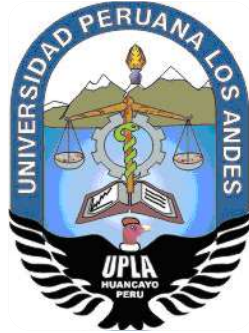


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTE Y URBANISMO**

**“APLICACIÓN N.T.P. 339.217 EN LA EVALUACIÓN DE LA  
MADUREZ DEL CONCRETO Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
MEDIANTE EQUIPOS PRINTED CIRCUIT BOARD EN LA CIUDAD  
DE HUANCAYO AÑO 2020”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR**  
**BACH. LEDVIR RAÚL VILLAR MEJICO**  
**BACH. JOHN PAUL RODRÍGUEZ CAMARENA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO, PERÚ**

**2020**

**ASESOR: ING.NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA**

## DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud y sabiduría, para mis padres que desde pequeño me inculcaron la disciplina de estudiar y luchar por mis sueños y objetivos.

Ledvir

A mis padres, tíos y abuelos por todo el apoyo brindado, su consideración y respaldo en los momentos difíciles de desarrollo profesional. A todos aquellos quienes me ayudaron a desarrollar y concluir la presente tesis.

John

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, queremos dar gracias a Dios por cuidarnos y guiarnos en todo momento y en cada paso que dimos durante nuestra experiencia estudiantil.

A nuestra casa Universitaria, la Universidad Peruana los Andes, en especial a nuestra Facultad de Ingeniería por acogernos y formarnos en buenos profesionales con vocación de servicio para el futuro.

A nuestros docentes de la Escuela Académico Profesional Ingeniería Civil por sus enseñanzas que nos compartieron todas sus experiencias y nos mostraron paso a paso cada tema para poder convertirnos en profesionales.

A los ingenieros Joseph Rumiche Ormeño, Paul Mora Bonilla y Anthony Mora Bonilla, por sus conocimientos, experiencia, exigencia, asesoramiento para poder realizar nuestra investigación y disipar las dudas que surgieron en el camino.

Finalmente, a todos los profesionales y aquellas personas que nos apoyaron con un granito de arena para poder realizar este trabajo de investigación.

A todos ellos nuestro más sincero agradecimiento.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

DR.RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA  
Presidente

---

ING.ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑES  
Jurado

---

ING.VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO  
Jurado

---

ING.CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES  
Jurado

---

MG. LEONEL UNTIVERUS PEÑALOZA.  
Secretario docente

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
CONTENIDO .....	6
CONTENIDO DE TABLAS.....	10
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN.....	17
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA .....	19
1.1.- Descripción de la realidad problemática .....	19
1.2.- Delimitación del problema .....	24
1.3.- Formulación de problema .....	21
1.3.1.- Problema general .....	21
1.3.2.- Problemas específicos.....	21
1.4. Justificación.....	22
1.4.1. Justificación Práctica .....	22
1.4.2. Justificación Teórica .....	22
1.4.3. Justificación Metodológica .....	23
1.5.- Objetivos de investigación .....	24
1.5.1.- Objetivo general.....	24
1.5.2.- Objetivos específicos.....	24
CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	26

2.1.- Antecedentes de la investigación .....	26
2.1.1.- Antecedentes internacionales .....	26
2.1.2.- Antecedentes nacionales .....	31
2.2.- Bases teóricas o científica .....	34
2.2.1.- Resistencia a Compresión .....	59
Variable 1.- Resistencia a la compresión .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.2.2.- Madurez del concreto .....	34
.2.2.- Variable 2.- madurez del concreto .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.- Marco conceptual .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.1. Concepto de madurez del concreto.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.2. Control de temperatura del concreto .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.3. Printed circuited board .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.4. Concreto .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.5.- Dosificación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.6.- Elaboración.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.7.- Fuerza De Compresión Y Resistencia A Compresión Del Concreto	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
2.3.8.- Área De Influencia De La Fuerza en el concreto.....	<b>¡Error! Marcador no</b>
<b>definido.</b>	
2.3.8.- Cilindro Estándar para el ensayo de resistencia a compresión .....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
2.3.9.- Muestreo del concreto para la prueba de resistencia a la compresión	
según la A.S.T.M. C 39.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.10.- El Muestreo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.11.- Moldeo.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

2.3.12.- Acabado .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.13.- Curado y protección.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.14.- Falla.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.15.- Tiempo.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.16.- La madurez del concreto .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.17.- La energía de activación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3.18.- Placa de Circuito Impreso .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>CAPITULO III HIPÓTESIS .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.1.- Hipótesis general.....	92
3.2.- Hipótesis específicas.....	92
3.3.- Variables (definición conceptual y operacionalización) .....	92
3.3.1. Marco conceptual.....	92
3.4.- Importancia de la investigación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.3.2. Operacionalización de Variables .....	93
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>94</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>94</b>
4.1.- Método de investigación.....	94
4.1.- Tipo de investigación.....	94
4.3.- Nivel de investigación.....	95
4.4.- Diseño de investigación.....	95
4.5.- Población y muestra de la investigación .....	95
3.5.1.- Población.....	95
3.5.2.- Muestra .....	96
4.6.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	96
4.6.1.- Técnicas de recolección de datos.....	96



4.6.2.- Instrumentos de recolección de datos.....	97
4.7.- Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	97
4.8.- Aspectos éticos de la Investigación.....	97
CAPITULO V RESULTADOS .....	99
5.1 Descripción de resultados .....	99
5.1.1. Lugar de Estudio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.1.2. Condiciones Meteorológicas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.2 Contratación de hipótesis .....	107
CAPITULO VI ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	108
CONCLUSIONES .....	134
RECOMENDACIONES.....	136
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
Anexo 1: Matriz de consistencia .....	139
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables .....	140

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diseño y características del circuito .....	47
Tabla 2 Arduino Nano Pinout .....	47
Tabla 3 NTP 339 Cemento .....	88
Tabla 4 Ensayo de compresión simple.....	102
Tabla 5 Resultados de madurez y resistencia según días de endurecimiento .....	103
Tabla 6 Evolución de temperatura por sensores .....	105
Tabla 8 Anova.....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Concreto .....	40
Figura 2 Pines de arduino .....	51
Figura 3 Placa de arduino .....	51
Figura 4 Cable DS18B20 .....	52
Figura 5 Cable DS18B20 soldado a placa .....	53
Figura 6 Arduino .....	56
Figura 7 Configuración de conexión puerto COM .....	57
Figura 8 Programación .....	59
Figura 6 Prueba de resistencia .....	72
Figura 7 Relación entre la resistencia relativa y la razón $f_c/t$ .....	73
Figura 8 Relación de la pérdida de agua del concreto y humedad relativa.....	77
Figura 9 Relación entre la pérdida de agua del concreto con la temperatura .....	77
Figura 10 Espécimen cilíndrico de concreto.....	78
Figura 11 Círculos concéntricos en bloques de carga de máquina de falla .....	79
Figura 12 Círculos concéntricos en bloques de carga de máquina de falla .....	80
Figura 13 Determinación de planicidad .....	81
Figura 14 Espécimen húmedo para la falla .....	81
Figura 15 Hidratación del cemento .....	85
Figura 16 Hidratación del cemento en edad avanzada .....	86
Figura 17 Zona de transición interfacial .....	87
Figura 18 Cristales de portlandita y etringita .....	87
Figura 19 Evaluación de calor vs tiempo.....	89
Figura 20 Calor de hidratación .....	89

Figura 21 Espécimen húmedo para la falla .....	90
Figura 22 Madurez y resistencia .....	103
Figura 23 Muestras de probetas .....	104
Figura 24 Evolución de temperatura del concreto .....	106
Figura 22 Madurez vs resistencia .....	106
Figura 29 Temperatura del Concreto .....	133

