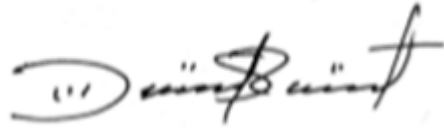


**EVALUACIÓN DE LA TRANSMISIBILIDAD TÉRMICA EN PANELES
ELABORADOS CON MORTERO CONVENCIONAL, PANELES MIXTOS
DE: MORTERO BASE CEMENTO, FIBRA DE COCO Y FIQUE CON
ADICIÓN DE ASERRÍN.**

EDWAR ALEXI CERVANTES TARAZONA



**DIRECTOR DE PROYECTO:
MSc. LUDWING PÉREZ BUSTOS**

**ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

2021

**EVALUACIÓN DE LA TRANSMISIBILIDAD TÉRMICA EN PANELES
ELABORADOS CON MORTERO CONVENCIONAL, PANELES MIXTOS
DE: MORTERO BASE CEMENTO, FIBRA DE COCO Y FIQUE CON
ADICIÓN DE ASERRÍN.**

EDWAR ALEXI CERVANTES TARAZONA

**DIRECTOR DE PROYECTO:
MSc. LUDWING PÉREZ BUSTOS**

**ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

2021

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO	12
GENERAL SUMMARY OF WORK DEGREE	13
1. INTRODUCCIÓN	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GENERAL	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5. MARCO TEÓRICO	19
5.1 Concreto	19
5.1.1 Dosificación del concreto:	20
5.1.2 Efectos de la temperatura en el concreto:	20
5.2 Fibra de coco	21
5.2.1 Clasificación	21
5.2.2 Propiedades	22
5.3 Aserrín	22
5.4 Fique	23
5.5 Calor específico	23
5.6 CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	24
5.7 ESTADISTICA DESCRIPTIVA	24
5.7.1 Medidas de tendencia central	25
5.7.2 Medidas de dispersión	25
5.7.3 Teorema de Chebyshev	26
5.7.4 Diagrama de caja	26

5.7.5 Análisis de la varianza (ANOVA)	27
6. ESTADO DEL ARTE	28
7. METODOLOGÍA.....	31
8. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES.....	33
8.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO	33
8.2 DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	34
8.3 CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA	36
8.4 DENSIDAD DEL CEMENTO HIDRAULICO	37
8.5 FINURA DEL CEMENTO BLAINE	38
8.6 CONSISTENCIA DEL CEMENTO	39
8.7 ABSORCION DE FIBRA DE COCO	40
8.8 Resistencia a la compresión del mortero base cemento.....	40
8.9 DISEÑO DE MEZCLA.....	43
8.10 FLUIDEZ DEL MORTERO.....	46
8.11 AJUSTE DE LA MEZCLA POR HUMEDAD	48
9. FABRICACION DE PANELES	51
9.1 Paneles de solo mortero (Tipo A)	52
9.2 Paneles con aditivos (Tipo B, C y D)	52
10. STANDARD TEST METHOD FOR STEADY-STATE THERMAL PERFORMANCE OF BUILDING ASSEMBLIES BY MEANS OF A GUARDED HOT BOX1.....	55
11. ANALISIS Y RESULTADOS.....	59
11.2 Estadística paneles tipo B.....	64
11.3 Estadística paneles tipo C	65
11.4 Estadística paneles tipo D	66

11.5 Análisis de varianza ANOVA	68
12. CONCLUSIONES.....	69
13. BIBLIOGRAFÍA	70
14. ANEXO A	73
15. ANEXO B	74
16. ANEXO C	80
17. ANEXO D	85

Gráfica 1: Curva granulométrica.....	33
Gráfica 2: Contenido de cemento.....	43
Gráfica 3: Relación agua cemento	44
Gráfica 4: Estadística paneles tipo A 10:30 am.....	60
Gráfica 5: Estadística paneles tipo A 11:00 am.....	60
Gráfica 6: Estadística paneles tipo A 11:30 am.....	60
Gráfica 7: Estadística paneles tipo A 12:00 pm.....	61
Gráfica 8: Estadística paneles tipo A 12:30 pm.....	61
Gráfica 9: Estadística paneles tipo A 1:00 pm.....	61
Gráfica 10: Estadística paneles tipo A 1:30 pm.....	62
Gráfica 11: Estadística paneles tipo A 2:00 pm.....	62
Gráfica 12: Estadística delta de temperatura 10:30 am paneles tipo A.....	63
Gráfica 13: Estadística delta de temperatura 11:30 am paneles tipo A.....	63
Gráfica 14: Estadística delta de temperatura 12:30 pm paneles tipo A.....	63
Gráfica 15: Estadística delta de temperatura 1:30 pm paneles tipo A.....	63
Gráfica 16: Estadística delta de temperatura 11:00 am paneles tipo A.....	63
Gráfica 17: Estadística delta de temperatura 12:00 m paneles tipo A.....	63
Gráfica 18: Estadística delta de temperatura 1:00 pm paneles tipo A.....	64
Gráfica 19: Estadística delta de temperatura 2:00 pm paneles tipo A.....	64
Gráfica 20: Estadística temperatura en paneles tipo B 10:30 am.....	75
Gráfica 21: Estadística temperatura en paneles tipo B 11:00 am.....	75
Gráfica 22: Estadística temperatura en paneles tipo B 11:30 am.....	76
Gráfica 23: Estadística temperatura en paneles tipo B 12:00 m.....	76
Gráfica 24: Estadística temperatura en paneles tipo B 12:30 am.....	76
Gráfica 25: Estadística temperatura en paneles tipo B 1:00 pm.....	77
Gráfica 26: Estadística temperatura en paneles tipo B 1:30 pm.....	77
Gráfica 27: Estadística temperatura en paneles tipo B 2:00 pm.....	77
Gráfica 28: Estadística delta de temperatura 10:30 am paneles tipo B.....	78
Gráfica 29: Estadística delta de temperatura 11:30 am paneles tipo B.....	78
Gráfica 30: Estadística delta de temperatura 11:00 am paneles tipo B.....	78
Gráfica 31: Estadística delta de temperatura 12:00 am paneles tipo B.....	78

Gráfica 32: Estadística delta de temperatura 12:30 am paneles tipo B.....	78
Gráfica 33: Estadística delta de temperatura 1:30 pm paneles tipo B.....	78
Gráfica 34: Estadística delta de temperatura 1:00 pm paneles tipo B.....	79
Gráfica 35: Estadística delta de temperatura 2:00 pm paneles tipo B.....	79
Gráfica 36: Datos temperatura panel 1 tipo C	80
Gráfica 37: Datos temperatura panel 3 tipo C	80
Gráfica 38: Datos temperatura panel 5 tipo C	80
Gráfica 39: Datos temperatura panel 7 tipo C	80
Gráfica 40: Datos temperatura panel 2 tipo C	80
Gráfica 41: Datos temperatura panel 4 tipo C	80
Gráfica 42: Datos temperatura panel 6 tipo C	80
Gráfica 43: Datos temperatura panel 8 tipo C	80
Gráfica 44: Datos temperatura panel 9 tipo C	81
Gráfica 45: Estadística temperatura en paneles tipo C 10:30 am	81
Gráfica 46: Estadística temperatura en paneles tipo C 11:00 am	81
Gráfica 47: Estadística temperatura en paneles tipo C 11:30 am	81
Gráfica 48: Estadística temperatura en paneles tipo C 12:00 am	82
Gráfica 49: Estadística temperatura en paneles tipo C 12:30 am	82
Gráfica 50: Estadística temperatura en paneles tipo C 1:00 pm	82
Gráfica 51: Estadística temperatura en paneles tipo C 1:30 pm	82
Gráfica 52: Estadística temperatura en paneles tipo C 2:00 pm	83
Gráfica 53: Estadística delta de temperatura 10:30 am paneles tipo C.....	83
Gráfica 54: Estadística delta de temperatura 11:00 am paneles tipo C.....	83
Gráfica 55: Estadística delta de temperatura 11:30 am paneles tipo C.....	83
Gráfica 56: Estadística delta de temperatura 12:30 paneles tipo C.....	83
Gráfica 57: Estadística delta de temperatura 1:30 am paneles tipo C.....	84
Gráfica 58: Estadística delta de temperatura 12:00 paneles tipo C.....	84
Gráfica 59: Estadística delta de temperatura 1:00 pm paneles tipo C.....	84
Gráfica 60: Estadística delta de temperatura 2:00 pm paneles tipo C.....	84
Gráfica 61: Datos temperatura panel 1 tipo D	85
Gráfica 62: Datos temperatura panel 3 tipo D	85

Gráfica 63: Datos temperatura panel 5 tipo D	85
Gráfica 64: Datos temperatura panel 7 tipo D	85
Gráfica 65: Datos temperatura panel 2 tipo D	85
Gráfica 66: Datos temperatura panel 4 tipo D	85
Gráfica 67: Datos temperatura panel 6 tipo D	85
Gráfica 68: Datos temperatura panel 8 tipo D	85
Gráfica 69: Datos temperatura panel 9 tipo D	86
Gráfica 70: Estadística temperatura en paneles tipo D 10:30 am	86
Gráfica 71: Estadística temperatura en paneles tipo D 11:00 am	86
Gráfica 72: Estadística temperatura en paneles tipo D 11:30 am	86
Gráfica 73: Estadística temperatura en paneles tipo D 12:00	87
Gráfica 74: Estadística temperatura en paneles tipo D 12:30	87
Gráfica 75: Estadística temperatura en paneles tipo D 1:00 pm	87
Gráfica 76: Estadística temperatura en paneles tipo D 1:30 am	87
Gráfica 77: Estadística temperatura en paneles tipo D 2:00 pm	88
Gráfica 78: Estadística delta de temperatura 10:30 am paneles tipo D.....	88
Gráfica 79: Estadística delta de temperatura 11:30 am paneles tipo D.....	88
Gráfica 80: Estadística delta de temperatura 12:30 am paneles tipo D.....	88
Gráfica 81: Estadística delta de temperatura 11:00 am paneles tipo D.....	88
Gráfica 82: Estadística delta de temperatura 12:00 paneles tipo D.....	88
Gráfica 83: Estadística delta de temperatura 1:00 pm paneles tipo D.....	88
Gráfica 84: Estadística delta de temperatura 1:30 pm paneles tipo D.....	89
Gráfica 85: Estadística delta de temperatura 2:00 pm paneles tipo	89

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1 Fibra de coco	21
Imagen 2 Aserrín	23
Imagen 3: Muestra materia orgánica.....	36
Imagen 4: Aparato de vicat	39
Imagen 5 Cubos en tiempo de fraguado	41
Imagen 6: Mesa de flujo	46
Imagen 7: Materiales usados en paneles.....	51
Imagen 8: Formaletas para paneles.....	51
Imagen 9: Primera capa de paneles con aditivos.....	53
Imagen 10: Capa 2 de paneles con aditivos.....	54
Imagen 11: Capa 3 de paneles con aditivos.....	54
Imagen 12: Capa 4 de paneles con aditivos.....	54
Imagen 13: Paneles finales con aditivos	54
Imagen 14: Toma de temperatura cara expuesta al sol	55
Imagen 15: Toma de temperatura cara opuesta	55

TABLAS

Tabla 1: Datos de granulometría	33
Tabla 2: Datos ensayo densidad	35
Tabla 3: Datos ensayo materia orgánica	36
Tabla 4: Datos densidad del cemento	37
Tabla 5: Resultados ensayo consistencia	39
Tabla 6: Datos ensayo absorción	40
Tabla 7 Datos ensayo de compresión curado 14 días	42
Tabla 8 Datos ensayo de compresión curado 7 días	42
Tabla 9 Datos ensayo de compresión curado 28 días	42
Tabla 10: Datos materiales.....	45
Tabla 11: Cantidades material para 1m ³ de mezcla	46
Tabla 12: Datos ensayo fluidez	47
Tabla 13: Datos fluidez ensayo 2	48
Tabla 14: Cantidades para 1m ³ de mezcla.....	48
Tabla 15: Cantidades para 0.000750m ³ de mezcla	48
Tabla 16: Cantidades corregidas para 1m ³ de mortero	50
Tabla 17 Cantidades para 0.0675 m ³ de mortero.....	53
Tabla 18: Conductividad térmica de los materiales	56
Tabla 19: Resistencia térmica y trasmittancia de paneles.....	58
Tabla 20: Promedio de temperaturas de 10:30 a 12:00 paneles tipo A.....	59
Tabla 21: Promedio de temperaturas 12:30 a 2:00 paneles tipo A.....	59
Tabla 22: Delta de temperatura paneles tipo A	63
Tabla 23: Promedio de temperaturas de 10:30 a 12:00 paneles tipo B.....	64
Tabla 24: Promedio de temperaturas de 12:30 a 2:00 paneles tipo B.....	64
Tabla 25: Delta de temperatura paneles tipo B	65
Tabla 26: Promedio de temperaturas de 10:30 a 12:00 paneles tipo C	65
Tabla 27: Promedio de temperaturas de 12:30 a 2:00 paneles tipo C	65
Tabla 28: Delta de temperatura paneles tipo C	66
Tabla 29: Promedio de temperaturas de 10:30 a 12:00 paneles tipo D	66
Tabla 30: Promedio de temperaturas de 12:30 a 2:00 paneles tipo D	66

Tabla 31: Delta de temperatura paneles tipo D	67
Tabla 32: Resultados análisis de varianza ANNOVA 10:30 a 12:00	68
Tabla 33: Resultados análisis de varianza ANNOVA 12:30 a 2:00 pm	68
Tabla 34: Datos temperatura panel 1 tipo A	73
Tabla 35: Datos temperatura panel 3 tipo A	73
Tabla 36: Datos temperatura panel 2 tipo A	73
Tabla 37: Datos temperatura panel 4 tipo A	73
Tabla 38: Datos temperatura panel 5 tipo A	73
Tabla 39: Datos temperatura panel 1 tipo B	74
Tabla 40: Datos temperatura panel 2 tipo B	74
Tabla 41: Datos temperatura panel 3 tipo B	74
Tabla 42: Datos temperatura panel 4 tipo B	74
Tabla 43: Datos temperatura panel 5 tipo B	74
Tabla 44: Datos temperatura panel 6 tipo B	74
Tabla 45: Datos temperatura panel 7 tipo B	75
Tabla 46: Datos temperatura panel 8 tipo B	75
Tabla 47: Datos temperatura panel 9 tipo B	75

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: EVALUACIÓN DE LA TRANSMISIBILIDAD TÉRMICA EN PANELES ELABORADOS CON MORTERO CONVENCIONAL, PANELES MIXTOS DE: MORTERO BASE CEMENTO, FIBRA DE COCO Y FIQUE CON ADICIÓN DE ASERRÍN.

AUTOR(ES): EDWAR ALEXI CERVANTES TARAZONA

PROGRAMA: Facultad de Ingenieria Civil

DIRECTOR(A): LUDWING PEREZ BUSTOS

RESUMEN

Día a día encontramos en nuestro diario vivir, ya sea en el hogar o en nuestros lugares de trabajo la gran necesidad de disminuir las temperaturas en ciertos ambientes cerrados ya que la construcción con concreto y acero aumenta drásticamente la absorción de energía. Por ello se buscó la fabricación de paneles mixtos en base cemento y fibra de coco junto con paneles mixtos en base cemento, fique y adición de aserrín de dimensiones (25x25x4)cm , estos paneles fueron sometidos a una fuente de energía natural y se procedió a analizar su absorción de calor, su transmitancia (norma ASTM C236 – 89) y la temperatura promedio alcanzada por cada panel a diferentes horas del día, haciendo mediciones cada 30mins durante 4horas. Se realizó el análisis estadístico de los resultados mediante el método anova y se compararon los parámetros establecidos en los teoremas de Chebyshev y Box Plot con el fin de comparar ambos modelos de paneles y definir cuál es el que tiene resultados más significativos y por lo tanto sirva mejor como aislante térmico.

Palabras Clave: Fibra de coco, fique, aserrín, transmitancia, temperatura, aislante térmico.

GENERAL SUMMARY OF WORK DEGREE

TITLE: EVALUATION OF THE THERMAL TRANSMISSIBILITY IN PANELS MADE WITH CONVENTIONAL MORTAR, MIXED PANELS OF: CEMENT BASED MORTAR, COCONUT FIBER AND FIQUE WITH THE ADDITION OF SAWDUST.

AUTHOR(S): EDWAR ALEXI CERVANTES TARAZONA

FACULTY: Facultad de Ingenieria Civil

DIRECTOR: LUDWING PEREZ BUSTOS

ABSTRACT

Every day we find in our daily lives, whether at home or in our workplaces, the great need to lower temperatures in certain closed environments since construction with concrete and steel drastically increases energy absorption. For this reason, it was sought to manufacture cement-based mixes and coconut fiber together with cement-based mixed panels, fique and addition of sawdust with dimensions like (25x25x4)cm, These panels were subjected to a natural energy source and their heat absorption and transmittance were analyzed. (norm ASTM C236 – 89) and the average temperature reached by each panel at different times of the day, making measurements every 30 minutes for 4 hours. The statistical analysis of the results was carried out using the anova method and the parameters established in the Chebyshev and Box Plot theorems were compared in order to compare both panel models and define which one has the most significant results and therefore serves better as a thermal insulator.

Keywords: coconut fiber, fique, sawdust, transmittance, temperature, thermal insulator.

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto de grado tiene como finalidad el analizar paneles de mortero con aditivos de fibra de coco, aserrín y fique; para estudiar la influencia que estos materiales podrían tener en la mitigación de temperatura dentro de viviendas o edificaciones.

Pensando en mitigar el problema de las altas temperaturas dentro de las viviendas o edificaciones se procederá a examinar la influencia de diversos materiales y a calificar el uso de estos como aislante térmico. Para ello, se realizaron paneles mixtos de mortero base cemento, coco y fique con adición de aserrín. Para ello se analizaron cuatro tipos de paneles:

Tipo A: Panel de mortero base cemento.

Tipo B: Panel mixto de mortero base cemento, fibra de coco y fique en hilos.

Tipo C: Panel mixto de mortero base cemento, fibra de coco y fique en tirantes.

Tipo D: Panel mixto de mortero base cemento, fibra de coco y aserrín.

El proyecto está conformado de 12 capítulos distribuidos de la siguiente manera:

En los capítulos 2, 3 y 4 encontramos el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos respectivamente en donde se da una descripción de las razones y motivos por los cuales se realiza la presente investigación.

En los capítulos 5 y 6 está el marco teórico y el estado del arte, respectivamente, en donde se hace una revisión bibliográfica de los conceptos manejados en el proyecto y de igual forma se resume información de investigaciones existentes relacionadas al tema estudiado.

El capítulo 7 se describe la metodología usada en el proyecto especificando las actividades realizadas a fin de cumplir cada objetivo propuesto.

El capítulo 8 contiene el resumen y el resultado de los procedimientos estipulados en las normas para la caracterización de materiales. El capítulo 9 describe el procedimiento de fabricación de los especímenes.

Por ultimo en los capítulos 10 y 11 se plasma la información obtenida al realizar los ensayos, el análisis estadístico que se le realizo a los datos y las conclusiones

Los resultados obtenidos en la parte experimental variaron respecto al componente teórico ya que se determinó que el panel tipo C sería el que presentaría un comportamiento aislante mayor que los otros y por el contrario el panel tipo D fue el que mostro un mejor comportamiento, en comparación a los otros tipos de paneles.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como se ha venido observando, todo el planeta está viviendo una época de cambios climáticos extremos debido principalmente a los problemas ambientales que día a día hacen más difícil encontrar un confort en la vida diaria de las personas, tanto en nuestros hogares como en nuestros lugares de trabajo. Actualmente en Colombia la mayor parte de la construcción de viviendas o edificaciones se realiza con materiales convencionales como el concreto y acero, materiales aislantes, pero no lo suficiente, por lo tanto, se hace necesario buscar otro tipo de soluciones para poder ambientar y hacer de nuestro diario vivir un lugar con mejor confort térmico.

Los aislantes térmicos en las construcciones son un aspecto que no puede escasear en ninguna edificación, puesto que en las temporadas en donde las temperaturas son extremas, como el verano o el invierno, pueden perturbar el ambiente en el interior de los inmuebles y si no se está preparado tendrá como resultado aumentos muy importantes en los gastos de energía eléctrica que utilizaran para crear un ambiente agradable, ya sea en aire acondicionado o calentadores; esto genera un aumento en el valor de las facturas de la luz y, en consecuencia, sobrecostos.

3. JUSTIFICACIÓN

Debido a las altas temperaturas de las zonas tropicales y la exposición con los rayos solares que impactan directamente contra las estructuras de cualquier edificación se presenta un aumento de la temperatura dentro de las viviendas que solo puede ser disminuida mediante agentes externos al ambiente, se ha observado que las edificaciones no poseen medidas de mitigación frente a este problema y la instalación de aires acondicionados solo empeoran el problema con el ambiente; Debido a esto se han buscado soluciones posicionales de las estructuras en la zona, para crear microclimas que disminuyan las temperaturas en lugares específicos. En este proyecto queremos presentar una medida para mitigar estas altas temperaturas en vecindarios ya consolidados. Para ello se busca elaborar paneles que absorban, disipen o aíslen la radiación de calor que el ambiente les provea y para conseguir este fin se han buscado materiales como el aserrín y la combinación de las fibras de coco y fique mezclados con el mortero, para comprobar la factibilidad de estos materiales se demostrará la cantidad de energía que acumularán o disiparán mediante ensayos de transmisibilidad térmica. Estas pruebas se realizarán en las instalaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana, más específicamente en el laboratorio de resistencia de materiales.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la transmisibilidad térmica de paneles elaborados con mortero convencional, paneles mixtos de: Mortero base cemento, fibras de coco y fique con adición de aserrín.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar físicamente los materiales que componen los paneles, elaborados con mortero convencional, paneles mixtos de: Mortero base cemento, fibras de coco y fique con adición de aserrín mediante el ensayo de consistencia del cemento, densidad y absorción.
- Caracterizar mecánicamente los materiales que componen los paneles, elaborados con mortero convencional, paneles mixtos de: Mortero base cemento, fibras de coco y fique con adición de aserrín mediante ensayos granulométricos y de humedad, entre otros.
- Comparar la transmisibilidad térmica del mortero base cemento y los paneles mixtos mediante un termómetro médico infrared.
- Revisar antecedentes bibliográficos sobre el estudio de paneles usados como aislante térmico.

5. MARCO TEÓRICO

Actualmente el mundo enfrenta cambios en el clima muy drásticos, tanto oleadas de calor a 53° Celsius, como grandes inviernos a temperaturas hasta de -41° Celsius en Irán y Canadá respectivamente. [1] [2]

Debido a este cambio climático, el área de la construcción ha buscado la manera de disminuir el impacto del medio ambiente en nuestro entorno diario, mediante la innovación y el desarrollo de nuevos materiales de construcción, que sustituyan o de alguna manera nos ofrezcan características útiles que nos ayuden a disminuir este problema.

Se ha optado por la elaboración de paneles mixtos tipo sándwich compuestos de mortero y en su interior fibra de coco/fique o aserrín, ya que son materiales poco conductores de calor y nos ayudarán a disminuir el impacto del ambiente en las edificaciones.

5.1 Concreto

El concreto es un material compuesto de arena y grava, cemento y un aditivo, usualmente se utiliza agua; Luego de ser mezclados, se puede dar forma a este material mediante formaletas o usando algún modo de contenerlo en el sitio. El cuerpo del material se conforma usualmente con agregado grueso y fino. El cemento y el agua reaccionan químicamente uniéndose así las partículas y conformando una masa que con el tiempo se solidifica. Además, se debe agregar otra proporción de agua para lograr maleabilidad en la mezcla, ya que de esta manera se puede reforzar la estructura con acero antes de que inicie su fase de solidificación. Es posible obtener diferentes tipos de concretos, con diferentes propiedades ajustando las proporciones del material a usar o agregando materiales nuevos. [3]

El concreto es considerado un material con baja resistencia a la tensión por sí solo, pero tiene buena resistencia a la compresión, debido a esto resulta costoso su uso

en elementos estructurales que se someten a la tensión, tales como vigas, elementos de amarre, entre otros. [3]

5.1.1 Dosificación del concreto:

Los materiales que componen una mezcla de concreto se dosifican mediante relaciones agua cemento y agregados, para que de esta manera podamos conseguir la resistencia final que buscamos, la manejabilidad apropiada y una disminución en los costos. Debido a esto, la cantidad de cemento que buscamos es la mínima ya que es el componente más costoso de la mezcla, con esto en cuenta no podemos olvidar el propósito de la mezcla que es conseguir las propiedades adecuadas del concreto. Para ello, debemos gradar lo mejor posible los agregados ya que de esta manera disminuimos los vacíos en la mezcla, por lo tanto, la cantidad de pasta de cemento necesaria para llenar esos vacíos será menor. Adicionalmente el agua es un factor necesario y demasiado útil para aumentar la plasticidad y la fluidez de la mezcla, pero hace que la resistencia disminuya debido a que crea un mayor volumen de vacíos. Para reducir el uso del agua y mantener la misma manejabilidad se debe agregar cemento, debe existir una relación agua-cemento, esta relación nos indica la cantidad de cemento mínima que nos proporcionará la resistencia y manejabilidad deseada. [3]

5.1.2 Efectos de la temperatura en el concreto:

El concreto tiende a expandirse cuando la temperatura se aumenta y cuando la temperatura baja su volumen tiende a disminuir, cuando pasa por estos cambios de temperatura constantemente tiende a agrietarse. El efecto de estos cambios en el volumen es similar a aquéllos que son causados por la retracción de fraguado, por lo tanto, como se dijo anteriormente la contracción por temperatura lleva al concreto a través de agrietamientos considerables. En ciertos tipos de estructuras, las deformaciones que son debido a los cambios de temperatura pueden causar esfuerzos altos y dañinos. El coeficiente de expansión y contracción térmica varía dependiendo de los tipos de agregados y de la fluidez de la mezcla. El rango normal se encuentra desde las 4×10^{-6} a 7×10^{-6} pulg/pulg por °F.

