energético

Intervenciones	Coste total de intervenciones	Coste unitario por intervenciones	Porcentaje de ahorro energético	Orden de importancia
Sate en fachadas	291.614,17 €	97.373,83 €	6.65%	2 <sup>do</sup>
Aislante en cubiertas		84.471,59 €	20.09%	1 <sup>er</sup>
Huecos		109.768,74 €	2.92%	3 <sup>ro</sup>

Podemos observar de la tabla superior que la intervención de la propuesta de colocación de aislante en la cubierta exterior tiene un coste unitario inferior a las demás intervenciones, pero es la intervención que más favorece al ahorro energético.

La Junta de Andalucía actualmente está llevando a cabo la sustitución de carpinterías en los colegios de gestión pública como una de las primeras intervenciones a realizar. Pero podemos ver claramente que es una intervención que no tiene un gran efecto sobre la demanda energética y es la intervención más costosa.

Dicho esto, y observando la tabla superior, la Junta de Andalucía debería de tener una jerarquía de intervenciones con relación directa al porcentaje de ahorro energético y su coste unitario.

El orden a realizar las intervenciones en la envolvente sería:

- 1- **Aislante en cubiertas**
- 2- **Sate en fachadas**
- 3- **Huecos**

## CONCLUSIONES FINALES

### Datos hidrotérmicos de las aulas analizadas

A modo de conclusión general de los datos hidrotérmicos obtenidos de las aulas se puede decir de manera contundente que los colegios de gestión pública no están aptos para el uso docente, ya que los alumnos y el profesorado están en condiciones deplorables en materia del confort térmico.

Todo esto viene a raíz de que alrededor del 70% de los colegios de gestión pública han sido construidos antes del año 2000, lo que influye de manera directa en la materialidad de los centros educativos.

El estudio fue realizado durante los meses de mayo-abril y:

-Las temperaturas mínimas y máximas no se ajustaban en gran porcentaje de los requeridos por el reglamento de instalaciones (RITE) 21-25 °C

-La humedad interior de las aulas estaba en su mayor parte del tiempo por debajo del nivel requerido de 40%. Influyendo así directamente en la sensación térmica del aula, dando la sensación de más frío durante las horas lectivas. Humedad baja afecta de manera directa a los alumnos ya que le produce resequedad e irritación en los ojos y garganta y esto a su vez influye en los niveles de concentración de los niños.

-Los niveles de CO<sub>2</sub> dentro de las aulas pueden llegar a niveles alarmantes de hasta 1600 ppm, ya que las aulas no disponen de ningún sistema de ventilación o refrigeración mecánica, dejando la libre ventilación por las ventanas. Durante las horas de docencia las ventanas se deben cerrar para asegurar un correcto uso del espacio durante actividades concretas o bien sea para reducir el ruido exterior o la entrada de aire frío del exterior, haciendo que los niveles de CO<sub>2</sub> suban exponencialmente, afectando directamente la salud de los alumnos y el profesorado presente.

-Los niveles de Tvoc (partículas de compuestos orgánicos volátiles) son una amplia gama de gases que provienen de productos de limpieza, pinturas, barnices y de los gases que los seres humanos exhalamos. Dicho esto, los niveles de Tvoc y los de CO<sub>2</sub> muestran una relación directa entre ellos, informándonos así que existen altos niveles de otros gases exhalados por los niños dentro del aula, que les afectan de manera directa a nivel físico y cognitivo.

-Las partículas ultrafinas de 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>) presentan niveles críticos dentro de las aulas analizadas, ya que el colegio y la avenida La Raza están en reforma. Estos niveles tan excesivamente altos de PM<sub>2,5</sub> pueden llegar a enfermar a los alumnos y profesorado ya que este tipo de partículas provienen de cemento, metales, hollín de los vehículos, partículas de los frenos y de llantas. Estos tipos de partículas son tan pequeñas que pueden llegar a adentrarse en la sangre y son asociadas a enfermedades cardiovasculares, respiratorias y hasta el cáncer.

Dicho todo lo anterior, las acciones negligentes de las autoridades para solucionar esta problemática que sufren los más pequeños pueden llegar a tener implicaciones severas que atentan contra no solo el nivel de la educación en España, ya que los estudiantes están desconcentrados en clases por las condiciones de confort, sino también contra la salud de estos.

### **Demanda energética del centro educativo**

Podemos concluir que con el adecuado estudio de espesor de aislante en fachadas y cubiertas se puede lograr un ahorro significativo en la demanda energética de la edificación. Con una correcta jerarquía de intervenciones basadas en sus efectos en la demanda energética se puede lograr un plan de ejecución adecuando para cada centro de forma individualizada.

La Junta de Andalucía está ejecutando de forma errónea el orden de las intervenciones, ya que está enfocando las intervenciones iniciales en la sustitución de las carpinterías y se ha comprobado en este trabajo que las carpinterías no tienen un efecto tan significativo como el uso de asilamiento en la envolvente y es mucho más costoso.

### **Costes de intervención**

Observando los datos podemos decir que la colocación de aislante en las cubiertas tiene un efecto muy significativo en el ahorro energético, es la intervención más económica por realizar y debería de ser la primera o una de las primeras intervenciones realizadas por la Junta de Andalucía para reducir la demanda energética de los centros educativos.

La sustitución de carpinterías es actualmente la intervención más realizada por la Junta de Andalucía, pero es la más cara de todas las intervenciones estudiadas en este trabajo. Con el costo de intervención de las carpinterías se pudiese trabajar todas las cubiertas y usar el dinero restante para empezar los trabajos del SATE en las fachadas.