## RESUMEN

La tecnología electrónica en los últimos 50 años ha dado pasos agigantados, desde la creación de los transistores, todas las empresas han apoyado la creación de equipos que complementen el desarrollo industrial e incluso algunas empresa han profundizado los desarrollos en equipos que han cambiado radicalmente nuestro estilo de vida, es en este sentido que la siguiente investigación pretende y tiene como objetivo explorar la ventaja de que los equipos electrónico genéricos u open source o en su traducción equipos y software de licencia libre, en los procesos de ingeniería civil en el campo del concreto sobre todo en los proceso de multi testeo en donde la capacidad humana necesita de mucha concentración durante muchas horas y días de observación y testeo, en este camino hemos escogido el proceso de la medición de la madurez del concreto, que como su nombre lo dice la madurez refleja en su concepto un atributo que cambia conforme avanza el tiempo y que para los entendidos y para el reglamento nacional de edificación los atributos más cambiantes ocurren en el concreto dentro del primeros 28 días del vaciado del concreto, en tal sentido está claro si hablamos de la madurez del concreto dentro de sus primeros 28 días la exploración, en su defecto censado del concreto durante 28 días para analizar su madurez, demandaría mucho trabajo de horas hombre y ni que decir la concentración y la capacidad del personal humano para someterse al trabajo de mantener la atención en el proceso de observación de los cambios de la madurez del concreto

durante las 24 horas del día. Está claro que la medición de la madurez del concreto es un indicador muy importante para predecir la resistencia en los primeros días de la resistencia sin tener la necesidad de recurrir a probetas cilíndricas, además que analiza la resistencia a compresión en la misma estructura de concreto armado. Está justificada la importancia de la madurez en la norma técnica peruana 339.217, en la investigación pondremos a prueba los dispositivos electrónicos para el censado y cálculo de la madurez del concreto, muy a pesar que los dispositivos electrónicos son genéricos y no fueron concebido específicamente para medir la madurez del concreto.

**Palabras claves:** Evaluación de la madurez, concreto y resistencia, equipos circuit board.

## **ABSTRACT**

Electronic technology in the last 50 years has taken giant steps, since the creation of transistors, all companies have supported the creation of equipment that complements industrial development and even some companies have deepened developments in equipment that have radically changed our style of life, it is in this sense that the following research aims and aims to explore the advantage of generic or open source electronic equipment or in its translation equipment and free license software, in civil engineering processes in the field of concrete especially in multi-testing processes where human capacity needs a lot of concentration during many hours and days of observation and testing, in this way we have chosen the process of measuring the maturity of concrete, which as its name says the Maturity reflects in its concept an attribute that changes as time progresses and that for the connoisseurs and for the rule National Building Mention the most changing attributes occur in the concrete within the first 28 days of the concrete pouring, in this sense it is clear if we talk about the maturity of the concrete within the first 28 days of exploration, failing which the concrete is censored during 28 days to analyze its maturity, would require a lot of man-hour work and, needless to say, the concentration and capacity of human personnel to undergo the work of maintaining attention in the process of observing the changes in the maturity of the concrete during the 24 hours of the day. It is clear that the measurement of the maturity of concrete is a very important indicator to predict the

resistance in the first days of the resistance without having the need to resort to cylindrical specimens, in addition to analyzing the compressive strength in the same reinforced concrete structure. The importance of maturity is justified in the Peruvian technical standard 339.217, in the investigation we will test electronic devices for the census and calculation of the maturity of concrete, despite the fact that the electronic devices are generic and were not specifically designed to measure the maturity of the concrete.



## INTRODUCCIÓN

La capacidad de poder saber la resistencia a compresión que tiene una estructura vaciada por concreto en las primeras horas, puede colocar un hito importante en los procesos de construcción de un edificio, puente, carretera, etc.

Para empezar en nombrar los beneficios tenemos que tener claro que los costos de encofrados en un proyecto son en el rango de un 20% al 60% dependiendo del tipo de construcción, también el proceso de construcción se amolda al tiempo acumulado de las estructuras encofradas y saber que resistencia a compresión tiene realmente una estructura vaciada por concreto nos serviría entre otras cosas para saber exactamente en qué tiempo proceder al desencofrado de la estructura y esto repercute directamente a la programación de obra y los costos del mismo.

La importancia en dominar este tiempo a través del control real de la resistencia a compresión de la estructura vaciada de concreto radica en usarlo técnicamente para decidir el proceso de encofrado y desencofrado.

La siguiente tesis propone, implementar el método de madurez de acuerdo ASTM C1074–NTP339.217 ayudándonos de equipos electrónicos desarrollados para este fin, evitando todo el proceso engorroso, haciéndolo rápido y fácil.

En la tesis se desarrollan los siguientes capítulos: En el Capítulo I, se desarrolla el planteamiento del problema donde se describe la descripción de la realidad

problemática, delimitación del problema, formulación del problema, justificación y objetivos de la investigación.

En el capítulo II, se desarrolla el marco teórico estableciendo los antecedentes del caso, las bases teóricas y el marco conceptual.

En el capítulo III, se desarrolla la hipótesis, operacionalización de variables y la importancia de la investigación.

En el capítulo IV, se desarrolla los aspectos metodológicos de la investigación: métodos de investigación, diseño, tipo y nivel de investigación; población y muestra; técnicas de e instrumentos de recolección de datos, procesamientos de datos y aspectos éticos de la investigación.

En el capítulo V, se desarrolla la administración del plan: presupuesto y cronograma.

En el capítulo VI, se desarrolla la referencia bibliográfica y los anexos.

Los autores

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1.- Planteamiento del problema**

El concreto armado se ha hecho popular en la construcción de edificios, estadios, puentes, carreteras; esto debido al bajo costo que significa usar este material. Son más de cien años usando y estudiando el concreto, sin embargo, su proceso de selección de sus materias primas, producción, transporte y vaciado aún cuenta con varios mitos, esto a pesar que hay muchas referencias de investigación que define su comportamiento y desempeño. A nivel global podríamos enunciar a varias instituciones que han estudiado el desempeño del concreto, a pesar de esto su uso se ha contaminado de procedimientos artesanales y mitos que han ocasionado incidentes y accidentes en su proceso constructivo, por ejemplo la calidad de la dosificación y materiales son muchas veces causa de múltiples problemas, el más común es cuando resistencia a compresión no se logra en el tiempo especificado; dado que el tiempo en una programación de construcción es importante para el cumplimiento, si no se logra

este es un problema potencial no solo por los temas contractuales, sino también por la resistencia a las cargas de la estructura. Por dar un ejemplo en Barranquilla (2017) se desplomó un edificio en pleno proceso de construcción, la resistencia de las estructuras de concreto no soportó los pesos muertos del edificio, y se terminó desplomando, esto está referido en la publicación del periódico “El Heraldó” de Colombia el día 28 de abril del 2017. Este ejemplo tiene replicas similares que muchas veces no salen a la luz pública, y no es que los diseños y cálculos de la estructura estén errados, es el proceso de madurez de la estructura el que no está de acuerdo con la programación de obra. En nuestro medio la forma de determinar en qué momento se inicia el desmoldado del concreto es a través del ensayo de resistencia a la compresión basada en la norma ASTM C39/C39M – NTP 339.034, “Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto”, dicha norma consiste en someter a un espécimen a esfuerzos axiales y de este modo poder determinar la resistencia del espécimen y compararla con la resistencia de diseño, este ensayo de resistencia a la compresión debe realizarse en instituciones especializadas con personal calificado. Este ensayo demanda tiempo y costo para poder realizarlo, ya que en proyectos alejados que no cuenten con dichas institución de la zona, pueden demorar demasiado tiempo obtener los resultados lo cual genera costos adicionales que se pudieran evitar, sin embargo a pesar de todo casi nunca una probeta de concreto estándar refleja la resistencia de una estructura en obra, esto está referido muy detenidamente en el código ACI 228 de EEUU, “Métodos para la evaluación de estructuras de concreto no destructivos”. El método de madurez, ASTM C1074 – NTP 339.217, es una buena alternativa permite determinar la resistencia a la

compresión en situ, ya que solo es necesario comparar los resultados de la temperatura y tiempo (los cuales se obtendrán con equipos electrónicos) para determinar la resistencia a la compresión, basados en los resultados de laboratorio obtenidos anteriormente. Es por ello que es necesario adecuar el método de madurez a nuestra realidad debido a las múltiples ventajas que este ofrece.

