

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



INFORME DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

“DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN EN LAS AULAS
PREFABRICADAS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA Y
SECUNDARIA DE MENORES N° 16003 MIRAFLORES – JAÉN –
CAJAMARCA”

Autores. : Bach. Lenin Jhonatan Castillo Vásquez.

Bach. Jair Jhoseph Nonalaya Córdova.

Asesora. : Mg. Doris de la Caridad Vasconcellos Vilató.

Jaén, Junio de 2019




ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


En la Sala de Docentes del Local Académico de la sede Central de la Universidad Nacional de Jaén ubicado en el distrito de Jaén de la provincia de Jaén, siendo las **4.00 p.m.** del día **trece del mes de Junio del año 2019**, se reunieron los docentes: **Mg. José Andrés Fernandez Mera (Presidente)**, **M. Sc. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez (Secretario)** y **Mg. Lenin Franchescoleth Nuñez Pintado (Vocal)**, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de trabajo de Tesis intitulado: **“Diseño del Sistema de Climatización en las Aulas Prefabricadas de la Institución Educativa Primaria y Secundaria de Menores N° 16003 - Miraflores - Jaén - Cajamarca”**, cuyos autores son los Bachilleres de Ingeniería Mecánica y Eléctrica **Lenin Jhonatan Castillo Vásquez y Jair Jhoseph Nonalaya Córdova** y Asesora **Mg. Doris de la Caridad Vasconcellos Vilató**, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa de la Tesis, el Jurado Evaluador **ACORDÓ: Aprobar** por Unanimidad a los Bachilleres de Ingeniería Mecánica y Eléctrica **Lenin Jhonatan Castillo Vásquez y Jair Jhoseph Nonalaya Córdova**, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota en escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
14	catorce	Bueno

En señal de conformidad, se procede a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.


Mg. José Andrés Fernandez Mera
Presidente Jurado Evaluador


M. Sc. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez
Primer Miembro Jurado Evaluador


Mg. Lenin Franchescoleth Nuñez Pintado
Segundo Miembro Jurado Evaluador

DEDICATORIA

Dedico todo este trabajo a mi familia y amigos, principalmente a mis padres que han sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos y oportunidad y recursos para lograrlo.

Lenin Jhonatan Castillo Vásquez

Dedico este trabajo a mi familia y amigos, principalmente a mi madre Celide del Carmen Córdova Iparraguirre que ha sido fundamental en mi formación académica y profesional, por brindarme la confianza, el esfuerzo, la oportunidad y los recursos necesarios para lograrlo.

Jair Jhoseph Nonalaya Córdova

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Jaén, en especial a la carrera profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial para todos nuestros familiares, amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito esta etapa de nuestras vidas, en especial a la Magíster en Ingeniería Doris de la Caridad Vasconcellos Vilató por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como haber tenido la paciencia para guiarnos durante todo el desarrollo de nuestra tesis.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	2
2.2 TRANSFERENCIA DE CALOR.....	3
2.2.1 Conducción.....	3
2.2.2 Convección	3
2.2.3 Radiación.....	4
2.2.4 Inercia térmica	4
2.3 CLIMATIZACIÓN.....	4
2.3.1 Historia	4
2.3.2 Definición	5
2.3.3 <i>Confort</i> térmico	6
2.4 CONDICIONES AMBIENTALES.....	6
2.4.1 Temperatura.....	6
2.4.2 Humedad.....	7
2.4.3 Velocidad del aire.....	7
2.4.4 Iluminación.....	7
2.4.5 La ofimática	7
2.4.6 Factor humano y ocupación.....	7
2.5 SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN	8
2.5.1 Sistema todo refrigerante o VRF.....	8
2.6 IMPORTANCIA DE LA CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN EN ESCUELAS.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	13
3.2 ESTUDIO DE LA EDIFICACIÓN	13
3.3 METODOLOGÍA DEL CÁLCULO TÉRMICO	15
3.4 CARGAS INTERNAS	16
3.5 CARGAS EXTERIORES.....	18
3.6 SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	20
3.7 PRINCIPALES MATERIALES UTILIZADOS	21
3.7.1 <i>Software</i> Tecnoclima V-2.0	21
3.7.2 <i>Software</i> SketchUp 2018.....	21
3.7.3 Pinza amperimétrica	21
3.7.4 Wincha.....	22

3.7.5	Termómetro ambiental.....	22
3.7.6	Cinta métrica.....	23
3.8	CÁLCULOS.....	23
3.8.1	Cálculo aula primero “A”.....	23
3.8.2	Cálculo aula primero “B”.....	31
3.9	CAPACIDAD FRIGORÍFICA.....	39
3.9.1.	Cálculo.....	39
3.10	SELECCIÓN DEL EQUIPO.....	40
3.11	PROTECCIÓN DEL EQUIPO.....	40
3.12	UBICACIÓN.....	41
3.13	VALORACIÓN ECONÓMICA.....	43
3.13.1	Costo inicial e instalación.....	43
3.13.2	Costo de operación.....	44
3.13.3	Costo de mantenimiento.....	45
3.13.4	Costo total.....	46
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	51
V.	CONCLUSIONES.....	53
VI.	RECOMENDACIONES.....	54
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
	ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1:	Resumen por aula.....	39
Cuadro 2:	Costo de equipos e instalación.....	43
Cuadro 3:	Cálculo de Costo de Operación.....	44
Cuadro 4:	Periodicidad y costos de mantenimiento preventivo.....	46
Cuadro 5:	Resumen total de costos.....	46
Cuadro 6:	Flujo de caja proyectado.....	47
Cuadro 7:	Valor actual neto(VAN).....	49
Cuadro 8:	Tasa nterna de retorno (TIR).....	49
Cuadro 9:	Relción costo beneficio.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. María Blender + arquitectura y energía.	8
Figura 2. Esquema de un sistema VRF.	9
Figura 3. Equipo Split fijo.	9
Figura 4. Equipo Split móvil.	10
Figura 5. Equipo Multisplit.	10
Figura 6. Equipo Aire zona.....	11
Figura 7. Ubicación de la Institución Educativa N° 16003 Miraflores.	13
Figura 8 Ubicación de estación meteorológica.....	14
Figura 9. Componentes de ganancia de calor en un ambiente.....	15
Figura 10. Cálculo de equipos a gas.	16
Figura 11. Cálculo de equipos eléctricos.....	17
Figura 12. Cálculo cargas térmicas de personas.....	17
Figura 13. Cálculo carga térmica en luminarias.....	17
Figura 14.Cálculo de carga térmica en paredes.....	18
Figura 15. Carga térmica en el techo.....	18
Figura 16. Cálculo de cargas en vidrios.	19
Figura 17.Cálculo de cargas en el piso.	19
Figura 18.Cálculo de cargas total.	20
Figura 19. Pinza amperimétrica y sus componentes.....	21
Figura 20. Wincha de 5 metros.....	22
Figura 21. Termómetro ambiental de madera.	22
Figura 22. Cinta Métrica Flexible.	23
Figura 23. Cálculo de personas en aula primero "A".	24
Figura 24. Cálculo de luminarias en aula primero "A".	24
Figura 25 Cálculo de paredes norte y sur en aula primero "A".....	25
Figura 26. Cálculo de pared oeste en aula primero "A".....	26
Figura 27. Cálculo de pared este en aula primero "A".	27
Figura 28. Cálculo de Techo en aula primero "A".	28
Figura 29. Cálculo de ventanas oeste en aula primero "A".	29
Figura 30. Cálculo de ventana este en aula primero "A".	30
Figura 31. Valor total cálculo aula primero "A".	30

Figura 32. Cálculo de Personas en aula primero "B".	31
Figura 33 Cálculo de Luminarias en aula primero "B".	31
Figura 34. Cálculo de Paredes Este y Oeste en aula primero "B".	32
Figura 35. Cálculo de Pared Norte en software TecnoClima v2.0. Aula primero "B".	33
Figura 36. Cálculo de Pared Sur en aula primero "B".	35
Figura 37. <i>Cálculo de Techo en aula primero "B"</i> .	36
Figura 38. Cálculo de Ventana Norte en aula primero "B".	37
Figura 39. Cálculo de Ventana Sur en aula primero "B".	38
Figura 40. Valor Total Cálculo de Primero "B".	38
Figura 41. Diagrama unifilar de los sistemas de climatización.	41
Figura 42 Modelamiento aula primero "B".	42
Figura 43. Modelamiento aula primero "A".	42

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN EN LAS AULAS
PREFABRICADAS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA
Y SECUNDARIA DE MENORES N° 16003 MIRAFLORES – JAÉN –
CAJAMARCA”**

RESUMEN

En la presente tesis “Diseño del sistema de climatización en las aulas prefabricadas de la Institución Educativa Primaria y Secundaria de Menores N° 16003 Miraflores – Jaén - Cajamarca.” Se estudiaron las aulas prefabricadas para obtener sus dimensiones geométricas, cantidad de personas concurrentes, cantidad de accesorios y medidas de temperaturas interiores y exteriores de las mismas, así mismo se tuvo en cuenta las condiciones internas y externas del lugar, dicha información se utilizó en el software Tecno Clima versión 2.0, del cual se logró estimar la carga térmica de cada una de las aulas, así como se calculó la capacidad frigorífica de los sistemas a utilizar. Con dichos datos se determinó que el sistema de climatización por refrigerante es mejor para nuestra tesis, debido a su consumo energético, costo económico, y mantenimiento en las instalaciones, seleccionado el sistema se realizó una valoración económica y técnica en algunas empresas a nivel local del sistema requerido, llegando a concluir el tipo y modelo de acondicionador de aire a utilizar, para finalizar la tesis se realizó un modelamiento de la ubicación de los sistemas seleccionados en las aulas prefabricadas con el software Sketchup versión 2018.

PALABRAS CLAVES: climatización, carga térmica, confort, capacidad frigorífica, valoración económica.

ABSTRACT

In this thesis "Design of the air conditioning system in the prefabricated classrooms of the Primary and Secondary Educational Institution of Minors No. 16003 Miraflores - Jaén - Cajamarca." The prefabricated classrooms were studied to obtain their geometric dimensions, number of concurrent people, number of accessories and measurements of indoor and outdoor temperatures of the same, likewise took into account the internal and external conditions of the place, this information was used in Tecno Clima software version 2.0, which was able to estimate the thermal load of each one of the classrooms, as well as the cooling capacity of the systems to be used. With these data it was determined that the cooling system for refrigerant is better for our thesis, due to its energy consumption, economic cost, and maintenance in the facilities, selected the system was an economic and technical assessment in some companies at the local level of the required system, arriving to conclude the type and model of air conditioner to be used, to finalize the thesis a modeling of the location of the systems selected in the prefabricated classrooms was carried out with the software Sketchup version 2018.

KEY WORDS: air conditioning, thermal load, comfort, refrigeration capacity, economic valuation.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas de climatización son cada vez más utilizados para regular en las edificaciones las variaciones exteriores y condiciones del clima, debido a su alta capacidad para brindar *comfort* durante el desarrollo de las actividades que realizan las personas en el día a día.

La aplicación de los sistemas de climatización se ha hecho indispensable en todo edificio moderno, porque el aire acondicionado no es un lujo como muchas veces se considera, sino una necesidad, ya que está destinado no solo para el *comfort* térmico de los ocupantes sino también básicamente para preservar la salud humana y como un requisito para diferentes procesos, además del óptimo funcionamiento de dispositivos.

La Institución Educativa Primaria y Secundaria de Menores N° 16003 Miraflores – Jaén - Cajamarca, se encuentra ubicado en el Sector Miraflores de nuestra ciudad, requiere del funcionamiento de un sistema climatizado que le permita, mejorar las condiciones de comodidad a los alumnos y docentes vinculados a esta Institución, por este motivo se deriva el siguiente problema de investigación:

¿Son adecuadas las condiciones térmicas en las aulas prefabricadas de la Institución Educativa Primaria y Secundaria de Menores N° 16003 Miraflores – Jaén - Cajamarca?

Para resolver el problema se planteó el siguiente objetivo general “Diseñar el sistema de climatización en las aulas prefabricadas de la Institución Educativa Primaria y Secundaria de Menores N° 16003 Miraflores – Jaén - Cajamarca”. Para lograr este diseño tuvimos que estimar la carga térmica de cada una de las áreas de las aulas prefabricadas utilizando el software TecnoClima v-2.0 con este resultado se determinó la capacidad frigorífica de los sistemas a instalar, una vez obtenida la capacidad frigorífica necesaria se procedió a la selección del equipo entre los diferentes sistemas de climatización comerciales. Se realizó el modelamiento de la ubicación de los equipos mediante el software SketchUp 2018, para culminar se llevó a cabo una valoración económica y técnica de los sistemas a instalar.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

“Implementación de un sistema para climatizar una planta de fabricación de semisólidos”. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Recomienda instalar un sistema de automatización para ahorro de energía, esto disminuirá considerablemente el consumo de energía en cualquier establecimiento. (Tarazona Rodriguez, 2013).

“Diseño del sistema de climatización para una Edificación multifuncional”. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Recomienda que cuando se selecciona el tipo de sistema de climatización entre diversas alternativas, económicamente hablando no solo basta con considerar los costos de inversión inicial (costo de instalación) sino también se debe contemplar los costos de mantenimiento y operación. (Rivera Ramos, 2012).

“Diseño del sistema de climatización para una Edificación multifuncional”. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Afirma que es importante conocer el espacio que se dispone para los equipos del sistema de climatización, debido a que es un factor muy importante a la hora de seleccionar el tipo de sistema. (Rivera Ramos, 2012).

“Criterios para Selección de equipos Mecánicos en Sistemas de Aire Acondicionado que utilizan equipos Chiller entre 60 y 110 toneladas”. Universidad de San Carlos de Guatemala, México. Afirma que un sistema de aire acondicionado central es más eficaz cuando se utiliza un método de enfriamiento indirecto, con agua fría hasta los serpentines de las manejadoras, que utilizar un sistema de enfriamiento directo, con gas refrigerante hasta las manejadoras, ya que cuanto más lejos estén localizadas éstas del chiller, los compresores realizarán trabajo extra de bombeo de refrigerante. (Quezada Escobar, 2006).

“Propuesta y diseño de una unidad manejadora y una condensadora”. Universidad Nacional Autónoma, México. Recomienda que para iniciar el proceso de diseño de un sistema de enfriamiento es necesario conocer las condiciones climáticas del lugar en donde va a operar este, pues estas afectan directamente los estados termodinámicos de los cálculos. Así mismo recomienda que se debe de contar con datos proporcionados por estaciones meteorológicas o bien monitorear con termo higrómetros estas condiciones en sitio para precisar todos los parámetros de diseño del sistema. (Morillón Gálvez & Torres Rodríguez, 2007).

“Diseño de un sistema de climatización inteligente para un aula de clases”. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Demostró que el sistema de refrigeración para la climatización de cualquier tipo de recinto necesita desde el punto de vista de la economía de funcionamiento las siguientes metodologías, que conllevan a un ahorro de energía. (Morales Quispe, 2004).

- Control de presión de condensación.
- Sistema de auto mantenimiento.
- Termostato programable.

2.2 TRANSFERENCIA DE CALOR

La transferencia de calor se produce normalmente desde un objeto con alta temperatura, a otro objeto con temperatura más baja. La transferencia de calor cambia la energía interna de ambos sistemas implicados, de acuerdo con la primera ley de la Termodinámica. (M Olmo, s.f.).

2.2.1 Conducción

La conducción es la transferencia de calor, por medio de la excitación molecular en el interior del material, sin ningún tipo de movimiento entre los objetos. Si un extremo de una barra de metal está a una temperatura más alta, entonces se transferirá energía hacia el extremo más frío, debido a las colisiones de partículas de alta velocidad con las más lentas, produciéndose una transferencia neta de energía hacia estas últimas. (M Olmo, s.f.).

2.2.2 Convección

La convección es la transferencia de calor por medio del movimiento de una masa fluida, tal como el aire o el agua. Cuando estos se calientan se mueven hacia fuera de la fuente de calor,

transportando consigo la energía. La convección por encima de una superficie caliente ocurre porque, cuando se calienta el aire en contacto con la superficie, se expande, se hace menos denso, y se eleva. De igual manera, el agua caliente es menos densa que la fría y por tanto se eleva, originando corrientes de convección que transportan energía (M Olmo, s.f.).

2.2.3 Radiación

Es el calor emitido por un cuerpo debido a su temperatura, en este caso no existe contacto entre los cuerpos, ni fluidos intermedios que transporten el calor. Simplemente por existir un cuerpo A (sólido o líquido) a una temperatura mayor que un cuerpo B existirá una transferencia de calor por radiación de A a B. (Carlos, Nergiza, 2013).

2.2.4 Inercia térmica

Es la capacidad que tiene la masa de conservar la energía térmica recibida e ir liberándola progresivamente, disminuyendo de esta forma la necesidad de aportación de climatización. (Construible.es, s.f.).

La inercia térmica o capacidad de almacenar energía de un material depende de su masa, su densidad y su calor específico. Edificios de gran inercia térmica tienen variaciones térmicas más estables ya que el calor acumulado durante el día se libera en el período nocturno, esto quiere decir que a mayor inercia térmica mayor estabilidad térmica. (Construible.es, s.f.).

2.3 CLIMATIZACIÓN

2.3.1 Historia

Las primeras instalaciones de climatización que existieron se utilizaron para ambientes industriales y se remontan al comienzo del siglo XX en los EE UU (a finales del XIX). A partir de ahí, los avances tecnológicos de los fabricantes y la forma de trabajar en el diseño de la propia instalación por parte de las ingenierías fueron sufriendo transformaciones, hasta llegar a los años 60, década en la que el sector, influido por la tecnología procedente de Estados Unidos, en España durante un tiempo sólo se instalaban sistemas de *fan-coils* o de caudal de aire variable. (Llopis, 2017).

A finales de la década de los 60, se fabricaban aparatos autónomos de acondicionamiento de aire de 9.000 a 90.000 frigorías/h, de condensación por agua y, salvo algunos accesorios, todo era de fabricación española. (Llopis, 2017).

En la década de los 60 se calculaban las instalaciones en régimen permanente, no porque se desconociera la existencia del régimen transitorio, con sus secuelas de acumulación y retraso de la carga térmica, sino por la imposibilidad de solventar en tiempo las ecuaciones diferenciales que rigen la transferencia térmica. Las instalaciones en general eran diseñadas con el criterio prácticamente único de dar las prestaciones adecuadas, especialmente en el momento punta. No se hablaba de energía, de su coste, ni de su escasez, y mucho menos de cómo afectaba al medio ambiente. (Llopis, 2017).