Para efectos del cálculo de esfuerzos y deformaciones unitarias causadas por cambios de temperatura se acepta generalmente como satisfactorio un valor de 5.5×10^{-6} [3]

5.2 Fibra de coco

El coco se encuentra formado por una parte líquida en su interior y blanda a la cual se le realizan diferentes procesos industriales para poder obtener grasas, aceites comestibles, copra y confites; además, se constituye igualmente por el mesocarpio y la estopa, esta parte la podemos encontrar entre el exocarpio duro o también llamada cubierta externa, y el endocarpio o envoltura dura, que encierra la semilla; el valor de ésta estriba en su contenido de fibra (fibra bonote), de esta se pueden diferenciar tres tipos esenciales: una fina y larga fibra, una más tosca y una más corta, este material se puede transformar en una alternativa de utilización de materia prima como agregado fino en la industria del concreto aligerado, con el fin de disminuir el peso de las estructuras y lograr el grado necesario de resistencia [4]



*Imagen 1 Fibra de coco
Fuente: El autor*

5.2.1 Clasificación

La fibra de coco, también conocida como fibra de bonote, se puede clasificar en 3 tipos: La más larga y fina que es conocida como la fibra de esteras o hilo; una más tosca, que es conocida con el nombre de fibra de cerda, y la fibra más corta, conocida con el nombre de fibra para colchones [6]. Si se compara con otras fibras

más duras, la de la fibra de coco es relativamente corta, sus células fibrosas miden hasta 1 mm de longitud, en cambio las células de sisal tienen un promedio de 2.5 mm, y 4.9 mm en las de abacá; las células de la fibra de coco tienen un diámetro medio de 15 micras, y un haz de fibras puede tener de 30 a 300 o más células en su sección transversal total. Un corte de fibra varía entre 15 y 35 cm, en lugar de promedios de 110 cm como en el caso del henequén, 140 cm el sisal y 240 cm el abacá. Su diámetro se encuentra entre los 0,1–1,5 mm frente a 0,2–1 mm que tiene el abacá. La fibra de coco tiene una capacidad de estiramiento de 29.04%, con un módulo de rigidez de 1.8924 dinas/cm² [4]

5.2.2 Propiedades

La fibra de coco se caracteriza porque tiene algunas propiedades, entre otras, como:

- Baja conductividad térmica ($K=0.045 \text{ W/m}^\circ\text{C}$)
- Es inodora
- Tiene alta resistencia a tracción (0.63 Kg/cm^2)
- Es un aislante acústico
- Alta capacidad de drenaje
- Alta capacidad de retención de humedad (33% en peso de humedad absorbida)
- Bajo peso

5.3 Aserrín

El aserrín de pino tiene además propiedades como:

- Baja conductividad térmica ($K=0.092 \text{ W/m}^\circ\text{C}$)
- Es inodora
- Tiene baja porosidad
- Alta capacidad de retención de humedad
- Bajo peso
- Alta capacidad de drenaje [5]



*Imagen 2 Aserrín
Fuente: El Autor*

5.4 Fique

La fibra de fique se obtiene de una planta originaria de América tropical, se obtiene mediante despulpado manual o mecánico y se deja secar.

Propiedades:

- Baja conductividad térmica ($K = 0.044 \text{ W/m}^\circ\text{C}$)
- Inodora
- Baja porosidad [6]

5.5 Calor específico

A la constante (C) se le denominó calor específico y es relativamente independiente de la temperatura para los estados sólido y líquido y también varía dependiendo de cada sustancia. Las unidades de calor más antiguas provienen de esta relación calorimétrica. Últimamente las que son más usadas son la caloría y el BTU (British Thermal Unit). Una caloría está definida como la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de 1g de agua desde $14,5^\circ\text{C}$ hasta los $15,5^\circ\text{C}$ mientras

que un BTU es la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de 1lb de agua desde 59,5°F hasta 60,5 °F. [7]

$$c = \frac{J}{g^{\circ}C} \quad (1)$$

El calor específico es el cálculo de una sustancia como la variación del calor que se absorbe por la unidad de masa por grado de temperatura.

5.6 CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

El término conductividad térmica nos describe el traslado de la energía (en forma de calor) a través de una masa como resultado de una variación de la temperatura. Según la segunda ley de la termodinámica, el flujo del calor fluye siempre en dirección de la temperatura más baja.

Este fenómeno se presenta cuando las moléculas de un cuerpo sometido a un proceso de calentamiento presentan una sobre carga de energía cinética, este exceso de energía adquirido por las moléculas se transmite sin alterar de ninguna forma la materia [8].

La Conductividad Térmica es una propiedad específica de cada tipo de material y es usada para caracterizar el traslado de calor en ritmo estacionario [9].

$$k = \frac{Kcal}{Mhr^{\circ}C} \quad (2)$$

5.7 ESTADISTICA DESCRIPTIVA

La realización de este proyecto conlleva un análisis estadístico en donde se definirán las medidas de tendencia que tienen los resultados de los ensayos obtenidos. Para esto, se deben definir algunos conceptos que abarcan la estadística, como guía se utilizara el libro “ESTADISTICA” de Mario F. Triola [10] que contiene las definiciones básicas de la estadística entre las cuales están:

5.7.1 Medidas de tendencia central

- **Media:** Es en general la medida numérica más importante en un conjunto de valores, mejor conocida como el promedio. Esta resulta al realizar la suma de los valores del conjunto dividida en el número total de valores, lo cual se expresa en la ecuación (3)

$$Media(\tilde{x}) = \frac{\sum x}{n} \quad (3)$$

Donde:

x: valores de la muestra

n: cantidad de valores muestrales

- **Mediana:** Es el valor intermedio ya que se encuentra exactamente en la mitad de los valores de la muestra estando estos valores organizados de forma creciente o decreciente. Su determinación es muy fácil, primero se ordenan los valores y se determina si la totalidad de estos es par o impar. En caso de ser impar, la mediana será valor que está justo en el medio de los valores; si es par la mediana se obtiene calculando la media de los dos valores que están en la mitad del grupo.
- **Moda:** La moda es el valor que más se repite o que se presenta con mayor frecuencia dentro del conjunto.

5.7.2 Medidas de dispersión

Estas medidas también conocidas como medidas de variación, muestran la concentración de los datos con respecto a las medidas de tendencia central. Los ejemplos más comunes de estas medidas son:

- **Desviación estándar:** esta es la medida de dispersión más común, la cual indica que tan dispersos están los datos con respecto a la media. La ecuación para calcularla se muestra a continuación:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \tilde{x})^2}{n - 1}} \quad (4)$$

Donde:

x : Dato (valor) de la muestra

\tilde{x} : Media de la muestra

n : Cantidad de datos (valores) en la muestra

- **Varianza:** Básicamente la varianza es la desviación estándar elevada al cuadrado, lo cual muestra de manera superficial cuanto varían los valores. Por lo tanto, la varianza es s^2 .
- **Rango:** Es la diferencia entre los valores extremos, o sea el valor máximo y el valor mínimo

5.7.3 Teorema de Chebyshev

Este teorema funciona para establecer un intervalo de confianza de los datos, el cual elimina datos extremos que afectan a la porción más representativa de los datos.

Este teorema plantea que, sin importar la forma de distribución de los datos, como mínimo el 75% de estos están dentro de al menos dos desviaciones estándar a partir del promedio de los datos, y por lo menos el 89% de los datos están entre al más o menos tres desviaciones estándar a partir del promedio de los datos.

5.7.4 Diagrama de caja

Un diagrama de caja muestra una representación visual de la mediana y cuartiles de un conjunto de datos. Este diagrama permite identificar valores atípicos y comparar distribuciones, se compone de la caja y los bigotes.

La caja se determina por la distancia del rango intercuartilico, la caja es dividida en dos partes por la mediana que facilita la comprensión del tipo de distribución de los datos, si la mediana divide la caja en partes iguales significa que la distribución de los datos es simétrica y si por el contrario la divide en partes desiguales existe una

asimetría positiva o negativa dependiendo si la parte más larga de la caja está sobre o bajo la mediana respectivamente.

Los bigotes determinan el límite para la determinación de valores atípicos, estos son la continuación de los fragmentos en la caja, su longitud no debe ser mayor a 1.5 veces el rango intercuartílico. [11]

5.7.5 Análisis de la varianza (ANOVA)

Este análisis muestra la igualdad entre varias medias poblacionales con una distribución del factor estadístico de la prueba "F", el cual debe tener ciertas características, entre otras, debe contar con una distribución diferente para cada par de grados de libertad, no ser simétrica, valores mayores o iguales a 0.

Para la aplicación de este método las poblaciones deben tener distribuciones preferiblemente normales, sin que las varianzas difieran mucho entre ellas y que sean muestras independientes, entre otras cosas.

6. ESTADO DEL ARTE

A continuación, se presenta un resumen, ordenado cronológicamente del más reciente al más antiguo, de investigaciones ya realizadas sobre análisis térmicos de diversos materiales, se presenta un resumen de cada proyecto en donde se incluyen los datos más relevantes y resultados de cada investigación.

THERMAL CHARACTERIZATION OF A NEW MULTILAYER BUILDING MATERIAL BASED ON CLAY, CORK AND CEMENT MORTAR [12]

En este estudio los autores fabricaron placas de dimensiones 100 x 100 x 30 mm, con una capa intermedia de arcilla-corcho y dos capas exteriores de mortero de espesor 0.7 cm. Las capas interiores de arcilla y corcho variaron entre 1.4, 1.2 y 0.7 cm. Después de fabricar las muestras se secan a temperatura ambiente y después en el horno para eliminar del todo la humedad.

Los resultados muestran claramente que agregar el compuesto de arcilla y corcho permite el refuerzo como aislante térmico del nuevo material, las propiedades térmicas y densidad cambian. Se puede apreciar que al aumentar el espesor de las muestras multicapa también se reduce su conductividad térmica de 0.35 w/m.k, a 0,29 w/ m.k. Igualmente, la densidad disminuye de 1471 kg / m³ cambió a 1220 kg/ m³.

ANÁLISIS TÉRMICO DEL MORTERO ADICIONADO CON FIBRA DE COCO [13]

El objetivo del proyecto consistió en analizar el comportamiento térmico de un mortero con adiciones de fibra de coco en porcentajes de peso definidos desde el 5% al 15% mediante una variación al método de la placa caliente regido por la norma ASTM 177 que nos ayuda a determinar la conductividad térmica de las mezclas, el calor específico de un sólido por el método de las mezclas y el barrido diferencial de calorimetría (DSC) y estudiar el efecto de estas adiciones en las propiedades físico-mecánicas del mortero. La relación del mortero-cemento fue 1:3 y agua/cemento de 0,9, para la conductividad térmica se prepararon especímenes de 2x3x30 cm, y para el calor específico se realizaron cubos de morteros de 5x5x5 cm, ensayados en temperatura ambiente a 23°C y para el DSC se pulverizó la fibra y se

dejó fraguar las muestras en moldes de 4 mm de diámetro para de esta manera obtener un mayor contacto con las capsulas de aluminio que fueron selladas durante el ensayo, este se realizó en un rango de temperatura de -10°C a 200°C .

Se realizaron un ensayo por cada método y porcentaje de adición de fibra. Teniendo los mejores resultados para la muestra del 15% de adición, con una conductividad térmica de $0,27 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ mucho menor que la del vidrio ($0,81 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) y que del mortero de cemento ($1,4 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), calor específico de $2079 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ mayor que el del convencional ($975,3 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$). En el DSC presentó dos puntos de fusión en temperaturas de $54,28^{\circ}\text{C}$ y $108,6^{\circ}\text{C}$ en dos procesos endotérmicos, con una energía máxima de $1.366 \text{ g}/\text{J}$, y un aumento de la resistencia de la compresión de $2,47\%$ con respecto al de sin adicción, lo que representa que esta fibra también proporciona mejoras estructurales al mortero.

Según estos resultados termoanalíticos (Conductividad Térmica, Calor específico y DSC) la fibra de coco si podría aportarle propiedades de aislación térmica al mortero, que podría usarse como pañete en las paredes de las viviendas (VIS) para generarles mayor confort y ahorro energético.

INVESTIGACIÓN DEL COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE BLOQUES FABRICADOS CON MORTERO Y OLOTE DE MAÍZ (*ZEA MAYS*) PARA APLICACIONES EN MAMPOSTERÍA [14] El punto central de la investigación fue el de analizar el coeficiente de conductividad térmica de bloques elaborados a base de mortero y olole de maíz para analizar sus resultados y determinar su posible uso como material optativo en la mampostería. Esto se pudo realizar con la ayuda de un dispositivo construido por los mismos investigadores el cual medía el coeficiente de conductividad térmica por medio de una placa que transfiere calor mediante una resistencia eléctrica a las probetas.

Para la toma de datos se necesitó de un termómetro digital y dos multímetros con los cuales se midió la temperatura, voltaje y amperaje de los materiales. Se fabricaron en total 40 bloques de dimensiones $37 \times 17,5 \times 8,5 \text{ cm}$, cuatro bloques por cada porcentaje de olole agregado. Los porcentajes fueron desde 0% a 90% de olole agregado aumentando de a 10% estos bloques fueron sometidos a ensayos

de tensión y compresión. En conjunto con los bloques realizaron 2 placas de 300 x 300 x 25 mm para cada tipo de mezcla con el fin de medir la conductividad térmica.

Los resultados mostraron que la adición de olote de maíz redujo los coeficientes de conductividad hasta en un 30%, sin embargo, la resistencia a compresión de los bloques disminuyó en comparación a los bloques sin fibra.

USO DE UN ADITIVO BIOLÓGICO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS Y TERMICAS DEL HORMIGÓN [15]

El aditivo fue creado mediante un cultivo de bacterias calcificantes el cual fue agregado a la mezcla de hormigón en proporciones de 30, 60, 100%. De cada mezcla con aditivo se fabricaron 9 cilindros para ensayarlos a compresión a los 28 días de curado.

Para el ensayo de conductividad térmica se fabricaron 8 placas de 30 x 30 x 2 cm de cada tipo de mezcla con aditivo biológico las cuales fueron ensayadas, igual que los cilindros, a los 28 días de curado según lo indicado en la norma ASTM C177-85.

Los resultados obtenidos para los cilindros sometidos a compresión demostraron que la resistencia aumento 17.2% en los especímenes que contenían 30% de aditivo biológico en la mezcla. Con respecto a la conductividad térmica, todas las mezclas con aditivo presentaron una conductividad menor a la mezcla de referencia siendo, de nuevo, la mezcla con el 30% de aditivo la que presento mejores resultados disminuyendo la conductividad hasta en un 50% con respecto a la placa patrón de solo mortero.

7. METODOLOGÍA

Esta investigación es un trabajo experimental cuantitativo, el cual estará dividido en 8 etapas diferentes.

- **Etapas #1**

En esta etapa se realizará la revisión bibliográfica del tema.

- **Etapas #2**

En esta etapa se proporcionarán las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que serán usados, tales como la fibra de coco/fique y el aserrín, así como su transmisibilidad térmica

- **Etapas #3**

En esta etapa se realizará el diseño de mezcla del mortero, se caracterizarán los materiales que componen al mortero tipo M y se realizarán los ensayos pertinentes. Además de los ensayos que se realizaron a los materiales a los cuales se les hace mención a continuación; se le realiza un ensayo de absorción a la fibra de coco.

Para caracterizar el cemento se realizan los siguientes ensayos:

- Ensayo de Densidad ASTM C 188-95
- Finura del cemento Blaine ASTM C 204-84
- Consistencia del cemento ASTM C 187-98

Para caracterizar el agregado fino se realizan los siguientes ensayos:

- Ensayo de densidad y Absorción ASTM C 128-01.
- Granulometría ASTM C 136 – 01
- Contenido de materia orgánica ASTM C 87-03

Al mortero se le realizan los siguientes ensayos:

- Fluides del mortero ASTM C230 / C230M – 21
- Resistencia a la compresión I.N.V.E – 323 -07

- **Etapa #4**

En esta etapa se realiza una caracterización de los materiales a usar (fibra de coco/fique y aserrín) según sus propiedades físicas.

- **Etapa #5**

En esta etapa se elaborarán los paneles base que serán material de estudio. Para el prototipo de mortero convencional se realizarán 5 paneles de dimensiones 25cm x 25cm x 4cm

- **Etapa #6**

En esta etapa se elaborarán paneles para los ensayos de transmisibilidad térmica.

Se realizan los tres prototipos a evaluar los cuales constan de paneles mixtos de: Mortero base cemento, fibra de coco/fique, Mortero base cemento, fibra de coco/fique compactado y mortero base cemento, fibra de coco y aserrín.

Para el prototipo de paneles mixtos se realizarán 9 muestras para un total de 27 y sus dimensiones serán de 25cm x 25cm x 4cm.

- **Etapa #7**

En esta etapa se realizará el ensayo de transmisibilidad térmica.

Para el ensayo de transmisibilidad térmica se utilizará un termómetro laser infrared con el cual se realizarán mediciones cada 30 minutos durante 4 horas en 4 zonas delimitadas de cada panel, por lo tanto, se realizarán 4 mediciones en la cara en la cual el sol impacta directamente el panel y otras 4 en el reverso.

- **Etapa #8**

En esta etapa se realizará el análisis de los resultados utilizando los datos arrojados de los ensayos de laboratorio planteados en las etapas anteriores utilizando la estadística descriptiva.

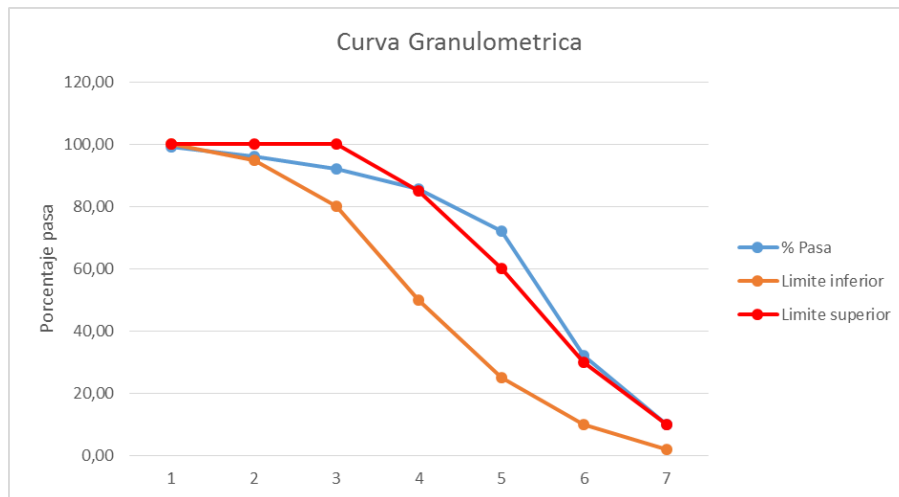
8. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

8.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

Para este análisis se utilizó la serie de tamices que estaban entre aperturas de 4.8mm y 74 micrones más conocidos como los tamices #4 y #100 [16]. El ensayo consiste en separar una muestra de 1000g de arena y dejarla en el horno durante 24 horas. Después de este tiempo se vuelve a pesar la muestra que este caso pesó en total 979.8g, esta muestra se pasa por la ya mencionada serie de tamices con cuidado de no generar pérdidas de material

DATOS GRANULOMETRIA					
Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3/8"	9,5	9	0,92	0,92	99,08
#4	4,8	29,4	3,00	3,92	96,08
#8	2,4	38,6	3,94	7,86	92,14
#16	1,2	64	6,53	14,39	85,61
#30	0,59	133,2	13,59	27,99	72,01
#50	0,297	389,6	39,76	67,75	32,25
#100	0,149	217,8	22,23	89,98	10,02
Fondo	-	98,2	10,02	100,00	0,00

Tabla 1: Datos de granulometría
Fuente: El autor



Gráfica 1: Curva granulométrica
Fuente: El autor

Para calcular el módulo de finura de la arena se utiliza la siguiente ecuación:

$$MF = \frac{\text{(Sumatoria de \% retenidos acumulados hasta el tamiz \#100)}}{100} \quad (5)$$

$$MF = \frac{212.80}{100}$$

$$MF = 2.12$$

8.2 DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

Existen diferentes definiciones de densidad dependiendo del método y ecuación con que sea calculada, la densidad se puede clasificar en tres tipos que son: Densidad en condición seca al horno (SH), densidad en condición saturada y superficialmente seca (SSS) y densidad aparente. Estas tres están diferenciadas por el estado en que se encuentre la muestra a estudiar. El procedimiento para calcular cualquiera de las densidades es el mismo y consiste en sumergir una muestra del agregado en agua por 24 horas, después la muestra se seca superficial o totalmente (dependiendo de la densidad a calcular) y se calcula su masa. Lo siguiente a hacer es calcular su volumen introduciendo la muestra en un picnómetro graduado como lo indica el método y para finalizar se seca la muestra en el horno y se determina su masa seca.

Las siguientes ecuaciones y simbología se usan para calcular los diferentes valores de densidad y absorción

A: Masa al aire de la muestra seca al horno

B: Masa del picnómetro aforado lleno de agua

C: Masa total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua

S: Masa de la muestra saturada y superficialmente seca

$$\text{Densidad relativa SH} = \frac{A}{(B + S - C)} \quad (6)$$

$$Densidad\ relativa\ SSS = \frac{S}{(B + S - C)} \quad (7)$$

$$Densidad\ relativa\ aparente = \frac{A}{(B + A - C)} \quad (8)$$

$$Absorción,\ \% = \frac{S - A}{A} * 100 \quad (9)$$

Los datos obtenidos durante el ensayo se presentan en la tabla 2

DATOS ENSAYO	
Peso arena (g)	500
Peso picnómetro (g)	169,4
Peso picnómetro + agua + material (g)	1003,2
Peso picnómetro + agua (g)	699,2
Muestra seca al horno	490

Tabla 2: Datos ensayo densidad
Fuente: El autor

Basado en las ecuaciones (6) (7) (8) y (9) descritas en el método e identificadas las variables a utilizar se procede a calcular las densidades y la absorción:

$$Densidad\ relativa\ SH = \frac{490}{(699.2 + 500 - 1003.2)}$$

$$Densidad\ relativa\ SH = 2.50\ g/cm^3$$

$$Densidad\ relativa\ SSS = \frac{500}{(699.2 + 500 - 1003.2)}$$

$$Densidad\ relativa\ SSS = 2.55\ g/cm^3$$

$$Densidad\ relativa\ aparente = \frac{490}{(699.2 + 490 - 1003.2)}$$

$$\text{Densidad relativa aparente} = 2.63 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Absorción, \%} = \frac{500 - 490}{490} * 100$$

$$\text{Absorción} = 2.04\%$$

8.3 CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA

El ensayo de contenido de materia orgánica consiste en depositar una muestra del material en un frasco y seguido de esto se debe llenar un 3% del volumen del frasco con dióxido de sodio asegurando que este cubra en totalidad la muestra de material. Se deja reposar el material junto al dióxido de sodio por un periodo de 24 horas. Transcurrido el tiempo se hace lectura del nivel de materia orgánica con ayuda de la tarjeta. [17]

DATOS ENSAYO	
Muestra material (ml)	130
Volumen del recipiente (ml)	200
Volumen dióxido de sodio (ml)	6

Tabla 3: Datos ensayo materia orgánica



Imagen 3: Muestra materia orgánica

Se realiza la lectura del contenido de materia orgánica con la ayuda del lector que se muestra en la imagen 3, al realizar la comparación se pudo evidenciar que el color que había adquirido el dióxido de sodio tiene una tonalidad parecida al color #2 del lector de referencia, esto indica que el material tiene un bajo contenido de materia orgánica.

Después de realizados los ensayos del agregado fino se procedió a realizar los ensayos al cemento

8.4 DENSIDAD DEL CEMENTO HIDRAULICO

Los equipos y materiales necesarios para realizar este ensayo son un frasco de Le Chatelier, kerosene y cemento hidráulico. El procedimiento se basa en depositar una cantidad de kerosene en el frasco de Le Chatelier que este entre las marcas 0 y 1 ml del frasco y se realiza una primera lectura seguido de esto se depositan 64g de cemento teniendo cuidado de que no quede material en las paredes del frasco. Después, se coloca el tapón del frasco y se deja en un baño de agua y para finalizar se toma una lectura final y se realizan los cálculos según las siguientes ecuaciones [18]:

$$Vol_{desplazado} = Vol_{final} - Vol_{inicial} \quad (10)$$

$$Densidad = \frac{Masa\ del\ cemento}{Vol_{desplazado}} \quad (11)$$

Los datos que se obtuvieron durante la realización del ensayo se presentan en la tabla 4

DATOS ENSAYO	
Peso de la muestra (g)	64
Volumen inicial (cm ³)	0,3
Lectura de referencia (cm ³)	22,7
Volumen final (cm ³)	22,5

Tabla 4: Datos densidad del cemento
Fuente: El autor

Utilizando las ecuaciones 10 y 11 se procede a calcular la densidad del cemento

$$Vol_{desplazado} = 22.5 - 0.3$$

$$Vol_{desplazado} = 22.2 \text{ cm}^3$$

$$Densidad = \frac{64}{22.2}$$

$$Densidad = 2.88 \frac{g}{cm^3}$$

8.5 FINURA DEL CEMENTO BLAINE

Este ensayo consiste en agregar una cantidad específica de cemento en el aparato de Blaine la cual se describe en la hoja de referencia del mismo aparato, antes y después de esto se debe colocar un filtro de papel, después de puesta la muestra y los filtros se hace una lectura del tiempo que pasa para que el mercurio sobrepase las líneas de referencia que se encuentran demarcadas en el aparato.