## BIBLIOGRAFÍA

-Maylis; Ledesma, Sara Lía; Gonzalo, Guillermo E, *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE AULAS PROTOTÍPICAS EN TUCUMAN*, 7 octubre 2016, Centro de Estudios Energía, Hábitat y Arquitectura Sustentable. CEEHAS – Instituto de Acondicionamiento Ambiental. Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán

-Junta de Andalucía, CEIP La Raza, Recuperado de:  
<https://blogsaverroes.juntadeandalucia.es/ceiplaraza/el-centro-2/>

-Dolores Fernández Fernández, *LA EDUCACIÓN EN LOS TEXTOS CONSTITUCIONALES ESPAÑOLES*, Escuela de Psicología y Pedagogía (OEP Moratalaz-Villa de Vallecas), trabajo social hoy 2º cuatr. 2014, nº 72 [55-76] issn 1134-0991

-La Moncloa. Recuperado de:  
[https://www.lamoncloa.gob.es/espana/leyfundamental/Paginas/titulo\\_primero.aspx](https://www.lamoncloa.gob.es/espana/leyfundamental/Paginas/titulo_primero.aspx)

-Gonzalo de Gálvez Aranda, *LAS CONSTRUCCIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN MÁLAGA*, Málaga 2015, Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Teoría e Historia de la Educación.

-Ley de Moyano, Recuperado de: [https://personal.us.es/alporu/historia/ley\\_moyano.htm](https://personal.us.es/alporu/historia/ley_moyano.htm)

- BOE- LEY 194/1963 28 diciembre

- BOE-Ley Orgánica 8/1985, de 3 de julio, Recuperado de:  
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1985-12978&b=5&tn=1&p=19850704#asegundo>,  
Reguladora del Derecho a la Educación.

- Aurelio Martínez, Alejandro V. Lorca, Leandro García, *LA POLÍTICA REGIONAL ESPAÑOLA EN EL MARCO DE LA EUROPA DE LOS DOCE*, Instituto de economía aplicada, consejo superior de investigaciones científicas, Universidad autónoma de Madrid.

-Alberto Moreno, Estudio de arquitectura Dos Urbanas, Recuperado de: <https://dosurbanas.com/pua-el-paradigma-arquitectonico-escolar-de-los-anos-70-en-andalucia/>

- Conserjería de educación, Junta de Andalucía, PROGRAMA DE CLIMATIZACIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE CENTROS ESCOLARES PÚBLICOS EN ANDALUCÍA,

- Boletín oficial de la junta de Andalucía, ley 1/2020, de 13 de julio, para la mejora de las condiciones térmicas y ambientales de los centros educativos andaluces mediante técnicas bioclimáticas y uso de energías renovables.

- Reglamento (ue) 2021/1119 del Parlamento Europeo y del consejo de 30 de junio de 2021, Recuperado de: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/la-union-europea/>, Fundamentos y propuestas para una Estrategia Nacional de Largo Plazo- España 2050.

- Consejo europeo y consejo de la unión europea- objetivos 55. Recuperado de:  
<https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/#package>

-Fundamentos y propuestas para una Estrategia nacional a largo plazo, España 2050, Gobierno de España.

- Fabricantes SOPREMA, recuperado de: <https://www.soprema.es/es/article/noticias/conoce-7-ventajas-que-te-ofrece-el-aislamiento-termico>

-Hydrotec, Recuperado de: <https://hydrotec.es/sensacion-termica-y-humedad/>

-Refri-climas, Recuperado de:  
[https://www.refri-climas.com/refrigeracionadiabatica/#Instalaciones\\_educativas](https://www.refri-climas.com/refrigeracionadiabatica/#Instalaciones_educativas)

-QUE, Aislamiento SATE, Recuperado de: <https://www.que.es/2022/09/22/ventajas-desventajas-sistema-aislamiento-sate/>

-SOLFY, Ventajas y desventajas de paneles fotovoltaicos, Recuperado de: [https://solfy.net/placas-solares/cuales-son-las-ventajas-y-desventajas-de-los-paneles-solares/#Ahorro\\_de\\_energia](https://solfy.net/placas-solares/cuales-son-las-ventajas-y-desventajas-de-los-paneles-solares/#Ahorro_de_energia)

-Generador de precios, CYPE, Recuperado de: <https://generadordeprecios.info>

- Prof. Bjarne W. Olesen, International Standards for the Indoor Environment

-Richard de Dear, ASHRAE 55-2010, RECENT ENHANCEMENTS TO THE ADAPTIVE COMFORT STANDARD, The University of Sydney, Sydney, Australia

- Pawel Wargocki a, José Ali Porras-Salazar b, Sergio Contreras-Espinoza c, William Bahnfleth, THE RELATIONSHIPS BETWEEN CLASSROOM AIR QUALITY AND CHILDREN'S PERFORMANCE IN SCHOOL, Department of Architectural Engineering, Pennsylvania State University, PA, United States.

-Director de la publicación: Juan Guasch. Redacción: Cristina Araújo, Rosa M<sup>a</sup> Banchs, Jaime Llacuna. Composición: Joaquín Pérez. Ilustración: David Revilla. Edita: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), PRIMARIA TRANSVERSAL.

-Pilar Armendariz de Ciriza, Evaluación del bienestar térmico en locales de trabajo cerrado mediante los índices térmicos PMV y PPD, Centro nacional de nuevas tecnologías, Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo.

-Conserjería de desarrollo educativo y formación profesional, RESOLUCIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA AGENCIA PÚBLICA ANDALUZA DE EDUCACIÓN CON RELACIÓN A LAS INSTALACIONES PARA EL ACONDICIONAMIENTO CON TÉCNICAS BIOCLIMÁTICAS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS DEPENDIENTES DE LA CONSEJERÍA DE DESARROLLO EDUCATIVO Y FORMACIÓN PROFESIONAL, Junta de Andalucía.