2.3.2 Definición

Según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE-España) define la climatización como dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, calidad del aire y nivel de ruido, necesarias para el bienestar de las personas y/o la conservación de cosas.

La climatización trata de un proceso donde se aprovechan las diferencias de temperaturas existentes entre dos ambientes diferentes. Muchas veces se llama climatización simplemente a mejorar la disipación de calor, la ventilación forzada puede ser un método de refrigeración, ya que ayuda a sustituir el aire caliente o viciado por aire fresco. (ASHRAE, 2001).

Podríamos definir también que la climatización comprende tres cuestiones fundamentales: la ventilación, la calefacción, o climatización de invierno, y la refrigeración o climatización de verano. (ASHRAE, 2001).

Un factor importante para controlar en el diseño del sistema de climatización es el ruido, para lo cual se deberá tener consideraciones especiales de acuerdo con el tipo de aplicación (salas de grabación, salas de cine, auditorios, oficinas, centros comerciales, etc.). Por tal razón se deberá poner énfasis en la utilización de dispositivos atenuantes o reductores de ruido según la aplicación. (Rivera Ramos, 2012).

La mayor parte de la climatización de ambientes se usa para dar *comfort* térmico a las personas, sin embargo, también se emplea para obtener las condiciones que se requieren en determinados procesos. (Rivera Ramos, 2012).

Para mantener un ambiente a la temperatura y humedad deseados son necesarios algunos procesos llamados acondicionamiento del aire. Estos procesos incluyen el calentamiento simple, el enfriamiento simple, la humidificación y la deshumidificación (Rivera Ramos, 2012).

2.3.3 *Comfort* térmico

El *comfort* térmico es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. Según la norma ISO 7730 el *comfort* térmico “es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”.

El *comfort* térmico depende de varios parámetros globales externos, como la temperatura del aire, la velocidad de este, el nivel de ruido y la humedad relativa, y otros específicos internos como la actividad física desarrollada, la cantidad de ropa o el metabolismo de cada individuo. (Construible.es, 2008).

Para llegar a la sensación de *comfort*, el balance global de pérdidas y ganancias de calor debe ser nulo, conservando de esta forma nuestra temperatura normal, es decir cuando se alcanza el equilibrio térmico. (Construible.es, 2008).

2.4 CONDICIONES AMBIENTALES

2.4.1 Temperatura

La temperatura seca del aire es la temperatura a la que se encuentra el aire que rodea al individuo. La diferencia entre esta temperatura y la de la piel de las personas determina el intercambio de calor entre el individuo y el aire, a este intercambio se le denomina «intercambio de calor por convección». También existe el intercambio de calor por radiación entre unas y otras superficies del ambiente (piel, máquinas, cristales, paredes, techos, etc.). (Rusiñol., 2007).

2.4.2 Humedad

La humedad es el contenido de vapor de agua contenido en el aire. El mecanismo por el cual se elimina calor del organismo es a través de la transpiración. Cuanta más humedad haya, menor será la transpiración; por eso es más agradable un calor seco que un calor húmedo. Un valor importante relacionado con la humedad es el de la humedad relativa, que es el porcentaje de humedad que tiene el aire respecto al máximo que admitiría. (Rusiñol., 2007).

2.4.3 Velocidad del aire

La velocidad del aire interviene de forma directa en el balance térmico y en la sensación térmica, ya que, según sea la velocidad, variará la capa de aire que nos aísla y aumentará la evaporación del sudor. (Rusiñol., 2007).

2.4.4 Iluminación

La iluminación es un factor de calentamiento importante. Se estima en una carga de entre 15 a 25 W/m². Muchos grandes almacenes modernos pueden calentarse gracias únicamente a su sistema de iluminación y al calor producido por los usuarios. (Termigo, 2017).

2.4.5 La ofimática

La proliferación de aparatos electrónicos, ordenadores, impresoras, y fotocopiadoras, que forman parte de las oficinas modernas, generan cargas térmicas importantes. (Termigo, 2017).

2.4.6 Factor humano y ocupación

La manera de vestir, el nivel de actividad y el tiempo durante el cual las personas permanecen en la misma situación, influye sobre la comodidad Térmica. El número de ocupantes aumenta en los edificios, generando cada uno entre 80 y 150 W de carga térmica, según la actividad realizada (Termigo, 2017).

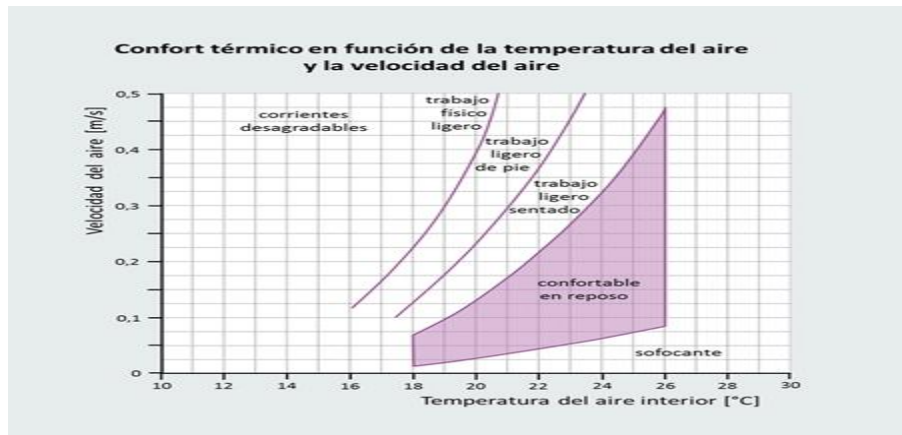


Figura 1. María Blender + arquitectura y energía.

Fuente: portal de eficiencia energética y sostenibilidad en arquitectura y edificación.

2.5 SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Se introduce en los locales, para conseguir junto con los elementos terminales o equipos, las condiciones adecuadas para el ambiente a climatizar.

2.5.1 Sistema todo refrigerante o VRF

“Estos sistemas también llamados de caudal variable de refrigerante, utilizan refrigerante para climatizar, se emplean en instalaciones de pequeña o mediana potencia. El sistema VRF pretende eliminar conversiones intermedias, quedando el flujo de energía en solamente aire-gas-aire”. (Carlos, Nergiza, 2014). En general funciona con los siguientes elementos:

Unidad exterior: funciona de forma similar a una unidad exterior de aire acondicionado normal, aunque de forma más compleja, a través de la energía eléctrica y el aire exterior consigue evaporar/condensar un gas que luego distribuye por una tubería de salida (Carlos, Nergiza, 2014).

Distribución de gas: un par de tuberías de cobre aisladas distribuyen el gas refrigerante por la instalación (Carlos, Nergiza, 2014).

Unidades interiores: aquí se producen la evaporación/condensación del gas, intercambiando la energía térmica con el aire y por lo tanto calentándolo o enfriándolo. (Carlos, Nergiza, 2014).

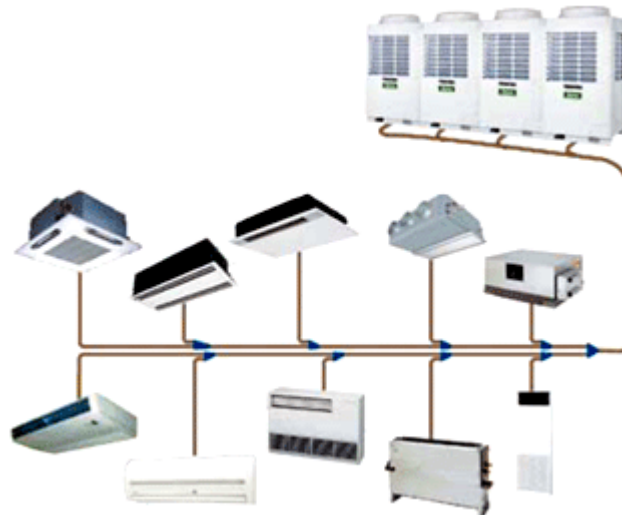


Figura 2. Esquema de un sistema VRF.
Fuente: Nergiza.com

Un ejemplo de climatización con estos sistemas lo podemos ver en la siguiente infografía:

consumer.es A B Tipos de aire acondicionado

Tipos de aire acondicionado
EQUIPO DIVIDIDO O SPLIT

1- Split fijo
Es el más demandado del mercado y el más económico en su instalación

Equipos evapora-dor/ventilador ubicado en el interior.

Equipos compresor ubicado en el exterior

Exterior

Interior

Esta infografía muestra un modelo de un equipo Split fijo. El sistema está dividido en dos partes: una parte interior que actúa como evaporador y ventilador, y una parte exterior que actúa como compresor. Se indica que el equipo interior se ubica dentro del espacio a climatizar, mientras que el equipo exterior se ubica fuera del edificio. El diagrama también muestra la conexión de tuberías entre ambos componentes.

Figura 3. Equipo Split fijo.
Fuente: obtenida de Ovacen.com

EQUIPO DIVIDIDO O SPLIT

2- Split móvil

Se puede trasladar de habitación y su instalación no requiere la intervención de un profesional. Sin embargo, la gama de potencias es limitada y consume mucha energía. Sólo resulta aconsejable cuando la complejidad de la instalación hace inviable otro tipo de climatizador.

Equipo evaporador/ventilador
ubicado en el interior.

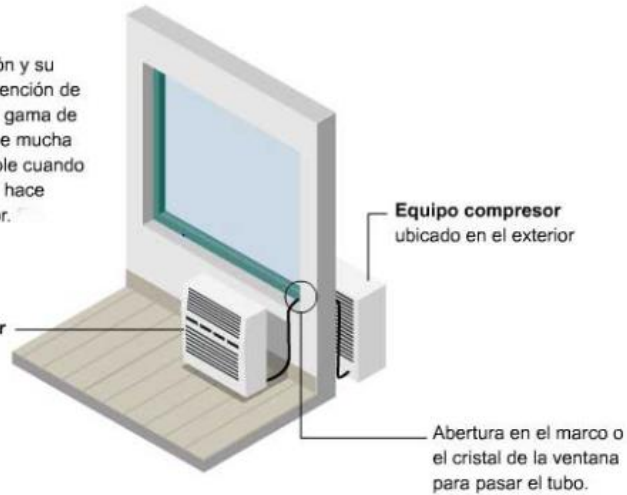


Figura 4. Equipo Split móvil.

Fuente: obtenida de Ovacen.com

EQUIPO DIVIDIDO O SPLIT

3- Multisplit

Sistema Split con varias unidades interiores, lo que permite climatizar toda la vivienda (recomendable en casas de más de 100 metros cuadrados y en las unifamiliares ubicadas en zonas de climas muy calurosos).

Equipos evaporador/ventilador
En cada ambiente que lo requiera.

Equipo compresor
ubicado en el exterior, provee a todas las unidades interiores.

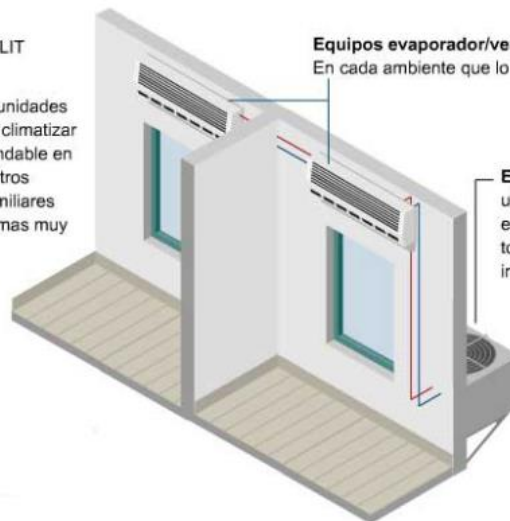


Figura 5. Equipo Multisplit.

Fuente: obtenida de Ovacen.com

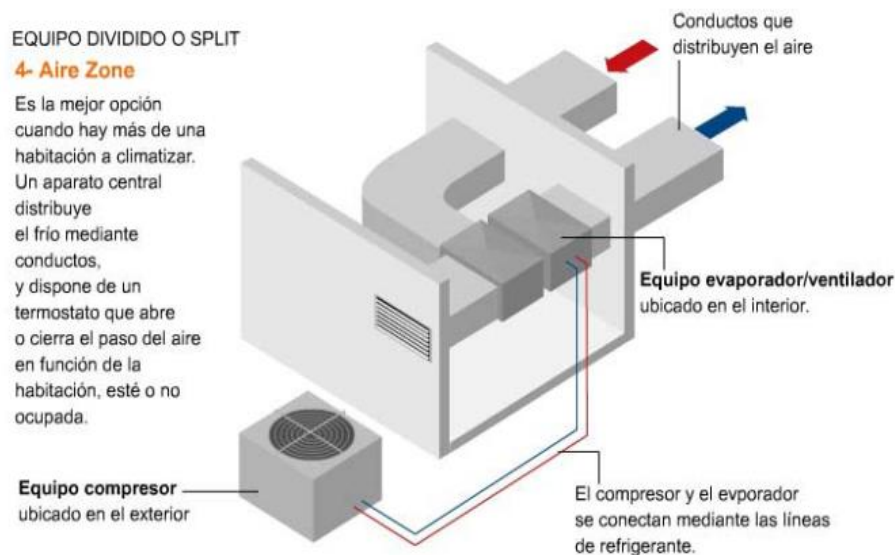


Figura 6. Equipo Aire zona.
Fuente: obtenida vía Consumer.es

Ventajas de los sistemas VRF

- Máxima zonificación. Cada usuario o espacio dispone de su control.
- Fácil diseño.
- Facilidad de montaje.
- Mantenimiento mínimo.
- Alta fiabilidad.
- Bajos niveles sonoros.
- Eficiencia energética y ahorro de energía. Elevados rendimientos y tecnología inverter (compresor + válvulas electrónicas = ajuste de la capacidad a la demanda).
- Reducido espacio de instalación de las unidades exteriores (unidades exteriores compactas).
- Elevada flexibilidad, en cuanto a: trazados de los circuitos, longitudes del sistema, número de unidades interiores por sistema.
- Fácil adaptación a cambios.
- Menores espacios de paso de tuberías.
- Reducidos costes de explotación.
- Múltiples tipos de unidades interiores.
- Funcionamiento en modo calor a bajas temperaturas (te =-20 °C).
- Versátiles sistemas de control (locales, centrales o en red).
- Posibilidad de contabilizar el consumo energético de cada usuario. (Gerfri, 2016).

Desventajas de los sistemas VRF

- Entre las principales desventajas que se les achacan a los sistemas VRF destaca su elevado coste inicial. (Gerfri, 2016).
- Distribución de refrigerante por medio de una red de tuberías de cobre susceptible a fugas. (Gerfri, 2016).

2.6 IMPORTANCIA DE LA CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN EN ESCUELAS.

La temperatura juega un papel muy importante para que un salón de clases sea confortable. Cuando la temperatura de un aula es elevada, el profesor reduce la calidad de su clase por la incomodidad del ambiente y los alumnos se distraen con mayor facilidad debido al calor (Molina, 2017).

El profesor de la Universidad de Durham (Reino Unido) Steve Higgins, en su revisión literaria 'El impacto de los ambientes educativos', subraya una evidencia clara de que "ambientes de aprendizaje extremadamente pobres tienen un efecto negativo en los estudiantes y el personal docente", así como que, al mejorarlo, "se obtienen beneficios significativos".

La temperatura correcta a la que el ser humano puede realizar de forma efectiva cualquier tarea (incluidas las tareas intelectuales) se sitúa entre los 18 y los 22 grados. De este modo, una temperatura inadecuada dificulta el aprendizaje de los alumnos y el correcto desarrollo de una clase. De hecho, cuando las temperaturas se sitúan por debajo de 10 grados o por encima de 25, la capacidad de prestar atención disminuye de manera significativa, lo que conlleva alumnos distraídos y profesores menos resolutivos. (Endesa, 2017).

La climatización en las escuelas se debe tener en cuenta por las siguientes razones:

- Cuando la temperatura de un aula es elevada, el profesor también reduce la calidad de su clase por la incomodidad del ambiente.
- Los alumnos se distraen con mayor facilidad debido al calor.
- Es más probable que se presente riesgos como deshidratación y dolores de cabeza agudos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el presente informe se realizará una investigación aplicada. “La investigación aplicada es la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, en la mayoría de los casos, en provecho de la sociedad” (Álvarez, 2010), se tomó este tipo de investigación debido a que se aplicó los conocimientos ya adquiridos en beneficio de la Institución Educativa Primaria y Secundaria de Menores N° 16003 Miraflores – Jaén - Cajamarca.

3.2 ESTUDIO DE LA EDIFICACIÓN

Con el marco teórico y metodológico recopilado, se diseñó un sistema eficiente de climatización. Las aulas prefabricadas están construidas por estructuras metálicas casi en su totalidad a excepción de las ventanas que es de vidrio simple y es piso de triplay.

3.2.1 Ubicación

La Institución Educativa Primaria y Secundaria de Menores N° 16003 Miraflores – Jaén - Cajamarca está ubicado en la intersección de las calles Tupac Amaru y Tahuantinsuyo, sector Miraflores, Jaén, Cajamarca, Perú.

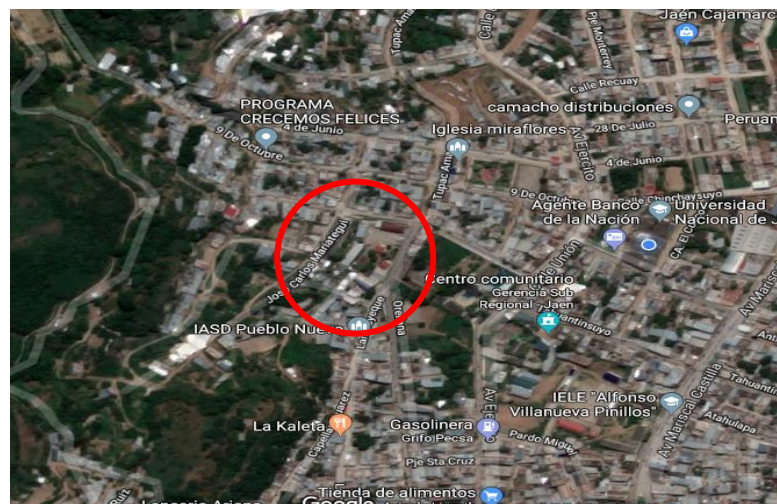


Figura 7. Ubicación de la Institución Educativa N° 16003 Miraflores.