En la norma ASTM C 204-84 [19] se mencionan seis diferentes fórmulas para calcular la superficie específica, en este caso vamos a usar la ecuación (12) que representa la formula b dentro de la norma oficial, se decide usar esta ecuación ya que se cumplen todos los parámetros para su correcto uso.

$$S = \frac{S_s \sqrt{\eta_s} \sqrt{T}}{\sqrt{T_s} \sqrt{\eta}} \quad (12)$$

Donde:

S = superficie específica de la muestra de ensayo, en cm^2/g

S_s = superficie específica de la muestra patrón en, en cm^2/g

η = viscosidad del aire a la temperatura que se realiza el ensayo, en poises

η_s = viscosidad del aire a la temperatura a que se efectúa la calibración, en poises

T = tiempo determinado para la muestra en ensayo, en segundos

T_s = tiempo determinado para la muestra patrón, en segundos

Para el ensayo se utilizó una muestra de 2.69g de cemento y la temperatura ambiente del laboratorio estaba en 28°C.

$$S = \frac{37.73 * 4.28 * 18.28 * \sqrt{64}}{\sqrt{161.8} * \sqrt{4.20}}$$

$$S = 2361 \text{ cm}^2/\text{g}$$

8.6 CONSISTENCIA DEL CEMENTO

Para la realización de este ensayo se necesita el aparato de vicat y una muestra de cemento, el método consiste en preparar 500 g de cemento agregando agua según los porcentajes correspondientes, después se agrega en la mezcladora durante 30 s en el nivel suave y 1 min en el nivel rápido, después de esto se agrega la pasta en el aparato de vicat realizando todos los pasos que se mencionan en la norma. Este procedimiento se realiza para cada porcentaje de agua. El porcentaje de agua apropiado es en el que el pistón del aparato de vicat penetra 10 mm [20]



Imagen 4: Aparato de vicat
Fuente: El autor

DATOS ENSAYO		
% Agua	Cantidad agua (ml)	Penetración (mm)
30%	150	23
29%	145	18
28%	140	10
27%	135	2

Tabla 5: Resultados ensayo consistencia
Fuente: El autor

Después de realizado el ensayo se evidencia que es necesario un porcentaje de 28% de agua para que el pistón penetre 10 mm.

8.7 ABSORCION DE FIBRA DE COCO

Antes que nada se debe aclarar que no existe una norma oficial para poder obtener un porcentaje de absorción de este material, por tal razón se hizo necesario realizar una adaptación de la norma ASTM C272 [21] que se tomó como referencia al momento de realizar la prueba. Este método consiste en tomar una muestra de material que esté completamente seca, se hace un registro del peso de esta y se procede a sumergirla en agua por un periodo de 24 horas, pasado este tiempo se retira la muestra y se vuelve a tomar registro del peso. Para el cálculo de la absorción se usa la ecuación (13)

$$\% \text{ Absorción} = \frac{W - D}{D} * 100 \quad (13)$$

Donde:

W: peso de la muestra húmeda

D: peso de la muestra seca

Los datos obtenidos durante el ensayo se muestran en la tabla 6

DATOS ENSAYO ABSORCIÓN	
Peso muestra seca (g)	20
Peso muestra húmeda (g)	65

Tabla 6: Datos ensayo absorción
Fuente: El autor

$$\% \text{ Absorción} = \frac{65 - 20}{20} * 100$$

$$\text{Absorción} = 225\%$$

8.8 Resistencia a la compresión del mortero base cemento

En este ensayo se realizan las muestras de 5 X 5 X 5 cm como lo indica la norma. Una vez la mezcla esté lista se coloca en la formaleta en dos capas compactando cada una de ellas con 35 golpes, se retira el exceso de material. Se dejan los prototipos en la formaleta de 20 a 72 horas. Luego de cumplido el tiempo de espera

se retiran de la formaleta y se sumergen en una pila de agua-cal. Para el ensayo de compresión se colocan los especímenes de manera cuidadosa en la máquina y se aplica una carga en ellos hasta que falle (900N/s a 1800N/s).

Para determinar la resistencia a la compresión de cada uno de los especímenes se debe tener en cuenta la carga máxima con la que el cubo falla.

Para esto se utiliza la siguiente ecuación y su nomenclatura correspondiente.

Fm = Resistencia a la compresión MPA.

P = Carga máxima total N.

A = área de la carga en metro cuadrado

$$f m = \frac{P}{A}$$

Se realizaron en total 45 muestras, 15 por cada edad de curado (7,14 y 28 días)



Imagen 5 Cubos en tiempo de fraguado
Fuente: El autor

Curado 7 días		
Muestra	Carga (KN)	Esfuerzo (MPA)
1	25,5	10,2
2	23,73	9,2
3	24,33	9,7
4	25,84	10,5
5	24,15	9,5
6	23,4	9
7	25,75	10,7
8	22,25	8,9
9	26,1	11,3
10	22,69	9,1
11	25,5	10,2
12	20,5	10,2
13	24,33	9,7
14	22,25	8,9
15	26,44	11,33

Tabla 8 Datos ensayo de compresión curado 7 días
Fuente: El autor

Curado 14 días		
Muestra	Carga (KN)	Esfuerzo (MPA)
1	32,41	13
2	30,77	12,65
3	31,58	12,9
4	30,23	12,1
5	31,23	12,7
6	32,41	13
7	32,65	13,23
8	31,32	12,78
9	33,3	14,1
10	30,23	12,1
11	29,19	11,7
12	32,83	13,1
13	30,35	12,2
14	30,55	12,13
15	32,98	13,44

Tabla 7 Datos ensayo de compresión curado 14 días
Fuente: El autor

Curado 28 días		
Muestra	Carga (KN)	Esfuerzo (MPA)
1	35,55	17,3
2	34,87	16,8
3	36,56	18,4
4	35,63	17,56
5	35,88	17,88
6	34,93	16,89
7	36,44	18,1
8	35,7	17,77
9	35,9	17,89
10	36,66	18,67
11	34,49	16,44
12	35,55	17,3
13	36,44	18,1
14	35,63	17,6
15	36,34	18,2

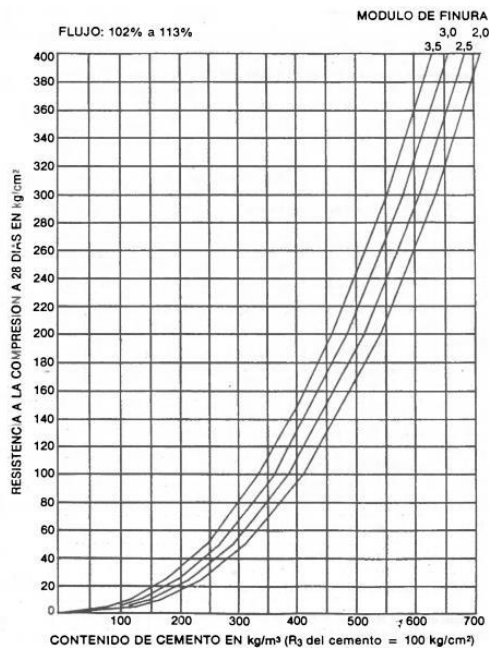
Tabla 9 Datos ensayo de compresión curado 28 días
Fuente: El autor

8.9 DISEÑO DE MEZCLA

Como guía para realizar el diseño de la mezcla se toma el libro Morteros y otros materiales para la construcción [22] que se basa en la norma ACI 318-19 para diseño de mezclas de mortero y concreto. La resistencia escogida para el mortero es de 17.5 Mpa. El diseño de la mezcla se divide en tres pasos que son: Contenido de cemento, Contenido de agua y contenido de arena.

- Contenido de cemento

Para la determinación de la cantidad de cemento se utiliza la gráfica 2 tomada del libro ya mencionado. En esta imagen se ingresa con la resistencia del mortero escogida y el módulo de finura de la arena



Gráfica 2: Contenido de cemento

Fuente: Morteros y otros materiales para la construcción

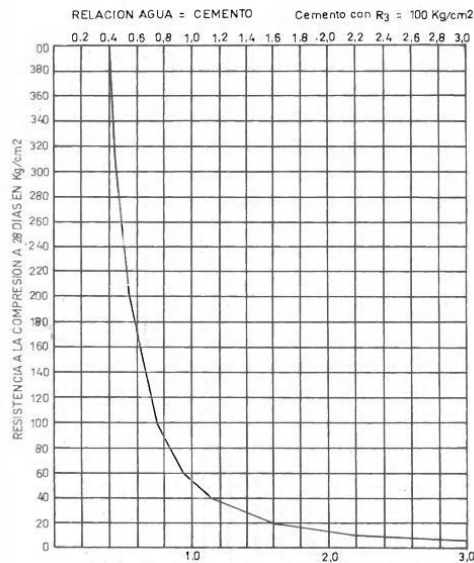
Para una resistencia de 175 Kg/cm² y módulo de finura de 2.1 se obtiene una cantidad de cemento de 500 Kg/m³

- Contenido de agua

Para este paso se utiliza la gráfica 3 tomada, igualmente, del libro de referencia, en esta se ingresa con la resistencia a la compresión del mortero y se obtiene la

relación agua - cemento. Después de esto se hace uso de la ecuación (14) para calcular la cantidad de agua

$$\text{Relación AC} = \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} \quad (14)$$



Gráfica 3: Relación agua cemento

Fuente: Morteros y otros materiales para la construcción

Para una resistencia de 175 Kg/cm² se obtiene una relación agua cemento de 0.6, despejando el agua de la ecuación (14) se obtiene la ecuación (15) y resolviendo se obtiene

$$\text{Relación AC} = \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} \quad (14)$$

$$\text{Agua} = \text{Relación AC} * \text{Cemento} \quad (15)$$

$$\text{Agua} = 0.6 * 500$$

$$\text{Agua} = 300 \text{ lt/m}^3$$

- Contenido de arena

Para el cálculo del contenido de arena se toman los datos de la tabla 10 obtenidos durante los ensayos de caracterización y se reemplazan en las ecuaciones (16) (17) y (18)

DATOS MATERIALES		
Cemento	Densidad (Kg/m ³)	2880
Arena	Absorción	2%
	Densidad (Kg/m ³)	2550
	Peso unitario suelto (g/m ³)	1,6

Tabla 10: Datos materiales
Fuente: El autor

- Volumen del cemento

$$V_c = \frac{\text{Cemento}}{\text{Densidad del cemento}} \quad (16)$$

$$V_c = \frac{500 \text{ kg}}{2880 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_c = 0.174 \text{ m}^3$$

- Volumen de agua por metro cubico

$$V_{\text{agua}} = 300 \text{ lt} = 0.3 \text{ m}^3$$

- Volumen de aire

$$V_{\text{aire}} = 3.5\%$$

- Volumen de arena por metro cubico

$$V_{\text{arena}} = 1 - (V_c + V_{\text{agua}} + V_{\text{aire}}) \quad (17)$$

$$V_{\text{arena}} = 1 - (0.174 \text{ m}^3 + 0.3 + 0.035)$$

$$V_{\text{arena}} = 0.491 \text{ m}^3$$

- Masa de arena

$$M_{arena} = V_{arena} * Densidad\ arena \quad (18)$$

$$M_{arena} = 0.491\ m^3 * 2550\ kg/m^3$$

$$M_{arena} = 1252\ kg$$

Según lo antes calculado, para 1 metro cubico de mortero las cantidades de materiales necesarias son las mostradas en la tabla 11

Cantidades para 1m ³ mezcla	
Cemento (kg)	500
Arena (kg)	1252
Agua (lt)	300

Tabla 11: Cantidades material para 1m³ de mezcla
Fuente: El autor

8.10 FLUIDEZ DEL MORTERO

Este ensayo se realiza con el diseño de mezcla calculado en el punto anterior a este, para esto se usa la mesa de flujo imagen 3 la cual consta de un soporte, un plato circular, un árbol y su respectivo molde.

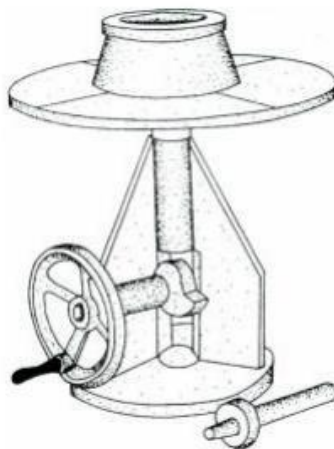


Imagen 6: Mesa de flujo
Fuente: ASTM C230 / C230M - 08

El procedimiento está claramente detallado en la norma ASTM C230 / C230M - 08 [23]. El método se divide en tres etapas: el llenado del molde, para esto primero se

engrasa el molde y se coloca en el centro del plato donde se llena con una primera capa de mortero de aproximadamente 25mm de grosor, esta capa es compactada con veinte golpes, después se añade una segunda capa en la cual se llena por completo el molde y se repite la compactación, se nivela y se retiran los sobrantes de mortero.

La segunda etapa es el ensayo, aquí se limpia el plato y después de 1 minuto de haberse llenado el molde con el mortero se procede a retirar el molde y durante 15 segundos se deja caer la mesa de flujo 25 veces. Después, se calcula el diámetro de la muestra en los cuatro puntos marcados en el plato.

La tercera y última etapa es el cálculo del porcentaje de fluidez, esta se calcula con la ayuda de la ecuación (19)

$$\%Fluidez = \frac{\text{Diámetro promedio de muestra} - \text{Diámetro base del molde}}{\text{Diámetro base del molde}} * 100 \quad (19)$$

En el ensayo se obtuvieron los datos mostrados en la tabla 12

DATOS ENSAYO	
Ø1 mezcla	19,1 cm
Ø2 mezcla	19,5 cm
Ø3 mezcla	19,1 cm
Ø4 mezcla	19,3 cm
Øpromedio	19,25 cm

Tabla 12: Datos ensayo fluidez
Fuente: El autor

Reemplazando estos datos en la ecuación (19) y conociendo que el diámetro del molde es 10cm se obtienen el siguiente resultado

$$\%Fluidez = \frac{19.25 \text{ cm} - 10 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} * 100$$

$$\%Fluidez = 92.5$$

Al no obtener la fluidez requerida se añadieron 34 ml de agua obteniendo los resultados de la tabla 13

DATOS ENSAYO 2	
Ø1 mezcla	21,2 cm
Ø2 mezcla	22,4 cm
Ø3 mezcla	21,5 cm
Ø4 mezcla	21,2 cm
Øpromedio	21,57 cm

Tabla 13: Datos fluidez ensayo 2
Fuente: El autor

$$\%Fluidez = \frac{21.57 \text{ cm} - 10 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} * 100$$

$$\%Fluidez = 115.7$$

8.11 AJUSTE DE LA MEZCLA POR HUMEDAD

Tomando como base el diseño de mezcla inicial en donde las cantidades para 1m³ de mezcla se muestran en la tabla 14

Cantidades para 1m ³ mezcla	
Cemento (kg)	500
Arena (kg)	1252
Agua (lt)	300

Tabla 14: Cantidades para 1m³ de mezcla
Fuente: El autor

Para 0.000750 m³ de mezcla fueron adicionados 34 ml para que así se obtuviera la fluidez establecida anteriormente. Las cantidades usadas para este volumen de mezcla se muestran en la tabla 15

CANTIDADES	
Cemento	0,384 kg
Arena	0,959 kg
Agua	0,235 lt

Tabla 15: Cantidades para 0.000750m³ de mezcla
Fuente: El autor

- Realizando la corrección de agua se da que:

$$\begin{array}{l} 0,2690 \text{ lt} \\ X \end{array} \begin{array}{l} \longrightarrow \\ \longrightarrow \end{array} \begin{array}{l} 0,000750 \text{ m}^3 \\ 1 \text{ m}^3 \end{array}$$

$$X = \frac{1 \text{ m}^3 * 0.2690 \text{ lt}}{0.000750 \text{ m}^3}$$

$$X = 358.78 \text{ lt}$$

- Corrección de cantidad de cemento

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{\text{Contenido de agua}}{\text{Relacion agua cemento}} \quad (20)$$

Para realizar este cálculo de corrección de la cantidad de cemento para 1m³ de mezcla se reemplazan los datos en la ecuación (20)

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{358.78}{0.6}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 597.96 \text{ g}$$

- Corrección de cantidad de arena

Para esta corrección se utiliza la ecuación (21) dando como resultados:

$$\text{Volumen}_{\text{arena}}(\text{dm}^3) = 1000 - \frac{\text{contenido cemento}}{\text{densidad cemento}} - \frac{\text{cantidad arena}}{\text{densidad arena}} * 1000 \quad (21)$$

$$\text{Volumen}_{\text{arena}}(\text{m}^3) = 1 - \frac{597.96}{2880} - \frac{358.78}{1000} - 0.03$$

$$\text{Volumen}_{\text{arena}}(\text{m}^3) = 0.4035$$

$$\text{Peso}_{\text{arena}} = \text{Volumen}_{\text{arena}} * \text{densidad}_{\text{arena}} \quad (22)$$

$$\text{Peso}_{\text{arena}} = 0.4035 * 2550$$

$$\text{Peso}_{\text{arena}} = 1028.75$$

Realizados todos estos cálculos, las nuevas cantidades para 1m³ de mortero son las mostradas en la tabla 16

CANTIDADES CORREGIDAS	
Cemento	597,96 kg
Arena	1028,75 kg
Agua	358,78 lt

*Tabla 16: Cantidades corregidas para 1m³ de mortero
Fuente: El autor*

9. FABRICACION DE PANELES

Durante la ejecución del proyecto se realizaron cuatro tipos de paneles todos de dimensiones 25cmx25cmx4cm, los paneles están conformados de: paneles de solo mortero (Tipo A), paneles de mortero, fibra de coco y fique (Tipo B), paneles de mortero, fibra de coco y fique en tiras (Tipo C) y paneles de mortero, fibra de coco y aserrín (Tipo D).



*Imagen 7: Materiales usados en paneles
Fuente: El autor*

En cada panel se utiliza el mismo tipo de mezcla, las mismas formaltes (imagen 4) y el mismo procedimiento. Se realizaron 5 paneles de solo mortero (Tipo A) y 9 paneles de cada uno de los otros tipos (B, C y D)



*Imagen 8: Formaltes para paneles
Fuente: El autor*

9.1 Paneles de solo mortero (Tipo A)

Antes de comenzar la fundida de los paneles se procedió a engrasar las formaletas que anteriormente habían sido recubiertas con papel vinipel para facilitar el desencofrado, después de esto, se procedió a llenar la formaleta en una primera capa de aproximadamente 2cm, se distribuye la mezcla para formar la primera capa y se procede a golpear el molde en todos sus lados para eliminar vacíos.

Después, se procede a realizar la siguiente capa en la cual se llena totalmente la formaleta y de nuevo, se distribuye la mezcla y eliminan vacíos. Pasadas 24 horas se desencofran los paneles y se dejan totalmente sumergidos en agua-cal durante 28 días. Al terminar su tiempo de curado se extraen los paneles y se dejan secar a temperatura ambiente para después ser sometidos a los ensayos

9.2 Paneles con aditivos (Tipo B, C y D)

En este numeral se describe el procedimiento para la fundida de los 3 tipos de paneles que contienen aditivos, los materiales a usar en estos paneles son mortero, fibra de coco, fique, aserrín y fique en tiras.

La fundida de estos paneles difiere de la de los paneles de solo mortero en el hecho de que esta se realiza en 4 capas y no en dos como en los anteriores, cada capa con dimensiones de 25cm x 25cm x 1 cm, para así formar un modelo tipo sándwich en orden: mortero en la base, primer aditivo, segundo aditivo y mortero en la parte superior. Para estos paneles, igual que en los anteriores, primero se procede a forrar la formaleta con papel vinipel y después engrasarla. Después, se agrega una capa de mortero de aproximadamente 1cm de espesor, se distribuye la mezcla y se eliminan vacíos el resultado de la primera capa se muestra en la imagen 9.



Imagen 9: Primera capa de paneles con aditivos
Fuente: El autor

Como se determinó anteriormente, en la tabla 16 obtuvimos las cantidades para 1m^3 de mezcla, por lo tanto, para el diseño de estos paneles mixtos se calculó el volumen de los paneles (en total 27, 9 por muestra cómo se dictaminó en la metodología):

$$V_c = (0.25 \times 0.25 \times 0.04) \times 27$$

$$V_c = 0.0675 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, la dosificación fue la siguiente:

Cantidades	
Cemento	40,36 kg
Arena	69,44 kg
Agua	24,22 lt

Tabla 17 Cantidades para 0.0675 m^3 de mortero
Fuente: El autor

En la segunda y tercera capa se agregan los materiales a utilizar en cada tipo de panel, compactándolos y evitando así los espacios vacíos, agregando aproximadamente 52g de fibra de coco y fique por panel.



Imagen 10: Capa 2 de paneles con aditivos
Fuente: El autor



Imagen 11: Capa 3 de paneles con aditivos
Fuente: El autor

Y para finalizar se agrega una cuarta capa de mortero, se compacta y se nivelan los paneles para obtener los resultados mostrados en las imágenes



Imagen 12: Capa 4 de paneles con aditivos
Fuente: El autor



Imagen 13: Paneles finales con aditivos
Fuente: El autor

Estos paneles al igual que los de solo mortero se dejan durante 24 horas en la formaleta, después se desencofran y se dejan sumergidos en agua-cal durante 28 días, pasado este tiempo se extraen y se dejan secar a temperatura ambiente para después ser sometidos a los ensayos.

10. STANDARD TEST METHOD FOR STEADY-STATE THERMAL PERFORMANCE OF BUILDING ASSEMBLIES BY MEANS OF A GUARDED HOT BOX

Hay que resaltar que para realizar el ensayo de transmisibilidad térmica a los paneles se hizo una adaptación de la norma ASTM C236 - 89 [24] debido a que en Colombia no se cuenta con una norma estandarizada para este tipo de procedimientos.

En este caso el ensayo consistió en dejar una cara de los paneles expuesta a los rayos del sol para que estos la golpearan directamente, tomar la temperatura en las cuatro esquinas de la cara expuesta al sol y en las otras cuatro esquinas de la cara opuesta como se muestra en las imágenes 14 y 15, esto a fin de imitar las condiciones de la caja caliente del ensayo original



Imagen 14: Toma de temperatura cara expuesta al sol
Fuente: propia



Imagen 15: Toma de temperatura cara opuesta
Fuente: propia

Este ensayo se puede realizar en especímenes homogéneos y heterogéneos como es el caso de los paneles tipo A y los paneles tipo B, C y D, respectivamente. Este ensayo permite calcular diferentes coeficientes térmicos. Para este proyecto se calculan la transmitancia y la resistencia térmica por medio de las ecuaciones (23) y (24)

$$U = \frac{1}{R} \quad (23)$$

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad (24)$$

Donde:

U = transmitancia [w / Km²]

R = resistencia térmica [Km² / w]

e = espesor de material [m]

λ = conductividad térmica del material [w/mK]

A continuación, se muestra en la Tabla 18, la conductividad térmica de los materiales utilizados en los paneles y después se procede a calcular los valores de Resistencia térmica y Transmitancia de los cuatro tipos de paneles para lo cual se utiliza el espesor de cada capa de material, su conductividad térmica y las ecuaciones (24) y (23) respectivamente.

Material	Conductividad T. [W/mK]
Cemento	0,530
Fibra de coco	0,046
Fique	0,045
Fique en tiras	0,032
Aserrín	0,092

Tabla 18: Conductividad térmica de los materiales
Fuente: El autor

- **Panel tipo A**

- Resistencia térmica R

$$R_{cemento} = \frac{0.04}{0.530} = 0.075 [K m^2 / W]$$

- Transmitancia U

$$U = \frac{1}{0.0754} = 13.25 [W / K m^2]$$

- **Panel tipo B**

- Resistencia térmica R

$$R_{cemento} = \frac{0.02}{0.530} = 0.037[\text{K m}^2 / \text{W}]$$

$$R_{f.coco} = \frac{0.01}{0.046} = 0.217[\text{K m}^2 / \text{W}]$$

$$R_{fique} = \frac{0.01}{0.045} = 0.222[\text{K m}^2 / \text{W}]$$

$$R = 0.037 + 0.217 + 0.222 = 0.476[\text{K m}^2 / \text{W}]$$

- Transmitancia U

$$U = \frac{1}{0.476} = 2.100[\text{W/K m}^2]$$

- **Panel tipo C**

- Resistencia térmica R

$$R_{cemento} = \frac{0.02}{0.530} = 0.037[\text{K m}^2 / \text{W}]$$

$$R_{f.coco} = \frac{0.01}{0.046} = 0.217[\text{K m}^2 / \text{W}]$$

$$R_{fique en tiras} = \frac{0.01}{0.032} = 0.313[\text{K m}^2 / \text{W}]$$

$$R = 0.037 + 0.217 + 0.313 = 0.567[\text{K m}^2 / \text{W}]$$

- Transmitancia U

$$U = \frac{1}{0.567} = 1.764[\text{W/K m}^2]$$

- **Panel tipo D**

- Resistencia térmica R

$$R_{cemento} = \frac{0.02}{0.530} = 0.037[\text{K m}^2 / \text{W}]$$

$$R_{f.coco} = \frac{0.01}{0.046} = 0.217[\text{K m}^2 / \text{W}]$$

$$R_{aserrín} = \frac{0.01}{0.092} = 0.109[\text{K m}^2 / \text{W}]$$

$$R = 0.037 + 0.217 + 0.109 = 0.363[\text{K m}^2 / \text{W}]$$

- Transmitancia U

$$U = \frac{1}{0.363} = 2.755[\text{W}/\text{K m}^2]$$

Los datos calculados de resistencia térmica y transmitancia se resumen en la tabla

19

Panel	Resistencia térmica [K m ² / W]	Trasmitancia [W/K m ²]
Tipo A	0,075	13,250
Tipo B	0,476	2,100
Tipo C	0,567	1,764
Tipo D	0,363	2,755

Tabla 19: Resistencia térmica y transmitancia de paneles
Fuente: El autor

11. ANALISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se detallan los resultados de la estadística descriptiva realizada paso a paso en los datos de los paneles tipo A. La estadística detallada de los demás tipos de paneles se encuentra en los anexos A, B y C al final de este documento, dentro de este capítulo solo se plasmarán los resultados.

11.1 Estadística paneles tipo A

Los datos representados en las tablas 20 y 21 son los promedios de las temperaturas registradas de los paneles tipo A, estos datos se encuentran en el Anexo A al final del documento.