## **1.2.- Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1.- Problema general**

¿De qué manera la aplicación de la N.T.P. 339.217 permite la evaluación de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020?

### **1.2.2.- Problemas específicos**

- ¿Como la aplicación de la N.T.P. 339.217 permite la evaluación de la temperatura en la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020?
- ¿De qué manera la aplicación de la N.T.P. 339.217 permite la evaluación del tiempo en la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020?

- ¿Cómo la aplicación de la N.T.P. 339.217 permite la evaluación del índice de madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Justificación Práctica**

La investigación se realiza con el propósito es evaluar la evolución de la resistencia (la madurez del concreto) esto permitirá así mismo verificar en base al calcular el tiempo de encofrado o encofrado y el tiempo que la estructura puede soportar el montaje de otra estructura del mismo o diferente material, o, si falla, el tiempo de cálculo donde la estructura se puede poner en uso, todo es te procedimiento es automatizado a través de equipos electrónicos, por tanto, este método se pueda masificar y ayudar en la programación y tiempos en el proceso constructivo.

#### **1.4.2. Justificación Teórica**

La investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre la evaluación de la madurez del concreto recién vertido, tomando en cuenta los valores de medición como es el tiempo y temperatura de valores reales de resistencia. Por tanto, los aspectos teóricos de la investigación están enmarcados en las dos variables de estudio las cuales son: Norma N.T.P. 339.217 para evaluación de madurez concreto y la resistencia a la compresión

### **1.4.3. Justificación Metodológica**

La investigación sintetiza en “muestras de una misma mezcla de concreto tendrán iguales resistencias si es que tienen iguales valores de madurez, aunque el historial de temperaturas varíe en transcurso del tiempo”, se puede asegurar que es un método no destructivo y pretende de forma muy sencilla establecer la evolución de la resistencia de una estructura vaciada en concreto. Todo el procedimiento está descrito en la norma NTP 339.217 “Método de ensayo normalizado para la estimación de la resistencia del concreto por el método de madurez”, en donde se especifica que a toda estructura recién vaciada se debe tomar la temperatura y registrar el tiempo en que se tomó la misma; este registro debe de ser ininterrumpido y guardado y acumulado. Con mucha anterioridad los laboratorios de tecnología de materiales deben de determinar una característica del cemento que se llama constante de activación, la misma norma recomienda el valor de esta constante si no se realice este estudio; y también los laboratorios de tecnología de materiales deben de determinar la temperatura cero, en donde no se produce ningún incremento de resistencia, también la norma recomienda un valor si es que no se hace un estudio previo; estos valores recomendados por la norma son productos de múltiples estudios, que sin duda sirven mucho en la obtención del método, mu al margen de estos dos datos de los materiales en el siguiente gráfico establecemos un procedimiento sinóptico:

## **1.4.- Delimitaciones**

### **1.4.1.- Espacial**

La investigación se realizará en la ciudad de Huancayo.

### **1.4.2.- Temporal**

La evaluación de la madurez del concreto será 28 días una vez vertido el concreto, en el año 2020.

## **1.5.- Limitaciones**

Las limitaciones que se encontraron para el desarrollo de la investigación fueron:

- Tecnológico, se tuvo dificultad para armar, programar y calibrar equipos printed circuit board, la que pueda tomar muestra de la madurez del concreto.
- Bibliografía, para poder entender la lógica de un circuito integrado y su respectiva configuración.

## **1.6.- Objetivos de investigación**

### **1.6.1.- Objetivo general**

Aplicar la N.T.P. 339.217 para la evaluación de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.

### **1.6.2.- Objetivos específicos**

- La Aplicar la N.T.P. 339.217 para la evaluación de la temperatura en la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.



- Aplicar la N.T.P. 339.217 para la evaluación del tiempo en la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.
- Aplicar la N.T.P. 339.217 para la evaluación del índice de madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.- Antecedentes (agregar citas bibliográficas)**

##### **2.1.1.- Antecedentes internacionales**

- Hay varias instituciones que han estudiado la madurez del concreto, instituciones como el American Concrete Institute de USA, American Standard Testing Material of Concrete de USA, la Oficina Central de Estándares del Reino Unido; y todas coinciden en que su uso en el desenvolvimiento en la construcción de un proyecto puede evitar accidentes a la hora del desencofrado del concreto, justo los accidentes con desmoronamientos de las estructuras en el proceso constructivo fueron la causa que iniciaron los estudios para determinar el método actual. Ha quedado el registro de múltiples accidentes en el Reino Unido que han sido atribuidos a la falta de madurez del concreto y en Estados Unidos tomaron los estudios iniciados por el Reino Unido como base para años después lograr la publicación de la norma ASTM C 10 74 (Método del Cálculo de la Madurez del Concreto).

- En la Tesis titulada “Calibración y estudio del método de madurez para la obtención de la resistencia de dos tipos de concreto de alto desempeño, mediante el uso de dispositivos inalámbricos”, realizado en la Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica. La investigación consiste en calibrar y estudiar el método de madurez para la obtención de la resistencia del concreto mediante el uso de dispositivos inalámbricos en concretos de alto desempeño, en la planta de producción de Productos de Concreto S.A, identificando así un método diferente al de "falla de cilindros".

El método de madurez es una alternativa tecnológica eficaz que permita la medición de la resistencia del concreto a cualquier edad, y contempla no solo el aspecto técnico, pero también su viabilidad económica y la regulación nacional e internacional que rodea al método de madurez.

- En la Tesis titulada “Aplicación del método de la madurez para la estimación de tiempos de fraguado y resistencias de concretos industrializados con el fin de conocer la edad de descimbrado”, realizado en la Facultad de Ingeniería Civil Departamento de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana Bogotá. El presente artículo propone una metodología para la estimación de la edad de descimbrado aplicado en elementos de sistemas industrializados. Para esto, se realiza una caracterización físico-mecánica de los concretos usados en este tipo de construcción. Con el fin de construir la curva de madurez en laboratorio se implementa la metodología descrita en la ASTM C1074., calculando la energía de activación por los tres métodos propuestos y midiendo el historial térmico de las mezclas a una temperatura controlada.

A continuación, se procede a realizar una calibración de esta curva para determinar cuál es la energía de activación que mejor se ajusta para la determinación de resistencia a la compresión en edades tempranas. Por último, se aplica lo anterior a un caso de estudio, en el cual se realiza la instrumentación en obra de una placa donde se estiman los tiempos de fraguado y la edad de descimbrado.