-Acción por el clima en los centros educativos, Metodología, Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico.

-Código técnico, HE1, HE5, Recuperado de: <https://codigotecnico.org>

-Jesús Llanos-Jiménez, Rafael Suárez, Alicia Alonso, Juan José Sendra, ARCHETYPES OF PUBLIC SECONDARY SCHOOLS IN MEDITERRANEAN CLIMATE. INDOOR AIR QUALITY AND COMFORT FIELD STUDIES, Instituto de Arquitectura y Ciencias de la Construcción, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Sevilla, Sevilla.

- Real Decreto 132/2010, de 12 de febrero, por el que se establecen los requisitos mínimos de los centros que impartan las enseñanzas del segundo ciclo de la educación infantil, la educación primaria y la educación secundaria. Ministerio de Educación.
- Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS, Boletín oficial del estado, miércoles 24 de marzo de 2021
- Junta de Andalucía, MAPA DE INCENTIVOS PARA LA MEJORA ENERGÉTICA EN LOS COLEGIOS DE ANDALUCÍA, MÁS EFICIENCIA, MÁS CONFORT, Andalucía 2017-2020.
- Huellas de arquitectura, 2018, Recuperado de:  
<https://huellasdearquitectura.com/2018/09/12/medidas-activas-y-pasivas-en-la-arquitectura-bioclimatica/>
- Seiscubos, Norma ASHRAE 55, Recuperado de: <https://www.seiscubos.com/conocimiento/estandar-ashrae-55>
- La Unión Europea en la lucha contra el cambio climático, Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, Recuperado de: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/la-union-europea/>
- HVAC & R research, THE EFFECTS OF MODERATELY RAISED CLASSROOM TEMPERATURES AND CLASSROOM VENTILATION RATE ON THE PERFORMANCE OF SCHOOLWORK BY CHILDREN (RP-1257), 2007
- OVACEN, Tipos de construcción España: Edificios emblemáticos, ejemplos y técnicas, Recuperado de: <https://ovacen.com/tipos-construccion-ejemplos-tecnicas/>
- Instituto de estadísticas, Junta de Andalucía, Recuperado de: <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/salud/vacunas-COVID19.html>
- Aurelio. Martínez, Alejandro Lorca, Leandro García, Seminario La política regional española en el marco de la Europa de los doce, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Uni. Autónoma Canto Blanco, Madrid, Instituto de economía aplicada, marzo 1981.
- Andalucía Educativa, Revista no.4, año 1, junio 1997
- Jaime Nicolas Muñiz, Los derechos fundamentales de materia educativa en la constitución española, Revista Española de derecho constitucional, año3, no.7, 1983
- Fotografías del centro educativo, fuente propia.

## **ANEJOS**

### **Epígrafes de medición**

- Demolición
- Intervención
- Modelo de encuesta usado en análisis de datos hidrotérmicos en aulas
- Imágenes del centro educativo

## Epígrafes de medición

### Demolición

#### Cubiertas

**DQC040 m<sup>3</sup> Desmontaje de cobertura de tejas en cubierta inclinada. 14,35€**

Desmontaje de cobertura de teja cerámica curva, colocada con mortero a menos de 20 m de altura, en cubierta inclinada a dos aguas con una pendiente media del 30%; con medios manuales y recuperación del 10% del material para su posterior ubicación en otro emplazamiento, siendo el orden de ejecución del proceso inverso al de su instalación, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje de los elementos de fijación, de los remates, de los canalones y de las bajantes.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1</b>		<b>Mano de obra</b>			
mo020	h	Oficial 1 <sup>a</sup> construcción.	0,123	21,41	2,63
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,569	20,10	11,44
			<b>Subtotal mano de obra:</b>		<b>14,07</b>
<b>2</b>		<b>Costes directos complementarios</b>			
	%	Costes directos complementarios	2,000	14,07	0,28
			<b>Costes directos (1+2):</b>		<b>14,35</b>

	m <sup>2</sup>	Precio remoción/m <sup>2</sup>
Área a demoler de tejas en cubiertas inclinadas	1271,59	14,35€
<b>TOTAL</b>		<b>18.247,32 €</b>

**DQP020 m<sup>2</sup> Retirada de capa de protección de gravas en cubierta plana. 4,10€**

Retirada de capa de protección formada por 10 cm de espesor de grava en cubierta plana, con medios manuales y recuperación de la grava para su posterior ubicación en emplazamiento, y carga manual sobre contenedor.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1 Mano de obra</b>					
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,200	20,10	4,02
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>4,02</b>
<b>2 Costes directos complementarios</b>					
	%	Costes directos complementarios	2,000	4,02	0,08
<b>Costes directos (1+2):</b>					<b>4,10€</b>

	m <sup>2</sup>	Precio remoción/m <sup>2</sup>
Área total de grava a remover en cubiertas planas	326,51	4,10€
<b>TOTAL</b>		<b>1338,69 €</b>

**DQP050 m<sup>2</sup> Demolición de capa de material de agarre o nivelación de mortero de cemento, en cubierta plana. 7,04€**

Demolición de capa de material de agarre o nivelación en cubierta plana, formada por 5 cm de espesor de mortero de cemento, con medios manuales, sin afectar a la estabilidad de los elementos constructivos contiguos, y carga manual sobre camión o contenedor.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1 Mano de obra</b>					
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	0,153	21,41	3,28
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,180	20,10	3,62
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>6,90</b>
<b>2 Costes directos complementarios</b>					
	%	Costes directos complementarios	2,000	6,90	0,14
<b>Costes directos (1+2):</b>					<b>7,04€</b>

	m <sup>2</sup>	Precio remoción/m <sup>2</sup>
Área total de capa de nivelación a demoler en cubiertas planas	326,51	7,04€