Fuente: Google Maps.

3.2.2 Ubicación de estación meteorológica

La estación meteorológica Jaén, tipo convencional, perteneciente al Senamhi esta ubicada en la carretera Jaén – San Ignacio.

Altura sobre el nivel del mar : 632 m.s.n.m.
Latitud : 5° 40' 36.64" S
Longitud : 78° 46' 37.96" O

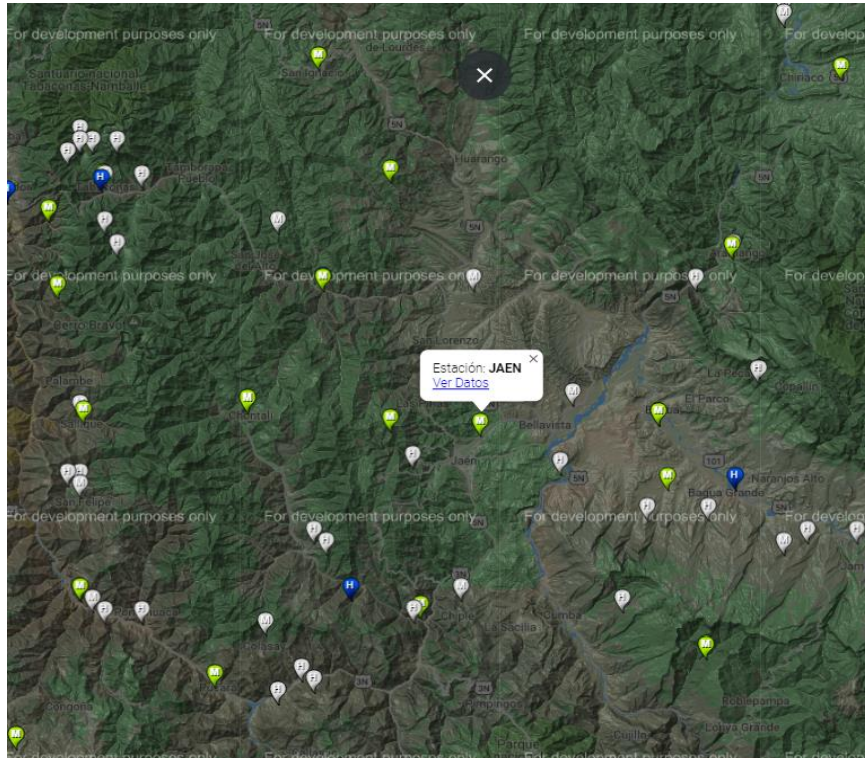


Figura 8 Ubicación de estación meteorológica.
Fuente: Senamhi.

3.2.3 Parámetros de diseño

Estos parámetros son utilizados en el diseño del sistema de climatización y representan las condiciones máximas bajo las cuales se opera de manera eficaz.

3.2.4 Condiciones ambientales

Localidad : Jaén, Cajamarca.
Altura sobre el nivel del mar : 729 m.s.n.m.
Latitud : 5° 42' 24.1884" S
Longitud : 78°48' 29.9156" O

3.2.5 Condiciones exteriores e interiores

En condiciones exteriores se utilizan los datos proporcionados por SENAMHI, y en las condiciones interiores son las requeridas para la zona de *confort*.

En las tablas de ANEXOS se muestran temperaturas máximas y mínimas desde el mes de enero al mes de diciembre del año 2018 en la ciudad de Jaén.

3.2.6 Cargas de climatización

La carga térmica, también nombrada carga de enfriamiento, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área, para establecer determinadas condiciones de temperatura y humedad.



Figura 9. Componentes de ganancia de calor en un ambiente.
Fuente: Consideraciones en el cálculo de cargas térmicas en viviendas.

3.3 METODOLOGÍA DEL CÁLCULO TÉRMICO

Para la realización de este proyecto se necesitó realizar el estimado de la carga térmica, para ello se tuvo en cuenta todas las cargas tanto interiores como exteriores, régimen de funcionamiento de las instalaciones y utilización del recinto que debe climatizarse. (Carrier, 1980).

Para el estimado de la carga térmica se usó el *software* Tecno Clima V – 2. Estos cálculos tienen un nivel de confianza del 95%.

3.3.1. Características

La mayor concentración de carga térmica está en el aula y es generada por:

- Personas asistentes.
- Iluminación.
- Equipos y artefactos eléctricos.
- Efecto solar.
- Entre otros

3.4 CARGAS INTERNAS

Dichas cargas son las que se encuentran dentro del local. Las cargas pueden ser de personas dentro del lugar o también de algunos equipos utilizados en el interior del mismo los cuales generan calor.

3.4.1. Equipos de gas

Para esta carga se tiene en cuenta los equipos de gas (cafetera, horno de hogar, tostador continuo, asador), se debe conocer su potencia (W), tipo de carga y la cantidad de estos.



Figura 10. Cálculo de equipos a gas.
Fuente: Software TecnoClima V 2.0

3.4.2. Equipos eléctricos

Son los equipos ubicados en el interior del local, al igual que los equipos de gas se tiene en cuenta algunos parámetros como la cantidad de equipos, su tipo de carga, algunos ejemplos son: micrófonos, parlantes, proyector, etc.

Figura 11. Cálculo de equipos eléctricos.
Fuente: Software TecnoClima V 2.0

3.4.3. Personas

Es la carga térmica que emiten los alumnos asistentes dentro de las aulas prefabricadas, se tiene en cuenta el grado de actividad que efectúan los alumnos.

Figura 12. Cálculo cargas térmicas de personas.
Fuente: Software TecnoClima V 2.0

3.4.4. Luminarias

Es la ganancia de calor por iluminación, en el local se tienen focos incandescentes y fluorescentes, se obtendrá los datos técnicos de cada uno de ellos para su calculo correspondiente.

Figura 13. Cálculo carga térmica en luminarias.
Fuente: Software TecnoClima V 2.0

3.5 CARGAS EXTERIORES

Cargas exteriores o también llamadas cargas por transmisión, son todas las cargas del local en interacción con el exterior. Existen cargas a través de las paredes, pisos, vidrios y techo.

3.5.1. Paredes

El flujo de calor a través de las paredes exteriores conduce la temperatura desde el exterior al interior esto se debe por la energía radiante absorbida. Para su cálculo se tiene que considerar la construcción del local y su área.

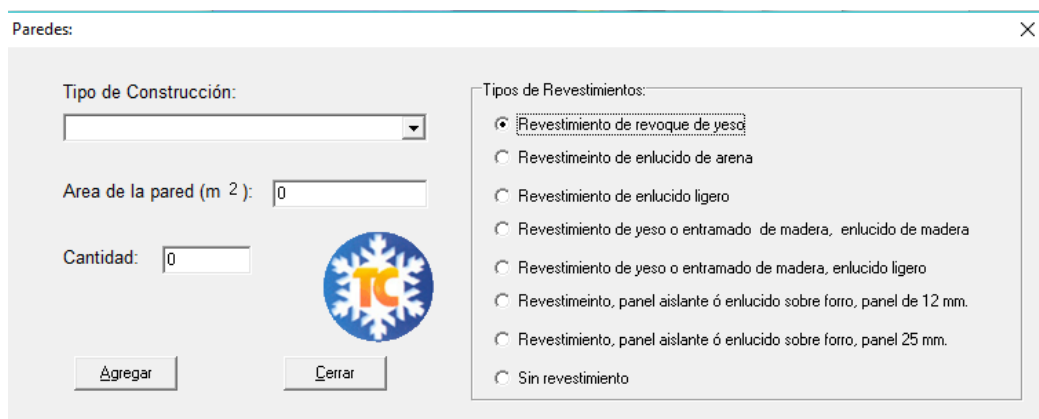


Figura 14. Cálculo de carga térmica en paredes.

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

3.5.2. Techos

Son las cargas térmicas que se emiten a través del techo, se considera la temperatura y el material de construcción.

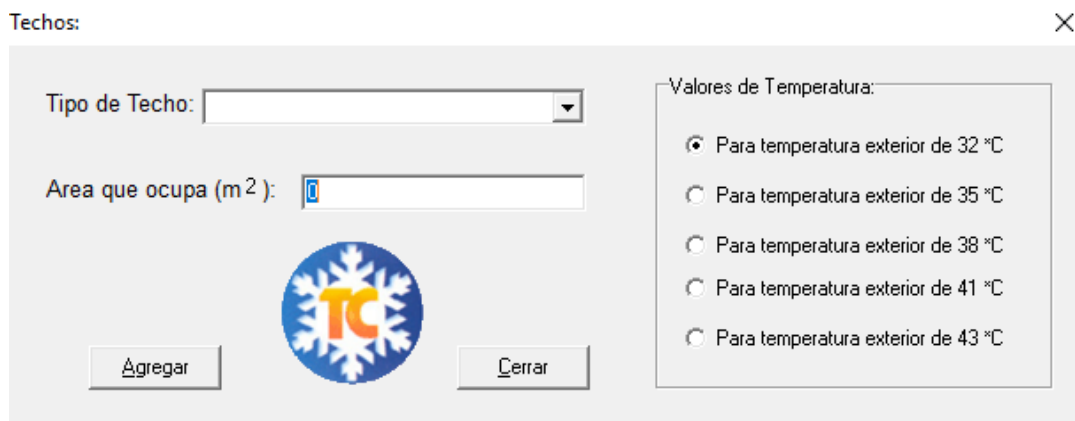


Figura 15. Carga térmica en el techo.

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

3.5.3. Vidrio

Es referente al cálculo de ventanas y puertas, ambas tienen marcos de aluminio los cuales debido a su alta conductividad térmica emite rápidamente la energía absorbida, por estas razones se considera con todo marco. La orientación de las ventanas se considera con respecto a los puntos cardinales.

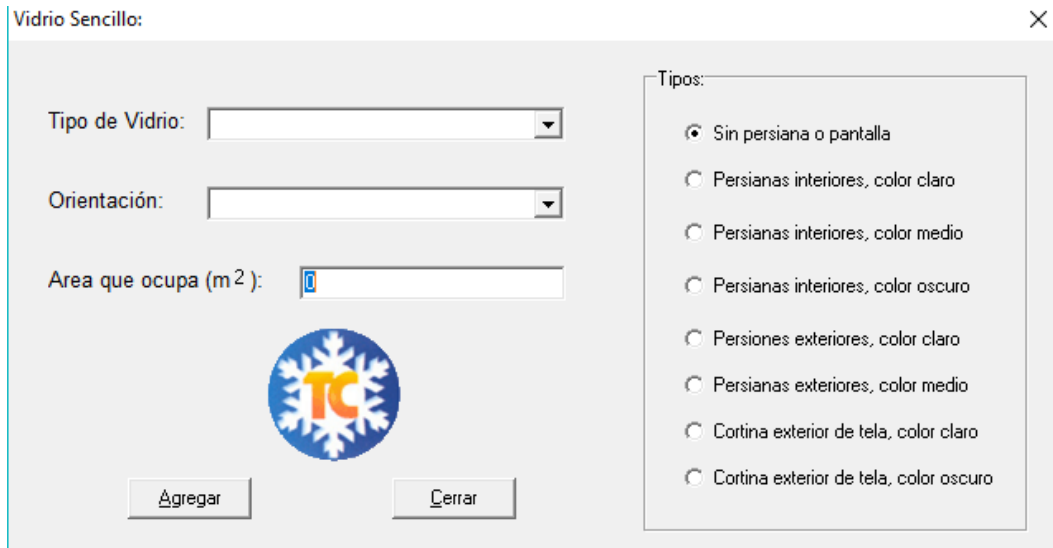


Figura 16. Cálculo de cargas en vidrios.
Fuente: Software TecnoClima V 2.0

3.5.4. Piso o Suelo

Son las cargas térmicas emitidas por el piso de las aulas prefabricadas donde se ejecuto el proyecto, estas cargas térmicas son despreciables puesto que no hay insolación en el piso.

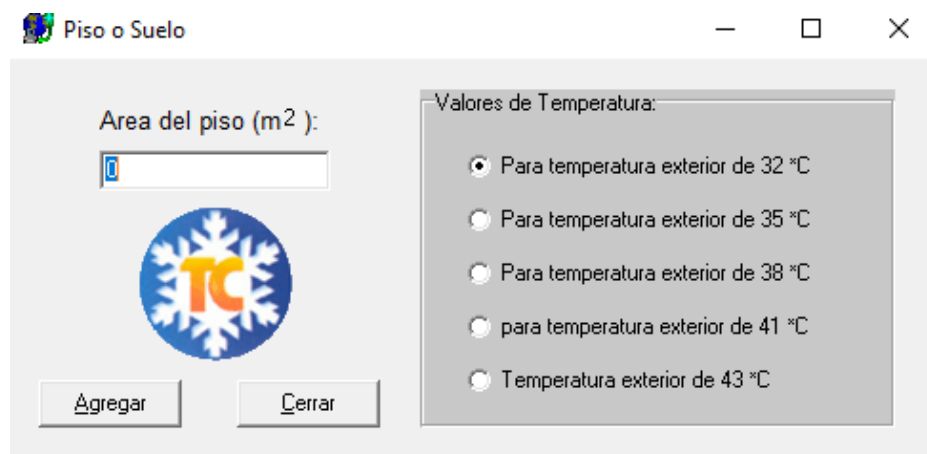


Figura 17. Cálculo de cargas en el piso.
Fuente: Software TecnoClima V 2.0

3.5.5. Valor Total

Es la sumatoria total de todas las cargas anteriormente mencionadas.

The screenshot shows a software interface for calculating total loads. It includes a dropdown menu for infiltration types, a results section with three empty input fields for different units, and a logo for 'TC' (Tecnoclima). The interface is clean and functional, with a clear layout for user input and output display.

Figura 18. Cálculo de cargas total.
Fuente: Software TecnoClima V 2.0

3.6 SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para una correcta selección del sistema de climatización, se tuvo en cuenta los datos descritos con anterioridad, igual que las condiciones climatológicas del ambiente y las deseadas para lograr alcanzar un *confort*. No es suficiente con que el equipo sea más eficiente o económico, también debe cumplir con los requisitos o condiciones para mantener el clima que se desea.

Las características del local no son las recomendables para un sistema centralizado, debido a que es una estructura construida sin el diseño de un sistema de climatización inicialmente y no cuenta con la infraestructura necesaria, por esta razón se optó por un sistema descentralizado.

El sistema descentralizado sería el recomendable, porque este sistema permite aumentar y disminuir la temperatura según conveniencia, y utilizarlos con más potencia en los lugares indicados como los de mayor carga térmica.

Entre los tipos de sistemas descentralizados que hay actualmente podemos nombrar los siguientes:

- Equipos de ventana.
- Unidad paquete interior.
- Bomba de calor.
- Sistema de unidad múltiple.
- Sistema Split.
- Unidad paquete Exterior.

3.7 PRINCIPALES MATERIALES UTILIZADOS

3.7.1 *Software* Tecnoclima V-2.0

Es un *software* diseñado para determinar la carga térmica en las edificaciones (interiores y exteriores), mediante fórmulas y tablas que se encuentran en su programación según normas internacionales, con la finalidad de lograr un acondicionamiento correcto.

Cuenta con registro en Oficina de Registros de la Propiedad Intelectual Habana Cuba y su autora principal Ing. Doris de la Caridad Vasconcellos Villató.

3.7.2 *Software* SketchUp 2018

Es un *software* que permite modelar en 3D edificios, paisajes, escenarios, mobiliario, personas y cualquier objeto o artículo que imagine el diseñador o dibujante. Diseñado con el objetivo de que pudiera usarse de una manera intuitiva y flexible. (Masi, 2015).

Es un programa desarrollado por @Last *Software*, empresa adquirida por Google en 2006 y finalmente vendida a Trimble en 2012. (Wikipedia.com, 2015).

3.7.3 Pinza amperimétrica



Figura 19. Pinza amperimétrica y sus componentes.
Fuente: *Fluke corporation.*

Es un instrumento de comprobación eléctrico que combina un multímetro digital básico con un sensor de corriente y temperatura. (FlukeCorporation).

Las pinzas miden la corriente. Las sondas miden la tensión. Tener una tenaza con bisagras integrada en un instrumento eléctrico permite a los técnicos colocar las tenazas de la pinza alrededor de un alambre o cable, y el otro conductor en cualquier punto de un sistema eléctrico para medir la corriente en dicho circuito sin desconectarlo ni desactivarlo. (FlukeCorporation).

Tiene entre sus accesorios un sensor de temperatura, llamado termocupla que se utiliza para medir temperatura al entrar en contacto con el material. (FlukeCorporation).

3.7.4 Wincha

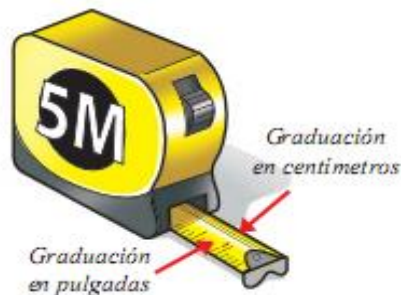


Figura 20. Wincha de 5 metros.
Fuente: Aceros Arequipa.

Es una cinta métrica flexible, enrollada dentro de una caja de plástico o metal, que generalmente está graduada en centímetros en un costado de la cinta y en pulgadas en el otro.

Para longitudes cortas de 3 m, 5 m y hasta 8 m, las cintas son metálicas. Para longitudes mayores a 10 m, existen de plástico o lona reforzada. Las más confiables son las metálicas porque no se deforman al estirarse. (AcerosArequipaS.A., s.f.).

3.7.5 Termómetro ambiental



Figura 21. Termómetro ambiental de madera.
Fuente: Termómetro ambiental alla france.

Para medir la temperatura ambiental se utilizan muchos tipos de medidores que permiten evaluar los factores que afectan el clima. En el caso del termómetro basta que abarque un rango común de temperaturas para poder hacer la medición ambiental. Sin embargo, para evaluar la temperatura ambiental conviene tener algunos recaudos, según la medición sea en el interior o al aire libre.

Al hacer la medición del aire, si es en el exterior conviene alejar el termómetro ambiental de los rayos del sol, es decir ubicarlo a la sombra y alejarlo de cualquier emisor artificial de calor, para no alterar sus resultados. Al medir la temperatura dentro de un ambiente cerrado se debe colocar el termómetro en una pared que no reciba mucha corriente de aire o calor. (pityccf, 2013).