- En la Tesis titulada “Análisis de la resistencia a la compresión  $f_c$  del concreto hidráulico adicionado con silicato de sodio, mediante ensayos de madurez y resistencia a la compresión”, realizado en la Facultad Tecnológica Ingeniería Civil de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá D.C. La investigación determina que en los tiempos de fraguado del concreto hay varios factores que afectan este proceso como son, relación agua - cemento, tipo de cemento, aditivos químicos, tiempo de adición de los aditivos, mezclado y la temperatura ambiente que es uno de los que más influencia tienen en el desarrollo de la resistencia de la mezcla, teniendo en cuenta la velocidad de hidratación, la resistencia aumenta a temperaturas altas y debe mantenerse uniforme en el proceso de fraguado para evitar fracturas por un choque térmico, debido a que en los tiempos de curado ocurre una liberación de energía calorífica que puede generar pérdidas de resistencia. La madurez y la resistencia son dos propiedades del concreto que están relacionadas para determinar el desarrollo de la mezcla durante los primeros días de fraguado. En este documento se presenta el proceso metodológico para determinar la resistencia de una mezcla a través de ensayo de resistencia a la compresión establecido por la Norma I.N.V.E. 410

– 07 evaluando especímenes elaborados con diferentes dosificaciones de silicato de sodio y realizando un análisis estadístico de muestras falladas a los 3, 7 y 28 días de elaborada la mezcla y el ensayo de Madurez del concreto, establecido por la Norma Técnica Colombiana NTC-3756, propuesto a edades tempranas de maduración.

- En la Tesis titulada “Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM c 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio”, realizado en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador. La investigación determina que el método de madurez del concreto se ajusta a esta necesidad, por lo que en este trabajo de graduación se explicará los fundamentos y la aplicación del método a un sistema de paredes coladas en el sitio y así poder determinar el estado del concreto al momento del retiro de moldes. El método se basa en que la resistencia del concreto que deriva de la hidratación del cemento, este proceso genera calor; si el calor de hidratación se mide puede estimarse la resistencia del concreto. Además, se el estudio determina lo siguiente:
  - A. Enunciar como influyen los componentes del concreto en la generación de calor.
  - B. Determinar la evolución de calor del concreto a través del tiempo, así como las etapas de endurecimiento del mismo a edades tempranas.
  - C. Describir el concepto de madurez del concreto, los principios teóricos en que se fundamenta, y la determinación de la resistencia del mismo partiendo de valores de temperatura.

- D. Conocer el proceso constructivo sugerido por el comité ACI 332 y el reglamento de vivienda de El Salvador.
  - E. Aplicar el método de la madurez en la construcción de viviendas de concreto coladas en el sitio para determinar la evolución de resistencia a edades tempranas.
  - F. Reproducir en condiciones de laboratorio la mezcla que se utilizará en el colado de la vivienda, para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la misma
  - G. Obtener la curva Factor Temperatura-Tiempo. Resistencia a compresión de la mezcla de concreto a utilizar en la construcción de la vivienda.
  - H. Validar por medio de valores obtenidos en condiciones de campo la curva Factor Temperatura-Tiempo. Resistencia, a partir de las especificaciones de la norma ASTM C 1074.
  - I. A partir de valores obtenidos por el método de madurez evaluar durante 28 días la evolución de resistencia de la vivienda colada en el sitio.
- En la Tesis titulada “Diagnóstico de la influencia de las temperaturas ambiente en la resistencia final del concreto”, realizado en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Gran Colombia. La investigación consiste en registrar y controlar estas propiedades mecánicas del concreto, son dos aspectos de vital importancia, para garantizar que los cálculos del diseñador, correspondan a las características evidentes en la obra. El presente proyecto se enmarca dentro del campo de la investigación experimental y consistirá, en realizar un único diseño de mezcla de concreto, construyendo probetas circulares, fallándolas a los 7 y 28 días de maduración del hormigón usando

el procedimiento descrito en la norma NTC-673. Alteraremos la temperatura de fraguado y curado del hormigón por medio de dos procedimientos:

- A. El primero, consiste en fundir a distintas horas del día, usando los cambios térmicos propios del ambiente, para intentar modificar la temperatura interna del hormigón; este ensayo será conocido durante este trabajo como el ensayo al aire libre.
- B. El segundo procedimiento, radica en el uso de una cámara de clima constante, llevando las muestras por 24 horas a temperaturas y humedades propias de los climas medios de algunas ciudades del territorio colombiano; este procedimiento será conocido durante este trabajo como el ensayo en la cámara de climas.
- C. Registraremos constantemente la temperatura del hormigón, y la temperatura de ambiente. Cada procedimiento será analizado por separado, sin embargo, la metodología de desarrollo para los dos casos es similar y constan.

### **2.1.2.- Antecedentes nacionales**

- En la Tesis titulada “Implementación del Procedimiento del Método de Madurez del Concreto (Norma ASTM c 1074) para Calcular la Resistencia a la Compresión con Apoyo de Equipos Electrónicos”, realizado en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Federico Villareal. El estudio determina que:
  - A. La preparación de los sensores de temperatura, relojes digitales calibrados y placas genéricas programables para realizar el método de

madurez, fue un éxito, se cumplió con la prueba de 24 horas, la de 3 días y la de 7 días, para luego realizar una prueba ininterrumpida de 35 días, los equipos implementados pudieron cumplir con el censado ininterrumpido.

B. Se implementó un software, ya hemos descrito que está dividido en dos partes, el primero para interpretar las señales del sensor y convertirlo en un número digital; y el segundo para realizar todos los cálculos del método de madurez.

- La Tesis titulada “Optimización del uso de encofrado para losas y columnas  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo retardante de fragua utilizando el método de madurez del concreto”, realizado en la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, considera al método de madurez como una herramienta que brinda información real de la resistencia del concreto en obra en estructuras verticales y horizontales con la finalidad de estimar el tiempo adecuado de desencofrado de acuerdo a los requerimientos del proyecto y optimizar su uso en obra; por lo que supondría un medio viable para ser tomado en cuenta por las empresas constructoras debido a que permite estimar la capacidad de resistencia a compresión del concreto en obra y por lo tanto evaluar el tiempo para el desencofrado.
- En la tesis titulada “Correlación entre el Índice de Madurez de una Mezcla de Concreto y su Resistencia a la Compresión”, realizado en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego. El



aporte del método de Madurez Permite conocer la resistencia a compresión del concreto a edades tempranas, para tomar decisiones oportunas en la aplicación de cargas, contribuyendo así con la seguridad estructural, la reducción de tiempos en el calendario de obra. Por lo que es de gran importancia la investigación e implementación de este método en nuestro país ya que ayuda en el control de calidad del concreto con más precisión a diferencia de los métodos tradicionales, ya que monitorea in situ la evolución de la resistencia del concreto.

- La tesis titulada “Aplicación del Método de Madurez para la Optimización de Tiempo en el Corte de Viguetas de Concreto Prefabricadas y Pretensadas” realizado en la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. El método de madurez es un método no destructivo para estimar, de manera confiable, la resistencia de elementos de concreto en el área de trabajo. El método se basa en que el concreto gana resistencia no sólo con la edad, sino también, cuando la temperatura se eleva. A través de los resultados de temperatura y resistencia a compresión de los especímenes de concreto, se elaboró una curva con la cual se estimó la resistencia en el área de trabajo de las viguetas de concreto en tiempo real. Se consiguió la resistencia mínima requerida por las viguetas de concreto a las 19 horas, optimizando así un total de 29 horas en el tiempo de corte de las viguetas de concreto.
- En la tesis Titulada “Diseño de un Sistema Electrónico de Medición de Temperatura para la Madurez de Concreto que Cumpla con la Norma ASTM

c 1074” realizado por la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, Facultad de Ingeniería de la Universidad Antenor Orrego. Determina el diseño de un sistema electrónico acorde con la norma ASTM C 1074 cumpliendo las consideraciones de diseño, permitiendo la toma de datos confiables de temperatura en una mezcla de concreto de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales de Construcción de la Universidad Privada Antenor Orrego.