	<b>TOTAL</b>	<b>2298,63 €</b>
--	--------------	------------------

## Carpinterías

**DLC010 Ud. Desmontaje de hoja de carpintería exterior. 9,33€**

Desmontaje de hoja de carpintería acristalada de aluminio de cualquier tipo situada en fachada, de menos de 3 m<sup>2</sup> de superficie, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos a los que está sujeta, y carga manual sobre camión o contenedor.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1</b>		<b>Mano de obra</b>			
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,455	20,10	9,15
			<b>Subtotal mano de obra:</b>		<b>9,15</b>
<b>2</b>		<b>Costes directos complementarios</b>			
	%	Costes directos complementarios	2,000	9,15	0,18
			<b>Costes directos (1+2):</b>		<b>9,33€</b>

Carpinterías más usada en el centro es de 1.75 \* 1.35 = 2.36 m<sup>2</sup>

Coste de remoción por unidad= 9,33 €

Coste por metro cuadrado= 9,33/2.36m<sup>2</sup>= **3,96 €/m<sup>2</sup>**

	m <sup>2</sup>	Precio remoción/m <sup>2</sup>
Área total de carpinterías a remover en todo el centro	327,36	3,96€
	<b>TOTAL</b>	<b>1296,35 €</b>

**DLS040 m<sup>2</sup> Desmontaje de persiana enrollable de lamas de PVC. 10,80€**

Desmontaje de persiana enrollable de lamas de PVC, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos a los que está sujeta, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje de los accesorios y de los elementos de fijación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1</b>		<b>Mano de obra</b>			
mo011	h	Oficial 1ª montador.	0,250	22,00	5,50
mo080	h	Ayudante montador.	0,250	20,34	5,09
			<b>Subtotal mano de obra:</b>		<b>10,59</b>
<b>2</b>		<b>Costes directos complementarios</b>			
	%	Costes directos complementarios	2,000	10,59	0,21
			<b>Costes directos (1+2):</b>		<b>10,80€</b>

	m <sup>2</sup>	Precio remoción/m <sup>2</sup>
Área total de persianas de PVC a remover	286,62	10,80€
	<b>TOTAL</b>	<b>3095,50 €</b>

**DLS041 m Desmontaje de cajón de persiana.**

5,17€

Desmontaje de cajón de persiana, de PVC, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos a los que está sujeto, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje de los accesorios y de los elementos de fijación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1 Mano de obra</b>					
mo017	h	Oficial 1ª carpintero.	0,120	21,72	2,61
mo058	h	Ayudante carpintero.	0,120	20,46	2,46
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>5,07</b>
<b>2 Costes directos complementarios</b>					
	%	Costes directos complementarios	2,000	5,07	0,10
<b>Costes directos (1+2):</b>					<b>5,17€</b>

	ml	Precio remoción/m <sup>2</sup>
Metros lineales de cajas de persianas de PVC a remover	213,30	5,17€
<b>TOTAL</b>		<b>1102,76 €</b>

## Intervención

### SATE

**NAS010 m<sup>2</sup> Sistema ETICS Traditerm "GRUPO PUMA" de aislamiento térmico por el exterior de fachadas.** 71,86€

Aislamiento térmico por el exterior de fachadas, con el sistema Traditerm EPS "GRUPO PUMA", con ETE 07/0054, compuesto por: panel rígido de poliestireno expandido, Traditerm Panel EPS "GRUPO PUMA", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 60 mm de espesor, fijado al soporte con mortero Traditerm "GRUPO PUMA", aplicado manualmente y fijaciones mecánicas con taco de expansión de polipropileno Traditerm "GRUPO PUMA"; capa de regularización de mortero Traditerm "GRUPO PUMA", aplicado manualmente, armado con malla de fibra de vidrio, antiálcalis, Traditerm "GRUPO PUMA", de 5x4 mm de luz de malla, de 0,6 mm de espesor y de 160 g/m<sup>2</sup> de masa superficial; capa de acabado de mortero acrílico Morcemcrl "GRUPO PUMA", color Blanco 100, sobre imprimación acrílica Fondo Morcemcrl "GRUPO PUMA". Incluso perfiles de arranque Traditerm "GRUPO PUMA", de aluminio, perfiles de cierre superior Traditerm "GRUPO PUMA", de aluminio, perfiles de esquina Traditerm "GRUPO PUMA", de PVC con malla, masilla selladora mono componente Pumaelastic-Ms "GRUPO PUMA" y cordón de espuma de polietileno expandido de celdas cerradas para sellado de juntas. El precio incluye la ejecución de remates en los encuentros con paramentos, revestimientos u otros elementos recibidos en su superficie.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1</b>		<b>Materiales</b>			
mt28mop080x	m	Perfil de arranque Traditerm "GRUPO PUMA" de aluminio, de 60 mm de anchura, con goterón, para nivelación y soporte de los paneles aislantes de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior sobre la línea de zócalo; incluso kit de fijación para perfil.	0,170	5,53	0,94
mt28mop085w	m	Perfil de cierre superior, Traditerm Coronación "GRUPO PUMA", de aluminio, de 60 mm de anchura, para coronación de los paneles aislantes de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior.	0,170	16,03	2,73
mt28mop030k	kg	Mortero Traditerm "GRUPO PUMA", impermeable al agua de lluvia, permeable al vapor de agua y no propagador de la llama, para aplicar con llana, para adherir los paneles aislantes y como capa base, previo amasado con agua.	9,000	0,88	7,92
mt16pep010dd	m <sup>2</sup>	Panel rígido de poliestireno expandido, Traditerm Panel EPS "GRUPO PUMA", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 60 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 1,58 m <sup>2</sup> K/W, conductividad	1,050	17,75	18,63