Como se puede notar no se obtuvieron valores atípicos dentro de este grupo ya que todos los datos cumplieron los parámetros establecidos en los teoremas de Chebyshev y Box Plot. Los métodos se encuentran detallados de las gráficas 4 a la gráfica 11

PROMEDIOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS DE 10:30 A 12:00 PANELES TIPO A								
	10:30		11:00		11:30		12:00	
	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior
panel 1	39,43	35,88	41,48	39,33	44,45	42,33	42,50	38,20
panel 2	35,73	31,55	36,80	33,23	39,25	35,58	42,28	38,80
panel 3	37,63	31,98	38,78	34,70	40,18	35,80	41,88	38,85
panel 4	40,10	35,80	42,00	36,70	42,75	38,40	43,98	39,65
panel 5	39,58	33,85	42,95	36,60	44,65	39,15	46,68	41,53

Tabla 20: Promedio de temperaturas de 10:30 a 12:00 paneles tipo A

Fuente: El autor

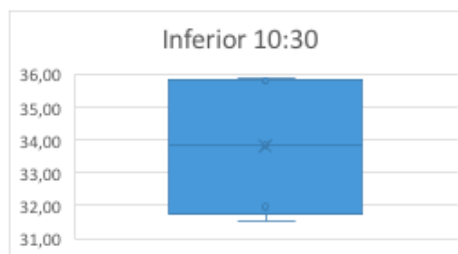
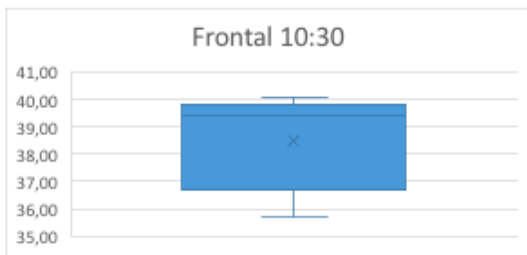
PROMEDIOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS DE 12:30 A 2:00 PM PANELES TIPO A								
	12:30		13:00		13:30		14:00	
	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior
panel 1	43,60	40,03	45,35	40,95	43,93	41,20	43,18	39,68
panel 2	44,03	42,43	45,40	43,78	42,95	39,18	38,88	35,05
panel 3	43,48	40,65	42,28	41,08	40,13	38,10	38,43	36,73
panel 4	46,68	42,78	45,70	41,80	42,40	38,60	38,28	36,78
panel 5	47,73	44,78	45,60	42,20	43,13	40,45	38,43	35,98

Tabla 21: Promedio de temperaturas 12:30 a 2:00 paneles tipo A

Fuente: El autor

Frontal 10:30	
Media	38,49
Error típico	0,807372281
Mediana	39,425
Moda	#N/D
Desviación est	1,805339303
Varianza de la	3,25925
Curtosis	-0,01258285
Coefficiente de	-1,09889487
Rango	4,375
Mínimo	35,725
Máximo	40,1
Suma	192,45
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	3,61	42,10
+1D	1,81	40,30
Media	38,49	
-1D	-1,81	36,68
-2D	-3,61	34,88



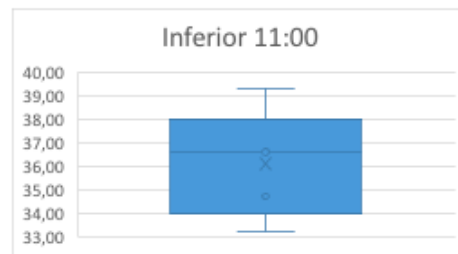
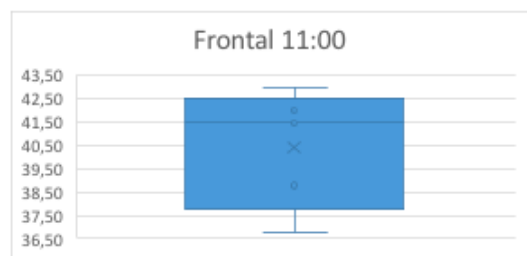
Inferior 10:30	
Media	33,81
Error típico	0,913803863
Mediana	33,85
Moda	#N/D
Desviación est	2,043327556
Varianza de la	4,1751875
Curtosis	-2,8879208
Coefficiente de	-0,05058575
Rango	4,325
Mínimo	31,55
Máximo	35,875
Suma	169,05
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	4,09	37,90
+1D	2,04	35,85
Media	33,81	
-1D	-2,04	31,77
-2D	-4,09	29,72

Gráfica 4: Estadística paneles tipo A 10:30 am
Fuente: El autor

Frontal 11:00	
Media	40,4
Error típico	1,136194306
Mediana	41,475
Moda	#N/D
Desviación est	2,540607703
Varianza de la	6,4546875
Curtosis	-1,24622189
Coefficiente de	-0,737536
Rango	6,15
Mínimo	36,8
Máximo	42,95
Suma	202
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	5,08	45,48
+1D	2,54	42,94
Media	40,40	
-1D	-2,54	37,86
-2D	-5,08	35,32



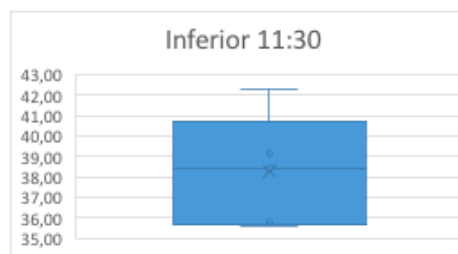
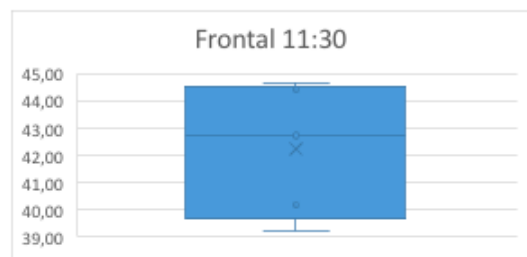
Inferior 11:00	
Media	36,11
Error típico	1,030430735
Mediana	36,6
Moda	#N/D
Desviación est	2,30411317
Varianza de la	5,3089375
Curtosis	-0,0061135
Coefficiente de	0,229522627
Rango	6,1
Mínimo	33,225
Máximo	39,325
Suma	180,55
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	4,61	40,72
+1D	2,30	38,41
Media	36,11	
-1D	-2,30	33,81
-2D	-4,61	31,50

Gráfica 5: Estadística paneles tipo A 11:00 am
Fuente: El autor

Frontal 11:30	
Media	42,255
Error típico	1,098988171
Mediana	42,75
Moda	#N/D
Desviación est	2,457412257
Varianza de la	6,038875
Curtosis	-2,6379557
Coefficiente de	-0,32849002
Rango	5,4
Mínimo	39,25
Máximo	44,65
Suma	211,275
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	4,91	47,17
+1D	2,46	44,71
Media	42,26	
-1D	-2,46	39,80
-2D	-4,91	37,34



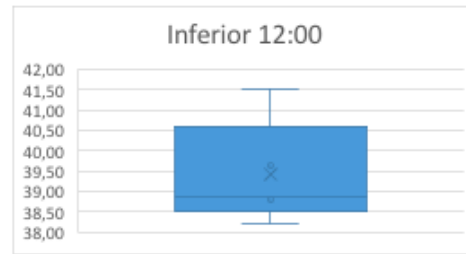
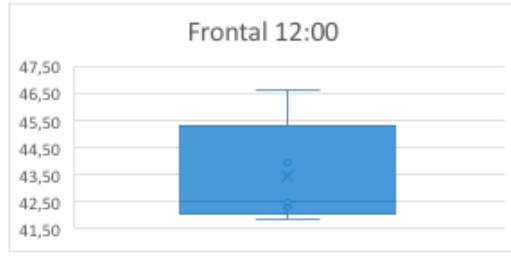
Inferior 11:30	
Media	38,25
Error típico	1,236855893
Mediana	38,4
Moda	#N/D
Desviación est	2,765693855
Varianza de la	7,6490625
Curtosis	-0,23107552
Coefficiente de	0,680550932
Rango	6,75
Mínimo	35,575
Máximo	42,325
Suma	191,25
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	5,53	43,78
+1D	2,77	41,02
Media	38,25	
-1D	-2,77	35,48
-2D	-5,53	32,72

Gráfica 6: Estadística paneles tipo A 11:30 am
Fuente: El autor

Frontal 12:00	
Media	43,46
Error típico	0,878621079
Mediana	42,5
Moda	#N/D
Desviación est	1,964656459
Varianza de la	3,859875
Curtosis	1,73582146
Coefficiente de	1,474557838
Rango	4,8
Mínimo	41,875
Máximo	46,675
Suma	217,3
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	3,93	47,39
+1D	1,96	45,42
Media	43,46	
-1D	-1,96	41,50
-2D	-3,93	39,53



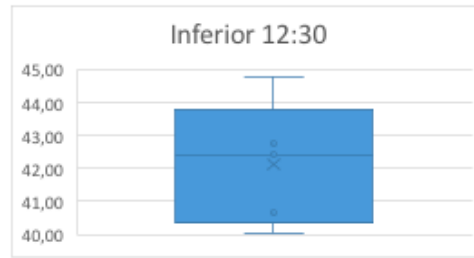
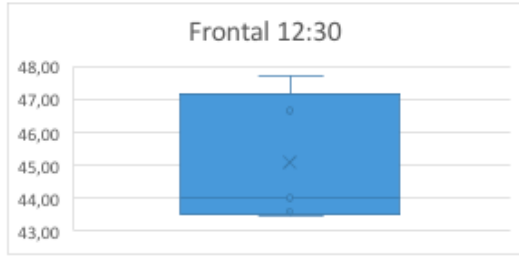
Inferior 12:00	
Media	39,405
Error típico	0,57794896
Mediana	38,85
Moda	#N/D
Desviación est	1,292333161
Varianza de la	1,670125
Curtosis	2,101245437
Coefficiente de	1,428698975
Rango	3,325
Mínimo	38,2
Máximo	41,525
Suma	197,025
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	2,58	41,99
+1D	1,29	40,70
Media	39,41	
-1D	-1,29	38,11
-2D	-2,58	36,82

Gráfica 7: Estadística paneles tipo A 12:00 pm
Fuente: El autor

Frontal 12:30	
Media	45,1
Error típico	0,877994875
Mediana	44,025
Moda	#N/D
Desviación est	1,963256224
Varianza de la	3,854375
Curtosis	-2,36219787
Coefficiente de	0,720581973
Rango	4,25
Mínimo	43,475
Máximo	47,725
Suma	225,5
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	3,93	49,03
+1D	1,96	47,06
Media	45,10	
-1D	-1,96	43,14
-2D	-3,93	41,17



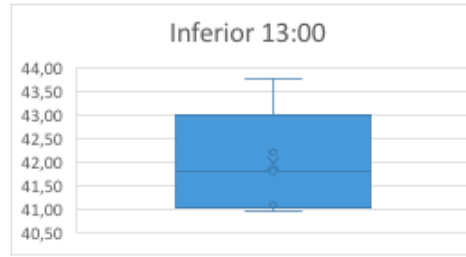
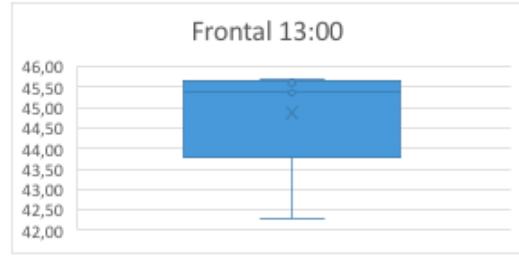
Inferior 12:30	
Media	42,13
Error típico	0,840252938
Mediana	42,425
Moda	#N/D
Desviación est	1,878862688
Varianza de la	3,530125
Curtosis	-0,6217567
Coefficiente de	0,39133573
Rango	4,75
Mínimo	40,025
Máximo	44,775
Suma	210,65
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	3,76	45,89
+1D	1,88	44,01
Media	42,13	
-1D	-1,88	40,25
-2D	-3,76	38,37

Gráfica 8: Estadística paneles tipo A 12:30 pm
Fuente: El autor

Frontal 13:00	
Media	44,865
Error típico	0,650653518
Mediana	45,4
Moda	#N/D
Desviación est	1,454905495
Varianza de la	2,11675
Curtosis	4,808974728
Coefficiente de	-2,18198567
Rango	3,425
Mínimo	42,275
Máximo	45,7
Suma	224,325
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,91	47,77
+1D	1,45	46,32
Media	44,87	
-1D	-1,45	43,41
-2D	-2,91	41,96



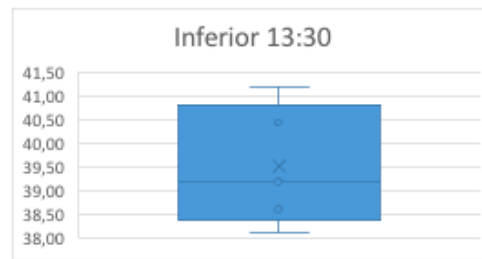
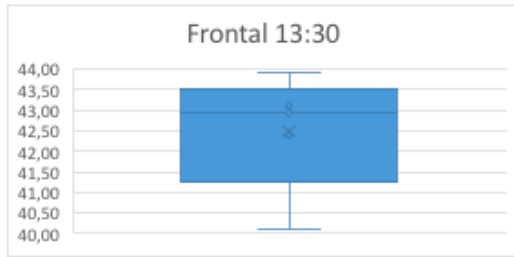
Inferior 13:00	
Media	41,96
Error típico	0,508957267
Mediana	41,8
Moda	#N/D
Desviación est	1,138063047
Varianza de la	1,2951875
Curtosis	1,321801329
Coefficiente de	1,205697842
Rango	2,825
Mínimo	40,95
Máximo	43,775
Suma	209,8
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	2,28	44,24
+1D	1,14	43,10
Media	41,96	
-1D	-1,14	40,82
-2D	-2,28	39,68

Gráfica 9: Estadística paneles tipo A 1:00 pm
Fuente: El autor

Frontal 13:30	
Media	42,505
Error típico	0,643204866
Mediana	42,95
Moda	#N/D
Desviación est	1,438249804
Varianza de la	2,0685625
Curtosis	2,615451278
Coefficiente de	-1,44150046
Rango	3,8
Mínimo	40,125
Máximo	43,925
Suma	212,525
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,88	45,38
+1D	1,44	43,94
Media	42,51	
-1D	-1,44	41,07
-2D	-2,88	39,63



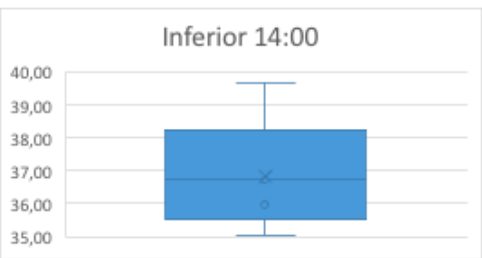
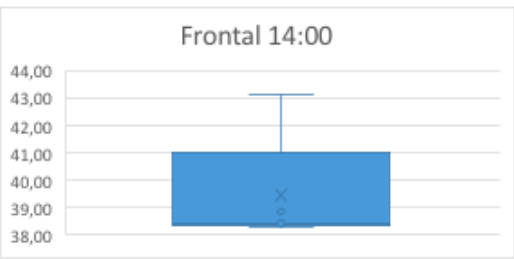
Inferior 13:30	
Media	39,505
Error típico	0,577408001
Mediana	39,175
Moda	#N/D
Desviación est	1,291123542
Varianza de la	1,667
Curtosis	-1,86841191
Coefficiente de	0,418742603
Rango	3,1
Mínimo	38,1
Máximo	41,2
Suma	197,525
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	2,58	42,09
+1D	1,29	40,80
Media	39,51	
-1D	-1,29	38,21
-2D	-2,58	36,92

Gráfica 10: Estadística paneles tipo A 1:30 pm
Fuente: El autor

Frontal 14:00	
Media	39,435
Error típico	0,940398852
Mediana	38,425
Moda	#N/D
Desviación est	2,102795758
Varianza de la	4,42175
Curtosis	4,763684166
Coefficiente de	2,174137637
Rango	4,9
Mínimo	38,275
Máximo	43,175
Suma	197,175
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	4,21	43,64
+1D	2,10	41,54
Media	39,44	
-1D	-2,10	37,33
-2D	-4,21	35,23



Inferior 14:00	
Media	36,84
Error típico	0,77482256
Mediana	36,725
Moda	#N/D
Desviación est	1,732555915
Varianza de la	3,00175
Curtosis	2,463244309
Coefficiente de	1,314020599
Rango	4,625
Mínimo	35,05
Máximo	39,675
Suma	184,2
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	3,47	40,31
+1D	1,73	38,57
Media	36,84	
-1D	-1,73	35,11
-2D	-3,47	33,37

Gráfica 11: Estadística paneles tipo A 2:00 pm
Fuente: El autor

Después de realizada la estadística de los promedios de temperaturas, se realiza el mismo procedimiento para las variaciones de temperatura calculados como lo indica la ecuación (25)

$$\Delta^{\circ}\text{C} = \text{Promedio temperatura}_{\text{frontal}} - \text{Promedio temperatura}_{\text{posterior}} \quad (25)$$

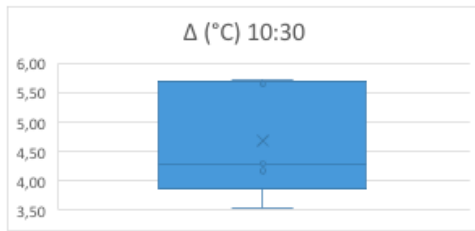
El resultado mostrado en la tabla nos indica que nuevamente no se encuentran valores atípicos en los datos. La aplicación de los teoremas de Chebyshev y Box Plot se muestran en las graficas

	$\Delta (^{\circ}\text{C})$ PANELES TIPO A							
	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00
panel 1	3,55	2,15	2,13	4,30	3,58	4,40	2,72	3,50
panel 2	4,18	3,58	3,68	3,47	1,60	1,63	3,78	3,83
panel 3	5,65	4,08	4,38	3,03	2,83	1,20	2,03	1,70
panel 4	4,30	5,30	4,35	4,33	3,90	3,90	3,80	1,50
panel 5	5,72	6,35	5,50	5,15	2,95	3,40	2,67	2,45

Tabla 22: Delta de temperatura paneles tipo A
Fuente: El autor

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ 10:30	
Media	4,68
Error típico	0,430653573
Mediana	4,3
Moda	#N/D
Desviación est	0,962970664
Varianza de la	0,9273125
Curtosis	-2,48462503
Coefficiente de	0,199372242
Rango	2,175
Mínimo	3,55
Máximo	5,725
Suma	23,4
Cuenta	5

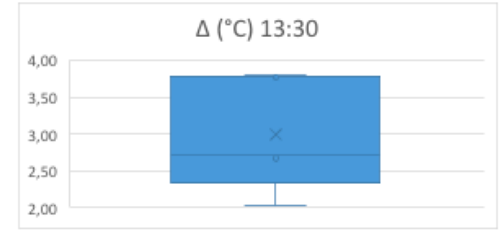
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,93	6,61
+1D	0,96	5,64
Media	4,68	
-1D	-0,96	3,72
-2D	-1,93	2,75



Gráfica 12: Estadística delta de temperatura 10:30 am paneles tipo A

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ 13:30	
Media	3
Error típico	0,344419802
Mediana	2,725
Moda	#N/D
Desviación est	0,77014609
Varianza de la	0,593125
Curtosis	-1,9918732
Coefficiente de	-0,0041047
Rango	1,775
Mínimo	2,025
Máximo	3,8
Suma	15
Cuenta	5

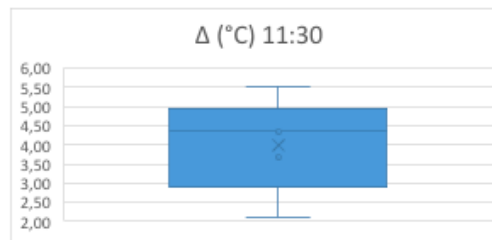
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,54	4,54
+1D	0,77	3,77
Media	3,00	
-1D	-0,77	2,23
-2D	-1,54	1,46



Gráfica 15: Estadística delta de temperatura 1:30 pm paneles tipo A

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ 11:30	
Media	4,005
Error típico	0,553816305
Mediana	4,35
Moda	#N/D
Desviación est	1,238370906
Varianza de la	1,5335625
Curtosis	1,318385892
Coefficiente de	-0,71250794
Rango	3,375
Mínimo	2,125
Máximo	5,5
Suma	20,025
Cuenta	5

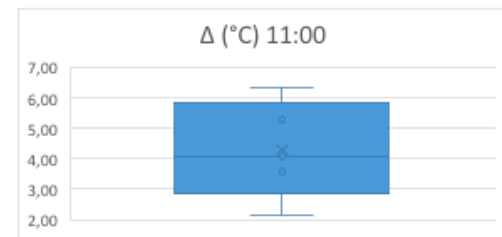
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,48	6,48
+1D	1,24	5,24
Media	4,01	
-1D	-1,24	2,77
-2D	-2,48	1,53



Gráfica 13: Estadística delta de temperatura 11:30 am paneles tipo A

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ 11:00	
Media	4,29
Error típico	0,721136256
Mediana	4,075
Moda	#N/D
Desviación est	1,61250969
Varianza de la	2,6001875
Curtosis	-0,55193063
Coefficiente de	-0,04011724
Rango	4,2
Mínimo	2,15
Máximo	6,35
Suma	21,45
Cuenta	5

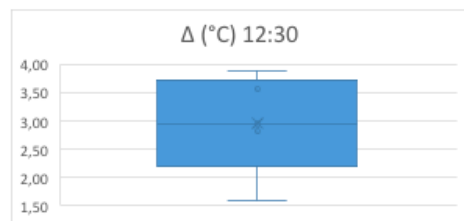
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	3,23	7,52
+1D	1,61	5,90
Media	4,29	
-1D	-1,61	2,68
-2D	-3,23	1,06



Gráfica 16: Estadística delta de temperatura 11:00 am paneles tipo A

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ 12:30	
Media	2,97
Error típico	0,39555341
Mediana	2,95
Moda	#N/D
Desviación est	0,884484313
Varianza de la	0,7823125
Curtosis	0,997405341
Coefficiente de	-0,93252334
Rango	2,3
Mínimo	1,6
Máximo	3,9
Suma	14,85
Cuenta	5

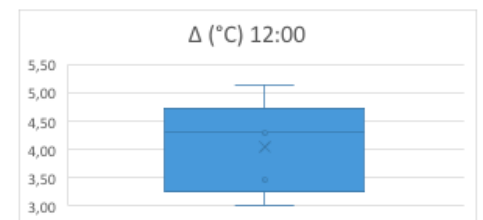
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,77	4,74
+1D	0,88	3,85
Media	2,97	
-1D	-0,88	2,09
-2D	-1,77	1,20



Gráfica 14: Estadística delta de temperatura 12:30 pm paneles tipo A

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ 12:00	
Media	4,055
Error típico	0,369408311
Mediana	4,3
Moda	#N/D
Desviación est	0,826022094
Varianza de la	0,6823125
Curtosis	-0,79011351
Coefficiente de	0,04397471
Rango	2,125
Mínimo	3,025
Máximo	5,15
Suma	20,275
Cuenta	5

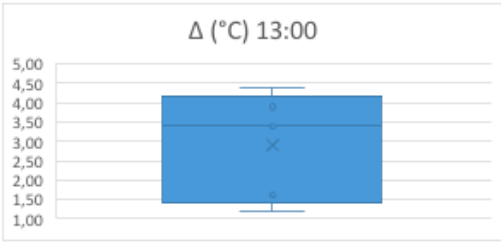
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,65	5,71
+1D	0,83	4,88
Media	4,06	
-1D	-0,83	3,23
-2D	-1,65	2,40



Gráfica 17: Estadística delta de temperatura 12:00 m paneles tipo A

Δ (°C) 13:00	
Media	2,905
Error típico	0,633067927
Mediana	3,4
Moda	#N/D
Desviación est	1,415582919
Varianza de la	2,003875
Curtosis	-2,65489721
Coficiente de	-0,38277309
Rango	3,2
Mínimo	1,2
Máximo	4,4
Suma	14,525
Cuenta	5

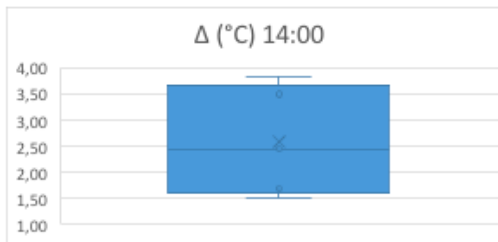
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,83	5,74
+1D	1,42	4,32
Media	2,91	
-1D	-1,42	1,49
-2D	-2,83	0,07



Gráfica 18: Estadística delta de temperatura 1:00 pm paneles tipo A

Δ (°C) 14:00	
Media	2,595
Error típico	0,466529742
Mediana	2,45
Moda	#N/D
Desviación est	1,043192216
Varianza de la	1,08825
Curtosis	-2,68096849
Coficiente de	0,20890563
Rango	2,325
Mínimo	1,5
Máximo	3,825
Suma	12,975
Cuenta	5

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,09	4,68
+1D	1,04	3,64
Media	2,60	
-1D	-1,04	1,55
-2D	-2,09	0,51



Gráfica 19: Estadística delta de temperatura 2:00 pm paneles tipo A

11.2 Estadística paneles tipo B

El resultado de la estadística de los paneles tipo B arrojó valores atípicos en los promedios de temperatura, estos datos están resaltados con color amarillo en las tablas 19 y 20. En el Anexo B se muestra el procedimiento de los teoremas.

PROMEDIOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS DE 10:30 A 12:00 PANELES TIPO B									
	10:30		11:00		11:30		12:00		
	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior	
panel 1	35,08	32,33	36,93	33,73	38,80	35,18	39,80	36,40	
panel 2	36,28	33,05	37,30	34,28	39,73	35,58	41,43	37,20	
panel 3	36,03	31,85	37,58	33,88	39,65	35,20	41,53	37,28	
panel 4	35,70	32,55	37,70	34,28	41,23	36,78	42,60	38,08	
panel 5	36,18	33,33	38,00	34,50	39,65	36,40	42,65	38,08	
panel 6	36,10	31,78	36,00	32,93	37,23	33,78	39,40	35,53	
panel 7	35,58	32,60	37,80	34,20	41,10	36,60	42,18	37,78	
panel 8	36,08	32,93	37,25	34,13	39,85	35,60	41,10	37,23	
panel 9	36,20	32,65	37,15	33,60	39,30	34,38	40,28	36,18	

Tabla 23: Promedio de temperaturas de 10:30 a 12:00 paneles tipo B
Fuente: El autor

PROMEDIOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS DE 12:30 A 2:00 PM PANELES TIPO B									
	12:30		13:00		13:30		14:00		
	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior	
panel 1	42,63	38,45	40,08	36,63	40,33	38,00	35,20	34,00	
panel 2	44,23	39,33	40,98	37,63	41,15	38,33	36,08	34,95	
panel 3	44,28	39,03	40,60	37,25	41,33	38,63	36,55	34,98	
panel 4	44,10	40,33	41,43	38,98	41,78	39,80	37,20	36,58	
panel 5	44,88	39,68	42,60	39,25	41,95	39,15	37,33	36,05	
panel 6	42,98	37,03	39,88	36,25	40,50	38,58	36,55	35,08	
panel 7	43,98	40,13	41,18	38,60	41,70	39,50	37,10	36,43	
panel 8	43,65	39,80	40,68	37,88	41,10	37,95	36,45	34,63	
panel 9	42,25	38,68	40,78	36,83	38,60	36,25	37,30	35,03	

Tabla 24: Promedio de temperaturas de 12:30 a 2:00 paneles tipo B
Fuente: El autor

En la tabla 21 están los datos de los delta de temperaturas de los paneles tipo B. El análisis de Chebysev y Box Plot no arrojó valores atípicos.

	Δ (°C) PANELES TIPO B							
	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00
panel 1	2,75	3,20	3,63	3,40	4,18	3,45	2,33	1,20
panel 2	3,23	3,03	4,15	4,22	4,90	3,35	2,83	1,13
panel 3	4,18	3,70	4,45	4,25	5,25	3,35	2,70	1,58
panel 4	3,15	3,43	4,45	4,53	3,77	2,45	1,98	0,62
panel 5	2,85	3,50	3,25	4,58	5,20	3,35	2,80	1,28
panel 6	4,33	3,08	3,45	3,88	5,95	3,63	1,93	1,47
panel 7	2,98	3,60	4,50	4,40	3,85	2,58	2,20	0,67
panel 8	3,15	3,13	4,25	3,88	3,85	2,80	3,15	1,83
panel 9	3,55	3,55	4,93	4,10	3,58	3,95	2,35	2,28

Tabla 25: Delta de temperatura paneles tipo B

Fuente: El autor

11.3 Estadística paneles tipo C

	PROMEDIOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS DE 10:30 A 12:00 PANELES TIPO C							
	10:30		11:00		11:30		12:00	
	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior
panel 1	37,55	34,10	38,83	35,28	40,93	36,98	41,58	38,30
panel 2	37,95	33,65	39,70	34,93	41,08	36,35	42,73	37,33
panel 3	38,30	34,43	39,98	38,08	41,38	39,10	44,50	40,30
panel 4	37,95	35,20	39,15	36,50	39,98	37,23	41,10	39,13
panel 5	37,18	34,33	38,65	35,83	40,48	38,28	42,50	40,00
panel 6	36,70	34,83	38,28	35,90	39,88	37,45	41,85	40,00
panel 7	37,15	34,03	38,83	35,53	40,60	36,98	41,73	38,18
panel 8	36,98	35,05	38,85	36,45	40,28	38,45	41,38	39,35
panel 9	36,30	34,33	38,38	35,43	40,38	37,88	41,58	39,13

Tabla 26: Promedio de temperaturas de 10:30 a 12:00 paneles tipo C

Fuente: El autor

	PROMEDIOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS DE 12:30 A 2:00 PANELES TIPO C							
	12:30		13:00		13:30		14:00	
	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior
panel 1	42,63	39,60	41,40	38,53	39,48	38,28	36,73	35,50
panel 2	43,50	38,80	41,18	38,50	39,38	37,55	36,65	34,93
panel 3	45,23	41,53	42,00	40,58	39,95	39,08	37,78	35,75
panel 4	43,50	40,53	42,88	40,08	40,73	38,48	39,18	35,88
panel 5	43,73	40,83	41,98	40,03	40,25	37,78	37,98	35,20
panel 6	43,63	40,55	40,93	39,03	39,58	37,65	35,75	33,50
panel 7	42,85	39,88	41,60	39,13	39,63	37,25	36,70	35,03
panel 8	42,60	40,23	41,00	38,90	39,60	36,88	37,10	35,48
panel 9	43,53	40,00	41,83	39,45	39,90	36,83	37,35	34,50

Tabla 27: Promedio de temperaturas de 12:30 a 2:00 paneles tipo C

Fuente: El autor

	Δ (°C) PANELES TIPO C							
	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00
panel 1	3,45	3,55	3,95	3,28	3,03	2,87	1,20	1,23
panel 2	4,53	4,88	4,40	5,45	4,70	2,68	1,83	1,73
panel 3	3,87	1,90	2,28	4,20	3,70	1,43	0,87	2,03
panel 4	2,75	2,65	2,75	1,98	2,97	2,80	2,25	3,30
panel 5	2,85	2,83	2,20	2,50	2,90	1,95	2,48	2,78
panel 6	1,88	2,38	2,43	1,85	3,08	1,90	1,93	2,25
panel 7	3,13	3,30	3,62	3,55	2,98	2,48	2,38	1,68
panel 8	1,93	2,40	1,83	2,03	2,38	2,10	2,73	1,63
panel 9	1,98	2,95	2,50	2,45	3,53	2,37	3,08	2,85

Tabla 28: Delta de temperatura paneles tipo C
Fuente: El autor

11.4 Estadística paneles tipo D

	PROMEDIOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS DE 10:00 A 12:00 PANELES TIPO D							
	10:30		11:00		11:30		12:00	
	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior
panel 1	39,25	33,03	39,50	33,70	42,45	35,35	42,45	35,35
panel 2	40,83	33,65	41,23	34,78	44,35	36,43	46,05	38,28
panel 3	39,45	31,88	39,73	33,05	42,33	34,55	44,50	35,90
panel 4	39,98	32,75	41,88	34,10	44,53	34,73	45,65	36,35
panel 5	40,05	34,50	41,35	35,68	44,13	37,10	44,03	37,88
panel 6	39,40	33,13	40,73	33,78	43,63	35,65	42,68	36,40
panel 7	39,65	32,18	39,98	33,13	42,25	34,50	44,63	35,78
panel 8	40,03	34,38	41,25	35,88	44,00	36,93	45,65	37,85
panel 9	40,45	34,05	41,23	35,70	43,48	36,88	45,28	38,33

Tabla 29: Promedio de temperaturas de 10:30 a 12:00 paneles tipo D
Fuente: El autor

	PROMEDIOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS DE 12:30 A 2:00 PM PANELES TIPO D							
	12:30		13:00		13:30		14:00	
	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior	frontal	inferior
panel 1	43,23	36,20	45,38	37,95	43,00	36,40	41,95	37,13
panel 2	48,20	39,48	45,45	38,35	44,43	38,25	38,40	35,05
panel 3	44,58	36,90	42,73	36,28	40,15	36,10	36,63	33,45
panel 4	45,93	37,18	44,70	36,63	41,90	36,70	37,30	34,03
panel 5	46,55	39,50	45,60	39,10	43,98	38,58	38,70	35,90
panel 6	42,85	37,23	43,70	37,70	40,15	36,90	35,60	34,70
panel 7	44,53	36,65	42,70	35,80	40,08	35,93	36,33	33,28
panel 8	46,88	39,48	45,73	39,10	44,05	38,40	38,70	35,98
panel 9	46,60	40,33	44,58	38,88	42,60	38,10	39,83	35,78

Tabla 30: Promedio de temperaturas de 12:30 a 2:00 paneles tipo D
Fuente: El autor

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ PANELES TIPO D								
	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00
panel 1	6,22	5,80	7,10	7,10	7,02	7,43	6,60	4,83
panel 2	7,18	6,45	7,93	7,78	8,73	7,10	6,18	3,35
panel 3	7,58	6,67	7,78	8,60	7,68	6,45	4,05	3,18
panel 4	7,22	7,78	9,80	9,30	8,75	8,08	5,20	3,28
panel 5	5,55	5,68	7,03	6,15	7,05	6,50	5,40	2,80
panel 6	6,28	6,95	7,97	6,28	5,63	6,00	3,25	0,90
panel 7	7,48	6,85	7,75	8,85	7,88	6,90	4,15	3,05
panel 8	5,65	5,38	7,08	7,80	7,40	6,62	5,65	2,73
panel 9	6,40	5,53	6,60	6,95	6,27	5,70	4,50	4,05

Tabla 31: Delta de temperatura paneles tipo D

Fuente: El autor

11.5 Análisis de varianza ANOVA

Este análisis estadístico evalúa la importancia de los factores en comparación con las medias de las variables de respuesta de los factores. El método se basa en el enfoque en el cual el procedimiento usa las varianzas para determinar si las medias son diferentes, en caso de que sean iguales se cumple la hipótesis nula, y por otra parte, cuando al menos una es diferente se cumple la hipótesis alternativa.

Resultados ANOVA un solo factor Δ (°C) con respecto a control 10:30 a 12:00												
	10:30			11:00			11:30			12:00		
	F	Fcritico	P	F	Fcritico	P	F	Fcritico	P	F	Fcritico	P
Fibra de coco - Fique	10,96	4,75	6,E-03	3,09	4,75	1,E-01	0,06	4,75	8,E-01	0,07	4,75	8,E-01
Fibra de coco - Fique en tiras	11,25	4,75	6,E-03	6,53	4,84	3,E-02	3,90	4,75	7,E-02	2,81	4,75	1,E-01
Fibra de coco - Aserrín	17,15	4,75	1,E-03	10,44	4,75	7,E-03	48,98	4,84	2,E-05	38,93	4,75	4,E-05

Tabla 32: Resultados análisis de varianza ANNOVA 10:30 a 12:00
Fuente: El autor

Resultados ANOVA un solo factor Δ (°C) con respecto a control 12:30 a 2:00															
	12:00			12:30			13:00			13:30			14:00		
	F	Fcritico	P	F	Fcritico	P	F	Fcritico	P	F	Fcritico	P	F	Fcritico	P
Fibra de coco - Fique	0,07	4,75	8,E-01	10,33	4,75	7,E-03	0,36	4,75	6,E-01	2,85	4,75	1,E-01	9,28	4,75	1,E-02
Fibra de coco - Fique en tiras	2,81	4,75	1,E-01	0,08	4,84	8,E-01	1,50	4,75	2,E-01	5,12	4,75	4,E-02	0,89	4,75	4,E-01
Fibra de coco - Aserrín	38,93	4,75	4,E-05	64,14	4,75	4,E-06	46,79	4,75	2,E-05	12,96	4,75	4,E-03	2,85	4,84	1,E-01

Tabla 33: Resultados análisis de varianza ANNOVA 12:30 a 2:00 pm
Fuente: El autor

El resultado del análisis arroja valores de $P < 0,05$ lo cual indica que se rechaza la hipótesis nula y establece que al menos uno de los materiales usados en los paneles genera cambios significativos en el delta de las temperaturas.

12. CONCLUSIONES

- Se caracterizaron física y mecánicamente los materiales usados para realizar la mezcla, estos cumplieron con los parámetros mínimos establecidos en la normativa colombiana para el diseño de mezcla de morteros.
- La transmisibilidad térmica analizada de los paneles con agregados arrojó, teóricamente, valores hasta 86,7% menores de transmitancia que el panel de control compuesto únicamente por mortero. En el caso de la resistencia térmica esta aumentó significativamente en los paneles con agregados en ellos.
- El panel que presenta menor coeficiente de transmitancia y resistencia térmica es el Panel tipo C el cual está compuesto por mortero, fibra de coco y fique en tiras.
- La estadística descriptiva y el análisis estadístico Anova permitieron concluir que las temperaturas medias de cada uno de los tipos de paneles presentaron diferencias estadísticamente significativas por esto se asume que los paneles se comportaron de manera independiente sin importar el material que contuviera y el estar sometido a las mismas condiciones de análisis.
- Los paneles Tipo D compuestos por mortero, fibra de coco y aserrín fueron los que mostraron un mejor comportamiento trabajando como aislante térmico ya que con el transcurso del tiempo el delta de la temperatura de la cara superior e inferior llegó hasta los 7.67 °C de diferencia
- Se observó que el panel tipo B absorbió menos intensidad de calor respecto a los demás paneles mixtos, con una disminución de hasta 1.66° C después de la primera hora de ser expuestos al sol.

13. BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. pais, «54 grados en Irán, ¿la temperatura más alta jamás registrada?,» 30 Junio 2017.
- [2] t. hispano, «Toronto hispano,» 1 febrero 2019. [En línea]. Available: <https://toronto.hispanocity.com/publicacion/esta-ciudad-en-ontario-registra-temperaturas-mas-bajas-que-chicago/>. [Último acceso: 2020 enero 20].
- [3] A. H. Nilson, Diseño de estructuras de concreto, McGraw-Hill, 1999.
- [4] S. L. Q. G. y L. O. G. Salcedo, «Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto,» *Revista científica ingeniería y desarrollo*, nº 20, pp. 134-150, 2006.
- [5] L. B. G. E. V. C. M. A. E. B. R. G. Salomé Gayosso Rodríguez, «Caracterización física y química de materiales orgánicos para sustratos agrícolas,» *Agrociencia*, 2018.
- [6] G. C. C. Deyanira Muñoz Muñoz, «El fique como aislante térmico,» *Facultad de ciencias agropecuarias*, vol. 5, nº 1, p. 8, 2007.
- [7] J. A. Rodríguez, Introducción a la termodinámica con algunas aplicaciones a la ingeniería.
- [8] E. A. Muller, Termodinámica básica, Publidisa SA, 2002.
- [9] «netsch proven excellence,» [En línea]. Available: <https://www.netsch-thermal-analysis.com/es/landing-pages/definicion-de-conductividad-termica/>. [Último acceso: 20 Enero 2020].
- [10] M. F. Triola, ESTADÍSTICA, Mexico, 2009.

- [11] D. Montes, «Proyectos gestion conocimiento,» 23 10 2018. [En línea]. Available: <https://www.pgconocimiento.com/diagrama-boxplot/>. [Último acceso: 17 11 2020].
- [12] F. Zhora El Wardi, A.-b. Cherki, S. Mounir, A. Khabbazi y Y. Maaloufa, THERMAL CHARACTERIZATION OF A NEW MULTILAYER BUILDING MATERIAL BASED ON CLAY, CORK AND CEMENT MORTAR, Athens, 2018.
- [13] M. Gómez Oviedo, ANÁLISIS TÉRMICO DEL MORTERO ADICIONADO CON FIBRA DE COCO, Cartagena de Indias, 2017.
- [14] L. E. Flórez Atencia y A. J. Borré Mejía, INVESTIGACIÓN DEL COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE BLOQUES FABRICADOS CON MORTERO Y OLOTE DE MAÍZ (ZEA MAYS) PARA APLICACIONES EN MAMPOSTERÍA, Montería, 2016.
- [15] C. P. Sánchez Henao, D. A. Jiménez Castrillón y J. I. Ruiz Múnera, USO DE UN ADITIVO BIOLÓGICO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICO.MECANICAS Y TERMICAS DEL HORMIGON, Medellín, 2005.
- [16] A. INTERNATIONAL, «ASTM C 136 – 01 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse,» de *2003 Annual Book of ASTM Standards*, Philadelphia, 2003.
- [17] A. INTERNATIONAL, «ASTM C 87-03 Standard Test Method for Effect of Organic Impurities in Fine Aggregate on Strength of Mortar,» de *2003 Annual Book of ASTM Standards*, Philadelphia, 2003.
- [18] A. INTERNATIONAL, «ASTM C 188-95 Density of hydraulic Cement,» de *2003 Annual Book of ASTM Standards*, Philadelphia, 2003.
- [19] A. INTERNATIONAL, «ASTM C 204-84 Standard test method for finess of Portland cement by air permeability apparatus,» de *1988 Annual Book of ASTM Standards*, Philadelphia, 1988.

- [20] A. INTERNATIONAL, «ASTM C 187-98 Standard Test Method for Normal Consistency of Hydraulic Cement,» de *Vol. 04.01 Annual Book of ASTM Standards*, Philadelphia, 2003.
- [21] A. INTERNATIONAL, «ASTM C272 Standard Test Method for Water Absorption of Core Materials for Sandwich Constructions,» West Conshohocken, 2012.
- [22] L. Gutierrez de López, EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN, Manizales, 2003.
- [23] A. INTERNATIONAL, «ASTM C230 / C230M - 08 Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement,» de *2008 Annual Book of ASTM Standards*, Bogotá, 2008.
- [24] ASTM, «ASTM C236-89 Standard Test Method for Steady-State Thermal Performance of Building Assemblies by Means of a Guarded Hot Box,» de *ASTM International*, West Conshohocken, 1993.
- [25] R. Carabaño, J. Galván y D. Ruiz, LA UTILIZACIÓN DEL CORCHO COMO MATERIAL DE AISLAMIENTO TÉRMICO PARA UNA CONSTRUCCION SOSTENIBLE, Madrid, 2014.
- [26] A. INTERNATIONAL, «ASTM C 128–01 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate,» de *2001 Annual Book of ASTM Standards*, Philadelphia, 2001.

14. ANEXO A

REGISTRO DE TEMPERATURAS PANELES TIPO A

- Panel 1

Panel 1. Solo mortero TIPO A	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha
10:30	39,8	39,5	39	39,4	10:30	35,9	36	35,8	35,8
11:00	41,2	41,9	41,5	41,3	11:00	39,2	39	39,5	39,6
11:30	44,9	44,5	44,6	43,8	11:30	42,9	42,2	42,5	41,7
12:00	42,9	42	42,5	42,6	12:00	38,2	38,2	38,2	38,2
12:30	44	43,8	43,7	42,9	12:30	39,2	40,2	40,8	39,9
13:00	45,6	44,9	45,8	45,1	13:00	40,9	40,5	41,3	41,1
13:30	44,8	43,9	43,4	43,6	13:30	40,4	41,5	41	41,9
14:00	43	42,9	43,5	43,3	14:00	40	39,9	39,8	39

Tabla 34: Datos temperatura panel 1 tipo A

- Panel 2

Panel 2. Solo mortero TIPO A	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha
10:30	35,8	35,8	35,9	35,4	10:30	31,6	31,5	31	32,1
11:00	37	36,9	36,5	36,8	11:00	33,5	33,6	32,5	33,3
11:30	39,2	39,8	38,9	39,1	11:30	36,1	35,4	35,6	35,2
12:00	42,9	42,4	42	41,8	12:00	39,2	38,1	38,9	39
12:30	44,1	43,7	43,8	44,5	12:30	42,9	42,3	42,4	42,1
13:00	45	45,2	45,7	45,7	13:00	43,9	43,7	43,5	44
13:30	43	43,1	42,8	42,9	13:30	39,5	39,4	39,1	38,7
14:00	39	38,9	38,8	38,8	14:00	34,3	35,5	35,3	35,1

Tabla 36: Datos temperatura panel 2 tipo A

- Panel 3

Panel 3. Solo mortero TIPO A	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha
10:30	37,5	37,6	38	37,4	10:30	32	31,8	31,9	32,2
11:00	38,6	38,9	38,9	38,7	11:00	34,6	34,7	34,7	34,8
11:30	40,4	40,8	39,7	39,8	11:30	36,2	35,9	34,7	36,4
12:00	41,9	41,5	42	42,1	12:00	38,6	38,9	39,4	38,5
12:30	43,2	42,7	44,1	43,9	12:30	40,9	39,8	41	40,9
13:00	42,6	42,1	42,8	41,6	13:00	40,3	40,9	41,5	41,6
13:30	40,6	39,3	40,8	39,8	13:30	38,6	38,1	38,7	37
14:00	38,9	38,2	38,7	37,9	14:00	37,1	36,8	36,1	36,9

Tabla 35: Datos temperatura panel 3 tipo A

- Panel 4

Panel 4. Solo mortero TIPO A	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha
10:30	39,9	40,1	40,6	39,8	10:30	35,6	36,5	36	35,1
11:00	41,7	42,1	42,3	41,9	11:00	36,5	36,6	36,6	37,1
11:30	41,9	42,9	43	43,2	11:30	38,6	38,4	38,6	38
12:00	44,2	44	43,9	43,8	12:00	40,6	39	39,9	39,1
12:30	46,5	46,9	46,8	46,5	12:30	42,8	42,9	42,8	42,6
13:00	45	46,9	45,3	45,6	13:00	42,1	41,9	41,7	41,5
13:30	42,3	42,1	42,8	42,4	13:30	38,5	38,9	38,4	38,6
14:00	38,5	38,6	37,9	38,1	14:00	36,9	37,2	36,4	36,6

Tabla 37: Datos temperatura panel 4 tipo A

- Panel 5

Panel 5. Solo mortero TIPO A	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha
10:30	39,9	39,8	39,2	39,4	10:30	34,5	34,2	33,5	33,2
11:00	43,1	42,8	42,7	43,2	11:00	36,9	36,5	36,2	36,8
11:30	44,1	44,6	44,7	45,2	11:30	39,6	39,5	39	38,5
12:00	46,5	46,3	46,8	47,1	12:00	41,5	41,6	42,1	40,9
12:30	47,1	48,1	47,9	47,8	12:30	45,2	44,9	44,2	44,8
13:00	46,7	45,4	45,2	45,1	13:00	42,1	41,9	42,5	42,3
13:30	43,5	43,6	42,8	42,6	13:30	40,3	40,6	39,8	41,1
14:00	38,6	38,7	38,5	37,9	14:00	36,5	35,1	36,8	35,5

Tabla 38: Datos temperatura panel 5 tipo A

15. ANEXO B

REGISTRO DE TEMPERATURAS PANELES TIPO B

- Panel 1

Panel 1. Fibra de coco / Fique TIPO B	Zona de muestreo Frontal (°C)					Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
	10:30	35	35,6	34,7	35	10:30	32,3	32,6	32,2	32,2
11:00	37	37,4	36,4	36,9	11:00	34,1	33,9	33,3	33,6	
11:30	38	39,5	38,6	39,1	11:30	34,6	35,5	35,1	35,5	
12:00	39,2	40,6	39,4	40	12:00	35,9	37	35,9	36,8	
12:30	42	43,5	41,8	43,2	12:30	37,8	39	38,2	38,8	
13:00	39,3	40,5	39,7	40,8	13:00	36,2	37,7	35,3	37,3	
13:30	40	41,1	39,5	40,7	13:30	37,9	38,4	37,3	38,4	
14:00	34,7	35,8	34,5	35,8	14:00	33,6	34,6	33	34,8	

Tabla 39: Datos temperatura panel 1 tipo B

- Panel 2

Panel 2. Fibra de coco / Fique TIPO B	Zona de muestreo Frontal (°C)					Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
	10:30	36,4	36,6	35,8	36,3	10:30	32,6	33	33,2	33,4
11:00	37,4	37,8	36,4	37,6	11:00	33,9	34,4	34,2	34,6	
11:30	39,9	40,1	38,8	40,1	11:30	35,1	35,8	35,4	36	
12:00	41,5	41,9	40,6	41,7	12:00	36,5	37,7	36,9	37,7	
12:30	43,8	44,9	43,4	44,8	12:30	38,7	40	38,7	39,9	
13:00	40,6	41,2	40,4	41,7	13:00	36,9	38	37,2	38,4	
13:30	40,7	42	40,2	41,7	13:30	37,8	39	37,8	38,7	
14:00	35,6	36,5	35	37,2	14:00	34,8	35,4	34,2	35,4	

Tabla 40: Datos temperatura panel 2 tipo B

- Panel 3

Panel 3. Fibra de coco / Fique TIPO B	Zona de muestreo Frontal (°C)					Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
	10:30	36,4	35,9	36	35,8	10:30	32,6	31,2	32,6	31
11:00	37,6	37,6	37,5	37,6	11:00	34,4	33,6	34,5	33	
11:30	39,6	39,4	39,6	40	11:30	35,6	34,4	35,7	35,1	
12:00	41,3	41,4	41	42,4	12:00	37,4	36,9	37	37,8	
12:30	43,7	44,7	43,5	45,2	12:30	38,9	39	38,8	39,4	
13:00	39,8	40,6	40,1	41,9	13:00	37	36,5	37,3	38,2	
13:30	40,7	41,2	41,2	42,2	13:30	38,9	37,8	38,8	39	
14:00	35,7	36,8	36,4	37,3	14:00	34,9	34,6	34,8	35,6	

Tabla 41: Datos temperatura panel 3 tipo B

- Panel 4

Panel 4. Fibra de coco / Fique TIPO B	Zona de muestreo Frontal (°C)					Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
	10:30	35,7	35,5	35,8	35,8	10:30	32	32,4	32,8	33
11:00	37,3	37,7	37,6	38,2	11:00	33,7	34,3	34,3	34,8	
11:30	41,5	40,6	42	40,8	11:30	36,2	36,7	36,5	37,7	
12:00	42,1	43	42,2	43,1	12:00	37,4	38,1	37,7	39,1	
12:30	43,2	44,3	43,7	45,2	12:30	39,4	40,4	40,3	41,2	
13:00	40,8	41,8	41	42,1	13:00	37,9	39,1	39	39,9	
13:30	41,4	41,9	41,8	42	13:30	39,4	39,8	39,5	40,5	
14:00	36,9	37,4	36,9	37,6	14:00	36,6	36,5	36,2	37	