## **2.2.- Bases teóricas o científica**

### **2.2.1.- Madurez del concreto**

El concepto de madurez del concreto está fundamentado en la relación que existe entre el desarrollo de la temperatura, la edad, y la evolución de la resistencia. Las propiedades del concreto evolucionan en el tiempo, en la medida que el cementante reacciona, se hidrata y libera calor, presentando cambios significativos en las primeras horas del fraguado. También tienen incidencia en este proceso, variables relacionadas con el sitio de obra, el tipo de materiales utilizados, las condiciones ambientales, la forma de curado, la exposición a la intemperie y la temperatura inicial de los materiales, por lo que cada mezcla de concreto tiene una curva característica y particularidades en el desarrollo de su madurez. El método para determinación de la madurez del concreto, descrito en la norma ASTM C1074, puede ser desarrollado con los mismos equipos usados para el control de temperatura, que se lleva a cabo por temas de calidad. Así pues, es posible garantizar la trazabilidad en el desarrollo de temperaturas en la matriz de concreto, a la vez que estos datos son aprovechados para

confrontar con la curva característica y estimar la resistencia instantánea, con buena precisión.

La madurez del concreto está comprendida por la relación directa de la acumulación de temperatura en el tiempo vs la resistencia, esto visto en forma general, sin embargo de esta relación derivan una serie de conceptos y términos que merecen ser explicados para poder comprender la trascendencia de la madurez, estos términos están vistos dentro de la norma técnica peruana 339.217, además de ser conceptos relacionados a la madurez de concreto, también están refrendados por la norma americana ASTM C 1074, la misma que por vez primera en los años 70 establece la relación entre la temperatura y el concreto, sin embargo por estas fechas los ingleses habían estudiado este fenómeno y fueron ellos los dictan dentro de los estudios, que así como la aceleración de la resistencia debido a l curado acelerado con vapor de agua también se desacelera la resistencia por tener un proceso de curado con temperaturas bajas debido al ambiente y al cambio de estaciones, en síntesis podemos resaltar el hecho que los ingleses descubrieron que el invierno produce en el concreto una limitada capacidad para desarrollar resistencias tempranas; a esto los ingenieros americanos toman las riendas de los descubrimientos y abren un frente de normalización dando como resultado la norma ASTM C 1074, el Perú en el 2007 acoge esta norma y la promulga como la norma técnica peruana 339.217.

Los términos más importantes que establece la norma técnica peruana 339.217 son los siguientes:

- Edad equivalente, es el número de días u horas a una temperatura específica requerida para producir una madurez igual a la madurez alcanzada por un periodo de curado a temperaturas diferentes de la especificada.
- Madurez, extensión del desarrollo de una propiedad de una mezcla cementante, cuyo término es usado para describir la extensión del relativo desarrollo de resistencia.
- Función madurez, expresión matemática que se usa para medir el historial de temperaturas de una mezcla cementante durante el periodo de curado para calcular un índice que sea indicativo de madurez al término de este periodo.
- Índice de madurez, que es calculado del historial de temperatura de la mezcla cementante por el uso de una función de madurez.
- Método de madurez, técnica para estimación de la resistencia del concreto basada en la asunción que una muestra de una mezcla de concreto dada logra iguales resistencias si ellas logran iguales valores de índice de madurez.
- Relación entre resistencia y madurez, relación empírica entre la resistencia a la compresión y el índice de madurez que es obtenida por el ensayo de especímenes cuya historia de temperaturas sobre el tiempo de ensayo ha sido registrado.
- Factor tiempo - temperatura, índice de madurez computarizado en función a la evaluación realizada.

Hay dos funciones alternativas para computarizar el índice de madurez de la historia de temperatura medida del concreto. Una función de madurez es usada para computarizar el factor tiempo-temperatura como sigue:

#### Función de Madurez: Nurse Saul

*Ecuación 1*  
*Función de Madurez*

$$M = \sum_0^t (T - T_0) \Delta t$$

*Fuente: www.scielo.org.mx/*

M(t) Factor de tiempo-temperatura a la edad t, grado-días o grado-horas,

$\Delta t$  Intervalo de tiempo, días u horas,

S Sumatoria,

$T_a$  Temperatura promedio del concreto durante el intervalo de tiempo,  $\Delta t$ , °C, y

$T_0$  Datos de temperatura, °C.

La otra función de madurez es usada para computarizar la edad equivalente a una temperatura especificada como sigue:

#### Función de Madurez: Arrhenius

*Ecuación 2*  
*Función de Madurez*

$$t_e = \sum_0^t e^{-\frac{E}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_r} \right)} (\Delta t)$$

*Fuente: www.scielo.org.mx/*

$t_e$	Edad equivalente a una temperatura especificada $T_s$ , días u horas,
$E_a$	energía de activación aparente
$R$	constante universal de los gases (8.314 J/mol.K)
$E/R$	Activación de energía dividida por la constante del gas, K,
$T_a$	Temperatura promedio del concreto durante el intervalo de tiempo, $\Delta t$ , K
$T_s$	Temperatura especificada, K, y
$\Delta t$	Intervalo de tiempo, días u horas

El concreto es el material más usado en la infraestructura en países desarrollados y en vías de desarrollo, su uso a desplegados múltiples investigaciones, reglamentos y códigos y estos han ayudado en la estandarización de su uso dentro de la construcción; los puntos más importantes que se han logrado estandarizar son los materiales, la dosificación, su fabricación, transporte, colocación y puesta en servicio; además de análisis patológico mantenimiento y reparación, estos tres últimos aspectos no son temas que abordaremos en el siguiente documento.

Todos los procesos que pasa el concreto desde que es aún un grupo de materiales hasta que logra ser una estructura en servicio, cuentan con una características en común y es que todos los procesos están sujetos a tiempos de espera mínimos y máximos para poder concluir el proceso, y muchas veces estos tiempos son elegidos convenientemente en la región local y la estación en donde se está construyendo la estructura de

concreto, como para darle un mejor entendimiento podemos colocar como ejemplo el proceso de mezclado de los materiales debe de hacerse con un mínimo de 1.5 minutos como mínimo en un volumen máximo de 30 litros, en este caso es conveniente respetar esta recomendación de la normativa técnica peruana 339.114, y es aceptado por más que este proceso en algunos casos se pueda hacer más rápido si mellar la calidad, sin embargo cuando el concreto tiene en su composición una característica singular, producto de la reacción de un aditivo específico, muchas veces sé que usar más tiempo de lo normal; por ejemplo al mezclar un concreto con aire incorporado se necesita mucho más tiempo de lo normal para que el aditivo logre desarrollar las microburbujas internas que logren incorporar en el concreto aire, y este proceso se usa más tiempo de lo que se recomienda en la norma técnica. Las investigaciones acerca del concreto han sido profundas como diversas y han ido convirtiéndose en códigos y reglamentos siguiendo un proceso evolutivo. Es en este punto que debemos invocar el proceso de endurecimiento de concreto que formula una serie de necesidades que dentro del proceso de constructivo son muy importantes he incluso llegan a trastocar transversalmente la seguridad y estabilidad de la estructura de concreto, desarrollaremos el tema total aplicado al endurecimiento del concreto en los siguientes capítulos, como antesala de los estudios al endurecimiento progresivo en el tiempo del concreto evocaremos al accidente Skyline Tower, Fairfax City (1973), en donde se desplomo todas las terrazas del edificio, causado por el retiro de los encofrados en el tiempo inadecuado, eventos como estos dieron una buena excusa para dar pie a las investigaciones del endurecimiento del

concreto en el tiempo como también todos los factores que afectan el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto.