3.7.6 Cinta métrica



Figura 22. Cinta Métrica Flexible.

Fuente: Amazon. Es

Instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada y se puede enrollar, haciendo que el transporte sea más fácil. También se puede medir líneas y superficies curvas. Las cintas se fabrican de diferentes materiales y diferentes longitudes.

3.8 CÁLCULOS

3.8.1 Cálculo aula primero “A”

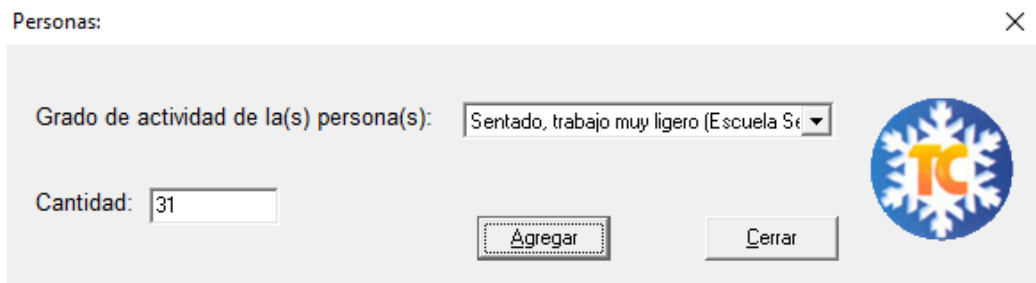
3.8.1.a Cargas internas

- **Personas**


Las personas que habitan el aula son 31 con un grado de actividad sentado, trabajo muy ligero (Escuela Secundaria).

Alumnos: 30

Profesor: 01



Personas: ×

Grado de actividad de la(s) persona(s): Sentado, trabajo muy ligero (Escuela Se... 

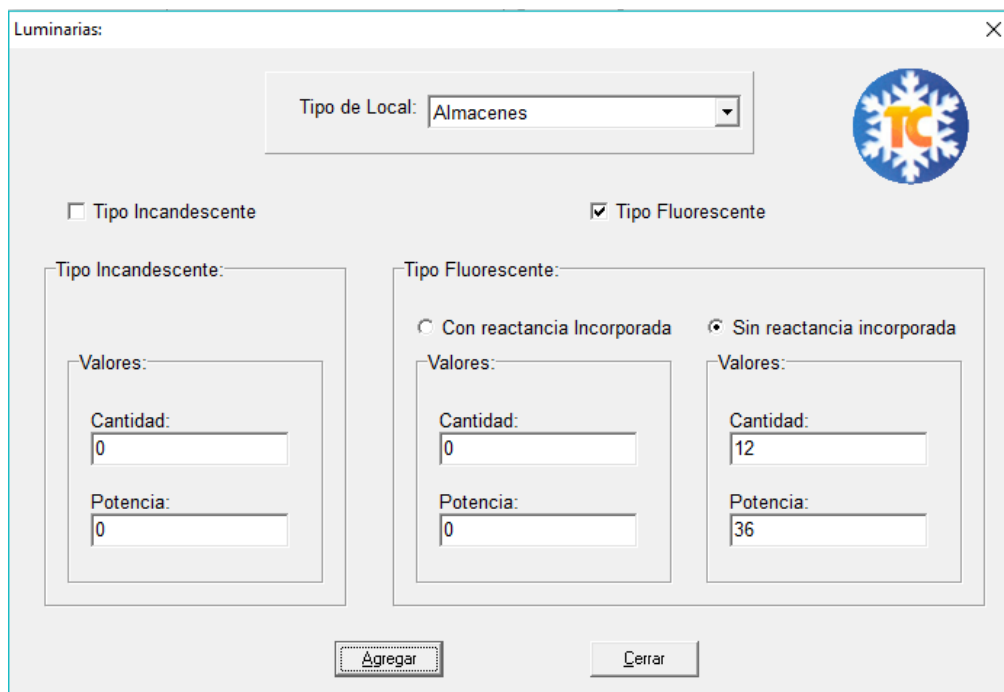
Cantidad: 31

Figura 23. Cálculo de personas en aula primero “A”.


Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- **Luminarias**

El aula prefabricada se consideró como tipo de local almacén, por el parecido en ambas estructuras y su poca ventilación natural. Cuenta con un total de 12 fluorescentes sin reactancia incorporada, cada uno de los fluorescentes tiene una potencia de 36 W.



Luminarias: ×

Tipo de Local: Almacenes 

Tipo Incandescente Tipo Fluorescente

Tipo Incandescente: Tipo Fluorescente:

Valores: Valores:

Con reactancia Incorporada Sin reactancia incorporada

Cantidad: 0 Cantidad: 0 Cantidad: 12

Potencia: 0 Potencia: 0 Potencia: 36

Figura 24. Cálculo de luminarias en aula primero “A”.

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

3.8.1.b Cargas externas

- **Paredes**

Las paredes son de un tipo de construcción de muro sin inercia térmica y sin revestimiento.

- Paredes norte y sur

Tienen una forma poligonal, por esto se obtuvo el área del rectángulo(A_R) y el área del triángulo(A_T), para hallar el área total(A_{Total}).

$$A_R(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_R = 7.13 m * 3.10 m$$

$$A_R = 22.103 m^2$$

$$A_T(m^2) = \frac{Base(m) * Altura(m)}{2}$$

$$A_T = \frac{7.13m * 1.10m}{2}$$

$$A_T = 3.9215 m^2$$

$$A_{Total} = A_C(m^2) + A_T(m^2)$$

$$A_{Total} = 22.103 m^2 + 3.9215 m^2$$

$$A_{Total} = 26.02 m^2$$

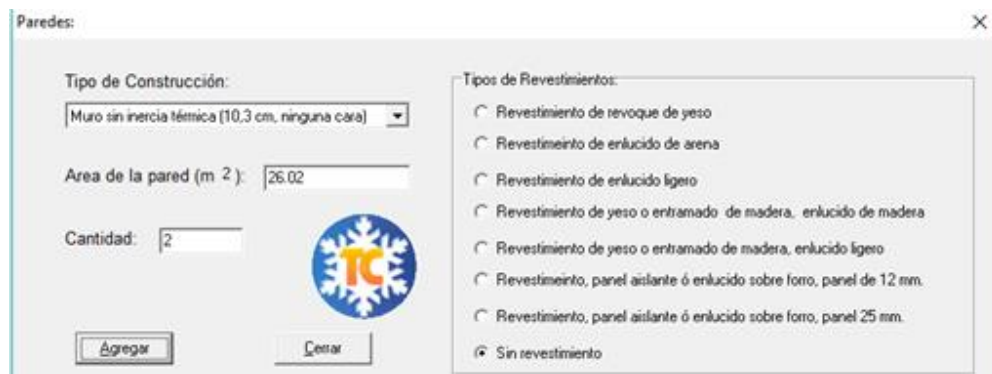


Figura 25 Cálculo de paredes norte y sur en aula primero "A".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- Pared oeste

Las paredes son de un tipo de construcción de muro sin inercia térmica y sin revestimiento. Tiene un área rectangular con tres ventanas con vidrio sencillo las cuales se descontó de su área total.

$$A_{PO}(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_{PO} = 7.35 m * 3.10 m$$

$$A_{PO} = 22.785 m^2$$

$$A_V(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_V = 1.50m * 1.10m$$

$$A_V = 1.65 m^2$$

$$A_{TO} = A_{PO} - 3A_V$$

$$A_{TO} = 22.785 - 3(1.65)$$

$$A_{TO} = 17.835 m^2$$

Dónde:

A_{PO} : Área pared oeste (m^2).

A_V : Área Ventana con vidrio (m^2).

A_{TO} : Área Total Oeste (m^2).

The screenshot shows a software window titled "Paredes" with a close button in the top right corner. On the left, there is a section for "Tipo de Construcción:" with a dropdown menu showing "Muro sin inercia térmica (10,3 cm, ninguna cara)". Below this is a text input field for "Area de la pared (m²):" containing the value "17.835". Underneath is another text input field for "Cantidad:" containing the value "1". At the bottom left of this section are two buttons: "Agregar" and "Cerrar". In the center of the dialog is a circular logo with a snowflake and the letters "TC". On the right side, there is a section titled "Tipos de Revestimientos:" containing a list of radio button options: "Revestimiento de revoque de yeso", "Revestimiento de enlucido de arena", "Revestimiento de enlucido ligero", "Revestimiento de yeso o entramado de madera, enlucido de madera", "Revestimiento de yeso o entramado de madera, enlucido ligero", "Revestimiento, panel aislante ó enlucido sobre forro, panel de 12 mm.", "Revestimiento, panel aislante ó enlucido sobre forro, panel 25 mm.", and "Sin revestimiento", which is currently selected.

Figura 26. Cálculo de pared oeste en aula primero "A".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- Pared este

Las paredes son de un tipo de construcción de muro sin inercia térmica y sin revestimiento. Tiene un área rectangular con tres ventanas de vidrio sencillo y una sin vidrio las cuales se descontó de su área total.

$$A_{PE}(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_{PE} = 7.35 m * 3.10 m$$

$$A_{PE} = 22.785 m^2$$

$$A_V(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_V = 1.50m * 1.10m$$

$$A_V = 1.65 m^2$$

$$A_{VS}(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_{VS} = 1.04m * 0.84m$$

$$A_{VS} = 0.87 m^2$$

$$A_{TE} = A_{PO} - 3A_V - A_{VS}$$

$$A_{TE} = 22.785 - 3(1.65) - 0.87$$

$$A_{TE} = 16.965 m^2$$

Dónde:

A_{PE} : Área pared este (m^2).

A_V : Área Ventana con vidrio (m^2).

A_{VS} : Área de Ventana sin vidrio (m^2).

A_{TO} : Área Total Este (m^2).

Paredes: ×

Tipo de Construcción:
Muro sin inercia térmica (10,3 cm, ninguna cara) ▼

Área de la pared (m²): 16.965

Cantidad: 1

Tipos de Revestimientos:

- Revestimiento de revoque de yeso
- Revestimiento de enlucido de arena
- Revestimiento de enlucido ligero
- Revestimiento de yeso o entramado de madera, enlucido de madera
- Revestimiento de yeso o entramado de madera, enlucido ligero
- Revestimiento, panel aislante ó enlucido sobre forro, panel de 12 mm.
- Revestimiento, panel aislante ó enlucido sobre forro, panel 25 mm.
- Sin revestimiento

Figura 27. Cálculo de pared este en aula primero "A".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- **Techo**

El techo es sin aislamiento y expuesto al sol con una temperatura de 35 °C. Tiene dos caídas se calculó ambas caídas como áreas rectangulares de diferentes medidas.

$$A_{T1}(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_{T1} = 7.35m * 5.40 m$$

$$A_{T1} = 39.69 m^2$$

$$A_{T2}(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_{T2} = 7.35m * 4.40m$$

$$A_{T2} = 32.34 m^2$$

$$A_{TT}(m^2) = A_{T1} + A_{T2}$$

$$A_{TT} = 39.69 + 32.34$$

$$A_{TT} = 68.73 m^2$$

Dónde:

A_{T1} : Área techo 1 (m^2).

A_{T2} : Área techo 2 (m^2).

A_{TT} : Área Total de Techo (m^2).

Techos: [X]

Tipo de Techo: Techo al sol sin aislamiento.

Area que ocupa (m^2): 68.73

Valores de Temperatura:

- Para temperatura exterior de 32 °C
- Para temperatura exterior de 35 °C
- Para temperatura exterior de 38 °C
- Para temperatura exterior de 41 °C
- Para temperatura exterior de 43 °C

TC

Agregar Cerrar

Figura 28. Cálculo de Techo en aula primero "A".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- **Ventanas**

El aula cuenta con 6 ventanas con vidrio sencillo ordinario. Para obtener las dimensiones de las ventanas se consideró con todo marco al ser estos de aluminio y son igualmente conductores de calor.

- **Área de Ventana**

$$A_V(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_V = 1.50m * 1.10m$$

$$A_V = 1.65 m^2$$

- **Ventanas Oeste**

Las ventanas en esta orientación son 3.

$$A_{VO} = 3A_V$$

$$A_{VO} = 3(1.65) m^2$$

$$A_{VO} = 4.95 m^2$$

Dónde:

A_V : Área Ventana (m^2).

A_{VO} : Área de Ventanas Oeste (m^2).

Vidrio Sencillo: ×

Tipo de Vidrio: Vidrio sencillo ordinario

Orientación: Oeste

Area que ocupa (m²): 4.95

Tipos:

- Sin persiana o pantalla
- Persianas interiores, color claro
- Persianas interiores, color medio
- Persianas interiores, color oscuro
- Persianas exteriores, color claro
- Persianas exteriores, color medio
- Cortina exterior de tela, color claro
- Cortina exterior de tela, color oscuro

Agregar Cerrar

Figura 29. Cálculo de ventanas oeste en aula primero "A".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- **Ventanas Este**

Las ventanas en esta orientación son 3.

$$A_{VE} = 3A_V$$

$$A_{VE} = 3(1.65) m^2$$

$$A_{VE} = 4.95 m^2$$

Dónde:

A_V : Área Ventana (m^2).


A_{VE} : Área de Ventanas Este (m^2).

Vidrio Sencillo: ×

Tipo de Vidrio:

Orientación:

Area que ocupa (m 2):



Tipos:

- Sin persiana o pantalla
- Persianas interiores, color claro
- Persianas interiores, color medio
- Persianas interiores, color oscuro
- Persianas exteriores, color claro
- Persianas exteriores, color medio
- Cortina exterior de tela, color claro
- Cortina exterior de tela, color oscuro

Figura 30. Cálculo de ventana este en aula primero "A".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

• **Valor total**

Se consideró para valores de cálculo un tipo de infiltraciones altas.

Valor Total: ×

Tipo de Infiltraciones:

- Bajas
- Moderadas
- Altas
- Muy Altas

Resultados:

(Kcal/h)

(BTU/h)

(TON)




Figura 31. Valor total cálculo aula primero "A".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

3.8.2 Cálculo aula primero "B"

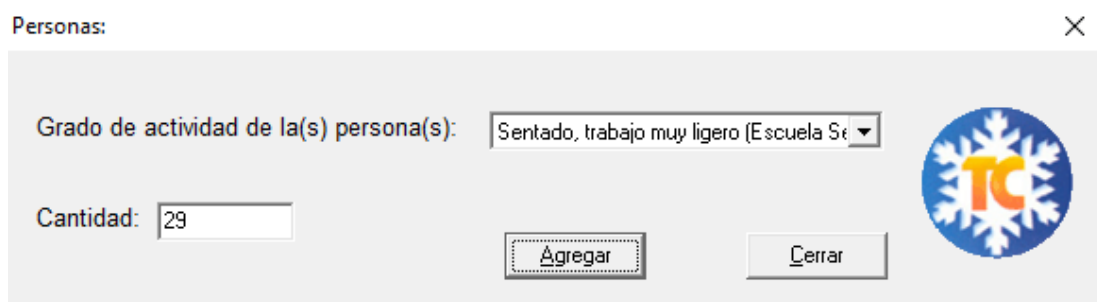
3.8.2.a Cargas internas

- **Personas**

Las personas que habitan el aula son 29 con un grado de actividad sentado, trabajo muy ligero (Escuela Secundaria).

Alumnos: 28

Profesor: 01



Personas: ×

Grado de actividad de la(s) persona(s): Sentado, trabajo muy ligero (Escuela Se... ▼

Cantidad: 29


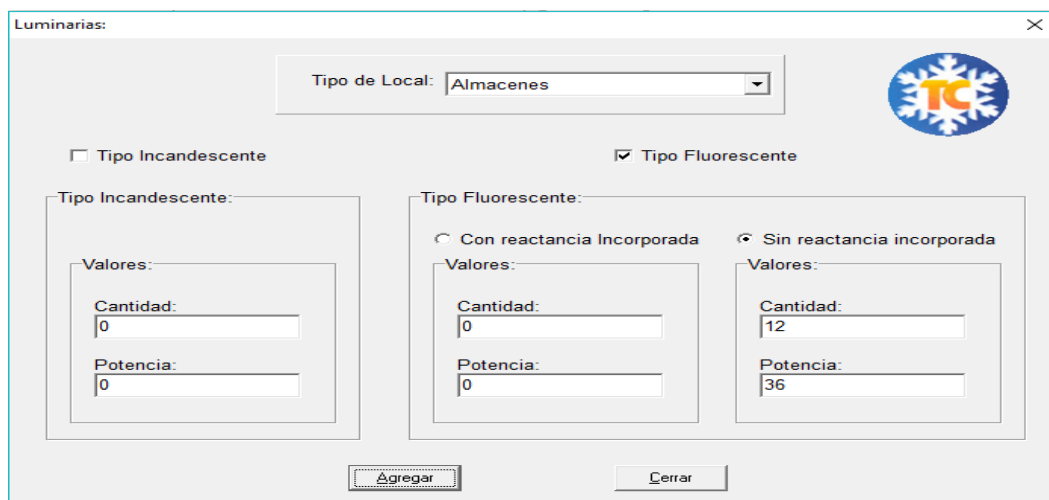


Figura 32. Cálculo de Personas en aula primero "B".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- **Luminarias**

El aula prefabricada se consideró como tipo de local almacén, por el parecido en ambas estructuras y su poca ventilación natural. Cuenta con un total de 12 fluorescentes sin reactancia incorporada, cada uno de los fluorescentes tiene una potencia de 36 W.



Luminarias: ×

Tipo de Local: Almacenes

Tipo Incandescente Tipo Fluorescente

Tipo Incandescente:

Valores:

Cantidad: 0

Potencia: 0

Tipo Fluorescente:

Con reactancia Incorporada Sin reactancia incorporada

Valores:

Cantidad: 0

Potencia: 0

Valores:

Cantidad: 12

Potencia: 36

Figura 33 Cálculo de Luminarias en aula primero "B".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

3.8.2.b Cargas externas

- **Paredes**

Las paredes son de un tipo de construcción de muro sin inercia térmica y sin revestimiento.