		térmica 0,038 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego.			
mt16pep100C	Ud	Taco de expansión de polipropileno Traditerm "GRUPO PUMA", de 110 mm de longitud, para fijación de placas aislantes.	8,000	0,21	1,68
mt28mop050e	m <sup>2</sup>	Malla de fibra de vidrio, antiálcalis, Traditerm "GRUPO PUMA", de 5x4 mm de luz de malla, de 0,6 mm de espesor, de 160 g/m <sup>2</sup> de masa superficial y de 1x50 m, para armar morteros.	1,100	1,60	1,76
mt28mop070d	m	Perfil de esquina Traditerm "GRUPO PUMA" de PVC con malla, para refuerzo de cantos.	0,300	1,27	0,38
mt28mop320d	kg	Imprimación acrílica Fondo Morcemcrl "GRUPO PUMA", compuesta por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos, impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua, para aplicar con brocha, rodillo o pistola, para regularizar la absorción e incrementar la adherencia de morteros acrílicos.	0,220	3,80	0,84
mt28mop310ug	kg	Mortero acrílico Morcemcrl "GRUPO PUMA", color Blanco 100, compuesto por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos, antimoho y antiverdín, permeable al vapor de agua y con resistencia al envejecimiento, a la contaminación urbana y a los rayos UV, para revestimiento de paramentos exteriores.	2,500	3,84	9,60
mt15bas010a	m	Cordón de polietileno expandido de celdas cerradas, de sección circular de 6 mm de diámetro, para el relleno de fondo de junta.	0,170	0,06	0,01
mt15igp101a	Ud	Cartucho de masilla mono componente a base de polímeros híbridos, Pumalastic-Ms "GRUPO PUMA", de 290 cm <sup>3</sup> , con dureza Shore A aproximada de 40, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 550%, según UNE-EN ISO 8339.	0,020	8,00	0,16
			<b>Subtotal materiales:</b>		<b>44,65</b>
<b>2</b>	<b>Mano de obra</b>				
mo054	h	Oficial 1 <sup>a</sup> montador de aislamientos.	0,100	19,42	1,94
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,100	17,90	1,79
mo039	h	Oficial 1 <sup>a</sup> revocador.	0,600	18,89	11,33
mo079	h	Ayudante revocador.	0,600	17,90	10,74
			<b>Subtotal mano de obra:</b>		<b>25,80</b>
<b>3</b>	<b>Costes directos complementarios</b>				
	%	Costes directos complementarios	2,000	70,45	1,41
Coste de mantenimiento decenal: 7,10€ en los primeros 10 años.			<b>Costes directos (1+2+3):</b>		<b>71,86</b>

Sate	m <sup>2</sup>	Precio/m <sup>2</sup>
Paneles de EPS de 120 mm espesor	1023.17	71,86 €
<b>TOTAL</b>		<b>73.524,99 €</b>

**NAS011 m<sup>2</sup> Zócalo para sistema ETICS Traditerm "GRUPO PUMA" de aislamiento térmico por el exterior de fachadas. 68,28€**

Aislamiento térmico por el exterior de fachadas, con el sistema Traditerm XPS "GRUPO PUMA", con ETE 07/0054, compuesto por: panel rígido de poliestireno extruido, Traditerm Panel EPS "GRUPO PUMA" de dimensiones de 260x60x12 cm, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 80 mm de espesor, fijado al soporte con mortero Traditerm "GRUPO PUMA", aplicado manualmente y fijaciones mecánicas con taco de expansión de polipropileno Traditerm "GRUPO PUMA"; capa de regularización de mortero Traditerm "GRUPO PUMA", aplicado manualmente, armado con malla de fibra de vidrio, antiálcalis, Traditerm "GRUPO PUMA", de 5x4 mm de luz de malla, de 0,6 mm de espesor y de 195 g/m<sup>2</sup> de masa superficial; capa de acabado de mortero acrílico Morcemcrl "GRUPO PUMA", color Blanco 100, sobre imprimación acrílica Fondo Morcemcrl "GRUPO PUMA". Incluso perfiles de arranque Traditerm "GRUPO PUMA", de aluminio, perfiles de cierre superior Traditerm "GRUPO PUMA", de aluminio, perfiles de esquina Traditerm "GRUPO PUMA", de PVC con malla, masilla selladora mono componente Pumaelastic-Ms "GRUPO PUMA" y cordón de espuma de polietileno expandido de celdas cerradas para sellado de juntas. El precio incluye la ejecución de remates en los encuentros con paramentos, revestimientos u otros elementos recibidos en su superficie.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1 Materiales</b>					
mt28mop080x	m	Perfil de arranque Traditerm "GRUPO PUMA" de aluminio, de 60 mm de anchura, con goterón, para nivelación y soporte de los paneles aislantes de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior sobre la línea de zócalo; incluso kit de fijación para perfil.	0,170	5,53	0,94
mt28mop085w	m	Perfil de cierre superior, Traditerm Coronación "GRUPO PUMA", de aluminio, de 60 mm de anchura, para coronación de los paneles aislantes de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior.	0,170	16,03	2,73
mt28mop030k	kg	Mortero Traditerm "GRUPO PUMA", impermeable al agua de lluvia, permeable al vapor de agua y no propagador de la llama, para aplicar con llana, para adherir los paneles aislantes y como capa base, previo amasado con agua.	9,000	0,88	7,92
mt16pep010dd	m <sup>2</sup>	Panel rígido de poliestireno extruido, Traditerm Panel EPS "GRUPO PUMA", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 80 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 1,58 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,033 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego.	1,050	14,90	16,46
mt16pep100C	Ud	Taco de expansión de polipropileno Traditerm "GRUPO PUMA", de 110 mm de longitud, para fijación de placas aislantes.	8,000	0,21	1,68