*Figura  
Concreto*

1



*Fuente: Skyline & Fairfax (1973)*

Al proceso de endurecimiento en el tiempo o desarrollo de la resistencia se le llamo madurez del concreto y trajo como consecuencia salieron a relucir normas como la ASTM C 1074, CSA A23.1, ACI 228. 1R, 318, 306R, NEN 5970, todas estas fueron desarrolladas entre los 70 y 80, en el Perú en el año 2007 las normas técnicas peruanas promulgaron la NTP 339.217 referente al análisis de la madurez del concreto.

Por tanto, los materiales necesarios para diseñar una mezcla y evaluar su madurez son:

- **Cemento**



El cemento portland es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua, endurece y conserva su resistencia y estabilidad, incluso bajo el agua. A este proceso se le conoce como hidratación.

En la superficie de cada partícula se forma una capa fibrosa que se propaga hasta que se enlaza con la de otra partícula de cemento o se adhiere a las sustancias adyacentes. El crecimiento de las fibras resulta en rigidización, endurecimiento y desarrollo progresivo de resistencia.

Cuando esta se adiciona a los agregados (arena y grava, piedra triturada, piedra machacada u otro material granular), actúa como un adhesivo y los une para formar concreto, el material de construcción más versátil y usado en el mundo.

Todas las modalidades concreto a base de cementos portland poseen un alto grado de durabilidad y resistencia, como prueba de esto aparecen las grandes edificaciones, obras públicas y demás construcciones, algunas situadas incluso en las más duras condiciones geográficas como próximas al mar.

En la actualidad se fabrican diferentes tipos de cemento portland para aplicaciones específicas. Estos se producen de acuerdo con las especificaciones normativas según el país que corresponda. En el caso de nuestro país contamos con las NTP (Normativa Técnica Peruana) NTP 334.009 (Cementos Portland. Requisitos), basada en la ASTM C 150 contemplando 5 tipos de cementos:

- **Cemento Tipo I:** Uso general. - Apropriado para todos los usos donde no se requiere las propiedades específicas de otros

cementos. Su empleo en concreto incluye pavimentos, pisos, puentes, tanques, embalses, tuberías, unidades de mampostería y productos de concreto prefabricado entre otras cosas.

- **Cemento Tipo II y Tipo II(MH):** Moderada resistencia a sulfatos y al calor de hidratación. - Se puede utilizar en estructuras normales y en miembros expuestos a suelos o agua subterránea donde la concentración de sulfatos o el calor proveniente de la hidratación sean más altos de lo normal pero no severos.
- Este cemento tiene propiedades de moderada resistencia a sulfatos porque contiene no más del 8% de aluminato tricálcico. Para controlar el ataque al concreto se debe emplear el cemento tipo II acompañado de uso de baja relación agua - material cementante y baja permeabilidad.
- **Cemento Tipo III:** Altas resistencias iniciales. - Ofrece alta resistencia a edades tempranas, normalmente una semana o menos. Este es similar al cemento Tipo I a excepción de que sus partículas se muelen más finamente, por lo que es usado cuando se necesita remover las cimbras (encofrados) lo más temprano posible o cuando la estructura será puesta en servicio rápidamente.
- **Cemento Tipo IV:** Para lograr bajo calor de hidratación. - Se usa donde se deba minimizar la tasa y cantidad de calor generado por la hidratación. Por lo tanto, este cemento desarrolla la resistencia en una tasa más lenta que los otros tipos. Se puede usar en estructuras de concreto masivo donde la alta temperatura deriva del calor generado durante el endurecimiento y este deba ser minimizado.

- **Cemento Tipo V:** Alta resistencia a sulfatos. - Se utiliza en concretos expuestos a la acción severa de sulfatos, principalmente donde el suelo y el agua subterránea contienen gran concentración de estos. La alta resistencia a los sulfatos de este cemento se atribuye al bajo contenido de aluminato tricálcico, no excediendo el 5%. El uso de baja relación materiales cementantes y baja permeabilidad son fundamentales para el buen desempeño de cualquier estructura expuesta a los sulfatos. De lo contrario, incluso el concreto con cemento tipo V es incapaz de soportar una exposición severa a los sulfatos.
  
- **Agua**

Para lograr la elaboración del concreto y mortero el agua es el ingrediente principal ya que controla la función de frescura y endurecimiento. El agua principalmente hace su referencia en la combinación agua / cemento de acuerdo con las necesidades de trabajo y resistencia, pero para usarla en el adicionamiento de diferentes elementos debe tener, no solamente una cantidad importante si no también una calidad física y química. Este se adiciona con los agregados y el cemento, es muy importante el cemento ya que le da cualidades para producir una pasta hidratada para que el concreto en estado de pasta plástica se estructure de diferentes maneras para producir el gel de cemento. Depende del agua adicionada la pasta será más o menos fluida, también del proceso de endurecimiento ya que si la cantidad de agua en el concreto es mayor al secar quedaran agujeros

que aumentaran su porosidad y por consiguiente su permeabilidad perdiendo así resistencia.

- **Agregados**

Los agregados usados en la elaboración de concreto deben de seguir un estándar de calidad, y es muy importante esto no solo por mantener la uniformidad de la calidad del concreto sino también por el hecho de que los agregados son en promedio entre el 60 al 70 % del volumen del concreto y cualquier modificación en las características del agregado se ve reflejado en las características del concreto, sin embargo el proceso de fabricación de los agregados muchas veces es muy descuidado muy a pesar de esto las características formuladas por las normas correspondientes establecen rangos amplios, según sea el caso, que ya han sido investigados y no afectan dentro de este rango las características finales del concreto. Las normas técnicas peruanas involucradas en la generación de características para los agregados usados en el concreto son las siguientes:

- Extracción y preparación de las muestras NTP. 400.010
- Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto) NTP. 400.011
- Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global NTP. 400.012
- Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados. NTP 400.017

- Método de ensayo normalizado para determinar materiales que pasan por el Tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (Nº 200) por lavado en agregados. NTP. 400.018
- Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en Agregados Gruesos de Tamaño menores por abrasión e impacto NTP. 400.019
- Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en Agregados Gruesos de Tamaño Grande por abrasión e impacto NTP. 400.020
- Método de ensayo normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso NTP. 400.021
- Método de ensayo normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Fino NTP. 400.022
- Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto) NTP. 400.037

Así mismo la dosificación del concreto esta compuestas por procedimientos matemáticos que involucran las características de los materiales los mismos que son relacionados con los resultados, para ser más precisos al código ACI 211 y el reglamento nacional de edificaciones en la sección E060 de concreto armado y capitulo 5 establecen todos los procesos para el cálculo de diseño de mezclas, este documento no reflexiona en los procesos de elaboración de la dosificación del concreto, sin embargo daremos los detalles más importantes que se sostiene dentro del cálculo del diseño de concreto:

## **A.- Control de temperatura del concreto**

Es bien conocido que tanto las especificaciones nacionales, como internacionales tienen restricciones en lo que respecta a la temperatura de colocación del concreto, que tiene como último objetivo el control del gradiente térmico dentro del proceso de fraguado. A nivel local, una temperatura máxima de colocación de 32°C, mientras que códigos internacionales, como el ACI 305, plantean un rango más amplio para obras desarrolladas en zonas con climas cálidos, llevando el espectro hasta los 38°C, siempre que se garanticen óptimas condiciones de curado. Una vez colocado el concreto, de acuerdo con el ACI-207.2R, a nivel general las especificaciones exigen temperaturas del elemento por debajo de 70°C, y especial cuidado en los gradientes de temperatura entre el núcleo y el exterior del elemento (ambiente), que debe ser inferior a 20°C. Para poder efectuar estos controles en obra, es necesario contar con un sistema integral, que se compone de consolas electrónicas, termocuplas, conexión a red inalámbrica, y un software para procesamiento y análisis de la información.