- **Paredes este y oeste**

Tienen una forma poligonal, por esto se obtuvo el área del rectángulo(A_R) y el área del triángulo(A_T), para hallar el área total(A_{Total}).

$$A_R(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_R = 7.13 m * 3.10 m$$

$$A_R = 22.103 m^2$$

$$A_T(m^2) = \frac{Base(m) * Altura(m)}{2}$$

$$A_T = \frac{7.13m * 1.10m}{2}$$

$$A_T = 3.9215 m^2$$

$$A_{Total} = A_C(m^2) + A_T(m^2)$$

$$A_{Total} = 22.103 m^2 + 3.9215 m^2$$

$$A_{Total} = 26.02 m^2$$

The screenshot shows a software window titled "Paredes:" with a close button (X) in the top right corner. The interface is divided into two main sections. On the left, under "Tipo de Construcción:", there is a dropdown menu set to "Muro sin inercia térmica (10,3 cm, ninguna cara)". Below this, the "Area de la pared (m²):" is displayed as "26.02" in a text box. The "Cantidad:" is set to "2". At the bottom left are "Agregar" and "Cerrar" buttons. In the center is a circular logo with "TC" and a snowflake. On the right, under "Tipos de Revestimientos:", there is a list of options with radio buttons. The selected option is "Sin revestimiento". Other options include "Revestimiento de revoque de yeso", "Revestimiento de enlucido de arena", "Revestimiento de enlucido ligero", "Revestimiento de yeso o entramado de madera, enlucido de madera", "Revestimiento de yeso o entramado de madera, enlucido ligero", "Revestimiento, panel aislante ó enlucido sobre forro, panel de 12 mm.", and "Revestimiento, panel aislante ó enlucido sobre forro, panel 25 mm."

Figura 34. Cálculo de Paredes Este y Oeste en aula primero "B".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- **Pared norte**

Las paredes son de un tipo de construcción de muro sin inercia térmica y sin revestimiento. Tiene un área rectangular con tres ventanas con vidrio sencillo, las cuales se restaron del área total.

$$A_{PN}(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_{PN} = 7.35 m * 3.10m$$

$$A_{PN} = 22.785 m^2$$

$$A_V(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_V = 1.50m * 1.10m$$

$$A_V = 1.65 m^2$$

$$A_{TN} = A_{PN} - 3A_V$$

$$A_{TN} = 22.785 - 3(1.65)$$

$$A_{TN} = 17.835 m^2$$

Dónde:

A_{PN} : Área pared norte (m^2).

A_V : Área Ventana con vidrio (m^2).

A_{TN} : Área Total Norte (m^2).

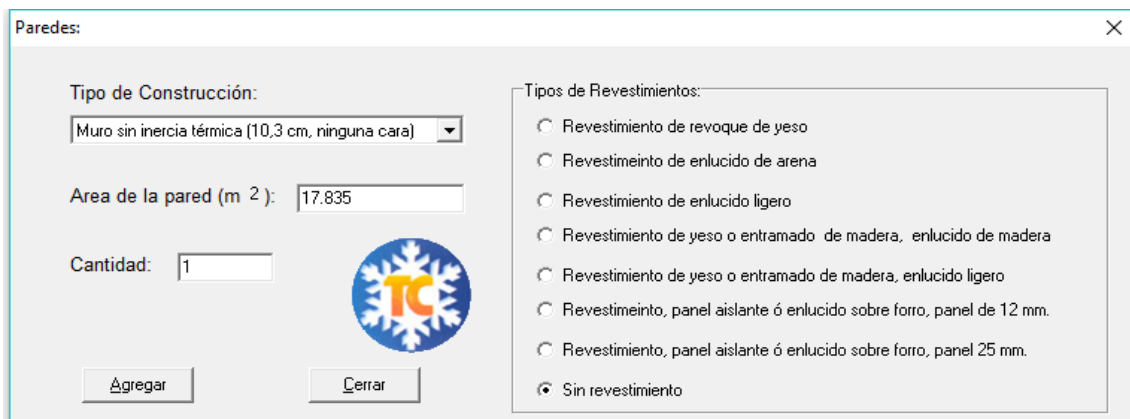


Figura 35. Cálculo de Pared Norte en software TecnoClima v2.0. Aula primero "B".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- **Pared sur**

Las paredes son de un tipo de construcción de muro sin inercia térmica y sin revestimiento. Tiene un área rectangular con tres ventanas de vidrio sencillo y una sin vidrio, las cuales se restaron del área total.

$$A_{PS}(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_{PS} = 7.35 m * 3.10 m$$

$$A_{PS} = 22.785 m^2$$

$$A_V(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_V = 1.50m * 1.10m$$

$$A_V = 1.65 m^2$$

$$A_{VS}(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_{VS} = 1.04m * 0.84m$$

$$A_{VS} = 0.87 m^2$$

$$A_{TS} = A_{PS} - 3A_V - A_{VS}$$

$$A_{TS} = 52.41 - 3(1.65) - 0.87$$

$$A_{TS} = 16.965 m^2$$

Dónde:

A_{PS} : Área pared sur (m^2).

A_V : Área Ventana con vidrio (m^2).

A_{VS} : Área de Ventana sin vidrio (m^2).


A_{TS} : Área Total Sur (m^2).

Paredes: ×

Tipo de Construcción:

Area de la pared (m²):

Cantidad:



Tipos de Revestimientos:

- Revestimiento de revoque de yeso
- Revestimiento de enlucido de arena
- Revestimiento de enlucido ligero
- Revestimiento de yeso o entramado de madera, enlucido de madera
- Revestimiento de yeso o entramado de madera, enlucido ligero
- Revestimiento, panel aislante ó enlucido sobre forro, panel de 12 mm.
- Revestimiento, panel aislante ó enlucido sobre forro, panel 25 mm.
- Sin revestimiento

Figura 36. Cálculo de Pared Sur en aula primero "B".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- **Techo**

El techo se encuentra sin aislamiento y expuesto al sol con una temperatura de 35 °C. Tiene dos caídas, se calculó ambas áreas rectangulares de diferentes medidas.

$$A_{T1}(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_{T1} = 7.35m * 5.40 m$$

$$A_{T1} = 39.69 m^2$$

$$A_{T2}(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_{T2} = 7.35m * 4.40m$$

$$A_{T2} = 32.34 m^2$$

$$A_{TT}(m^2) = A_{T1} + A_{T2}$$

$$A_{TT} = 39.69 + 32.34$$

$$A_{TT} = 68.73 m^2$$

Dónde:

A_{T1} : Área techo 1 (m^2).

A_{T2} : Área techo 2 (m^2).

A_{TT} : Área Total de Techo (m^2).

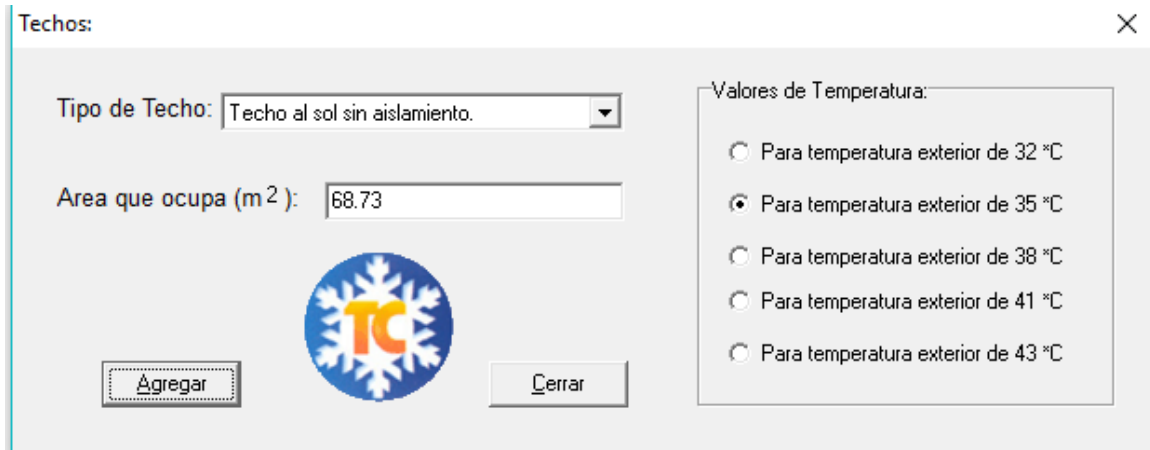


Figura 37. Cálculo de Techo en aula primero "B".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- **Ventanas**

El aula cuenta con 6 ventanas con vidrio sencillo ordinario. Para obtener las dimensiones de las ventanas se consideró con marco, ya que son de aluminio y son igualmente conductores de calor.

- **Área de Ventana**

$$A_V(m^2) = Largo(m) * Ancho(m)$$

$$A_V = 1.50m * 1.10m$$

$$A_V = 1.65 m^2$$

- **Ventanas Norte**

Las ventanas en esta orientación son 3.

$$A_{VN} = 3A_V$$

$$A_{VN} = 3(1.65) m^2$$

$$A_{VN} = 4.95 m^2$$

Dónde:

A_V : Área Ventana (m^2).

A_{VN} : Área de Ventanas Norte (m^2).

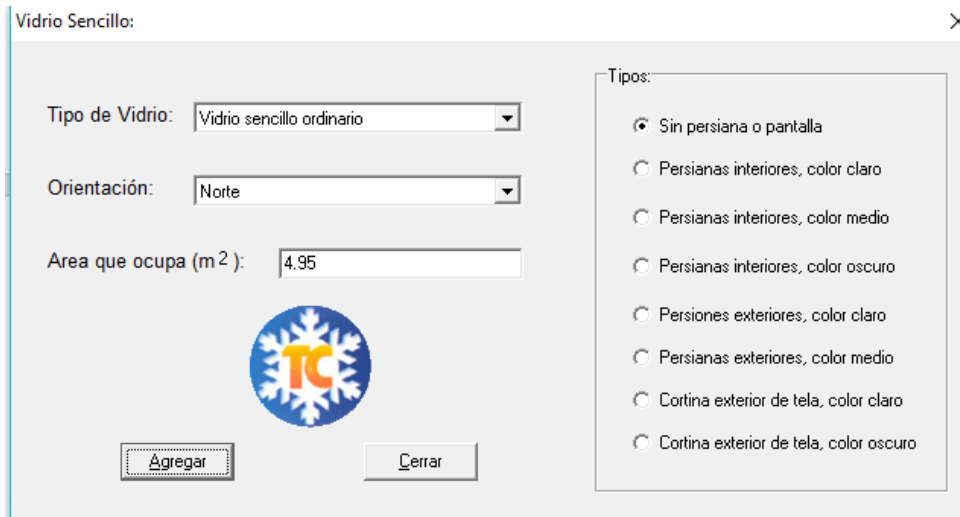


Figura 38. Cálculo de Ventana Norte en aula primero "B".

Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- Ventanas sur

Las ventanas en esta orientación son 3.

$$A_{VS} = 3A_V$$

$$A_{VS} = 3(1.65) m^2$$

$$A_{VS} = 4.95 m^2$$

Dónde:

A_V : Área Ventana (m^2).


A_{VS} : Área de Ventanas Sur (m^2).

Vidrio Sencillo: ×

Tipo de Vidrio:

Orientación:

Area que ocupa (m²):



Tipos:

Sin persiana o pantalla

Persianas interiores, color claro

Persianas interiores, color medio

Persianas interiores, color oscuro

Persianas exteriores, color claro

Persianas exteriores, color medio

Cortina exterior de tela, color claro

Cortina exterior de tela, color oscuro

Figura 39. Cálculo de Ventana Sur en aula primero "B".
Fuente: Software TecnoClima V 2.0

- **Valor total**

Se consideró para valores de cálculo un tipo de infiltraciones altas.

Valor Total: ×


Tipo de Infiltraciones:

Bajas

Moderadas

Altas

Muy Altas



Resultados:

(Kcal/h)

(BTU/h)

(TON)

Figura 40. Valor Total Cálculo de Primero "B".
Fuente: Software TecnoClima V 2.0.

Cuadro 1:
Resumen por aula.

	CANTIDAD	TIPO	ÁREA (m ²)	POTENCIA (W)	TEMPERATURA (°C)	CARGA TÉRMICA ESTIMADA (BTU/h)		
	CONDICIONES AMBIENTALES (CARGAS INTERNAS)							
	Factor Humano	-	-	-	-	44926.41		
	Luminarias	Fluorescente	-	36	-			
	CONDICIONES AMBIENTALES (CARGAS EXTERNAS)							
AULA PRIMERO A	Pared Norte y Sur	Sin revestimiento	26.02	-	-	35023.06		
	Pared Oeste	Sin revestimiento	17.83	-	-			
	Pared Este	Sin revestimiento	16.96	-	-			
	Techo	Al sol sin Aislamiento	68.73	-	35			
	Ventanas Oeste	Vidrio sencillo ordinario	4.95	-	-			
	Ventanas Este	Vidrio sencillo ordinario	4.95	-	-			
	Infiltraciones de Aire	Altas	-	-	-			
		CONDICIONES AMBIENTALES (CARGAS INTERNAS)						
		Factor Humano	-	-	-		-	
		Luminarias	Fluorescente	-	36		-	
	CONDICIONES AMBIENTALES (CARGAS EXTERNAS)							
AULA PRIMERO B	Pared Este y Oeste	Sin revestimiento	26.02	-	-	35023.06		
	Pared Norte	Sin revestimiento	17.83	-	-			
	Pared Sur	Sin revestimiento	16.96	-	-			
	Techo	Al sol sin Aislamiento	68.73	-	35			
	Ventanas Norte	Vidrio sencillo ordinario	4.95	-	-			
	Ventanas Sur	Vidrio sencillo ordinario	4.95	-	-			
	Infiltraciones de Aire	Altas	-	-	-			

FUENTE: Propia de los autores.

3.9 CAPACIDAD FRIGORÍFICA

3.9.1. Cálculo

Para el cálculo de la capacidad frigorífica se determinó mediante las cargas térmicas obtenidas por el software Tecnoclima v-2.0 para cada aula prefabricada. A estos resultados se le agrega un porcentaje para determinar dicha capacidad, según (Carrier, 1980) “se recomienda agregar entre el 5% al 20% de la carga térmica según la calidad del cálculo deseado y es elegido por el diseñador”. En este caso se seleccionó el 5% para determinar la capacidad frigorífica de cada sistema ya que el software Tecnoclima v-2.0 tiene un porcentaje de 10% adicional en sus resultados, esto sumado a los 5% seleccionado se obtuvo un 15%, el cual no es ni muy elevado ni muy bajo para cuestiones de diseño según el clima de la ciudad.

- Capacidad frigorífica aula primero “A”.

$$44926.41 \text{ BTU/h} + 5\%(44926.41 \text{ BTU/h})$$

$$44926.41 \text{ BTU/h} + 1347.79 \text{ BTU/h}$$

$$46274.20 \text{ BTU/h}$$

- Capacidad frigorífica aula primero “B”.

$$35023.06 \text{ BTU/h} + 5\%(35023.06 \text{ BTU/h})$$

$$35023.06 \text{ BTU/h} + 1050.69 \text{ BTU/h}$$

$$36073.75 \text{ BTU/h}$$

3.10 SELECCIÓN DEL EQUIPO

Luego de determinar la Capacidad Frigorífica se seleccionó el sistema y equipo a usar, debido a sus ventajas que proporciona creímos conveniente seleccionar un sistema todo refrigerante o VRF. El equipo seleccionado cuenta con un refrigerante que ayuda a preservar la salud humana y el medio ambiente.

El modelo seleccionado fue el siguiente:

- Aire Acondicionado Split Tipo Pared York R-410 (Frio Solo).

Según la capacidad frigorífica se seleccionó la capacidad de los equipos de cada una de las aulas, se ve conveniente que en las aulas se utilicen equipos de las siguientes capacidades:

Primero A

- 02 aire Acondicionado Split Tipo Pared York R-410 (Frio Solo) de 24000 BTU/H.

Primero B

- 01 aire Acondicionado Split Tipo Pared York R-410 (Frio Solo) de 24000 BTU/H.
- 01 aire Acondicionado Split Tipo Pared York R-410 (Frio Solo) de 12000 BTU/H.

3.11 PROTECCIÓN DEL EQUIPO

Las especificaciones técnicas de los sistemas de protección eléctrica de los equipos seleccionados se tendrán en cuenta de acuerdo a la recomendación del fabricante, estos

sistemas de protección se encuentran incluidos en el costo inicial e instalación brindado por la empresa comercializadora de la cual se recomienda adquirir dichos equipos.

De acuerdo al manual de los equipos seleccionados (ANEXO 05) se utilizarán los siguientes equipos de protección:

- 01 interruptor automático termomagnético de 32 amperios.
- 01 interruptor automático diferencial de 40 amperios.
- 04 interruptores automáticos termomagnéticos de 25 amperios.
- 04 interruptores automáticos termomagnéticos de 16 amperios.

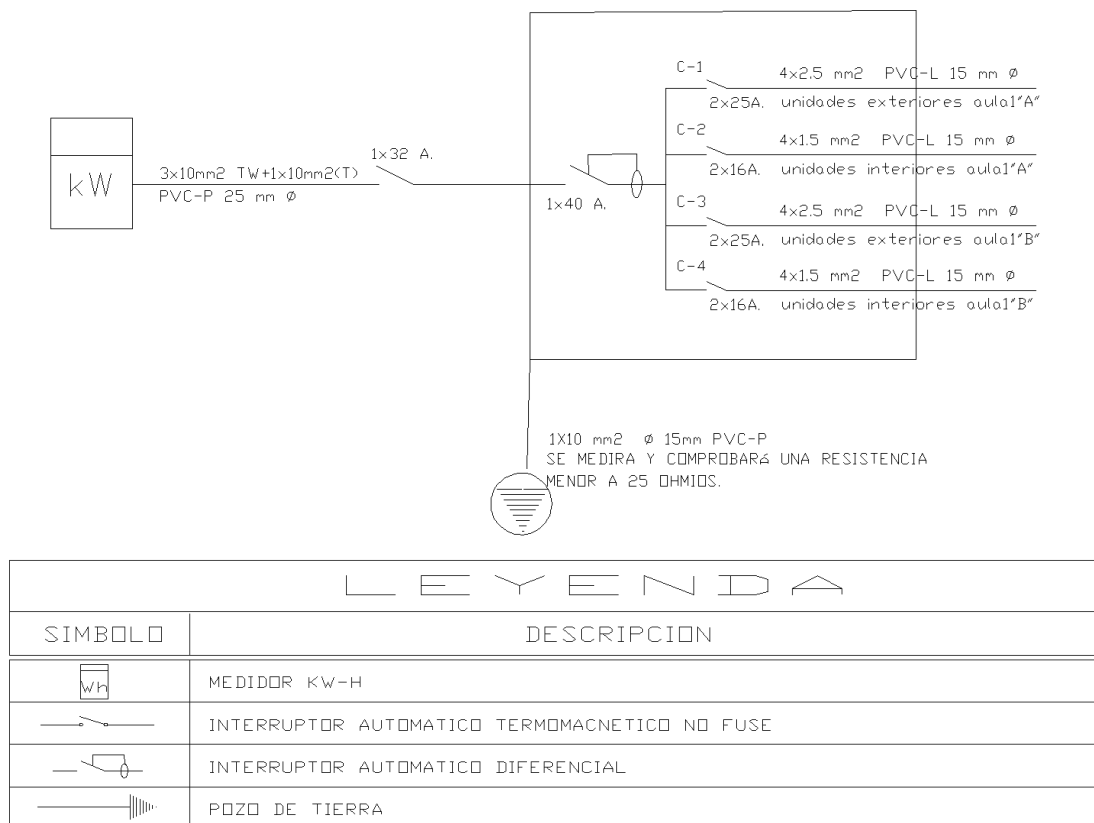


Figura 41. Diagrama unifilar de los sistemas de climatización.