mt28mop050e	m <sup>2</sup>	Malla de fibra de vidrio, antiálcalis, Traditem "GRUPO PUMA", de 5x4 mm de luz de malla, de 0,6 mm de espesor, de 160 g/m <sup>2</sup> de masa superficial y de 1x50 m, para armar morteros.	1,100	1,60	1,76
mt28mop070d	m	Perfil de esquina Traditem "GRUPO PUMA" de PVC con malla, para refuerzo de cantos.	0,300	1,27	0,38
mt28mop320d	kg	Imprimación acrílica Fondo Morcemcrl "GRUPO PUMA", compuesta por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos, impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua, para aplicar con brocha, rodillo o pistola, para regularizar la absorción e incrementar la adherencia de morteros acrílicos.	0,220	3,80	0,84
mt28mop310ug	kg	Mortero acrílico Morcemcrl "GRUPO PUMA", color Blanco 100, compuesto por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos, antimoho y antiverdín, permeable al vapor de agua y con resistencia al envejecimiento, a la contaminación urbana y a los rayos UV, para revestimiento de paramentos exteriores.	2,500	3,84	9,60
mt15bas010a	m	Cordón de polietileno expandido de celdas cerradas, de sección circular de 6 mm de diámetro, para el relleno de fondo de junta.	0,170	0,06	0,01
mt15igp101a	Ud	Cartucho de masilla monocomponente a base de polímeros híbridos, Pumalastic-Ms "GRUPO PUMA", de 290 cm <sup>3</sup> , con dureza Shore A aproximada de 40, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 550%, según UNE-EN ISO 8339.	0,020	8,00	0,16

**Subtotal materiales:** 40,87

## 2 Mano de obra

mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,100	19,42	1,94
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,100	17,90	1,79
mo039	h	Oficial 1ª revocador.	0,600	18,89	11,33
mo079	h	Ayudante revocador.	0,600	17,90	10,74

**Subtotal mano de obra:** 25,80

## 3 Costes directos complementarios

%	Costes directos complementarios	2,000	62,85	1,26
---	---------------------------------	-------	-------	------

Coste de mantenimiento decenal: 7,10€ en los primeros 10 años. **Costes directos (1+2+3): 68,28€**

Zócalo Sate	m <sup>2</sup>	Precio/m <sup>2</sup>
Paneles de XPS de 120 mm espesor	349.28	68,28 €
<b>TOTAL</b>		<b>23.848,84 €</b>

## Resumen SATE

	m <sup>2</sup>	Precio/m <sup>2</sup>	Subtotal
Sate EPS	1023.17	64,11 €	65.595,43 €
Zocalo Sate XPS	349.28	68,28	23.848,84 €

	<b>TOTAL</b>	<b>89.444,27 €</b>
--	--------------	--------------------

## Cubiertas

**NAN020 m<sup>2</sup> Aislamiento térmico por el exterior de cubiertas inclinadas, sobre soporte continuo de hormigón. 26,91€**

Aislamiento térmico por el exterior de cubiertas inclinadas, sobre soporte continuo de hormigón, formado por: panel rígido de poliestireno extruido, ChovAFOAM 300 R "CHOVA", según UNE-EN 13164, de superficie acanalada en sus dos caras y mecanizado lateral a media madera, de 100 mm de espesor, resistencia a compresión  $\geq 300$  kPa, resistencia térmica  $2,8 \text{ m}^2\text{K/W}$ , conductividad térmica  $0,036 \text{ W/(mK)}$ . Colocación en obra: a tope, con fijaciones mecánicas.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1 Materiales</b>					
mt08aaa010a	m <sup>3</sup>	Agua.	0,007	1,50	0,01
mt09mif010ca	t	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-5 (resistencia a compresión $5 \text{ N/mm}^2$ ), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	0,038	51,01	1,94
mt16pxc010lff	m <sup>2</sup>	Panel rígido de poliestireno extruido, ChovAFOAM 300 R "CHOVA", según UNE-EN 13164, de superficie acanalada en sus dos caras y mecanizado lateral a media madera, de 100 mm de espesor, resistencia a compresión $\geq 300$ kPa, resistencia térmica $2,8 \text{ m}^2\text{K/W}$ , conductividad térmica $0,036 \text{ W/(mK)}$ , Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300-DLT(2)5-DS(TH)-WL(T)0,7.	1,050	17,50	18,38
mt16aaa020ig	Ud	Fijación mecánica para paneles aislantes de poliestireno extruido, colocados directamente sobre la superficie soporte.	2,500	0,19	0,48
<b>Subtotal materiales:</b>					<b>20,81</b>
<b>2 Mano de obra</b>					
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,084	22,00	1,85
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,084	20,34	1,71
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,100	20,10	2,01
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>5,57</b>
<b>3 Costes directos complementarios</b>					
	%	Costes directos complementarios	2,000	26,38	0,53
Coste de mantenimiento decenal: 0,54€ en los primeros 10 años.			<b>Costes directos (1+2+3): 26,91€</b>		

Aislante en cubierta inclinada	m <sup>2</sup>	Precio/m <sup>2</sup>
Paneles de XPS de 100 mm espesor	1271.59	26,91€
<b>TOTAL</b>		<b>34.218,48 €</b>

**NIN010 m<sup>2</sup> Impermeabilización de cubiertas inclinadas, con láminas asfálticas. 9,63€**

Impermeabilización de cubiertas inclinadas, con una pendiente media del 5%, con lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30-FV, Morterplas SBS FV 3 KG "SOPREMA", con armadura de fieltro de fibra de vidrio de 60 g/m<sup>2</sup>, de superficie no protegida, tipo monocapa, totalmente adherida al soporte con soplete previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica sin cargas tipo EA Emufal Primer, "SOPREMA".