## **B.- Printed circuite board**

En electrónica, una placa de circuito impreso es una superficie constituida por caminos, pistas o buses de material conductor laminadas sobre una base no conductora. El circuito impreso se utiliza para conectar eléctricamente a través de las pistas conductoras, y sostener mecánicamente, por medio de la base, un conjunto de componentes electrónicos. Las pistas son generalmente de cobre, mientras que la base

se fabrica generalmente de resinas de fibra de vidrio reforzada, cerámica, plástico, teflón o polímeros como la baquelita. También se fabrican de celuloide con pistas de pintura conductora cuando se requiere que sean flexibles para conectar partes con movimiento entre sí, evitando los problemas del cambio de estructura cristalina del cobre, que hace quebradizos los conductores de cables y placas.

### C.- Placa de circuito impreso

El Arduino Nano es una pequeña, completa y tablero de usar placa basada en el ATmega328 (Arduino Nano 3.x) o ATmega168 (Arduino Nano 2.x). Tiene más o menos la misma funcionalidad de la Arduino Duemilanove, pero en un paquete diferente. Carece de una sola toma de corriente continua, y funciona con un cable USB Mini-B en lugar de una normal. El Nano fue diseñado y está siendo producido por Gravitech.


Por tanto, el esquema de diseño del circuito sería el siguiente:

*Tabla 1  
Diseño y características del circuito*

microcontrolador	Atmel ATmega168 o ATmega328
Tensión de funcionamiento (nivel lógico)	5 V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12 V
Voltaje de entrada (límites)	0-20 V
E / S digitales prendedores	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	8
Corriente continua para Pin 1 / 0	40 mA
Memoria flash	16 KB ( ATmega168 ) o 32 KB ( ATmega328 ) de los cuales 2 KB
SRAM	1 KB ( ATmega168 ) o 2 KB ( ATmega328 )
EEPROM	512 bytes ( ATmega168 ) o 1 KB ( ATmega328 )
Velocidad de reloj	16 MHz
Dimensiones	0,73 "x 1,70"
Longitud	45 mm
Anchura	18 mm
Peso	5 g

*Fuente: (electrogeek, 2020)*

*Tabla 2  
Arduino Nano Pinout*

Interrupt	COM	PWM	Arduino	AVR pin		AVR pin	Arduino	Other	COM
									
	RXD		D0	PD0			VIN		
	TXD		D1	PD1		GND	GND		
			Reset	PC6		PC6	Reset		
			GND	GND			5V		
INT0			D2	PD2		ADC7	A7		
INT1		Timer2B	D3	PD3		ADC8	A8		
			D4	PD4		PC5 (ADC5)	A5		SCL
		Timer0B	D5	PD5		PC4 (ADC4)	A4		SDA
		Timer0A	D6	PD6		PC3 (ADC3)	A3		
			D7	PD7		PC2 (ADC2)	A2		
			D8	PB0		PC1 (ADC1)	A1		
		Timer1A	D9	PB1		PC0 (ADC0)	A0		
SS	Timer1B		D10	PB2		AREF	AREF		
MOSI	Timer2A		D11	PB3			3V3		
MISO			D12	PB4		PB5	D13	LED	SCK

Fuente: (electrogeek, 2020)

ATmega168 del Arduino nano tiene 16 KB de memoria flash para almacenar el código (de los cuales se utiliza 2 KB para el gestor de arranque); el ATmega328 tiene 32 KB, (también con 2 KB utilizado por el gestor de arranque), tiene 1 KB de SRAM y 512 bytes de EEPROM (que pueden ser leídos y escritos con la librería EEPROM ); el ATmega328 tiene 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM.

Cada uno de los 14 pines digitales en el Nano se puede utilizar como una entrada o salida, utilizando pinMode (), digitalWrite (), y digitalRead () funciones. Operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up (desconectada por defecto) de 20-50 kOhms.

Además, algunos pines tienen funciones especializadas:

- De Serie: 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y transmitir datos en serie (TX) TTL. Estos pines están conectados a los pines correspondientes del chip de serie FTDI USB-a-TTL.



- Las interrupciones externas: 2 y 3. Estos pines pueden ser configurados para desencadenar una interrupción en un valor bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el valor. Ver el `attachInterrupt ()` la función para más detalles.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, y 11 proporcionar una salida de PWM de 8 bits con el `analogWrite ()` función.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK), estos pines admiten la comunicación SPI, que, aunque proporcionada por el hardware subyacente, no está incluido en el lenguaje de Arduino.
- LED: 13. Hay un LED incorporado conectado al pin digital 13. Cuando el pasador es ALTO, el LED está encendido, cuando el pasador es bajo, es apagado.
- El Nano tiene 8 entradas analógicas, cada uno de los cuales proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes). Por defecto se miden desde el suelo a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango mediante el `analogReference ()` función.
- Pines analógicos 6 y 7 no se pueden utilizar como pines digitales. Además, algunos pines tienen funciones especializadas:
- I2C. A4 (SDA) y A5 (SCL) Apoyar I2 Comunicación C (TWI) utilizando la librería `Wire` (documentación en el sitio web de cableado).
- Arduino Nano puede ser alimentado a través de la conexión USB Mini-B, no regulada 6-20V fuente de alimentación externa (pin 30), o 5V regulada fuente de alimentación externa (pin 27). La fuente de

alimentación se selecciona automáticamente a la fuente de voltaje más alto.

El Arduino Nano tiene una serie de instalaciones para la comunicación con un ordenador, otro Arduino, u otros microcontroladores. Los ATmega 168 y ATmega 328 proporcionan UART TTL (5V) de comunicación en serie, que está disponible en los pines digitales 0 (RX) y 1 (TX).

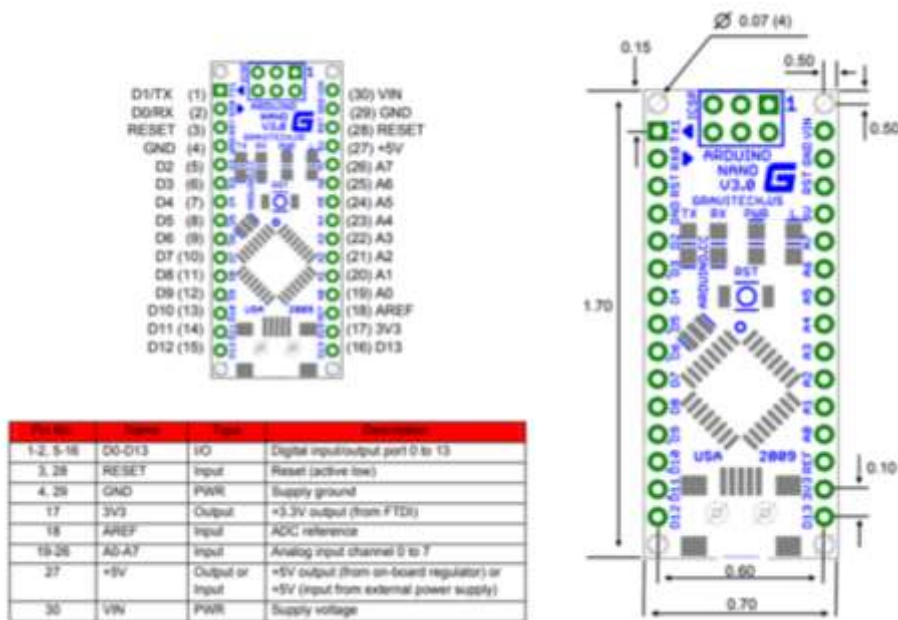
Un FT232RL en los canales de mesa esta comunicación en serie a través de USB y los drivers FTDI (incluido con el software de Arduino) proporcionan un puerto COM virtual para el software en el ordenador. El software de Arduino incluye un monitor de serie que permite a los datos de texto simples para ser enviados hacia y desde la placa Arduino. Las RX y TX LED en el tablero parpadean cuando se están transmitiendo datos a través de la conexión USB FTDI chip y al ordenador (pero no para la comunicación en serie en los pines 0 y 1). Los ATmega168 o ATmega328 en el Arduino Nano viene precargado con un cargador de arranque que le permite cargar nuevo código a ella sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica usando el original STK500 protocolo (referencia, archivos de cabecera C).