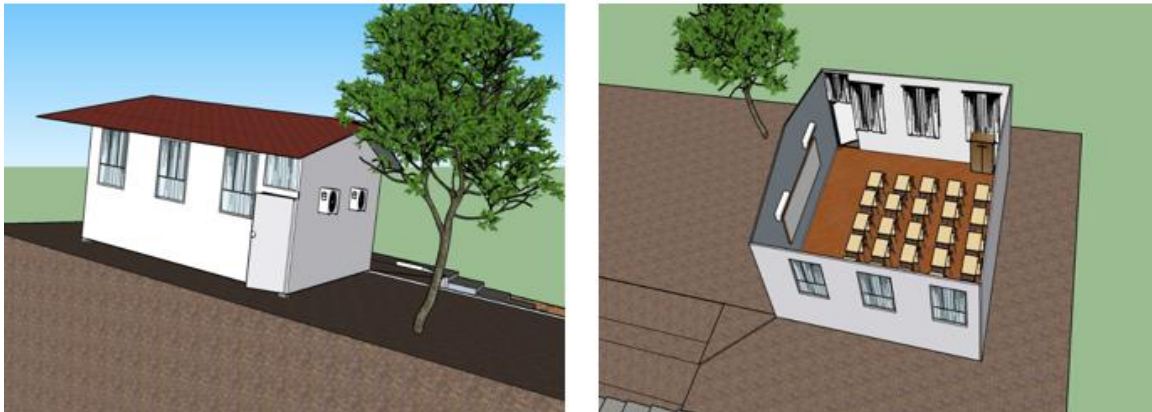
Fuente: Propia.

3.12 UBICACIÓN

En el aula de primero “A” la unidad interior del climatizador de aire estará ubicado en la pared sur, a una altura de 2.40 m por encima del piso del aula y la unidad exterior estará ubicado a una altura de 2 m.” En una base rígida con tuercas perno 8 mm de diámetro en la misma pared en la parte de afuera según manual de aire acondicionado York”.

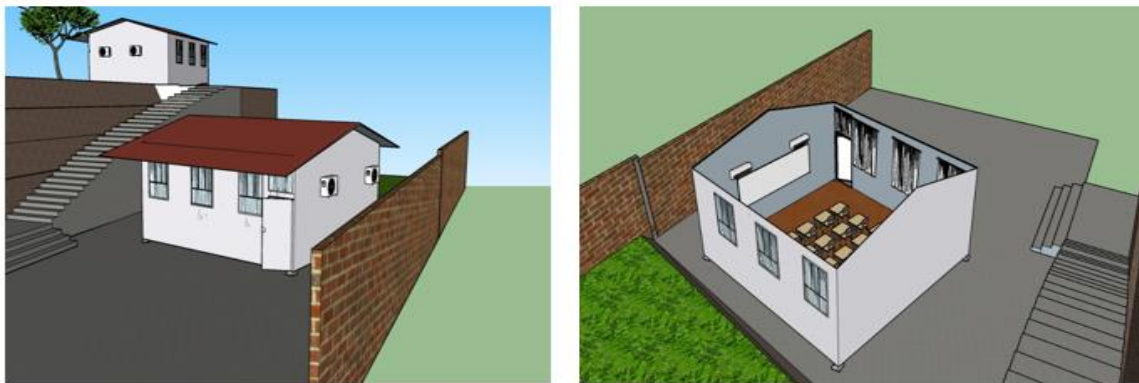
En el aula de primero “B” la unidad interior del climatizador de aire estará ubicado en la pared oeste, a una altura de 2.40 m por encima del piso del aula y la unidad exterior estará ubicado a una altura de 2 m.” En una base rígida con tuercas perno 8 mm de diámetro según manual de aire acondicionado York”.

Aula 1° “A”



*Figura 43. Modelamiento aula primero "A".
Fuente: Software SketchUp 2018.*

Aula 1° “B”



*Figura 42 Modelamiento aula primero "B".
Fuente: Software SketchUp 2018.*

Recomendaciones

No debe haber ningún obstáculo que dificulte el flujo de aire alrededor de la unidad exterior. No debería haber ninguna obstrucción de flujo de aire delante de la unidad exterior desde donde el calor se disipa por el aire caliente. La unidad debe estar ubicada en un lugar de fácil acceso para una cómoda instalación, cableado y realización de cualquier tarea de mantenimiento en el futuro. En la medida de lo posible, la unidad exterior no debe exponerse

directamente al sol, sin embargo, si esto no se puede evitar, puedes colocar un parasol para protegerla de la luz solar directa. (YORK, 2016).

3.13 VALORACIÓN ECONÓMICA

Se presentará un presupuesto del proyecto de aire acondicionado tipo Split y sus componentes.

Se integrarán diversos costos que se realizarán durante la adquisición, instalación y puesta en marcha del sistema (Hayashi Bejarano, 2013).

- Costo inicial e instalación.
- Costo de operación.
- Costo promedio de mantenimiento.
- Costo total.

3.13.1 Costo inicial e instalación.

Se realizó una consulta en una empresa distribuidora de la ciudad de Jaén, obteniendo lo siguiente.

Cuadro 2:

Costo de equipos e instalación.

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Equipo de aire acondicionado Marca: York/Capacidad:24,000BTU/ Tecnología: Americana Refrigerante: Ecológico R410A/ Control remoto: Si Incluye Instalación y materiales con un kit de 3.5MT	S/2,600.00	3	S/7,800.00

Continúa "Cuadro 2"

Equipo de aire acondicionado			
Marca: York/Capacidad:12,000 BTU/			
Tecnología: Americana			
Refrigerante: Ecológico R410A/	S/1,500.00	1	S/1,500.00
Control remoto: Si			
Incluye Instalación y materiales con un kit de 5 MT			
TOTAL			S/9,300.00

FUENTE: Cotización Diconor E.I.R.L.

3.13.2 Costo de operación

Los costos de operación están referidos a los costos que realizan los equipos en su consumo de energía mensual, estos meses comprenden en el tiempo de clases, el resto de tiempo pasara sin uso.

El uso de los equipos es desde abril a diciembre, con un promedio de seis horas diarias. Para el cálculo siguiente se consideró que los equipos de mayor capacidad tienen un consumo de energía mayor.

Consumo de energía eléctrica:

Equipo de 24000 BTU/h.

Potencia: 2500 W.

Se consideró 2 equipos en el aula primero "A" y uno en el aula primero "B" junto a uno de 12000 BTU/h.

Aire acondicionado de las aulas; funciona.

Tiempo = 8 meses, 20 días al mes y 6 horas diarias =9600 h/año.

Cuadro 3:

Cálculo de Costo de Operación.

Climatizador de aire tipo Split marca york							
Capacidad (BTU)	Costo (kW/h)	potencia (kW)	tiempo mensual (h)	costo mensual (unidad)	cantidad aula 1	cantidad aula 2	costo total
24000	S/0.56	2.5	120	S/168.00	2	1	S/504.00

Continuación "Cuadro 3"

12000	S/0.56	1.25	120	S/84.00	0	1	S/84.00	
							Costo Total Mensual	S/588.00

Fuente: Propia de los autores.

3.13.3 Costo de mantenimiento

Este costo es por causa del mantenimiento preventivo y correctivo. Para el correcto funcionamiento del equipo.

- **Mantenimiento preventivo**

Es la intervención de la maquina o equipo para su conservación mediante la realización de una reparación que garantice su buen funcionamiento y fiabilidad, antes de una avería. (Calle, s.f.).

- **Mantenimiento correctivo**

Consiste pues en 'arreglar' lo que se rompe, en pocas palabras. Muchas organizaciones consideran este tipo de mantenimiento como la base indiscutible en la que asentar toda la estrategia de mantenimiento de la instalación, lo que en pocas ocasiones da un buen resultado. (renovetec, s.f.).

- **Mantenimiento unidad interior**

- Desarme de las partes necesarias para lograr un fácil acceso a lugares donde se hace difícil llegar para limpiar.
- Limpieza mediante aspiradora de filtros, ventilador, evaporador y tapas.
- Limpieza y desinfección con productos químicos de los filtros, evaporador, bandeja de condensados y manguera de desagote.
- Rearmado de todas las partes y colocación de filtros.
- Realización de mediciones para verificar el correcto funcionamiento del equipo.
- Se revisan los siguientes parámetros: velocidad de ventilación, temperatura, salto térmico y las funciones del control remoto.

- **Mantenimiento unidad exterior**

- Desarme de partes necesarias para un correcta limpieza y comprobación de alimentos.

- Aspiración de Condensador, tapas y tofo el interior de la unidad exterior.
- Limpieza del condensador e interior del gabinete con químicos.
- Comprobación del correcto funcionamiento de todos los elementos (válvula inversora, ventilador compresor, sensores de temperatura y capacitores de arranque).
- Toma de mediciones; Voltaje, amperaje, temperatura, presión. (Frío Instalaciones S.A.C.).

Cuadro 4:

Periodicidad y costos de mantenimiento preventivo.

OPERACIÓN	FRECUENCIA	PRECIO
Limpieza y Desinfección	Mensual	S/0.00
Verificación de medidas	Trimestral	S/35.00
Revisión de cuadro Eléctrico	Trimestral	S/40.00
Inspección carga de refrigerante	Trimestral	S/120.00
Comprobación de los desagües	Trimestral	S/30.00
Verificación de inexistencia de ruidos extraños	Trimestral	S/30.00
Lubricación de rodamientos y partes móviles	Semestral	S/100.00
Pintura y Restauración	Anual	S/100.00
TOTAL		S/455.00

Fuente: multiservicios electrófrío E.I.R.L.

3.13.4 Costo total

Es el resumen de los costos que se mencionaron anteriormente.

Cuadro 5:

Resumen total de costos.

COSTOS	SISTEMA DE CLIMATIZADOR DE AIRE
INVERSIÓN INICIAL	
Costo inicial e instalación.	S/9,300.00
EGRESOS POR AÑO	
Costo de operación.	S/4,704.00
Costo de mantenimiento preventivo.	S/455.00
TOTAL DE EGRESOS	S/5,159.00

FUENTE: Propia de los autores.

Cuadro 6:
Flujo de caja proyectado.

FLUJO DE CAJA PROYECTADO

DESCRIPCIÓN	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	S/ -	-S/ 19,304	-S/ 18,463	-S/ 17,622	-S/ 16,781	-S/ 15,940
A. CAJA INICIAL						
INGRESOS						
Ingresos por APAFA		S/ 2,000	S/ 2,000	S/ 2,000	S/ 2,000	S/ 2,000
Ingresos por estado		S/ 4,000.0	S/ 4,000	S/ 4,000	S/ 4,000	S/ 4,000
B. TOTAL INGRESOS	S/ -	S/ 6,000	S/ 6,000	S/ 6,000	S/ 6,000	S/ 6,000
EGRESOS						
Equipamiento						
1.1. Cámara fotográfica	S/ 300	-	-	-	-	-
1.2. Alquiler de laptop	S/ 950	-	-	-	-	-
1.3. Casco	S/ 40	-	-	-	-	-
1.4. Lentes de seguridad	S/ 20	-	-	-	-	-
1.5. Alquiler de pinza amperimétrica	S/ 30	-	-	-	-	-
1.6. Termómetro ambiental	S/ 30	-	-	-	-	-
1.7. Útiles de escritorio	S/ 10	-	-	-	-	-

continuación" Cuadro 6".

1.8. Internet	S/ 100	-	-	-	-	-
1.9. Fotocopias	S/ 50	-	-	-	-	-
1.10. Impresiones	S/ 100	-	-	-	-	-
compra de suministros y montaje mecánico de equipos	S/ 9,300					
Recursos Humanos		-	-	-	-	-
1.1 Asesoría	S/ 4,000	-	-	-	-	-
1.2 Tesista	S/ 3,000	-	-	-	-	-
Gastos administrativos						
1.1 Costo por mantenimiento	S/ 455	S/ 455	S/ 455	S/ 455	S/ 455	S/ 455
1.2 Costo por operación	S/ 4,704	S/ 4,704	S/ 4,704.00	S/ 4,704.00	S/ 4,704.00	S/ 4,704.00
C. TOTAL EGRESOS	S/ 18,385	S/ 5,159	S/ 5,159	S/ 5,159	S/ 5,159	S/ 5,159
D. SALDO ECONÓMICO	-S/ 18,385	S/ 841	S/ 841	S/ 841	S/ 841	S/ 841
1. Imprevistos	S/ 919		S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
E. AMORTIZACIÓN Y DEUDA	S/ -		S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
F. SALDO NETO	S/ 19,304	S/ 841	S/ 841	S/ 841	S/ 841	S/ 841
SALDO ACUMULADO	S/ 19,304	-S/ 18,463	-S/ 17,622	-S/ 16,781	-S/ 15,940	-S/ 15,099

Cuadro 7:
Valor actual neto (VAN).

VALOR ACTUAL NETO						
AÑO	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo neto de fondos		S/ 841.00	S/ 841.00	S/ 841.00	S/ 841.00	S/ 841.00
Tasa de descuento		S/	- S/	- S/	- S/	- S/
Flujos Actualizados		S/ 841.00	S/ 841.00	S/ 841.00	S/ 841.00	S/ 841.00
(-) Inversión inicial	S/ 19,304.25					
VAN DE INVERSIONISTA				S/ 23,509.25		

Cuadro 8:
Tasa interna de retorno (TIR).

TASA INTERNA DE RETORNO										
Inversión	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
-S/ 19,304.25	S/	841.00	S/	841.00	S/	841.00	S/	841.00	S/	841.00
TIR=	-36%									

Cuadro 9:
Relación costo beneficio.

RELACIÓN COSTO BENEFICIO

VAN DE LOS INGRESOS

Esto puede representar la tasa de inflación o la tasa de interés de una inversión de la competencia	Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
0.08	-S/ 19,304.25	S/ 6,000.00	S/ 6,000.00	S/ 6,000.00	S/ 6,000.00	S/ 6,000.00
	VAN	S/ 4,307.42				

VAN DE LOS EGRESOS

Esto puede representar la tasa de inflación o la tasa de interés de una inversión de la competencia	Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
0.08	S/ -19304.25	S/ 5,159.00	S/ 5,159.00	S/ 5,159.00	S/ 5,159.00	S/ 5,159.00
	VAN	S/ 1,198.28				

$$RCB = \frac{\text{Ingresos netos (VAN)}}{\text{Egresos (VAN)}} = \frac{S/ 4,307.42}{S/ 1,198.28}$$

3.59

El valor de S/ 3.59 significa que por cada sol que se invierte se espera de ingresos de S/. 3.59

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

- Las cargas térmicas en las aulas son:

	AULA PRIMERO "A"	AULA PRIMERO "B"
Carga térmica	44926.41 BTU/h	35023.06 BTU/h

Las cargas térmicas son altas por motivo que las aulas se encuentran expuestas la mayor parte del tiempo al sol y siendo de una estructura metálica conduce una mayor carga térmica desde el exterior hacia el interior.

- La capacidad frigorífica es:

	AULA PRIMERO "A"	AULA PRIMERO "B"
Capacidad Frigorífica	46274.20 BTU/h	36073.75 BTU/h

- La ubicación de las unidades tanto interior como exterior en el aula de primero "A" es en la pared sur, la unidad exterior se estará a una altura de 2 metros del nivel del suelo para no tener contacto con los niños asistentes a la escuela, también se seleccionó esta pared por no tener radiación solar directa que pueda dañar la unidad exterior. Por los mismos motivos en el aula de primero "B" se seleccionó la pared oeste por encontrarse cubierta por un muro de material noble que impide la radiación solar directa y a su vez delimita la escuela.

Los equipos interiores se encuentran a 2.40 metros de altura por encima del piso del aula para evitar la manipulación por parte de los niños u ocupantes. Su accionamiento será mediante control remoto con el que cuenta el equipo.

- Los costos totales ocasionados por el climatizador de aire son:

COSTOS	SISTEMA DE CLIMATIZADOR DE AIRE
INVERSIÓN INICIAL	
Costo inicial e instalación.	S/9,300.00
EGRESOS POR AÑO	
Costo de operación.	S/4,704.00
Costo de mantenimiento preventivo.	S/455.00
TOTAL DE EGRESOS	S/5,159.00

- Según Daniel Gutiérrez Giraldo en su tesis sistema de climatización para un hotel cuatro estrellas ubicado en la ciudad de Lima dice que por m² debe considerarse entre 650 y 700 BTU/h, en nuestro cálculo realizado se obtuvo 857.21 BTU/h y 668.25 BTU/h por m², eso quiere decir que tanto las condiciones climáticas en Jaén como el material con el cual están fabricadas las aulas influyen de manera considerable en el aumento de carga térmica.
- Según Emilio Guillermo Martínez Norabuena en su tesis diseño e instalación de un sistema de aire acondicionado para el auditorio del SENATI de capacidad frigorífica 100,000 Kcal/h nos dice que su costo de operación por aire acondicionado es de \$ 2599.00 o S/.8511.725 al tipo de cambio en 2006 fecha en que fue realizada su tesis, en nuestra tesis el costo de operación es de S/. 4704.00 con una capacidad frigorífica total de 21181.81 Kcal/h, en comparación con la tesis ya mencionada es un costo elevado por lo cual se da a conocer que la facturación eléctrica en el presente año se elevó.