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1 Materiales</b>					
mt14ies010h	kg	Emulsión asfáltica aniónica sin cargas tipo EA Emufal Primer, "SOPREMA", según UNE 104231.	0,300	1,65	0,50
mt14lds010bb	m <sup>2</sup>	Lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30-FV, Morterplas SBS FV 3 KG "SOPREMA", masa nominal 3 kg/m <sup>2</sup> , con armadura de fieltro de fibra de vidrio de 60 g/m <sup>2</sup> , de superficie no protegida. Según UNE-EN 13707.	1,100	3,20	3,52
<b>Subtotal materiales:</b>					<b>4,02</b>
<b>2 Mano de obra</b>					
mo029	h	Oficial 1ª aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,130	21,41	2,78
mo067	h	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,130	20,34	2,64
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>5,42</b>
<b>3 Costes directos complementarios</b>					
	%	Costes directos complementarios	2,000	9,44	0,19
Coste de mantenimiento decenal: 0,39€ en los primeros 10 años.			<b>Costes directos (1+2+3): 9,63€</b>		

Impermeabilización	m <sup>2</sup>	Precio/m <sup>2</sup>
Cubiertas inclinadas	1271.59	9,63€
<b>TOTAL</b>		<b>12.245,41 €</b>

**NAU050 m<sup>2</sup> Aislamiento térmico de cubierta plana, no ventilada**

**20,91€**

Aislamiento térmico de cubierta plana transitable, no ventilada, tipo invertida, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado, con impermeabilización líquida; formado por panel rígido de poliestireno extruido, ChovAFOAM 300 M "CHOVA", según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 100 mm de espesor, resistencia a compresión  $\geq 300$  kPa.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1 Materiales</b>					
mt16pxc010jfc	m <sup>2</sup>	Panel rígido de poliestireno extruido, ChovAFOAM 300 M "CHOVA", según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 100 mm de espesor, resistencia a compresión $\geq 300$ kPa, resistencia térmica 2,8 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300-DLT(2)5-DS(TH)-WL(T)0,7.	1,050	17,50	18,38
<b>Subtotal materiales:</b>					<b>18,38</b>
<b>2 Mano de obra</b>					
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,050	22,00	1,10
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,050	20,34	1,02
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>2,12</b>
<b>3 Costes directos complementarios</b>					
	%	Costes directos complementarios	2,000	20,50	0,41
Coste de mantenimiento decenal: 0,42€ en los primeros 10 años.			<b>Costes directos (1+2+3): 20,91€</b>		

Aislante en cubierta plana	m <sup>2</sup>	Precio/m <sup>2</sup>
Paneles de XPS de 100 mm espesor	326,51	20,91€
<b>TOTAL</b>		<b>6827,32 €</b>

**NIG020 m<sup>2</sup> Impermeabilización de cubierta plana, con láminas asfálticas.**

**28,47€**

Impermeabilización de galerías y balcones, con lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP, con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 160 g/m<sup>2</sup>, de superficie no protegida, adherida con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB al soporte de mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m<sup>3</sup> de cemento y una proporción en volumen 1/6, con espesor medio de 4 cm y pendiente del 1% al 5%, acabado fratasado, y protegida con capa separadora. El precio no incluye la capa separadora ni el pavimento.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1 Materiales</b>					
mt09mor010c	m <sup>3</sup>	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m <sup>3</sup> de cemento y una proporción en volumen 1/6.	0,040	115,30	4,61
mt14iea020c	kg	Emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB, según UNE 104231.	0,300	1,74	0,52
mt14lba010g	m <sup>2</sup>	Lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP, de 3,5 mm de espesor, masa nominal 4 kg/m <sup>2</sup> , con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 160 g/m <sup>2</sup> , de superficie no protegida. Según UNE-EN 13707.	1,100	5,91	6,50
<b>Subtotal materiales:</b>					<b>11,63</b>
<b>2 Mano de obra</b>					
mo029	h	Oficial 1ª aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,390	21,41	8,35
mo067	h	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,390	20,34	7,93
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>16,28</b>
<b>3 Costes directos complementarios</b>					
	%	Costes directos complementarios	2,000	27,91	0,56
Coste de mantenimiento decenal: 1,14€ en los primeros 10 años.			<b>Costes directos (1+2+3): 28,47€</b>		

Impermeabilización	m <sup>2</sup>	Precio/m <sup>2</sup>
Cubiertas planas transitables	326,51	28,47€
<b>TOTAL</b>		<b>9295,74 €</b>

**Resumen arreglos cubiertas**

	m <sup>2</sup>	Precio/m <sup>2</sup>	Subtotal
Aislante en cubiertas inclinadas	1023,71	26,91	<b>34.218,48 €</b>
Impermeabilización	1023,71	9,63	<b>12.245,41 €</b>
Aislante en cubiertas planas transitables	326,51	20,91	<b>6827,32 €</b>
Impermeabilización	326,51	28,47	<b>9295,74 €</b>
<b>TOTAL</b>			<b>62,586.95 €</b>