Tabla 42: Datos temperatura panel 4 tipo B

- Panel 5

Panel 5. Fibra de coco / Fique TIPO B	Zona de muestreo Frontal (°C)					Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
	10:30	35,5	37	35,7	36,5	10:30	32,4	34,2	32,8	33,9
11:00	37,5	38,5	37,5	38,5	11:00	34	34,3	34,2	35,5	
11:30	39,1	39,7	39,4	40,4	11:30	35	36,3	36,6	37,7	
12:00	42,3	42,9	42	43,4	12:00	37,3	37,4	38,1	39,5	
12:30	44,3	44,8	44,7	45,7	12:30	39,4	39,1	39,4	40,8	
13:00	41,8	42,7	42,3	43,6	13:00	38,7	39,1	39,2	40	
13:30	41,4	42,2	41,3	42,9	13:30	38,8	38,4	39,1	40,3	
14:00	36,9	37,5	37	37,9	14:00	35,8	35,6	36,1	36,7	

Tabla 43: Datos temperatura panel 5 tipo B

- Panel 6

Panel 6. Fibra de coco / Fique TIPO B	Zona de muestreo Frontal (°C)					Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
	10:30	35,6	35,9	36,6	36,3	10:30	32,3	31,2	32,6	31
11:00	35,5	37	35,8	35,7	11:00	32,4	34,3	33	32	
11:30	37,4	37,5	36,4	37,6	11:30	33,8	34,4	33	33,9	
12:00	38,5	39,5	39,6	40	12:00	35,6	35,4	35,1	36	
12:30	42	43,5	45,2	41,2	12:30	36,9	37,3	38,2	35,7	
13:00	39,2	40,3	39,5	40,5	13:00	35,9	36,8	35,2	37,1	
13:30	40,3	41,5	39,6	40,6	13:30	38,5	37,6	38,9	39,3	
14:00	35,7	36,9	36,2	37,4	14:00	34,6	35,7	35,2	34,8	

Tabla 44: Datos temperatura panel 6 tipo B

- Panel 7

Panel 7. Fibra de coco / Fisque TIPO B	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)					
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
	10:30	35,6	35,2	35,9	35,6	10:30	32,2	32,4	32,9	32,9
11:00	37,5	37,8	37,6	38,3	11:00	33,8	34,3	34,3	34,4	
11:30	41,2	40,8	41,9	40,5	11:30	36,3	36,5	36,4	37,2	
12:00	43	42,5	42,2	41	12:00	37,2	38,2	37,2	38,5	
12:30	43,1	44,2	43,5	45,1	12:30	39,2	40,2	40,1	41	
13:00	40,5	41,6	41	41,6	13:00	37,5	39,1	38,8	39	
13:30	41,2	41,6	41,9	42,1	13:30	39,2	39,1	39,6	40,1	
14:00	36,8	37,2	36,5	37,9	14:00	36,2	36,1	35,9	37,5	

Tabla 45: Datos temperatura panel 7 tipo B

- Panel 8

Panel 8. Fibra de coco / Fisque TIPO B	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)					
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
	10:30	35,9	36,4	35,8	36,2	10:30	32,5	33,2	32,9	33,1
11:00	37,3	37,6	36,6	37,5	11:00	33,8	34,1	34,5	34,1	
11:30	39,8	40,2	38,9	40,5	11:30	35,6	35,6	35,2	36	
12:00	40,8	40,6	41	42	12:00	36,6	37,5	36,8	38	
12:30	42,9	44	43,5	44,2	12:30	38,5	41	40,2	39,5	
13:00	40,5	41,1	39,9	41,2	13:00	36,5	38,2	37,8	39	
13:30	40,9	41,8	40,6	41,1	13:30	37,6	38,7	37,9	37,6	
14:00	36	35,8	36,9	37,1	14:00	34,5	34,9	34,1	35	

Tabla 46: Datos temperatura panel 8 tipo B

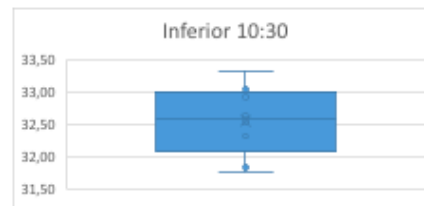
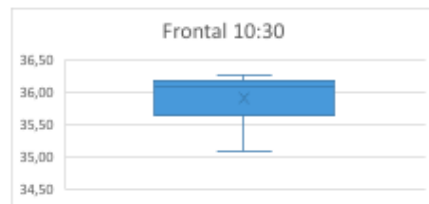
- Panel 9

Panel 9. Fibra de coco / Fisque TIPO B	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)					
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
	10:30	36,1	35,6	37,2	35,9	10:30	33,1	31,8	32,5	33,2
11:00	36,8	37	38	36,8	11:00	34	32,9	33,3	34,2	
11:30	39	38,5	40,2	39,5	11:30	34,8	33,9	34	34,8	
12:00	40,2	39,8	41,2	39,9	12:00	37	36,6	35,9	35,2	
12:30	43	41,5	44	40,5	12:30	39	38,7	39,1	37,9	
13:00	40,9	40,8	41,2	40,2	13:00	37,7	36,8	37	35,8	
13:30	39,5	39,2	38,5	37,2	13:30	36,8	36,2	36,4	35,6	
14:00	37,2	38,2	36,9	36,9	14:00	35,2	34,9	35,2	34,8	

Tabla 47: Datos temperatura panel 9 tipo B

Frontal 10:30	
Media	35,9111111
Error típico	0,1300448
Mediana	36,075
Moda	#N/D
Desviación est	0,39013441
Varianza de la	0,15220486
Curtosis	1,61413893
Coefficiente de	-1,4306688
Rango	1,2
Mínimo	35,075
Máximo	36,275
Suma	323,2
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	0,78	36,69
+1D	0,39	36,30
Media	35,91	
-1D	-0,39	35,52
-2D	-0,78	35,13



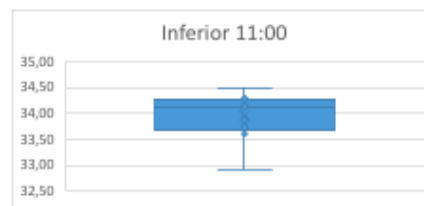
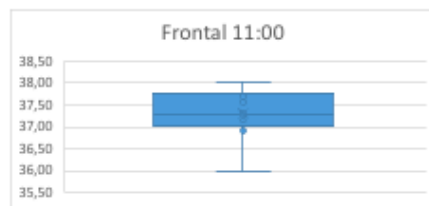
Inferior 10:30	
Media	32,5611111
Error típico	0,17255792
Mediana	32,6
Moda	#N/D
Desviación est	0,51767375
Varianza de la	0,26798611
Curtosis	-0,633064
Coefficiente de	-0,2861505
Rango	1,55
Mínimo	31,775
Máximo	33,325
Suma	293,05
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	1,04	33,60
+1D	0,52	33,08
Media	32,56	
-1D	-0,52	32,04
-2D	-1,04	31,53

Gráfica 20: Estadística temperatura en paneles tipo B 10:30 am

Frontal 11:00	
Media	37,3
Error típico	0,19830007
Mediana	37,3
Moda	#N/D
Desviación est	0,5949002
Varianza de la	0,35390625
Curtosis	2,29408986
Coefficiente de	-1,2980243
Rango	2
Mínimo	36
Máximo	38
Suma	335,7
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,19	38,49
+1D	0,59	37,89
Media	37,30	
-1D	-0,59	36,71
-2D	-1,19	36,11



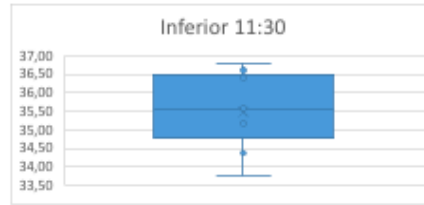
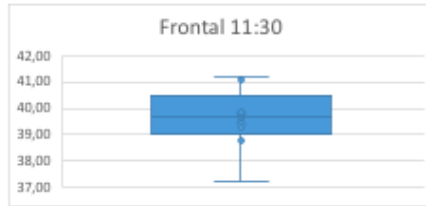
Inferior 11:00	
Media	33,9444444
Error típico	0,15968599
Mediana	34,125
Moda	34,275
Desviación est	0,47905796
Varianza de la	0,22949653
Curtosis	1,63801349
Coefficiente de	-1,2351713
Rango	1,575
Mínimo	32,925
Máximo	34,5
Suma	305,5
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	0,96	34,90
+1D	0,48	34,42
Media	33,94	
-1D	-0,48	33,47
-2D	-0,96	32,99

Gráfica 21: Estadística temperatura en paneles tipo B 11:00 am

Frontal 11:30	
Media	39,6138889
Error típico	0,39690887
Mediana	39,65
Moda	#N/D
Desviación est	1,19072661
Varianza de la	1,41782986
Curtosis	1,37593199
Coefficiente de	-0,6401235
Rango	4
Mínimo	37,225
Máximo	41,225
Suma	356,525
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,38	42,00
+1D	1,19	40,80
Media	39,61	
-1D	-1,19	38,42
-2D	-2,38	37,23



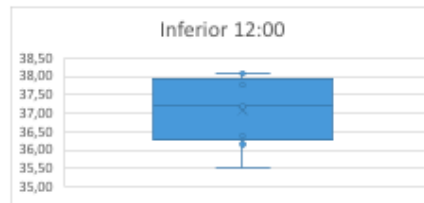
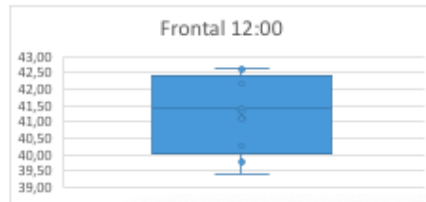
Inferior 11:30	
Media	35,4972222
Error típico	0,33536994
Mediana	35,575
Moda	#N/D
Desviación est	1,00610981
Varianza de la	1,01225694
Curtosis	-0,595081
Coefficiente de	-0,3813386
Rango	3
Mínimo	33,775
Máximo	36,775
Suma	319,475
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	2,01	37,51
+1D	1,01	36,50
Media	35,50	
-1D	-1,01	34,49
-2D	-2,01	33,49

Gráfica 22: Estadística temperatura en paneles tipo B 11:30 am

Frontal 12:00	
Media	41,2166667
Error típico	0,39497714
Mediana	41,425
Moda	#N/D
Desviación est	1,18493143
Varianza de la	1,4040625
Curtosis	-1,2502818
Coefficiente de	-0,3057293
Rango	3,25
Mínimo	39,4
Máximo	42,65
Suma	370,95
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,37	43,59
+1D	1,18	42,40
Media	41,22	
-1D	-1,18	40,03
-2D	-2,37	38,85



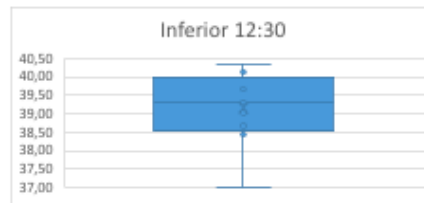
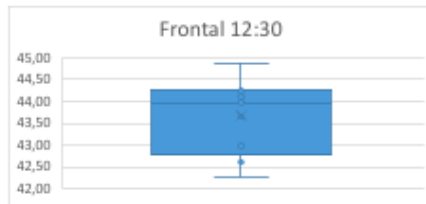
Inferior 12:00	
Media	37,0805556
Error típico	0,294297
Mediana	37,225
Moda	#N/D
Desviación est	0,88289101
Varianza de la	0,77949653
Curtosis	-0,6335795
Coefficiente de	-0,585687
Rango	2,55
Mínimo	35,525
Máximo	38,075
Suma	333,725
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	1,77	38,85
+1D	0,88	37,96
Media	37,08	
-1D	-0,88	36,20
-2D	-1,77	35,31

Gráfica 23: Estadística temperatura en paneles tipo B 12:00 m

Frontal 12:30	
Media	43,6611111
Error típico	0,28855817
Mediana	43,975
Moda	#N/D
Desviación est	0,86567451
Varianza de la	0,74939236
Curtosis	-0,8509753
Coefficiente de	-0,4782111
Rango	2,625
Mínimo	42,25
Máximo	44,875
Suma	392,95
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,73	45,39
+1D	0,87	44,53
Media	43,66	
-1D	-0,87	42,80
-2D	-1,73	41,93



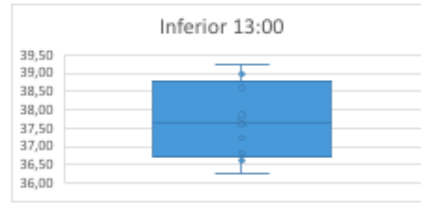
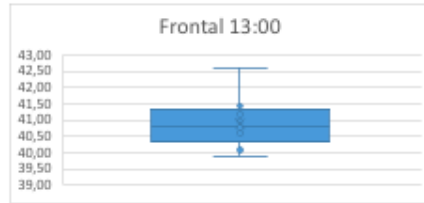
Inferior 12:30	
Media	39,1583333
Error típico	0,33965362
Mediana	39,325
Moda	#N/D
Desviación est	1,01896087
Varianza de la	1,03828125
Curtosis	1,3885139
Coefficiente de	-1,1061531
Rango	3,3
Mínimo	37,025
Máximo	40,325
Suma	352,425
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	2,04	41,20
+1D	1,02	40,18
Media	39,16	
-1D	-1,02	38,14
-2D	-2,04	37,12

Gráfica 24: Estadística temperatura en paneles tipo B 12:30 am

Frontal 13:00	
Media	40,9083333
Error típico	0,2670245
Mediana	40,775
Moda	#N/D
Desviación est	0,8010735
Varianza de la	0,64171875
Curtosis	1,8684083
Coefficiente de	1,02288587
Rango	2,725
Mínimo	39,875
Máximo	42,6
Suma	368,175
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,60	42,51
+1D	0,80	41,71
Media	40,91	
-1D	-0,80	40,11
-2D	-1,60	39,31



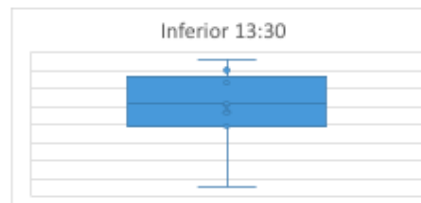
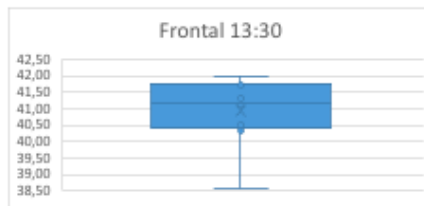
Inferior 13:00	
Media	37,6972222
Error típico	0,355523
Mediana	37,625
Moda	#N/D
Desviación est	1,06656901
Varianza de la	1,13756944
Curtosis	-1,3689466
Coefficiente de	0,20589106
Rango	3
Mínimo	36,25
Máximo	39,25
Suma	339,275
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (inferior)		
+2D	2,13	39,83
+1D	1,07	38,76
Media	37,70	
-1D	-1,07	36,63
-2D	-2,13	35,56

Gráfica 25: Estadística temperatura en paneles tipo B 1:00 pm

Frontal 13:30	
Media	40,9361111
Error típico	0,34480548
Mediana	41,15
Moda	#N/D
Desviación est	1,03441644
Varianza de la	1,07001736
Curtosis	2,88621212
Coefficiente de	-1,5839846
Rango	3,35
Mínimo	38,6
Máximo	41,95
Suma	368,425
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,07	43,00
+1D	1,03	41,97
Media	40,94	
-1D	-1,03	39,90
-2D	-2,07	38,87



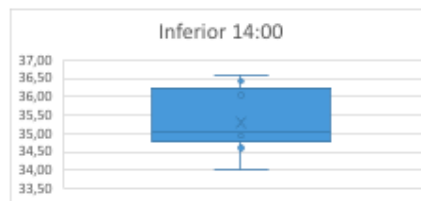
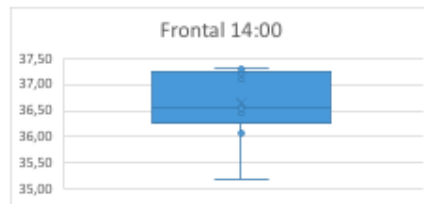
Inferior 13:30	
Media	38,4638889
Error típico	0,34895954
Mediana	38,575
Moda	#N/D
Desviación est	1,04687863
Varianza de la	1,09595486
Curtosis	1,82908716
Coefficiente de	-1,0173912
Rango	3,55
Mínimo	36,25
Máximo	39,8
Suma	346,175
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (inferior)		
+2D	2,09	40,56
+1D	1,05	39,51
Media	38,46	
-1D	-1,05	37,42
-2D	-2,09	36,37

Gráfica 26: Estadística temperatura en paneles tipo B 1:30 pm

Frontal 14:00	
Media	36,6388889
Error típico	0,23199434
Mediana	36,55
Moda	36,55
Desviación est	0,69598302
Varianza de la	0,48439236
Curtosis	1,07489434
Coefficiente de	-1,0868518
Rango	2,125
Mínimo	35,2
Máximo	37,325
Suma	329,75
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,39	38,03
+1D	0,70	37,33
Media	36,64	
-1D	-0,70	35,94
-2D	-1,39	35,25



Inferior 14:00	
Media	35,3
Error típico	0,28756038
Mediana	35,025
Moda	#N/D
Desviación est	0,86268114
Varianza de la	0,74421875
Curtosis	-0,8673979
Coefficiente de	0,32653283
Rango	2,575
Mínimo	34
Máximo	36,575
Suma	317,7
Cuenta	9

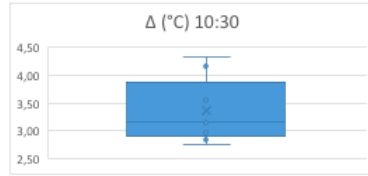
Teorema de chebyshev (inferior)		
+2D	1,73	37,03
+1D	0,86	36,16
Media	35,30	
-1D	-0,86	34,44
-2D	-1,73	33,57

Gráfica 27: Estadística temperatura en paneles tipo B 2:00 pm

La información presentada a continuación corresponde a la estadística realizada a los deltas de temperatura de los paneles tipo B

Δ (°C) 10:30	
Media	3,35
Error típico	0,18699005
Mediana	3,15
Moda	3,15
Desviación est	0,56097014
Varianza de la	0,3146875
Curtosis	-0,2873203
Coefficiente de	0,98750631
Rango	1,575
Mínimo	2,75
Máximo	4,325
Suma	30,15
Cuenta	9

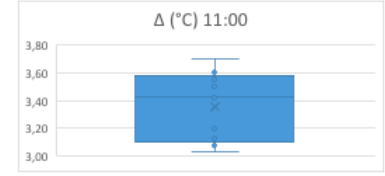
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,12	4,47
+1D	0,56	3,91
Media	3,35	
-1D	-0,56	2,79
-2D	-1,12	2,23



Gráfica 28: Estadística delta de temperatura 10:30 am paneles tipo B

Δ (°C) 11:00	
Media	3,35555556
Error típico	0,08393303
Mediana	3,425
Moda	#N/D
Desviación est	0,25179908
Varianza de la	0,06340278
Curtosis	-1,834146
Coefficiente de	-0,0810278
Rango	0,675
Mínimo	3,025
Máximo	3,7
Suma	30,2
Cuenta	9

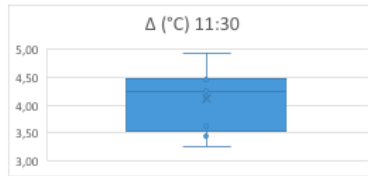
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	0,50	3,86
+1D	0,25	3,61
Media	3,36	
-1D	-0,25	3,10
-2D	-0,50	2,85



Gráfica 30: Estadística delta de temperatura 11:00 am paneles tipo B

Δ (°C) 11:30	
Media	4,11666667
Error típico	0,18554537
Mediana	4,25
Moda	#N/D
Desviación est	0,5566361
Varianza de la	0,30984375
Curtosis	-0,9619722
Coefficiente de	-0,3775205
Rango	1,675
Mínimo	3,25
Máximo	4,925
Suma	37,05
Cuenta	9

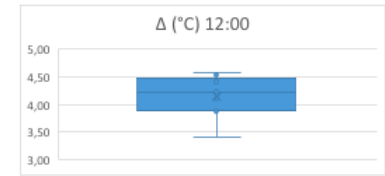
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,11	5,23
+1D	0,56	4,67
Media	4,12	
-1D	-0,56	3,56
-2D	-1,11	3,00



Gráfica 29: Estadística delta de temperatura 11:30 am paneles tipo B

Δ (°C) 12:00	
Media	4,13611111
Error típico	0,12438118
Mediana	4,225
Moda	#N/D
Desviación est	0,37314355
Varianza de la	0,13923611
Curtosis	0,51258983
Coefficiente de	-0,837089
Rango	1,175
Mínimo	3,4
Máximo	4,575
Suma	37,225
Cuenta	9

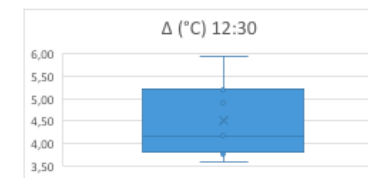
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	0,75	4,88
+1D	0,37	4,51
Media	4,14	
-1D	-0,37	3,76
-2D	-0,75	3,39



Gráfica 31: Estadística delta de temperatura 12:00 am paneles tipo B

Δ (°C) 12:30	
Media	4,50277778
Error típico	0,28004974
Mediana	4,175
Moda	#N/D
Desviación est	0,84014921
Varianza de la	0,70585069
Curtosis	-1,154381
Coefficiente de	0,56216505
Rango	2,375
Mínimo	3,575
Máximo	5,95
Suma	40,525
Cuenta	9

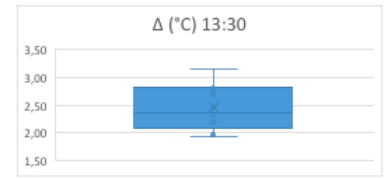
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,68	6,18
+1D	0,84	5,34
Media	4,50	
-1D	-0,84	3,66
-2D	-1,68	2,82



Gráfica 32: Estadística delta de temperatura 12:30 am paneles tipo B

Δ (°C) 13:30	
Media	2,47222222
Error típico	0,139471
Mediana	2,35
Moda	#N/D
Desviación est	0,41841301
Varianza de la	0,17506944
Curtosis	-1,0954619
Coefficiente de	0,19814584
Rango	1,225
Mínimo	1,925
Máximo	3,15
Suma	22,25
Cuenta	9

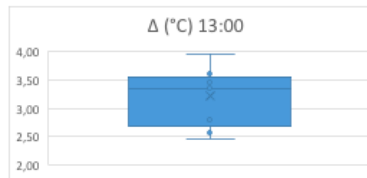
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	0,84	3,31
+1D	0,42	2,89
Media	2,47	
-1D	-0,42	2,05
-2D	-0,84	1,64



Gráfica 33: Estadística delta de temperatura 1:30 pm paneles tipo B

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ 13:00	
Media	3,21111111
Error típico	0,1660463
Mediana	3,35
Moda	3,35
Desviación est	0,4981389
Varianza de la	0,24814236
Curtosis	-0,8318005
Coficiente de	-0,3533999
Rango	1,5
Mínimo	2,45
Máximo	3,95
Suma	28,9
Cuenta	9

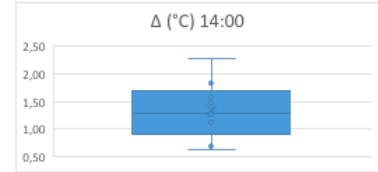
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,00	4,21
+1D	0,50	3,71
Media	3,21	
-1D	-0,50	2,71
-2D	-1,00	2,21



Gráfica 34: Estadística delta de temperatura 1:00 pm paneles tipo B

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ 14:00	
Media	1,33888889
Error típico	0,17505511
Mediana	1,275
Moda	#N/D
Desviación est	0,52516532
Varianza de la	0,27579861
Curtosis	-0,0510724
Coficiente de	0,31259079
Rango	1,65
Mínimo	0,625
Máximo	2,275
Suma	12,05
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,05	2,39
+1D	0,53	1,86
Media	1,34	
-1D	-0,53	0,81
-2D	-1,05	0,29



Gráfica 35: Estadística delta de temperatura 2:00 pm paneles tipo B

16. ANEXO C

REGISTRO DE TEMPERATURAS PANELES TIPO C

- Panel 1

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	37,7	37,7	37,6	37,2	10:30	34,4	33,5	33,8	34,7
11:00	39,2	38,9	39	38,2	11:00	35,5	35	35,2	35,4
11:30	41,2	40,8	41,5	40,2	11:30	37,3	36,4	37	37,2
12:00	42,4	41	42,3	40,6	12:00	38,9	36,4	38,9	39
12:30	43,3	41,9	43,4	41,9	12:30	40,1	38,3	40	40
13:00	41,9	40,8	42,2	40,7	13:00	39,1	37,3	38,9	38,8
13:30	39,4	39,1	40,1	39,3	13:30	38,7	37,5	38,5	38,4
14:00	36,9	36,2	37,4	36,4	14:00	35,7	35	35,6	35,7

Gráfica 36: Datos temperatura panel 1 tipo C

- Panel 2

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	38,2	37,9	38,4	38,2	10:30	33,9	33,7	33,1	33,9
11:00	39,8	39,8	39,7	39,9	11:00	35	34,8	34,9	35
11:30	40,6	40,8	40,7	40,9	11:30	36,8	36,7	36,4	35,5
12:00	42,6	42,8	42,8	42,9	12:00	39,2	36,3	37,7	36,1
12:30	44,1	43	44,9	42	12:30	40,3	37,8	38,9	38,2
13:00	42,3	41,4	41,3	39,7	13:00	38,9	38,4	39,4	37,3
13:30	40,2	39,8	39,9	37,6	13:30	37,5	37,5	38,4	36,8
14:00	37,1	36,4	37,2	35,9	14:00	34,9	35,1	35,5	34,2

Gráfica 40: Datos temperatura panel 2 tipo C

- Panel 3

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	39	38,5	37,9	37,8	10:30	34,1	33,6	35,1	34,9
11:00	40,3	39,7	39,9	40	11:00	38,3	37,9	38,1	38
11:30	41,1	40,9	41,5	42	11:30	39,1	38,7	39,7	38,9
12:00	44,8	43,7	45,9	43,6	12:00	40,3	39,7	41	40,2
12:30	45,9	44,7	46,3	44	12:30	40,9	40,3	43,6	41,3
13:00	41,8	42,1	43,4	40,7	13:00	39,8	40,1	41,8	40,6
13:30	39,9	40,3	40,1	39,5	13:30	38	39,4	40	38,9
14:00	38,1	37,3	39	36,7	14:00	35,7	35,8	37,1	34,4