V. CONCLUSIONES

1. La carga térmica estimada con el software Tecno Clima V-2.0 para las aulas de primero “A” y “B” son 44926.41 BTU/h y 35023.06 BTU/h respectivamente.
2. Se determinó también la capacidad frigorífica requerida para cada una de las aulas, 46274.20 BTU/h y 36073.75 BTU/h para primero “A” y primero “B” respectivamente.
3. Se utilizarán cuatro equipos de climatización tipo refrigerante, la unidad exterior e interior estarán ubicados en la pared sur para el aula de primero “A” y en la pared oeste para el aula de primero “B”.
4. El costo inicial e instalación de los equipos es de S/.9300.00 y el costo de operación y mantenimiento preventivo por año es de S/.5159.

VI. RECOMENDACIONES

- Comprar lo sistemas propuestos teniendo en cuenta las indicaciones dadas e instalarlos (03 equipos de 24000 BTU/h y 01 equipo de 12000 BTU/h.).
- Colocar vidrio en la parte superior de la puerta.
- Instalar brazo mecánico para cierre automático de la puerta.
- Colocar cortinas en ventanas color claro.
- Realizar los mantenimientos propuestos para garantizar su correcto funcionamiento y vida útil, y evitar malestar en los ocupantes de las aulas.
- Se recomienda que se utilice un protector de voltaje para aires acondicionados en el sistema de protección de los equipos.
- Se recomienda que en instituciones educativas y futuras construcciones se tendría que considerar un sistema climatizado en los ambientes. para mejorar el confort y rendimiento académico en los alumnos, profesores y personal administrativos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (s.f.). Recuperado el 23 de MARZO de 2019, de <http://es.weatherspark.com>
- A. M. (10 de enero de 2017). *Ovacen*. Obtenido de Ovacen: https://ovacen.com/tipos-sistemas-de-climatizacion-ejemplos/?fbclid=IwAR0ykO4sYYtrub8-Ymq5b-TUY96BKfxZ6fuvNs4tu7F8k0Mmc8DwOhz1T_0
- AcerosArequipaS.A. (s.f.). *Aceros Arequipa*. Obtenido de Aceros Arequipa: <http://www.acerosarequipa.com/manual-para-propietarios/herramientas/la-wincha.html>
- Álvarez, G. (2010). *Investigación Basica e Investigación Aplicada*. Caracas: Universidad Simon Bolivar.
- Amazon.es. (25 de mayo de 2019). Obtenido de <https://www.amazon.es/Ndier-Utilizar-Flexible-Corporal-medic%C3%B3n/dp/B07MG9PXC>
- ASHRAE. (2001). *Handbook of Air Conditioning and Refrigeration*. New York: McGRAW-HILL.
- Calle, J. (s.f.). *BSG Institute*. Obtenido de BSG Institute: <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Que-es-Mantenimiento-Preventivo-1133>
- caloryfrio, R. (27 de 09 de 2012). *caloryfrio.com*. Obtenido de caloryfrio .com: <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/aire-instalaciones-componentes/ventajas-instalacion-todo-aire-tipos-sistemas.html>
- Carlos. (27 de Junio de 2013). *Nergiza*. Obtenido de Nergiza: <https://nergiza.com/radiacion-conduccion-y-conveccion-tres-formas-de-transferencia-de-calor/>
- Carlos. (03 de Diciembre de 2014). *Nergiza*. Obtenido de Nergiza: <https://nergiza.com/que-es-un-sistema-de-climatizacion-vrf/>
- Carlos. (05 de octubre de 2015). *Nergiza*. Obtenido de Nergiza: <https://nergiza.com/que-es-un-sistema-de-climatizacion-aire-agua/>
- Carrier. (1980). *Manual de aire acondicionado carrier*. barcelona: Marcombo.
- Construible.es. (s.f.). Obtenido de Construible.es: https://www.construmatica.com/construpedia/Inercia_T%C3%A9rmica
- Construible.es. (07 de Octubre de 2008). Obtenido de Construible.es: https://www.construmatica.com/construpedia/Confort_T%C3%A9rmico
- EcuRed. (s.f.). *EcuRed*. Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Cinta_m%C3%A9trica
- Endesa. (04 de septiembre de 2017). *Soluciones Integrales*. Obtenido de Soluciones Integrales: <https://www.solucionesintegralesendesa.com/blog/equipamiento-hogar/aire-acondicionado/aulas-climatizadas-mayor-rendimiento-escolar/>
- FlukeCorporation. (s.f.). *Fluke*. Obtenido de Fluke: <https://www.fluke.com/es-pe/informacion/mejores-practicas/aspectos-basicos-de-las-herramientas-de-prueba/pinzas-amperimetricas/que-es-una-pinza-amperimetrica>

- Frío Instalaciones S.A.C. (s.f.). Mantenimiento preventivo-correctivo y preventivos de aire acondicionado. Lima, Lima, Perú. Obtenido de <http://www.frioinstalaciones.com/PDFs/Brochure%20Mantenimiento.pdf>
- Gerfri. (2016). <https://tuaireacondicionado.net/>. Obtenido de <https://tuaireacondicionado.net/>: <https://tuaireacondicionado.net/aire-acondicionado-centralizado-y-sus-ventajas/>
- Hayashi Bejarano, F. L. (2013). *Diseño de un sistema de aire acondicionado para los hemiciclos del congreso de la república*. Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Huanca Esquí, E. N. (2016). *Diseño de un sistema de aire acondicionado para un restaurante ubicado en la ciudad de Lima*. Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Ibañez, D. (s.f.). *Frionline.net*. Obtenido de Frionline.net: <https://frionline.net/tips-de-servicio/item/20-refrigerante-r410a-presion-de-trabajo-en-aire-acondicionado.html>
- J.Arrivas. (15 de 06 de 2012). *pisos.com*. Obtenido de pisos.com: <https://www.pisos.com/aldia/ventajas-y-desventajas-del-aire-acondicionado-por-conductos/222467/>
- johnson, Y. (s.f.). *Friotemp*. Obtenido de Friotemp: <https://www.friotemp.com.pe/pdf/split-pared-york-r410a.pdf>
- Lleopart, O. (27 de Diciembre de 2017). *Consideraciones en el cálculo de cargas termicas en viviendas*. Obtenido de Ingenieros y Arquitectos : <https://www.e-zigurat.com/blog/es/calculo-cargas-termicas-viviendas/>
- Llopis, M. Á. (02 de octubre de 2017). *La revista*. Obtenido de La revista: <https://www.interempresas.net/Climatizacion/Articulos/195278-Evolucion-sector-climatizacion-ultimos-50-anos-comfort-calidad-eficiencia-energetica.html>
- M Olmo, R. N. (s.f.). *hyperphysics.phy*. Obtenido de hyperphysics.phy: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/thermo/heatra.html>
- Martinez Norabuena, E. G. (2006). *Diseño e instalación de un sistema de aire acondicionado para el auditorio del senati de capacidad frigorifica 100,000 Kcal/H*. Universidad Nacional de Ingeniería , lima.
- Masi, G. (1 de Abril de 2015). *Be+Image Cusos de 3D y Rendering*. Obtenido de Be+Image Cusos de 3D y Rendering: <http://www.beplusimage.com/blog/que-es-sketchup-definicion/>
- Molina, M. (25 de octubre de 2017). *PoderPda*. Obtenido de PoderPda: <https://www.poderpda.com/investigacion-y-desarrollo/clima-aprendizaje-escolar/>
- Morales Quispe, W. R. (2004). *Diseño de un sistema de climatización inteligente para una aula de clases*. (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Morillón Gálvez, D., & Torres Rodríguez, A. (2007). *Propuesta y diseño de una unidad manejadora y una condensadora*. (Tesis Postgrado), Universidad Nacional Autónoma, México D.F, México.
- pityccf. (Mayo de 2013). *Wordpress*. Obtenido de Wordpress: <https://mangelica99.wordpress.com/tipos-de-termometros/termometro-ambiental/>

- (s.f.). *Propuesta y diseño de una unidad manejadora y una condensadora.* .
- Quezada Escobar, J. F. (2006). *Criterios para Selección de equipos Mecánicos en Sistemas de Aire Acondicionado que utilizan equipos Chiller entre 60 y 110 toneladas.* Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, México.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios. (31 de Julio de 1998). España.
- renovetec. (s.f.). Obtenido de renovetec: <http://mantenimiento.renovetec.com/135-mantenimiento-correctivo>
- Rivera Ramos, L. A. (2012). *Diseño del sistema de climatización para una edificación multifuncional.* (Informe de suficiencia), Universidad Nacional de Ingeniería., Lima, Perú.
- Rusiñol., M. C. (2007). *Erga-Noticias.* Obtenido de Erga-Noticias.: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_enot_99.pdf
- SimpleClima. (s.f.). *aire acondicionado en escuelas.* Recuperado el 04 de abril de 2019, de <https://simpleclima.com/post.php/aire-acondicionado-en-escuelas?alias=aire-acondicionado-en-escuelas>
- Tarazona Rodriguez, O. U. (2013). *Proyecto de implementación de un sistema para climatizar una planta de fabricación de semisólidos.* (Tesis de pregrado), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Termigo. (20 de Diciembre de 2017). *ECURED.* Obtenido de ECURED: <https://www.ecured.cu/index.php?title=Climatizaci%C3%B3n&oldid=3031259>
- Termometro ambiental alla france.* (s.f.). Recuperado el 21 de mayo de 2019, de <https://www.hoyfarma.com/equipos/termometro-ambiental-alla-france-detail.html>
- Wikipedia.com. (14 de Diciembre de 2015). *Wikipedia.* Obtenido de Wikipedia: <http://www.pulso.uniovi.es/wiki/index.php/Sketchup>
- YORK. (2016). *Instrucciones de uso e instalaciones.* Johnson Controls, Inc. .
- Zumárraga, M. (19 de Noviembre de 2012). *protestante digital.com.* Obtenido de climatizacion y ventilacion en lugares de culto: http://protestantedigital.com/magacin/13117/Climatizacion_y_ventilacion_de_lugares_de_culto

ANEXOS

ANEXO 01: Cotización del equipo de aire acondicionado marca York de 24,000 BTU



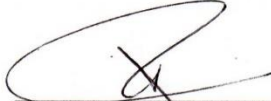
R.U.C. N° 20453325432
COTIZACIÓN
N° 09430

Venta y reparación de electrodomésticos, equipos médicos, cómputo, sonido profesional, refrigeración y equipos en general. También ofrecemos la venta e instalación de aire acondicionado, sistemas de videovigilancia, energía eléctrica a panel solar, cerco eléctrico, puesta a tierra y mucho más
 Calle Mariscal Ureta N°1365, Jaén (Dpto. Cajamarca) Teléfono fijo 076-269130 Movistar 978982163 - #978981567 - #951807933 Claro 973373530 Entel 922630769 Correo: Diconor@hotmail.com

Señor (es): Ing. Jair Nonalaya

Fecha: 9/05/2019

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	TOTAL
6	Equipo de aire acondicionado Marca: York / Capacidad: 24,000 BTU / Tecnología: Americana Refrigerante: Ecológico R410A / Control remoto: Sí Incluye instalación y materiales con un kit de 3.5MT ***Garantía: 12 meses*** 	S/. 2,600	S/. 15,600
TOTAL			S/. 15,600



 José Alejandro Zuloeta Ramos
 Gerente General

ANEXO 02: Cotización del equipo de aire acondicionado marca York de 12,000 BTU



R.U.C. N° 20453325432
COTIZACIÓN
 N° 09430

Venta y reparación de electrodomésticos, equipos médicos, cómputo, sonido profesional, refrigeración y equipos en general. También ofrecemos la venta e instalación de aire acondicionado, sistemas de videovigilancia, energía eléctrica a panel solar, cerco eléctrico, puesta a tierra y mucho más
 Calle Mariscal Ureta N°1365, Jaén (Dpto. Cajamarca) Teléfono fijo 076-269130 Movistar 978982163 - #978981567 - #951807933 Claro 973373530 Entel 922630769 Correo: Diconor@hotmail.com

Señor (es): Ing. Lenin Castillo
 Dirección: Jaén

Fecha: 30/04/2019
 Tel.: 941 880 861

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	TOTAL
1	Equipo de aire acondicionado Marca: York / Capacidad: 12,000 BTU / Tecnología: Americana Refrigerante: Ecológico R410A / Control remoto: Sí Incluye instalación y materiales con un kit de 5MT ***Garantía: 12 meses*** 	S/. 1,500	S/. 1,500
TOTAL		S/. 1,500	


 José Alejandro Zuloeta Ramos
 Gerente General

ANEXO 03: Cotización de mantenimiento del equipo de aire acondicionado

Empresa: *MULTISERVICIOS ELECTROFRIO E.I.R.L*

Cotización de Mantenimiento en Equipos de aire acondicionado

OPERACIÓN	PRECIO(S/.)
Verificación de medidas	<i>35.00</i>
Revisión de cuadro Eléctrico	<i>40.00</i>
Inspección carga de refrigerante	<i>120.00</i>
Comprobación de los desagües	<i>30.00</i>
Verificación de la inexistencia de ruidos extraños	<i>30.00</i>
Lubricación de rodamientos y partes móviles	<i>100.00</i>
Pintura y Restauración	
TOTAL	<i>355.00</i>

1-110 a.

MULTISERVICIOS ELECTROFRIO E.I.R.L
RUC: 20570889949

[Signature]
José Antonio Semprún Quiroz
GERENTE

ANEXO 04: Ficha Técnica del equipo de aire acondicionado seleccionado



12 000 BTU/h 18 000 BTU/h 24 000 BTU/h

SPLIT PARED YORK R-410A

Frío Solo - Frío Calor



Capacidad: 12000 hasta
24000 BTU/h

- Diseño moderno y compacto
- Enfriamiento eficiente
- Refrigerante ecológico (R-410A)
- Bajo nivel de ruido
- Reinicio automático
- Fácil mantenimiento
- Control inalámbrico



Control Remoto

- 4 modos de operación
- Automático / Frío / Seco / Ventilación
- Modo de dormir
- Temporizador de Encendido y Apagado
- 3 velocidades de control del ventilador (alta / media / baja)
- Pantalla LCD
- Ajustes Turbo Cool



Condensadora

- Funcionamiento silencioso
- Compresor de alta eficiencia
- Instalación conveniente
- Fácil mantenimiento
- Cubierta de válvula de servicio

(01) 461-2277

ventas@friotemp.com.pe



WWW.FRIOTEMP.COM.PE

Friotemp
AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN

SPLIT PARED YORK R-410A

Frío Solo - Frío Calor



CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS



Temporizador de 24 horas
Permite programar tiempos de inicio hasta 24 horas para el funcionamiento flexible y más conveniente.



Super silenciosa
La tecnología y el diseño compacto reducen el nivel de ruido, para una experiencia de usuario súper silenciosa y cómoda.



Bloqueo infantil
Si se presiona el botón de bloqueo del mando a distancia, debe ser presionado de nuevo antes de usar, lo que evita el funcionamiento accidental.



Auto diagnóstico
Los códigos de falla mostrados claramente permiten una resolución de problemas más rápida y un mantenimiento más fácil.



Ventilador de varias velocidades
El ventilador multi-velocidad ayuda a satisfacer diversos requisitos de flujo de aire.



Protección de 3 minutos
Un retraso de 3 minutos antes de que el compresor se reinicie ayuda a evitar el daño del compresor y el tiempo de trabajo.



Reinicio automático
La unidad se devuelve automáticamente a las condiciones de funcionamiento anteriores después de un corte de energía, para un funcionamiento simplificado.



R-410A
El refrigerante ecológico se enfría y se calienta más eficientemente sin destruir la capa de ozono.

Modelo Frío Solo	Unidad	12	18	24
Unidad Externa (Condensador)	-	YH9FYC12BAH-A-X	YH9FYC18BAH-A-X	YH9FYC24BAH-A-X
Unidad Interna (Evaporador)	-	YH9FXC12BAH-FX	YH9FXC18BAH-FX	YH9FXC24BAH-FX
Fuente de alimentación	V-Ph-Hz	230-1-60	230-1-60	230-1-60
Capacidad de enfriamiento	Btu/h	12000	18000	24000
Potencia de entrada de refrigeración	W	1250	1870	2500
EER	W/W	2.81	2.82	2.81
Tipo de compresor	-	Rotativo	Rotativo	Rotativo
Refrigerante	-	R-410A	R-410A	R-410A
Volumen de flujo de aire	m ³ /h	600	1150	1300
Nivel de ruido interior	dB(A)	36/33/31	42/39/36	49/45/40
Nivel de ruido exterior	dB(A)	50	53	56
Tamaño del tubo de refrigerante (Liq / Gas)	ømm	ø6.35/ø12.7	ø6.35/ø12.7	ø6.35/ø15.9
Dimensión interior (LxAxP)	mm	855x200x280	997x230x322	1115x243x336
Dimensiones al aire libre (LxAxP)	mm	780x245x540	780x245x640	810x288x688
Peso neto (ID / DO)	kg	11.5/27.3	12.4/35.0	16.0/45.6

Condiciones nominales de prueba:

Temperatura - Interior 80.6°F DB / 66.2°F WB (27°C DB / 19°C WB) y exterior 95°F DB / 75.2°F WB (35°C DB / 24°C WB)

(01) 461-2277

ventas@friotemp.com.pe



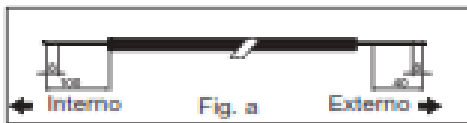
WWW.FRIOTEMP.COM.PE

Friotemp
AIR ACÓNDICIONADO Y VENTILACIÓN

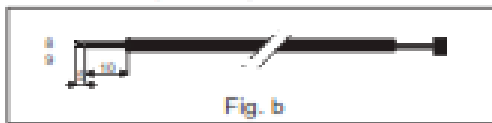
3 CONEXIÓN DEL CABLE A LAS UNIDADES INTERIOR Y EXTERIOR

	220-240V 1-		
Lado alimentación	UNIDAD INTERIOR		UNIDAD EXTERIOR
Capacidad	2600/3400 W	5500 W	6200 W
Amparaje	16A	16A	25A
Cable de alimentación	3G1.5mm ²	3G1.5mm ²	3G2.5mm ²
Interconexión	5G1.0mm ²	3G1.5mm ² + 2G0.75mm ²	4G1.0mm ²

Cable de interconexión

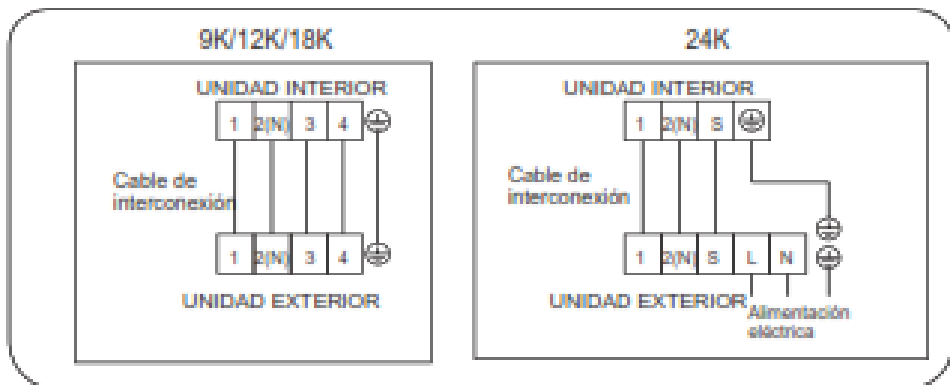
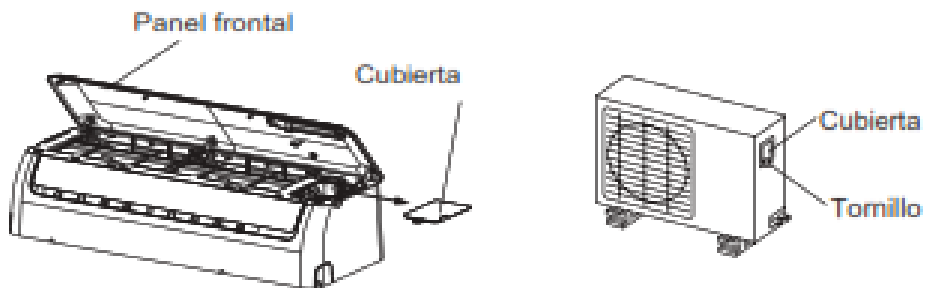


Cable de bajo voltaje



Conexión Eléctrica:

1. Retire la cobertura del panel de control desde la unidad aflojando los tornillos.
2. Prepare los cables necesarios para la conexión eléctrica.
3. Conecte el extremo del cable a las terminales de las unidades internas y externas, tal como se indica.