## Carpinterías

### LCL060 Ud. Carpintería exterior de aluminio.

510,50€

Ventana de aluminio, gama media, con rotura de puente térmico, dos hojas correderas, dimensiones 1350x1750 mm, acabado lacado color blanco con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 33 mm y marco de 60 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco:  $U_{h,m}$  = desde 4,0 W/(m<sup>2</sup>K); espesor máximo del acristalamiento: 26 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 7A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, sellador adhesivo y silicona neutra para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra. El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1</b>		<b>Materiales</b>			
mt25pfx030aa	Ud.	Ventana de aluminio, gama media, con rotura de puente térmico, dos hojas correderas, dimensiones 1400x1750 mm, acabado lacado color blanco con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 33 mm y marco de 60 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 4,0 W/(m <sup>2</sup> K); espesor máximo del acristalamiento: 26 mm; con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 7A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210.	1,000	438,33	438,33
mt22www010a	Ud.	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo mono componente, neutro, super elástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	1,071	5,29	5,67
mt22www050a	Ud.	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura $\geq$ 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,504	4,73	2,38
<b>Subtotal materiales:</b>					<b>446,38</b>
<b>2</b>		<b>Mano de obra</b>			
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,496	21,69	32,45

114

mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,063	20,38	21,66
			<b>Subtotal mano de obra:</b>		<b>54,11</b>
<b>3</b>	<b>Costes directos complementarios</b>				
%	Costes directos complementarios		2,000	500,49	10,01
Coste de mantenimiento decenal: 56,16€ en los primeros 10 años.			<b>Costes directos (1+2+3):</b>		<b>510,50€</b>

Carpinterías más usada en el centro es de  $1.75 * 1.35 = 2.36 \text{ m}^2$

Coste por unidad= 510,50 €

Coste por metro cuadrado=  $510,50/2.36\text{m}^2 = 216,31 \text{ €/m}^2$

Carpinterías	m <sup>2</sup>	Precio/m <sup>2</sup>
Área total de carpinterías en todo el centro	327.36	216,31
<b>TOTAL</b>		<b>70.811,24 €</b>

**LSZ030 m<sup>2</sup> Celosía de lamas de aluminio. 116,75€**

Celosía fija de aluminio lacado con poliéster de al menos 60 micras de espesor, color a elegir, para montar en posición vertical, formada por lamas fijas, de sección ovalada, de 100x30 mm, colocadas en posición horizontal, marco de pletina, de 100x10 mm. Incluso pletinas para fijación mediante atornillado en obra de fábrica con tacos de nylon y tornillos de acero.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1</b>	<b>Materiales</b>				
mt26aaa033a	Ud	Anclaje mecánico con taco de nylon y tornillo de acero galvanizado, de cabeza avellanada.	4,000	0,29	1,16
mt25pce030b	m <sup>2</sup>	Celosía fija de aluminio lacado con poliéster de al menos 60 micras de espesor, color a elegir, para montar en posición vertical, formada por lamas fijas, de sección ovalada, de 100x30 mm, colocadas en posición horizontal, marco de pletina, de 100x10 mm.	1,000	99,00	99,00
			<b>Subtotal materiales:</b>		<b>100,16</b>
<b>2</b>	<b>Mano de obra</b>				
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	0,340	21,69	7,37
mo059	h	Ayudante cerrajero.	0,340	20,38	6,93
			<b>Subtotal mano de obra:</b>		<b>14,30</b>
<b>3</b>	<b>Costes directos complementarios</b>				
%	Costes directos complementarios		2,000	114,46	2,29
Coste de mantenimiento decenal: 29,19€ en los primeros 10 años.			<b>Costes directos(1+2+3):</b>		<b>116,75€</b>

Protección solar	m <sup>2</sup>	Precio/m <sup>2</sup>
Área total de carpinterías con protección solar	286.62	116.75€
<b>TOTAL</b>		<b>33.462,89 €</b>

Modelo de Encuesta



Encuesta de sensación térmica

CEIP La Raza - Aula 13 - Día 1

	Puertas		Iluminación		Persianas		Ventanas		Niños		Docente		Ocupación					Actividad física	
	Apertura	Cierre	Encendido de luces	Apagado de luces	Se suben las persianas	Se bajan las persianas	Se abren las ventanas	Se cierran las ventanas	Entrada de niños al aula	Salida de niños del aula	Entrada al aula	Salida del aula	0%	25%	50%	75%	100%	Salida del aula	Entrada al aula
7:00	<input type="checkbox"/>																		
7:30	<input type="checkbox"/>																		
8:00	<input type="checkbox"/>																		
8:30	<input type="checkbox"/>																		
9:00	<input type="checkbox"/>																		
9:30	<input type="checkbox"/>																		
10:00	<input type="checkbox"/>																		
10:30	<input type="checkbox"/>																		
11:00	<input type="checkbox"/>																		
11:30	<input type="checkbox"/>																		
12:00	<input type="checkbox"/>																		
12:30	<input type="checkbox"/>																		
13:00	<input type="checkbox"/>																		
13:30	<input type="checkbox"/>																		
14:00	<input type="checkbox"/>																		
14:30	<input type="checkbox"/>																		
15:00	<input type="checkbox"/>																		
15:50	<input type="checkbox"/>																		
16:00	<input type="checkbox"/>																		
16:30	<input type="checkbox"/>																		
17:00	<input type="checkbox"/>																		
17:30	<input type="checkbox"/>																		
18:00	<input type="checkbox"/>																		
18:30	<input type="checkbox"/>																		
19:00	<input type="checkbox"/>																		

¿Se han concentrado bien los niños?  SI  NO

¿Se ha realizado alguna actividad física en el aula?  SI  NO

¿Se ha realizado alguna actividad con personas adicionales dentro del aula?  SI  NO

¿Cuántas? \_\_\_\_\_ ¿Intervalo de tiempo? \_\_\_\_\_

Mucho calor +3  
 Bastante calor +2  
 Algo de calor +1  
 Ni frío, ni calor 0  
 Algo de frío -3  
 Bastante frío -2  
 Mucho frío -1

## Imágenes del centro



## Imágenes interiores de aulas