Gráfica 37: Datos temperatura panel 3 tipo C

- Panel 4

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	37,6	37,8	38,3	38,1	10:30	34,9	34,3	36,1	35,5
11:00	39,1	39,2	38,9	39,4	11:00	37	35,9	36,4	36,7
11:30	40,5	40,1	39,5	39,8	11:30	38,4	36,7	37,1	36,7
12:00	41,3	41	40,5	41,6	12:00	39,5	39,6	39	38,4
12:30	45,2	42,8	42,3	43,7	12:30	41,2	41	40,1	39,8
13:00	44,2	42,2	41,9	43,2	13:00	40,7	40,2	39,8	39,6
13:30	40,1	41	40,6	41,2	13:30	38,4	38,9	39,2	37,4
14:00	38,6	39,2	38,7	40,2	14:00	34,8	35,7	36,7	36,3

Gráfica 41: Datos temperatura panel 4 tipo C

- Panel 5

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	38	37,4	36,1	37,2	10:30	35	33,1	34,2	35
11:00	38,5	39,2	38,7	38,2	11:00	36,8	35,4	35	36,1
11:30	40,2	39,9	40,8	41	11:30	38,4	38,2	37,4	39,1
12:00	42,5	43	41,8	42,7	12:00	39,8	40	39,9	40,3
12:30	44	43,9	42,7	44,3	12:30	40,6	41	40,8	40,9
13:00	43,1	41,8	40,9	42,1	13:00	41	40,1	39,8	39,2
13:30	40,8	39,8	40,2	40,2	13:30	38	37,1	38,2	37,8
14:00	36,2	37,6	38,7	39,4	14:00	35,1	33,8	36,1	35,8

Gráfica 38: Datos temperatura panel 5 tipo C

- Panel 6

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	36,7	37,2	36,9	36	10:30	34,8	34,6	34,8	35,1
11:00	37,2	38,7	38,1	39,1	11:00	36,4	35,8	35,7	35,7
11:30	39,2	40	39,7	40,6	11:30	37,2	37,6	38,1	36,9
12:00	41,5	42,2	41	42,7	12:00	40,3	40,5	39,5	39,7
12:30	43,6	43,8	42,9	44,2	12:30	40,8	40,5	40,8	40,1
13:00	41,2	41,7	40	40,8	13:00	39,2	38,9	38,9	39,1
13:30	40	40,2	39,2	38,9	13:30	38,5	37,2	37,2	37,7
14:00	36,2	35,6	35,1	36,1	14:00	33,8	33,9	33,4	32,9

Gráfica 42: Datos temperatura panel 6 tipo C

- Panel 7

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	36,8	37	37,2	37,6	10:30	34,2	33,4	33,9	34,6
11:00	39,3	39,1	38,9	38	11:00	35,6	35,3	35,1	36,1
11:30	41,3	40,9	40,7	39,5	11:30	37,1	36	36,9	37,9
12:00	42,5	41,3	42,1	41	12:00	38,6	36,8	38,1	39,2
12:30	43,3	42	44	42,1	12:30	40,3	38,9	40,2	40,1
13:00	42,4	40	43,1	40,9	13:00	39,7	39,1	39,1	38,6
13:30	39,4	39,5	41,2	38,4	13:30	38,3	36,2	38,3	36,2
14:00	36,8	35,9	38,4	35,7	14:00	35,2	34,8	35,4	34,7

Gráfica 39: Datos temperatura panel 7 tipo C

- Panel 8

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	36,7	38	36,1	37,1	10:30	34,9	35	34,6	35,7
11:00	38,4	39,4	38,4	39,2	11:00	36,1	37,1	36,1	36,5
11:30	40,6	40,9	39,8	39,8	11:30	38,9	37,9	38,9	38,1
12:00	41,5	42,3	41,2	40,5	12:00	39,1	38,7	40,1	39,5
12:30	42,8	42,8	42,7	42,1	12:30	40,5	39,4	40,8	40,2
13:00	40,8	41,1	40,5	41,6	13:00	38,9	37,5	39,6	39,6
13:30	39,1	39,8	39,7	39,8	13:30	36,2	36,9	37,1	37,3
14:00	37,1	37,4	36,8	37,1	14:00	35,8	35,1	34,9	36,1

Gráfica 43: Datos temperatura panel 8 tipo C

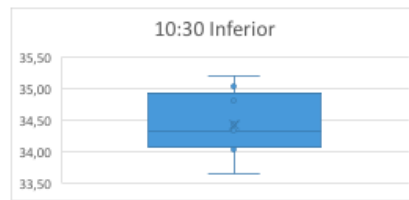
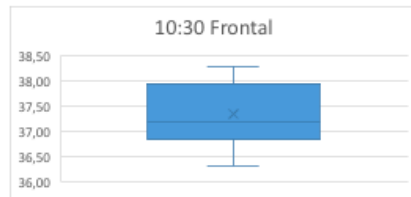
- Panel 9

Panel 9. Fila de coco / Fique en tirantes TIPO C	Zona de muestreo Frontal (°C)					Zona de muestreo Inferior (°C)				
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
	10:30	37,6	35,2	36	36,4	10:30	35	33,8	34	34,5
11:00	39,6	38,1	37,9	37,9	11:00	35,9	34,7	35,1	36	
11:30	41,3	39,9	40,2	40,1	11:30	37,4	36,2	38,4	39,5	
12:00	42,1	40,5	41,8	41,9	12:00	39,5	37,8	39	40,2	
12:30	44	42,2	43,6	44,3	12:30	40,2	39,2	39,8	40,8	
13:00	41,8	41,3	42,1	42,1	13:00	38,6	40,2	40,8	38,2	
13:30	38,6	40,1	40,1	40,8	13:30	36,1	37,6	37,4	36,2	
14:00	35,1	37,6	38,1	38,6	14:00	33,5	35,1	34,9	34,5	

Gráfica 44: Datos temperatura panel 9 tipo C

Frontal 10:30	
Media	37,3388889
Error típico	0,21723128
Mediana	37,175
Moda	#N/D
Desviación est	0,65169384
Varianza de la	0,42470486
Curtosis	-0,8808613
Coefficiente de	-0,0509251
Rango	2
Mínimo	36,3
Máximo	38,3
Suma	336,05
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,30	38,64
+1D	0,65	37,99
Media	37,34	
-1D	-0,65	36,69
-2D	-1,30	36,04



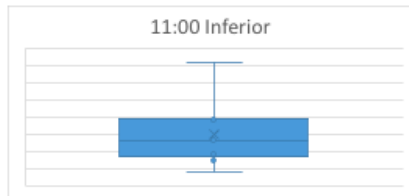
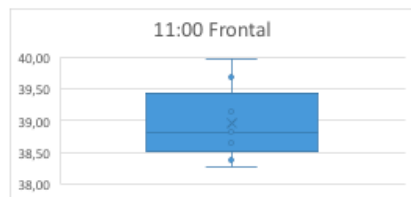
Inferior 10:30	
Media	34,4361111
Error típico	0,16817604
Mediana	34,325
Moda	34,325
Desviación est	0,50452811
Varianza de la	0,25454861
Curtosis	-0,7313583
Coefficiente de	0,17509745
Rango	1,55
Mínimo	33,65
Máximo	35,2
Suma	309,925
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	1,01	35,45
+1D	0,50	34,94
Media	34,44	
-1D	-0,50	33,93
-2D	-1,01	33,43

Gráfica 45: Estadística temperatura en paneles tipo C 10:30 am

Frontal 11:00	
Media	38,9583333
Error típico	0,18892973
Mediana	38,825
Moda	38,825
Desviación est	0,5667892
Varianza de la	0,32125
Curtosis	-0,1178208
Coefficiente de	0,8058158
Rango	1,7
Mínimo	38,275
Máximo	39,975
Suma	350,625
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,13	40,09
+1D	0,57	39,53
Media	38,96	
-1D	-0,57	38,39
-2D	-1,13	37,82



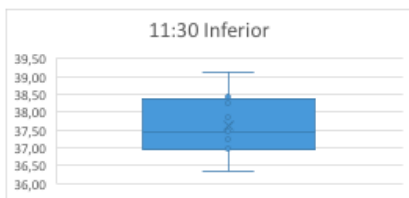
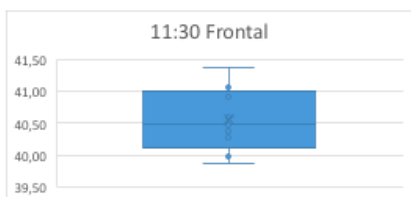
Inferior 11:00	
Media	35,9888889
Error típico	0,31258641
Mediana	35,825
Moda	#N/D
Desviación est	0,93775922
Varianza de la	0,87939236
Curtosis	2,61264964
Coefficiente de	1,45341982
Rango	3,15
Mínimo	34,925
Máximo	38,075
Suma	323,9
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	1,88	37,86
+1D	0,94	36,93
Media	35,99	
-1D	-0,94	35,05
-2D	-1,88	34,11

Gráfica 46: Estadística temperatura en paneles tipo C 11:00 am

Frontal 11:30	
Media	40,55
Error típico	0,16656247
Mediana	40,475
Moda	#N/D
Desviación est	0,4996874
Varianza de la	0,2496875
Curtosis	-0,7793964
Coefficiente de	0,30250899
Rango	1,5
Mínimo	39,875
Máximo	41,375
Suma	364,95
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,00	41,55
+1D	0,50	41,05
Media	40,55	
-1D	-0,50	40,05
-2D	-1,00	39,55



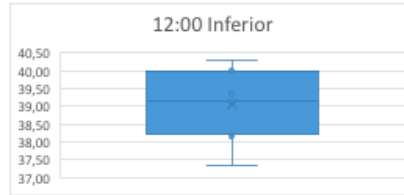
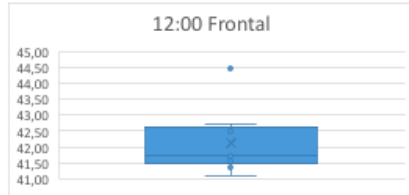
Inferior 11:30	
Media	37,6305556
Error típico	0,28872859
Mediana	37,45
Moda	#N/D
Desviación est	0,86618576
Varianza de la	0,75027778
Curtosis	-0,5858616
Coefficiente de	0,31394354
Rango	2,75
Mínimo	36,35
Máximo	39,1
Suma	338,675
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	1,73	39,36
+1D	0,87	38,50
Media	37,63	
-1D	-0,87	36,76
-2D	-1,73	35,90

Gráfica 47: Estadística temperatura en paneles tipo C 11:30 am

Frontal 12:00	
Media	42,1027778
Error típico	0,34541753
Mediana	41,725
Moda	#N/D
Desviación es	1,0362526
Varianza de la	1,07381944
Curtosis	3,48234387
Coefficiente de	1,77962511
Rango	3,4
Mínimo	41,1
Máximo	44,5
Suma	378,925
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,07	44,18
+1D	1,04	43,14
Media	42,10	
-1D	-1,04	41,07
-2D	-2,07	40,03



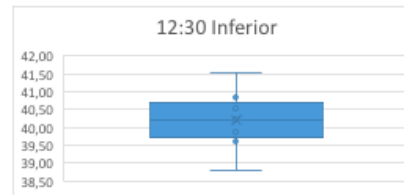
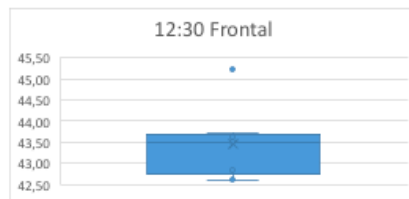
Inferior 12:00	
Media	39,0777778
Error típico	0,32841276
Mediana	39,125
Moda	39,125
Desviación es	0,98523827
Varianza de la	0,97069444
Curtosis	-0,5482357
Coefficiente de	-0,5337766
Rango	2,975
Mínimo	37,325
Máximo	40,3
Suma	351,7
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	1,97	41,05
+1D	0,99	40,06
Media	39,08	
-1D	-0,99	38,09
-2D	-1,97	37,11

Gráfica 48: Estadística temperatura en paneles tipo C 12:00 am

Frontal 12:30	
Media	43,4638889
Error típico	0,26428333
Mediana	43,5
Moda	43,5
Desviación es	0,79284999
Varianza de la	0,62861111
Curtosis	2,76229234
Coefficiente de	1,29565624
Rango	2,625
Mínimo	42,6
Máximo	45,225
Suma	391,175
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,59	45,05
+1D	0,79	44,26
Media	43,46	
-1D	-0,79	42,67
-2D	-1,59	41,88



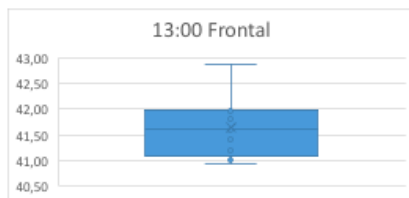
Inferior 12:30	
Media	40,2138889
Error típico	0,25924272
Mediana	40,225
Moda	#N/D
Desviación es	0,77772817
Varianza de la	0,60486111
Curtosis	0,75137596
Coefficiente de	-0,1900929
Rango	2,725
Mínimo	38,8
Máximo	41,525
Suma	361,925
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	1,56	41,77
+1D	0,78	40,99
Media	40,21	
-1D	-0,78	39,44
-2D	-1,56	38,66

Gráfica 49: Estadística temperatura en paneles tipo C 12:30 am

Frontal 13:00	
Media	41,6416667
Error típico	0,20403908
Mediana	41,6
Moda	#N/D
Desviación es	0,61211723
Varianza de la	0,3746875
Curtosis	0,82404724
Coefficiente de	0,85289053
Rango	1,95
Mínimo	40,925
Máximo	42,875
Suma	374,775
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,22	42,87
+1D	0,61	42,25
Media	41,64	
-1D	-0,61	41,03
-2D	-1,22	40,42



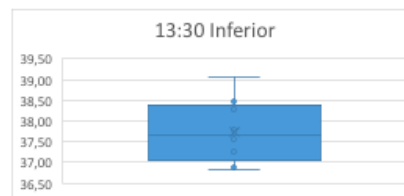
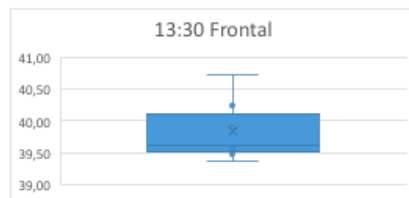
Inferior 13:00	
Media	39,3555556
Error típico	0,24305556
Mediana	39,125
Moda	#N/D
Desviación es	0,72916667
Varianza de la	0,53168403
Curtosis	-1,0185336
Coefficiente de	0,47445495
Rango	2,075
Mínimo	38,5
Máximo	40,575
Suma	354,2
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	1,46	40,81
+1D	0,73	40,08
Media	39,36	
-1D	-0,73	38,63
-2D	-1,46	37,90

Gráfica 50: Estadística temperatura en paneles tipo C 1:00 pm

Frontal 13:30	
Media	39,8305556
Error típico	0,14384223
Mediana	39,625
Moda	#N/D
Desviación es	0,43152668
Varianza de la	0,18621528
Curtosis	1,13821085
Coefficiente de	1,22859381
Rango	1,35
Mínimo	39,375
Máximo	40,725
Suma	358,475
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	0,86	40,69
+1D	0,43	40,26
Media	39,83	
-1D	-0,43	39,40
-2D	-0,86	38,97



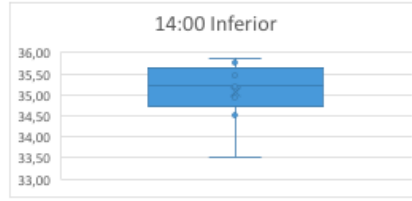
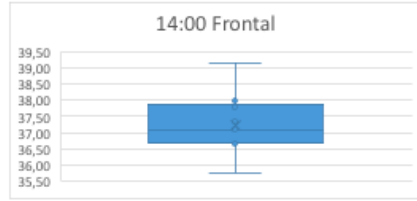
Inferior 13:30	
Media	37,75
Error típico	0,24940902
Mediana	37,65
Moda	#N/D
Desviación es	0,74822707
Varianza de la	0,55984375
Curtosis	-0,4548032
Coefficiente de	0,48212531
Rango	2,25
Mínimo	36,825
Máximo	39,075
Suma	339,75
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	1,50	39,25
+1D	0,75	38,50
Media	37,75	
-1D	-0,75	37,00
-2D	-1,50	36,25

Gráfica 51: Estadística temperatura en paneles tipo C 1:30 pm

Frontal 14:00	
Media	37,2444444
Error típico	0,32760118
Mediana	37,1
Moda	#N/D
Desviación est	0,98280353
Varianza de la	0,96590278
Curtosis	1,03537638
Coefficiente de	0,65746328
Rango	3,425
Mínimo	35,75
Máximo	39,175
Suma	335,2
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,97	39,21
+1D	0,98	38,23
Media	37,24	
-1D	-0,98	36,26
-2D	-1,97	35,28



Inferior 14:00	
Media	35,0833333
Error típico	0,24402584
Mediana	35,2
Moda	#N/D
Desviación est	0,73207752
Varianza de la	0,5359375
Curtosis	1,99878962
Coefficiente de	-1,3294367
Rango	2,375
Mínimo	33,5
Máximo	35,875
Suma	315,75
Cuenta	9

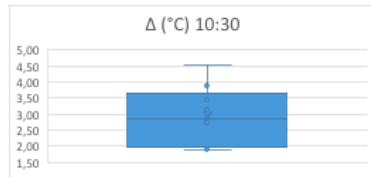
Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	1,46	36,55
+1D	0,73	35,82
Media	35,08	
-1D	-0,73	34,35
-2D	-1,46	33,62

Gráfica 52: Estadística temperatura en paneles tipo C 2:00 pm

La información presentada a continuación corresponde a la estadística realizada a los deltas de temperatura de los paneles tipo C

Δ (°C) 10:30	
Media	2,92777778
Error típico	0,30775409
Mediana	2,85
Moda	#N/D
Desviación est	0,92326226
Varianza de la	0,85241319
Curtosis	-0,7177346
Coefficiente de	0,41423581
Rango	2,65
Mínimo	1,875
Máximo	4,525
Suma	26,35
Cuenta	9

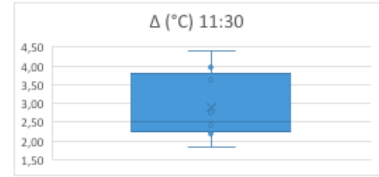
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,85	4,77
+1D	0,92	3,85
Media	2,93	
-1D	-0,92	2,00
-2D	-1,85	1,08



Gráfica 53: Estadística delta de temperatura 10:30 am paneles tipo C

Δ (°C) 11:30	
Media	2,88333333
Error típico	0,29627315
Mediana	2,5
Moda	#N/D
Desviación est	0,88881944
Varianza de la	0,79
Curtosis	-0,895861
Coefficiente de	0,73832225
Rango	2,575
Mínimo	1,825
Máximo	4,4
Suma	25,95
Cuenta	9

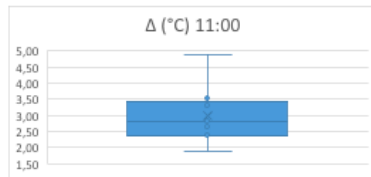
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,78	4,66
+1D	0,89	3,77
Media	2,88	
-1D	-0,89	1,99
-2D	-1,78	1,11



Gráfica 55: Estadística delta de temperatura 11:30 am paneles tipo C

Δ (°C) 11:00	
Media	2,98055556
Error típico	0,28917921
Mediana	2,825
Moda	#N/D
Desviación est	0,86753762
Varianza de la	0,75262153
Curtosis	2,34196181
Coefficiente de	1,30381609
Rango	2,975
Mínimo	1,9
Máximo	4,875
Suma	26,825
Cuenta	9

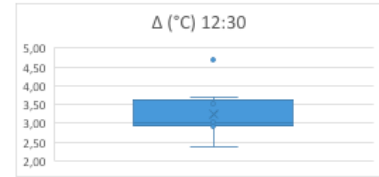
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,74	4,72
+1D	0,87	3,85
Media	2,98	
-1D	-0,87	2,11
-2D	-1,74	1,25



Gráfica 54: Estadística delta de temperatura 11:00 am paneles tipo C

Δ (°C) 12:30	
Media	3,25
Error típico	0,22051864
Mediana	3,025
Moda	#N/D
Desviación est	0,66155593
Varianza de la	0,43765625
Curtosis	2,53723088
Coefficiente de	1,32630918
Rango	2,325
Mínimo	2,375
Máximo	4,7
Suma	29,25
Cuenta	9

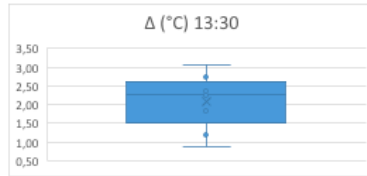
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,32	4,57
+1D	0,66	3,91
Media	3,25	
-1D	-0,66	2,59
-2D	-1,32	1,93



Gráfica 56: Estadística delta de temperatura 12:30 paneles tipo C

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ 13:30	
Media	2,08055556
Error típico	0,23550986
Mediana	2,25
Moda	#N/D
Desviación est	0,70652957
Varianza de la	0,49918403
Curtosis	-0,3777654
Coefficiente de	-0,5069467
Rango	2,2
Mínimo	0,875
Máximo	3,075
Suma	18,725
Cuenta	9

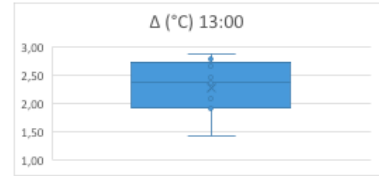
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,41	3,49
+1D	0,71	2,79
Media	2,08	
-1D	-0,71	1,37
-2D	-1,41	0,67



Gráfica 57: Estadística delta de temperatura 1:30 am paneles tipo C

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ 13:00	
Media	2,28611111
Error típico	0,1600299
Mediana	2,375
Moda	#N/D
Desviación est	0,48008969
Varianza de la	0,23048611
Curtosis	-0,5365278
Coefficiente de	-0,4855662
Rango	1,45
Mínimo	1,425
Máximo	2,875
Suma	20,575
Cuenta	9

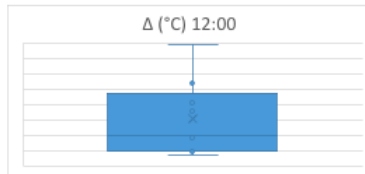
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	0,96	3,25
+1D	0,48	2,77
Media	2,29	
-1D	-0,48	1,81
-2D	-0,96	1,33



Gráfica 59: Estadística delta de temperatura 1:00 pm paneles tipo C

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ 12:00	
Media	3,03055556
Error típico	0,40291425
Mediana	2,5
Moda	#N/D
Desviación est	1,20874275
Varianza de la	1,46105903
Curtosis	0,52445447
Coefficiente de	1,06778546
Rango	3,6
Mínimo	1,85
Máximo	5,45
Suma	27,275
Cuenta	9

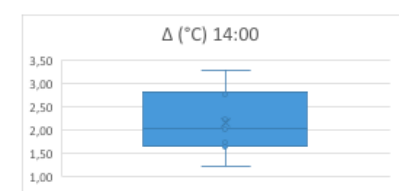
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,42	5,45
+1D	1,21	4,24
Media	3,03	
-1D	-1,21	1,82
-2D	-2,42	0,61



Gráfica 58: Estadística delta de temperatura 12:00 paneles tipo C

$\Delta (^{\circ}\text{C})$ 14:00	
Media	2,16111111
Error típico	0,22867793
Mediana	2,025
Moda	#N/D
Desviación est	0,68603379
Varianza de la	0,47064236
Curtosis	-0,9526356
Coefficiente de	0,42879423
Rango	2,075
Mínimo	1,225
Máximo	3,3
Suma	19,45
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,37	3,53
+1D	0,69	2,85
Media	2,16	
-1D	-0,69	1,48
-2D	-1,37	0,79



Gráfica 60: Estadística delta de temperatura 2:00 pm paneles tipo C

17. ANEXO D

REGISTRO DE TEMPERATURAS PANELES TIPO D

- Panel 1

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Hora	Zona de muestreo Inferior (°C)			
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda		Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	40	38,6	39	39,4	10:30	32,7	33,1	32,7	33,6
11:00	41	38,6	39	39,4	11:00	33,7	33	34,1	34
11:30	44,2	41	42,5	42,1	11:30	35,2	34,6	35,9	35,7
12:00	44,2	41	42,5	42,1	12:00	35,2	34,6	35,9	35,7
12:30	44,7	41,8	43,7	42,7	12:30	36,3	35,5	37	36
13:00	46,9	43,7	45,8	45,1	13:00	37,9	36,7	39,1	38,1
13:30	44,5	41,7	43,4	42,4	13:30	36,4	35,3	37,8	36,1
14:00	42,9	40	43,2	41,7	14:00	37,3	37	38	36,2

Gráfica 61: Datos temperatura panel 1 tipo D

- Panel 2

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Hora	Zona de muestreo Inferior (°C)			
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda		Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	42,1	39,1	41,9	40,2	10:30	34	33,7	33,7	33,2
11:00	42,7	39,4	42,5	40,3	11:00	35	34,8	34,9	34,4
11:30	45,2	42,6	45,9	43,7	11:30	36,2	36,3	36,8	36,4
12:00	47,6	44,2	47,8	44,6	12:00	38,4	38	38,8	37,9
12:30	49,8	46,4	50	46,6	12:30	39,9	39,4	39,4	39,2
13:00	46,8	44,3	46,3	44,4	13:00	38,3	38,1	38,8	38,2
13:30	45,2	42,5	46,1	43,9	13:30	38	37,8	39	38,2
14:00	39,4	37	39	38,2	14:00	34,3	35,5	35,3	35,1