4. Asegure el cable multipolar con el sujetador de cables.

Notas:

1. El instalador puede seleccionar el código de color del cable.
2. Para el modo de calentamiento, los cables que van a la terminal de cable bipolar de la unidad externa deben estar en cables separados tal como se indica, de lo contrario, los controles electrónicos estarán sujetos a operaciones de mal funcionamiento. Luego de la conexión, ajuste el cable bipolar al cable multipolar con los sujetadores de cable.

ANEXO 06: Solicitud de aceptación para realizar proyecto.

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

SOLICITA: Realizar proyecto en Institución Educativa

Sr. Director de Institución Educativa N° 16003

Señor director, reciba usted un cálido y afectuoso saludo y al mismo tiempo permitame exponerle lo siguiente:

Nosotros Lenin Castillo Vásquez y Jair Nonalaya Córdova bachilleres en ingeniería mecánica y eléctrica; Universidad Nacional de Jaén, con Dni N° 74072909 y 70039507, correspondientemente, que, por motivos académicos, en proyecto de investigación, consiste en la realización de un diseño de climatización para algunos de los ambientes de su institución educativa, requiriendo algunos datos que espero se nos permita obtener.

Por lo expuesto, agradeceré a usted acceda a mi solicitud. Teniendo en cuenta dicha actividad será beneficiosa tanto para la institución como para nuestra investigación.

Jaén, 01 de abril de 2019



Lenin Castillo Vásquez
Dni N° 74072909



Jair Nonalaya Córdova
Dni N° 70039507

LE. N° 16003 - MIRAFLORES JAÉN	
RECIBIDO	
N° EX. 064	LA 01
FECHA 03/05/2019	HORA 10:55 a.m.
DESTINO: 	FIRMA: 

ANEXO 07: Fotos reales de las Aulas prefabricadas primero A y primero B de Institución Educativa 16003 Miraflores – Jaén



ANEXO 08: Fotos de la reunión que se sostuvo con el director de la Institución Educativa 16003 Miraflores



ANEXO 09: Fotos de la toma de medidas longitudinales de las aulas prefabricadas.



ANEXO 10: Fotos de la toma de medidas de temperaturas interiores y exteriores de las aulas prefabricadas.





ANEXO 11: Temperaturas máximas y mínimas del año 2018 según SENAMHI.

Dia/mes/año	Temperatura(°C)	
	Máximo	minimo
1-Ene-18	29.2	18.4
2-Ene-18	31.6	18
3-Ene-18	32.2	18.8
4-Ene-18	29.8	20
5-Ene-18	31.6	18.6
6-Ene-18	31.4	17.6
7-Ene-18	26	16.4
8-Ene-18	29.5	16.4
9-Ene-18	29	18.6
10-Ene-18	30	18.2
11-Ene-18	28.2	18.2
12-Ene-18	29.4	18
13-Ene-18	31.8	16.8
14-Ene-18	28.6	18
15-Ene-18	28	17
16-Ene-18	29.6	17.2
17-Ene-18	26.8	17.4
18-Ene-18	34	17.2
19-Ene-18	28.6	16.8
20-Ene-18	25.6	17.2
21-Ene-18	28.4	16.8
22-Ene-18	27.8	17
23-Ene-18	27	18.4
24-Ene-18	27.6	16.8
25-Ene-18	29.6	18
26-Ene-18	31	16.8
27-Ene-18	31.6	18
28-Ene-18	31	18.4
29-Ene-18	30.8	18.2
30-Ene-18	31.6	17
31-Ene-18	31.8	18.2

Dia/mes/año	Temperatura(°C)	
	Max	min
1-Feb-18	32.5	19.2
2-Feb-18	32.4	18.4
3-Feb-18	33	18
4-Feb-18	32.2	19.4
5-Feb-18	32.6	20
6-Feb-18	26.8	19
7-Feb-18	24.6	18
8-Feb-18	29	17
9-Feb-18	24.6	18.2
10-Feb-18	28.6	17.6
11-Feb-18	31.8	16.4
12-Feb-18	27.2	17
13-Feb-18	30	17
14-Feb-18	29	19
15-Feb-18	26	17
16-Feb-18	23.4	17.2
17-Feb-18	29.8	16.8
18-Feb-18	31.4	17.8
19-Feb-18	31.2	19
20-Feb-18	28	16.6
21-Feb-18	30.8	17.8
22-Feb-18	32	17.6
23-Feb-18	31.6	16.8
24-Feb-18	33	20.2
25-Feb-18	31.8	17.6
26-Feb-18	30	18.4
27-Feb-18	31.6	18
28-Feb-18	30.6	16.6

Dia/mes/año	Temperatura(°C)	
	max	min
1-Mar-18	31	17.8
2-Mar-18	29	18.8
3-Mar-18	28	17
4-Mar-18	29.6	18.2
5-Mar-18	32	19
6-Mar-18	26.6	19
7-Mar-18	29.6	18.4
8-Mar-18	30	18.4
9-Mar-18	29.6	17.8
10-Mar-18	29.2	17.4
11-Mar-18	26	18
12-Mar-18	27	17.8
13-Mar-18	31.6	18.6
14-Mar-18	32.6	16.6
15-Mar-18	31	19
16-Mar-18	29.4	18.4
17-Mar-18	28.8	18
18-Mar-18	29.6	17.8
19-Mar-18	28	16.4
20-Mar-18	32	16.6
21-Mar-18	24.2	18.2
22-Mar-18	28	19
23-Mar-18	30	16.8
24-Mar-18	30.4	16.6
25-Mar-18	29	17.8
26-Mar-18	29.2	18
27-Mar-18	29.6	18.4
28-Mar-18	30	17.4
29-Mar-18	31	18.6
30-Mar-18	29	17
31-Mar-18	31	18

Dia/mes/año	Temperatura(°C)	
	Max	min
1-Abr-18	31.2	19
2-Abr-18	27	17.8
3-Abr-18	30.6	16.8
4-Abr-18	30.5	16.4
5-Abr-18	32.6	17.2
6-Abr-18	30	15.8
7-Abr-18	29.5	17
8-Abr-18	23.8	17
9-Abr-18	27	16
10-Abr-18	30.6	16.6
11-Abr-18	32	16
12-Abr-18	33	18.4
13-Abr-18	30.6	18
14-Abr-18	28	17.6
15-Abr-18	31	17.2
16-Abr-18	30.4	17.4
17-Abr-18	30.6	17.6
18-Abr-18	31.4	17
19-Abr-18	29	17.6
20-Abr-18	30	17.8
21-Abr-18	30.5	17
22-Abr-18	31.8	17.8
23-Abr-18	27	18.4
24-Abr-18	30.6	16.8
25-Abr-18	31.4	18.6
26-Abr-18	31	18.4
27-Abr-18	32.2	17.6
28-Abr-18	31	18.2
29-Abr-18	31.4	17.4
30-Abr-18	32	17.8

Dia/mes/año	Temperatura(°C)	
	max	min
1-May-18	33	18
2-May-18	30	17.2
3-May-18	32.2	18.8
4-May-18	33	18.6
5-May-18	31	18
6-May-18	29.6	17.4
7-May-18	31.6	18
8-May-18	29.8	17
9-May-18	29.6	18
10-May-18	31.2	17
11-May-18	30.6	19
12-May-18	30	17.6
13-May-18	29.4	17.2
14-May-18	30.6	17.4
15-May-18	31.4	19
16-May-18	30.8	18
17-May-18	28.6	17
18-May-18	31	17.2
19-May-18	30	18.8
20-May-18	30.4	17.6
21-May-18	29.4	17.4
22-May-18	30	18.2
23-May-18	29.6	18
24-May-18	31.6	17.8
25-May-18	29.2	18
26-May-18	30	17.4
27-May-18	31.4	17.4
28-May-18	30	18.6
29-May-18	30	18
30-May-18	31.2	18.4
31-May-18	31.5	18.6

Dia/mes/año	Temperatura(°C)	
	Max	min
1-Jun-18	31.4	19
2-Jun-18	29.5	17.8
3-Jun-18	28.2	18.2
4-Jun-18	30	17.4
5-Jun-18	30.4	18
6-Jun-18	31	17.2
7-Jun-18	32	15.6
8-Jun-18	31.2	18.4
9-Jun-18	29	17.8
10-Jun-18	29.2	18.6
11-Jun-18	30	20
12-Jun-18	29.4	18
13-Jun-18	30.8	16.8
14-Jun-18	29	18
15-Jun-18	26	16.4
16-Jun-18	26.4	16.4
17-Jun-18	28	16.8
18-Jun-18	28.5	16.8
19-Jun-18	29.5	16.2
20-Jun-18	30.6	16.2
21-Jun-18	30.6	16
22-Jun-18	30.2	15.2
23-Jun-18	30.6	17
24-Jun-18	29	17.6
25-Jun-18	26	17
26-Jun-18	27.8	15.6
27-Jun-18	31	15.8
28-Jun-18	30.4	17.2
29-Jun-18	29.6	16.4
30-Jun-18	30.2	16.6

Dia/mes/año	Temperatura(°C)	
	max	min
1-Jul-18	32.2	17.6
2-Jul-18	32	18
3-Jul-18	32.8	16
4-Jul-18	26	16.6
5-Jul-18	28.6	17.2
6-Jul-18	30.5	17.6
7-Jul-18	31	17.4
8-Jul-18	29.6	16.6
9-Jul-18	27.6	16
10-Jul-18	27.6	16.2
11-Jul-18	26.4	18
12-Jul-18	27.4	17.6
13-Jul-18	27.2	17.2
14-Jul-18	27	17
15-Jul-18	29	18.2
16-Jul-18	29.4	16
17-Jul-18	30	17
18-Jul-18	28	17
19-Jul-18	28.4	17.4
20-Jul-18	29.8	17.6
21-Jul-18	29	17.4
22-Jul-18	28.6	17.2
23-Jul-18	28	16.8
24-Jul-18	30	17.2
25-Jul-18	29.4	16
26-Jul-18	30	17
27-Jul-18	29	17.2
28-Jul-18	30.6	16.2
29-Jul-18	32.2	16
30-Jul-18	30	18.2
31-Jul-18	26	16.2

Dia/mes/año	Temperatura(°C)	
	Max	min
1-Ago-18	28.8	16
2-Ago-18	30	16.4
3-Ago-18	31	18
4-Ago-18	29.8	19.4
5-Ago-18	29.6	16
6-Ago-18	30.4	17
7-Ago-18	27.2	16.2
8-Ago-18	30	16.8
9-Ago-18	30.2	17
10-Ago-18	27.8	16.8
11-Ago-18	27.5	17.2
12-Ago-18	29.8	17.6
13-Ago-18	31.2	18
14-Ago-18	32.6	16.4
15-Ago-18	29.8	18.4
16-Ago-18	26.5	17
17-Ago-18	28.8	16.8
18-Ago-18	31	17
19-Ago-18	30.6	17.2
20-Ago-18	29.6	18
21-Ago-18	28.2	17.8
22-Ago-18	28	17
23-Ago-18	31.2	16.8
24-Ago-18	32.5	15.2
25-Ago-18	31.2	16.8
26-Ago-18	29.2	17.2
27-Ago-18	30	18.2
28-Ago-18	31	15
29-Ago-18	32.2	16.2
30-Ago-18	31.6	18
31-Ago-18	30.4	18.2

Dia/mes/año	Temperatura(°C)	
	max	min
01-Sep-2018	30.4	18.4
02-Sep-2018	30.8	19
03-Sep-2018	29.2	17.4
04-Sep-2018	29	16.4
05-Sep-2018	31.8	15
06-Sep-2018	32.6	16.4
07-Sep-2018	32	15.4
08-Sep-2018	33	17
09-Sep-2018	33	18.4
10-Sep-2018	33.6	19
11-Sep-2018	33.5	19
12-Sep-2018	33	18.4
13-Sep-2018	35	19
14-Sep-2018	31.2	19
15-Sep-2018	31	17.8
16-Sep-2018	31.4	18
17-Sep-2018	32	18
18-Sep-2018	32	17.4
19-Sep-2018	32.4	17
20-Sep-2018	32	18.8
21-Sep-2018	32.2	19.2
22-Sep-2018	31.8	18
23-Sep-2018	30.8	17.8
24-Sep-2018	33	17.4
25-Sep-2018	32	18.6
26-Sep-2018	32.4	16
27-Sep-2018	34.8	17.8
28-Sep-2018	33.8	19.2
29-Sep-2018	32.4	18.6
30-Sep-2018	34.2	16

Dia/mes/año	Temperatura(°C)	
	Max	min
1-Oct-18	31.6	19.6
2-Oct-18	31.8	19.8
3-Oct-18	32	19
4-Oct-18	25.5	15.4
5-Oct-18	31.8	17.2
6-Oct-18	29.4	17.6
7-Oct-18	32	18.2
8-Oct-18	33	18.4
9-Oct-18	32	20.4
10-Oct-18	32.4	20
11-Oct-18	34.6	20.2
12-Oct-18	33.5	20
13-Oct-18	31.8	21
14-Oct-18	30.5	20.2
15-Oct-18	33.5	19.8
16-Oct-18	36	19.2
17-Oct-18	32.6	21
18-Oct-18	35.6	20.4
19-Oct-18	32.5	20
20-Oct-18	35	20.2
21-Oct-18	31	20
22-Oct-18	34.8	20.6
23-Oct-18	35.2	20.2
24-Oct-18	35.8	20.2
25-Oct-18	34.6	21
26-Oct-18	35.2	21
27-Oct-18	32	21
28-Oct-18	33.8	20.4
29-Oct-18	32.6	21.4
30-Oct-18	33	20.8
31-Oct-18	29.8	21.2

Dia/mes/año	Temperatura(°C)	
	max	min
1-Nov-18	33.6	20.4
2-Nov-18	34	17.4
3-Nov-18	35	20
4-Nov-18	33.8	19.8
5-Nov-18	35.4	20.2
6-Nov-18	35.6	20.4
7-Nov-18	32.6	21
8-Nov-18	33	20.8
9-Nov-18	32.6	19.8
10-Nov-18	33	19.2
11-Nov-18	32	19
12-Nov-18	31.4	20
13-Nov-18	31	21.2
14-Nov-18	31.5	21
15-Nov-18	32.4	20.4
16-Nov-18	32.6	21
17-Nov-18	34.2	20.2
18-Nov-18	33.8	21
19-Nov-18	31.6	20.6
20-Nov-18	31.5	20
21-Nov-18	33	20.2
22-Nov-18	30.2	20
23-Nov-18	34	19.4
24-Nov-18	34.2	19
25-Nov-18	33	21.4
26-Nov-18	28	19.2
27-Nov-18	34	20
28-Nov-18	33	18.6
29-Nov-18	31	20
30-Nov-18	34.5	18.2

Dia/mes/año	Temperatura(°C)	
	Max	min
1-Dic-18	33	20.6
2-Dic-18	35.4	20.2
3-Dic-18	33.6	20.2
4-Dic-18	34	18.8
5-Dic-18	35	18.2
6-Dic-18	33.8	20
7-Dic-18	28.4	19
8-Dic-18	28.6	17
9-Dic-18	29.8	18.8
10-Dic-18	30	18.6
11-Dic-18	25.5	18.8
12-Dic-18	27	18.6
13-Dic-18	28	19
14-Dic-18	30.6	19.8
15-Dic-18	27	19
16-Dic-18	27.2	18.2
17-Dic-18	29.6	17
18-Dic-18	30	19.4
19-Dic-18	28.8	19
20-Dic-18	29	18
21-Dic-18	30	18.2
22-Dic-18	26	18
23-Dic-18	27.6	18.2
24-Dic-18	28.6	16
25-Dic-18	28.4	17.8
26-Dic-18	27.5	18.8
27-Dic-18	29	16.6
28-Dic-18	28	15
29-Dic-18	30.4	19.6
30-Dic-18	30	20
31-Dic-18	30.8	20