Gráfica 65: Datos temperatura panel 2 tipo D

- Panel 3

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Hora	Zona de muestreo Inferior (°C)			
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda		Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	40,1	38	40,4	39,3	10:30	31,4	31,7	32,4	32
11:00	40,4	38,3	41,3	38,9	11:00	32,6	32,7	33,7	33,2
11:30	43,5	40,4	44,3	41,1	11:30	33,9	34,4	35,2	34,7
12:00	45,4	43,1	46,6	42,9	12:00	35,2	35,6	36,9	35,9
12:30	46	42,7	46,7	42,9	12:30	36,4	36,6	38	36,6
13:00	44,8	43,2	41,3	41,6	13:00	35,4	35,9	37,1	36,7
13:30	40,3	39,3	41,5	39,5	13:30	35,2	35,7	37,2	36,3
14:00	38,3	35,5	37,2	35,5	14:00	32,9	33,1	34,2	33,6

Gráfica 62: Datos temperatura panel 3 tipo D

- Panel 4

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Hora	Zona de muestreo Inferior (°C)			
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda		Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	40,1	39,9	40,1	39,8	10:30	32,3	32,2	33,9	32,6
11:00	41,7	41,7	42	42,1	11:00	34,5	33,8	34,1	34
11:30	45	44,1	44,2	44,8	11:30	33,4	35,1	34,8	35,6
12:00	46,3	45,2	45,8	45,3	12:00	37,1	36,1	36	36,2
12:30	46,4	45,3	45,8	46,2	12:30	37,9	37,4	36,6	36,8
13:00	45	44,4	44,7	44,7	13:00	37,1	37	36,2	36,2
13:30	42,9	41,5	40,6	42,6	13:30	37,4	36,4	36,6	36,4
14:00	38,1	36,6	37,4	37,1	14:00	34,4	33,7	34,2	33,8

Gráfica 66: Datos temperatura panel 4 tipo D

- Panel 5

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Hora	Zona de muestreo Inferior (°C)			
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda		Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	40,9	39,2	40,9	39,2	10:30	34,7	33,8	35	34,5
11:00	42,5	40,3	42,3	40,3	11:00	36,2	35	36	35,5
11:30	45,4	41,9	45,4	43,8	11:30	37,3	36,3	37,7	37,1
12:00	41,2	44,1	47,3	43,5	12:00	38,3	36,8	38,9	37,5
12:30	48,2	44,6	48,4	45	12:30	39,4	38,8	40,2	39,6
13:00	46,7	44,1	47	44,6	13:00	38,9	38,2	40,1	39,2
13:30	45	42,6	45,6	42,7	13:30	38,5	38	39,9	37,9
14:00	39,4	37,7	39,9	37,8	14:00	36,3	35,5	36,7	35,1

Gráfica 63: Datos temperatura panel 5 tipo D

- Panel 6

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Hora	Zona de muestreo Inferior (°C)			
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda		Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	40,8	37,6	41,2	38	10:30	33,4	32,3	33,9	32,9
11:00	42,3	38,8	42,4	39,4	11:00	34,2	32,9	34,4	33,6
11:30	44,1	44,1	44,8	41,5	11:30	36,2	34,6	36,4	35,4
12:00	44,1	40,4	45	41,2	12:00	36,9	35,6	37	36,1
12:30	44,1	40,7	45,8	40,8	12:30	38,4	36,2	38,2	36,1
13:00	46	41,7	45	42,1	13:00	38,1	37,2	37,9	37,6
13:30	40,7	37,9	42,1	39,9	13:30	37,5	35,7	37,4	37
14:00	35,8	34,6	36,9	35,1	14:00	35,3	34,4	34,6	34,5

Gráfica 67: Datos temperatura panel 6 tipo D

- Panel 7

Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Hora	Zona de muestreo Inferior (°C)			
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda		Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	40,2	38,5	40,5	39,4	10:30	31,5	31,7	32,5	33
11:00	40,6	38,9	41,4	39	11:00	33,1	32,8	33,4	33,2
11:30	42,9	40,5	44	41,6	11:30	33,8	34,2	35,1	34,9
12:00	46	43,5	46,2	42,8	12:00	35,1	35,6	36,8	35,6
12:30	46	42,7	46,7	42,7	12:30	36,4	36,5	37,8	35,9
13:00	44,2	43,5	41,5	41,6	13:00	35,3	35,6	35,9	36,4
13:30	40,1	39,5	41,3	39,4	13:30	36,2	35,2	37,1	35,2
14:00	36,5	35,5	37,4	35,9	14:00	32,8	33	33,9	33,4

Gráfica 64: Datos temperatura panel 7 tipo D

- Panel 8

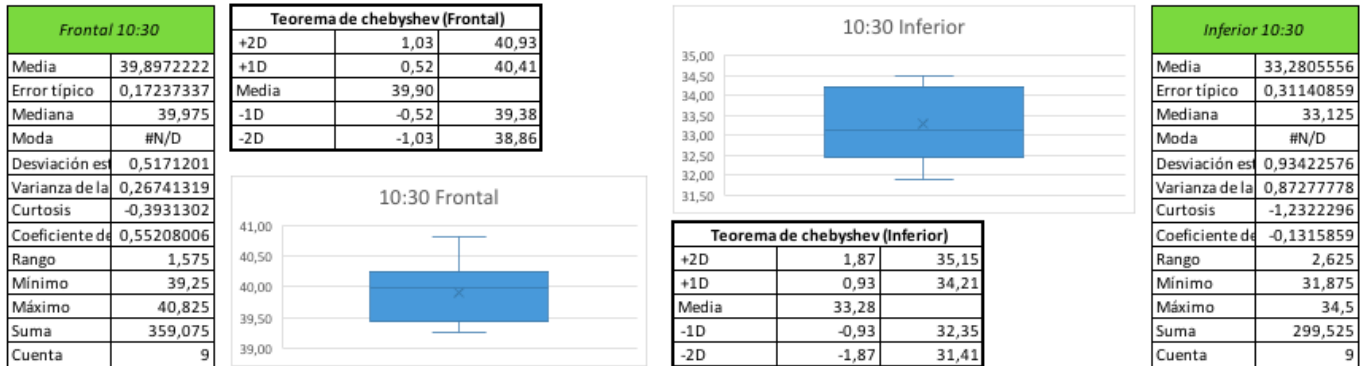
Hora	Zona de muestreo Frontal (°C)				Hora	Zona de muestreo Inferior (°C)			
	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda		Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
10:30	40,5	39,1	40,9	39,6	10:30	34,6	33,8	34,9	34,2
11:00	41,9	40,1	42,3	40,7	11:00	36,2	35,6	36	35,7
11:30	45,3	41,8	45,2	43,7	11:30	37,2	36,2	37,3	37
12:00	46,9	45	46,7	44	12:00	38,6	36,7	38,6	37,5
12:30	48,3	45,6	48	45,6	12:30	39,4	38,6	40,1	39,8
13:00	46,2	44,5	47	45,2	13:00	38,7	38,1	40	39,6
13:30	45	42,8	45,5	42,9	13:30	38,2	38,1	39,8	37,5
14:00	39,4	37,9	39,8	37,7	14:00	36,2	35,1	36,8	35,8

Gráfica 68: Datos temperatura panel 8 tipo D

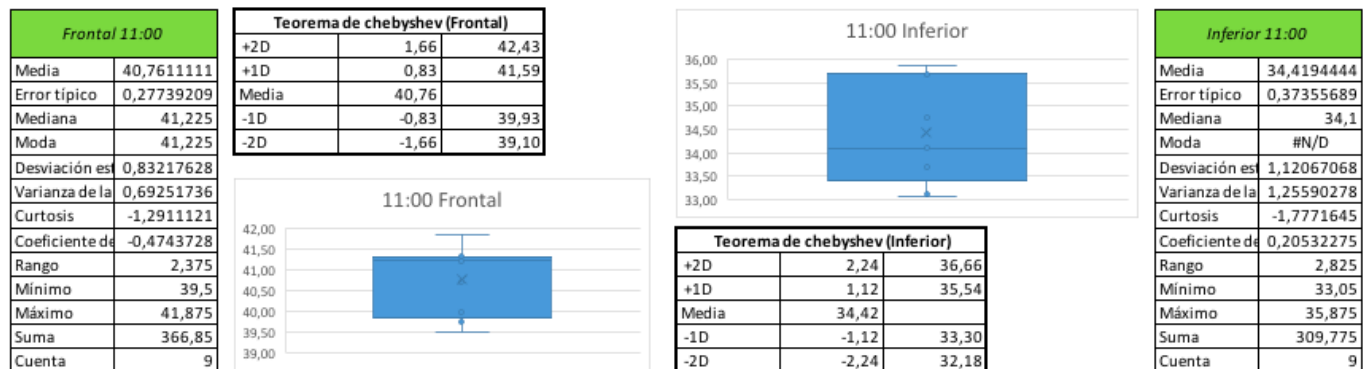
- Panel 9

Panel 9 - Fibra de coco / Aserrín TIPO D	Zona de muestreo Frontal (°C)				Zona de muestreo Inferior (°C)					
	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda	Hora	Superior derecha	Superior Izquierda	Inferior derecha	Inferior Izquierda
	10:30	41	40,8	40,2	39,8	10:30	34,1	33,9	34,4	33,8
	11:00	41,8	41,3	41,3	40,5	11:00	35,9	35,2	36,1	35,6
	11:30	44,6	43,5	43	42,8	11:30	36,8	36,5	37,3	36,9
	12:00	45,8	44,8	45,6	44,9	12:00	38,2	38	37,9	39,2
	12:30	47,9	46	46,8	45,7	12:30	39,5	40,2	40,6	41
	13:00	45,4	45,2	44,2	43,5	13:00	38,3	39,1	39,2	38,9
	13:30	44,2	43,8	41,6	40,8	13:30	37,8	38,1	38,6	37,9
	14:00	40,5	39,2	40,2	39,4	14:00	36,1	35,8	35,2	36

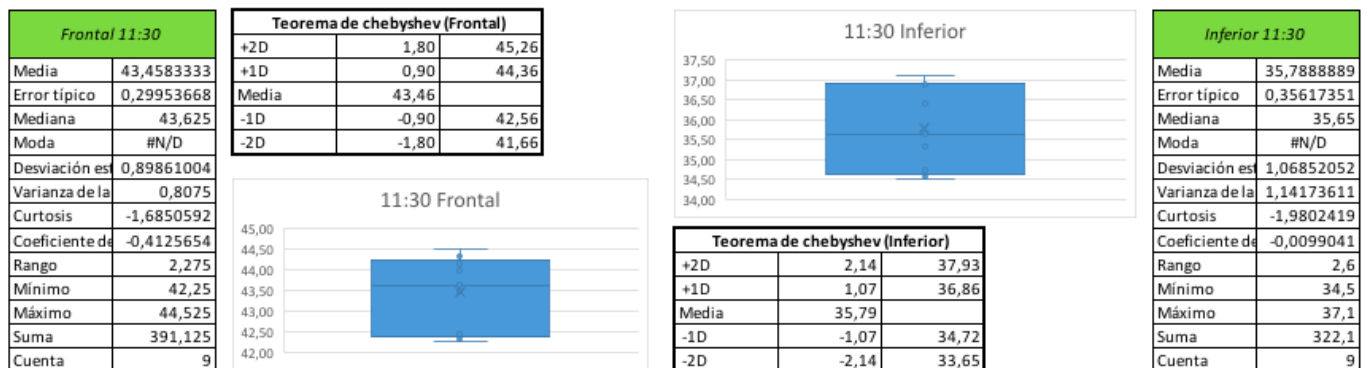
Gráfica 69: Datos temperatura panel 9 tipo D



Gráfica 70: Estadística temperatura en paneles tipo D 10:30 am



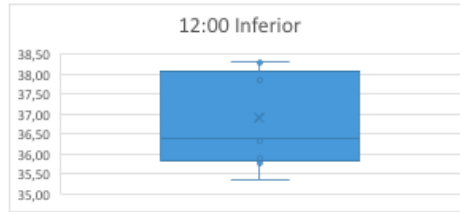
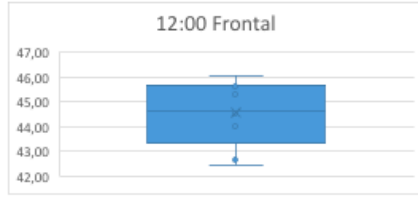
Gráfica 71: Estadística temperatura en paneles tipo D 11:00 am



Gráfica 72: Estadística temperatura en paneles tipo D 11:30 am

Frontal 12:00	
Media	44,5444444
Error típico	0,43148198
Mediana	44,625
Moda	45,65
Desviación est	1,29444593
Varianza de la	1,67559028
Curtosis	-0,7609536
Coefficiente de	-0,6932335
Rango	3,6
Mínimo	42,45
Máximo	46,05
Suma	400,9
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,59	47,13
+1D	1,29	45,84
Media	44,54	
-1D	-1,29	43,25
-2D	-2,59	41,96



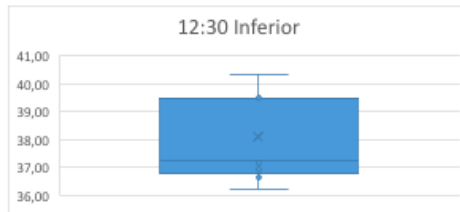
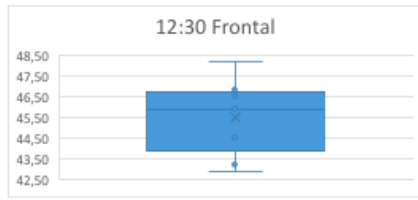
Inferior 12:00	
Media	36,9
Error típico	0,39077914
Mediana	36,4
Moda	#N/D
Desviación est	1,17233741
Varianza de la	1,374375
Curtosis	-2,0268848
Coefficiente de	0,08362789
Rango	2,975
Mínimo	35,35
Máximo	38,325
Suma	332,1
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	2,34	39,24
+1D	1,17	38,07
Media	36,90	
-1D	-1,17	35,73
-2D	-2,34	34,56

Gráfica 73: Estadística temperatura en paneles tipo D 12:00

Frontal 12:30	
Media	45,4805556
Error típico	0,59715439
Mediana	45,925
Moda	#N/D
Desviación est	1,79146317
Varianza de la	3,20934028
Curtosis	-1,017381
Coefficiente de	-0,1609187
Rango	5,35
Mínimo	42,85
Máximo	48,2
Suma	409,325
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	3,58	49,06
+1D	1,79	47,27
Media	45,48	
-1D	-1,79	43,69
-2D	-3,58	41,90



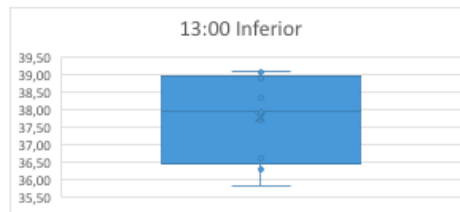
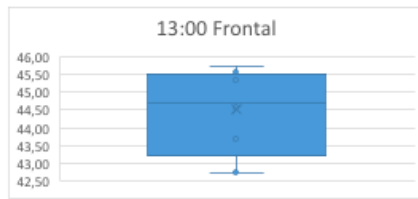
Inferior 12:30	
Media	38,1027778
Error típico	0,51995667
Mediana	37,225
Moda	39,475
Desviación est	1,55987001
Varianza de la	2,43319444
Curtosis	-2,025187
Coefficiente de	0,24132319
Rango	4,125
Mínimo	36,2
Máximo	40,325
Suma	342,925
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	3,12	41,22
+1D	1,56	39,66
Media	38,10	
-1D	-1,56	36,54
-2D	-3,12	34,98

Gráfica 74: Estadística temperatura en paneles tipo D 12:30

Frontal 13:00	
Media	44,5055556
Error típico	0,3988651
Mediana	44,7
Moda	#N/D
Desviación est	1,19659529
Varianza de la	1,43184028
Curtosis	-1,1594996
Coefficiente de	-0,6962263
Rango	3,025
Mínimo	42,7
Máximo	45,725
Suma	400,55
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,39	46,90
+1D	1,20	45,70
Media	44,51	
-1D	-1,20	43,31
-2D	-2,39	42,11



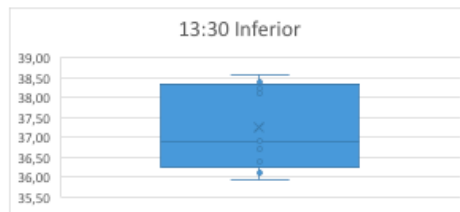
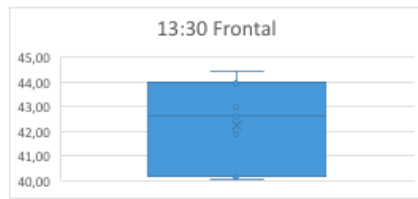
Inferior 13:00	
Media	37,7527778
Error típico	0,41761235
Mediana	37,95
Moda	#N/D
Desviación est	1,25283706
Varianza de la	1,56960069
Curtosis	-1,3932513
Coefficiente de	-0,4563638
Rango	3,3
Mínimo	35,8
Máximo	39,1
Suma	339,775
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	2,51	40,26
+1D	1,25	39,01
Media	37,75	
-1D	-1,25	36,50
-2D	-2,51	35,25

Gráfica 75: Estadística temperatura en paneles tipo D 1:00 pm

Frontal 13:30	
Media	42,2583333
Error típico	0,59282457
Mediana	42,6
Moda	40,15
Desviación est	1,77847371
Varianza de la	3,16296875
Curtosis	-1,7976258
Coefficiente de	-0,2219262
Rango	4,35
Mínimo	40,075
Máximo	44,425
Suma	380,325
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	3,56	45,82
+1D	1,78	44,04
Media	42,26	
-1D	-1,78	40,48
-2D	-3,56	38,70



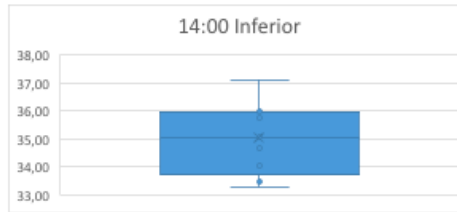
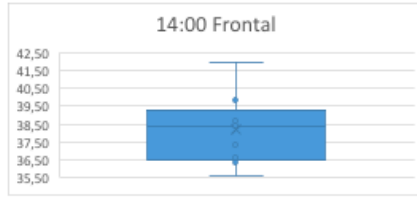
Inferior 13:30	
Media	37,2611111
Error típico	0,35404682
Mediana	36,9
Moda	#N/D
Desviación est	1,06214046
Varianza de la	1,12814236
Curtosis	-2,0912257
Coefficiente de	0,06570763
Rango	2,65
Mínimo	35,925
Máximo	38,575
Suma	335,35
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	2,12	39,39
+1D	1,06	38,32
Media	37,26	
-1D	-1,06	36,20
-2D	-2,12	35,14

Gráfica 76: Estadística temperatura en paneles tipo D 1:30 am

Frontal 14:00	
Media	38,1583333
Error típico	0,65398087
Mediana	38,4
Moda	38,7
Desviación est	1,9619426
Varianza de la	3,84921875
Curtosis	0,39627073
Coefficiente de	0,68800929
Rango	6,35
Mínimo	35,6
Máximo	41,95
Suma	343,425
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	3,92	42,08
+1D	1,96	40,12
Media	38,16	
-1D	-1,96	36,20
-2D	-3,92	34,23



Inferior 14:00	
Media	35,0305556
Error típico	0,42962714
Mediana	35,05
Moda	#N/D
Desviación est	1,28888141
Varianza de la	1,66121528
Curtosis	-0,9130458
Coefficiente de	0,05164235
Rango	3,85
Mínimo	33,275
Máximo	37,125
Suma	315,275
Cuenta	9

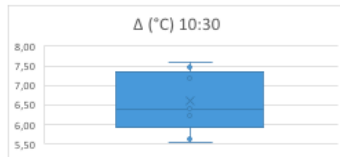
Teorema de chebyshev (Inferior)		
+2D	2,58	37,61
+1D	1,29	36,32
Media	35,03	
-1D	-1,29	33,74
-2D	-2,58	32,45

Gráfica 77: Estadística temperatura en paneles tipo D 2:00 pm

La información presentada a continuación corresponde a la estadística realizada a los deltas de temperatura de los paneles tipo D

Δ (°C) 10:30	
Media	6,616666667
Error típico	0,256207652
Mediana	6,4
Moda	#N/D
Desviación est	0,768622957
Varianza de la	0,59078125
Curtosis	-1,63404407
Coefficiente de	-0,1116236
Rango	2,025
Mínimo	5,55
Máximo	7,575
Suma	59,55
Cuenta	9

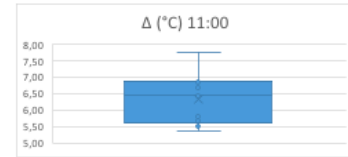
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,54	8,15
+1D	0,77	7,39
Media	6,62	
-1D	-0,77	5,85
-2D	-1,54	5,08



Gráfica 78: Estadística delta de temperatura 10:30 am paneles tipo D

Δ (°C) 11:00	
Media	6,341666667
Error típico	0,267316916
Mediana	6,45
Moda	#N/D
Desviación est	0,801950747
Varianza de la	0,643125
Curtosis	-0,66080264
Coefficiente de	0,4475661
Rango	2,4
Mínimo	5,375
Máximo	7,775
Suma	57,075
Cuenta	9

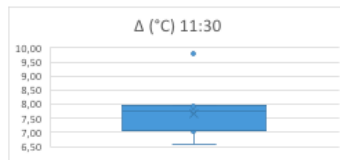
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,60	7,95
+1D	0,80	7,14
Media	6,34	
-1D	-0,80	5,54
-2D	-1,60	4,74



Gráfica 81: Estadística delta de temperatura 11:00 am paneles tipo D

Δ (°C) 11:30	
Media	7,669444444
Error típico	0,310738865
Mediana	7,75
Moda	#N/D
Desviación est	0,932216594
Varianza de la	0,869027778
Curtosis	3,34808817
Coefficiente de	1,553851192
Rango	3,2
Mínimo	6,6
Máximo	9,8
Suma	69,025
Cuenta	9

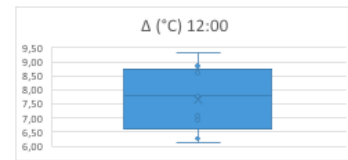
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,86	9,53
+1D	0,93	8,60
Media	7,67	
-1D	-0,93	6,74
-2D	-1,86	5,81



Gráfica 79: Estadística delta de temperatura 11:30 am paneles tipo D

Δ (°C) 12:00	
Media	7,644444444
Error típico	0,373347697
Mediana	7,775
Moda	#N/D
Desviación est	1,120043092
Varianza de la	1,254496528
Curtosis	-1,28915406
Coefficiente de	0,087627872
Rango	3,15
Mínimo	6,15
Máximo	9,3
Suma	68,8
Cuenta	9

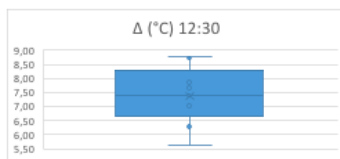
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,24	9,88
+1D	1,12	8,76
Media	7,64	
-1D	-1,12	6,52
-2D	-2,24	5,40



Gráfica 82: Estadística delta de temperatura 12:00 paneles tipo D

Δ (°C) 12:30	
Media	7,377777778
Error típico	0,344687974
Mediana	7,4
Moda	#N/D
Desviación est	1,034063922
Varianza de la	1,069288194
Curtosis	-0,38893691
Coefficiente de	-0,23646323
Rango	3,125
Mínimo	5,625
Máximo	8,75
Suma	66,4
Cuenta	9

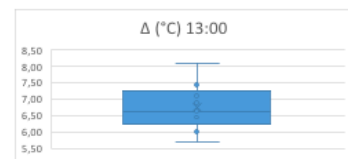
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,07	9,45
+1D	1,03	8,41
Media	7,38	
-1D	-1,03	6,34
-2D	-2,07	5,31



Gráfica 80: Estadística delta de temperatura 12:30 am paneles tipo D

Δ (°C) 13:00	
Media	6,752777778
Error típico	0,241215255
Mediana	6,625
Moda	#N/D
Desviación est	0,723645766
Varianza de la	0,523663194
Curtosis	0,154210194
Coefficiente de	0,433018791
Rango	2,375
Mínimo	5,7
Máximo	8,075
Suma	60,775
Cuenta	9

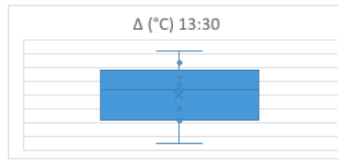
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	1,45	8,20
+1D	0,72	7,48
Media	6,75	
-1D	-0,72	6,03
-2D	-1,45	5,31



Gráfica 83: Estadística delta de temperatura 1:00 pm paneles tipo D

Δ (°C) 13:30	
Media	4,997222222
Error típico	0,3632522
Mediana	5,2
Moda	#N/D
Desviación est	1,089756599
Varianza de la	1,187569444
Curtosis	-0,88042093
Coefficiente de	-0,10081813
Rango	3,35
Mínimo	3,25
Máximo	6,6
Suma	44,975
Cuenta	9

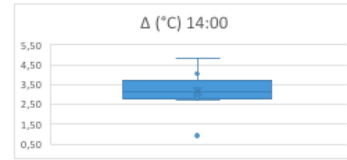
Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,18	7,18
+1D	1,09	6,09
Media	5,00	
-1D	-1,09	3,91
-2D	-2,18	2,82



Gráfica 84: Estadística delta de temperatura 1:30 pm paneles tipo D

Δ (°C) 14:00	
Media	3,127777778
Error típico	0,354398073
Mediana	3,175
Moda	#N/D
Desviación est	1,063194218
Varianza de la	1,130381944
Curtosis	2,49164659
Coefficiente de	-0,73147
Rango	3,925
Mínimo	0,9
Máximo	4,825
Suma	28,15
Cuenta	9

Teorema de chebyshev (Frontal)		
+2D	2,13	5,25
+1D	1,06	4,19
Media	3,13	
-1D	-1,06	2,06
-2D	-2,13	1,00



Gráfica 85: Estadística delta de temperatura 2:00 pm paneles tipo