También puede pasar por alto el gestor de arranque y programar el microcontrolador a través de la (programación serial en circuito) ICSP encabezado utilizando Arduino ISP o similar; ver estas instrucciones para obtener más detalles.

En lugar de requerir una prensa física del botón de reinicio antes de un proceso de carga, el Arduino Nano está diseñado de una manera que

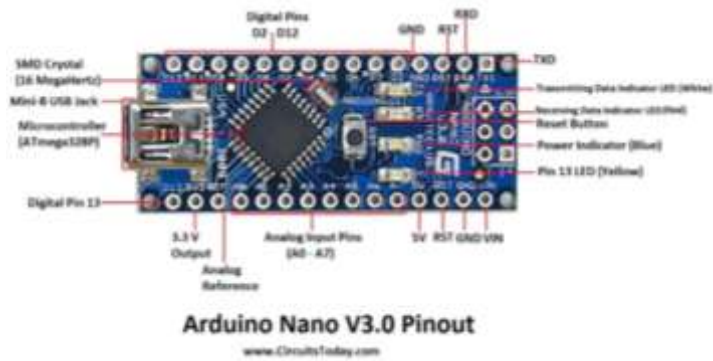
permite que pueda ser restablecido por el software que se ejecuta en un ordenador conectado. El software de Arduino utiliza esta capacidad que le permite subir el código con sólo pulsar el botón de subida en el entorno Arduino. Esto significa que el gestor de arranque puede tener un tiempo de espera más corto, ya que el descenso de DTR puede ser bien coordinada con el inicio de la subida.

Figura 2  
Pines de arduino



Fuente: (Arduino-Genuino, 2020)

Figura 3  
Placa de arduino



Fuente: (Arduino-Genuino, 2020)

#### D.- Cable DS18B20

Sensor de temperatura DS18B20, es un dispositivo que se comunica de forma digital. Cuenta con tres terminales: Vcc, GND y el pin Data.

Este sensor utiliza comunicación OneWire, este protocolo permite enviar y recibir datos utilizando un solo cable, a diferencia de la mayoría de los protocolos que requieren dos cables.

Especificaciones: Incluye sensor de temperatura DS18B20.

- Sensor Digital
- Resolución de 9 y 12 bits
- Rango de operación de -50 a 125 grados Centígrados
- Precisión +- 0.5 grados
- Protocolo OneWire

Figura 4  
Cable DS18B20



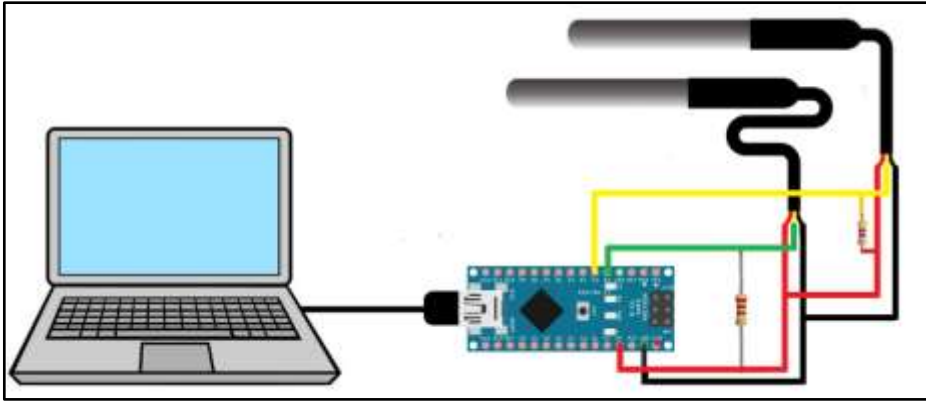
*(Naylampmecatronics, 2020)*

Para leer el sensor DS18B20 con un Arduino es necesario utilizar dos librerías que deben ser instaladas antes de cargar el código a nuestra placa de desarrollo. Las librerías son las siguientes:

- Dallas Temperature
- OnWire

Para el correcto funcionamiento del sensor hay que poner una resistencia de 4.7K del pin de Datos y Vcc, Normalmente este sensor viene blindado en un cable largo para aplicaciones donde es necesario sumergirlo en líquidos u otras sustancias. Esta presentación del sensor solo trae 3 terminales o cables de conexión, El pin de Vcc es el cable Rojo, GND es el cable Negro y el Cable de datos puede ser de color Amarillo o Blanco.

*Figura 5*  
*Cable DS18B20 soldado a placa*



*(Naylampmecatronics, 2020)*

### **E.- La energía de activación**

Según (Barbosa et al., 2005), es un parámetro de la sensibilidad térmica de la mezcla y con una evaluación de la dependencia de la velocidad de reacción de la hidratación del cemento con la temperatura, llamada energía de activación aparente (AE).

De acuerdo a (Fairbairn et al., 2002), la energía de activación se fundamenta en la idea de que las moléculas deben poseer una cantidad mínima de energía cinética para reaccionar. Esta energía es necesaria para transformar los reactivos y productos. En las reacciones exotérmicas (caso de la hidratación del cemento) los reactivos se encuentran en un estado de mayor energía que los productos. De esta forma, la energía de activación es la diferencia entre la energía necesaria para activar la reacción y el nivel de energía de los reactivos.

A una misma temperatura, las reacciones que tienen un valor de demanda de energía de activación (EA) muy alto se denominan reacciones lentas y varían hasta valores bajos de EA que indican que las reacciones ocurren rápidamente. Los valores más altos de EA señalan la necesidad de mayor

energía para iniciar la reacción, lo que implica que esta reacción será más vulnerable a la influencia de la temperatura (Fairbairn et al., 2002).

Cualitativamente, la teoría de la colisión explica muy bien los cuatro factores que influyen en la velocidad de las reacciones (Scoares et al., 2006; Barbosa et al., 2005 y Fioriti et al., 2012):

1. La velocidad de una reacción química depende de la naturaleza de los reactivos químicos, ya que la energía de activación es diferente entre una reacción y otra.
2. La velocidad de reacción depende de la concentración de los reactivos porque el número de colisiones aumenta al aumentar la concentración.
3. La velocidad de reacción depende de la temperatura, porque un incremento de la temperatura hace que las moléculas sean más rápidas, aumentando la frecuencia de las colisiones.
4. La velocidad de reacción depende de la presencia de catalizadores, de modo que las colisiones sean más efectivas.

## **F.- Tiempo**

Como ya hemos adelantado, al analizar la temperatura, el tiempo establece la contribución de calor en la temperatura y establece una forma de medir la acumulación del calor en el tiempo, o dicho técnicamente la acumulación de la temperatura en un rango de tiempo.

El tiempo es la unidad universal y por un tema convencional usamos el mismo sistema en todo el mundo y es un sistema sexagesimal en base que hay una unidad mínima que es el segundo:

- 60 segundos equivale a un minuto
- 60 minutos equivale a una hora
- 24 horas equivale día.

El tiempo ayudara a la madurez a poder hacer el cálculo de la acumulación de temperatura y esta es base fundamental de la madurez del concreto, esto lo describiremos más adelante.

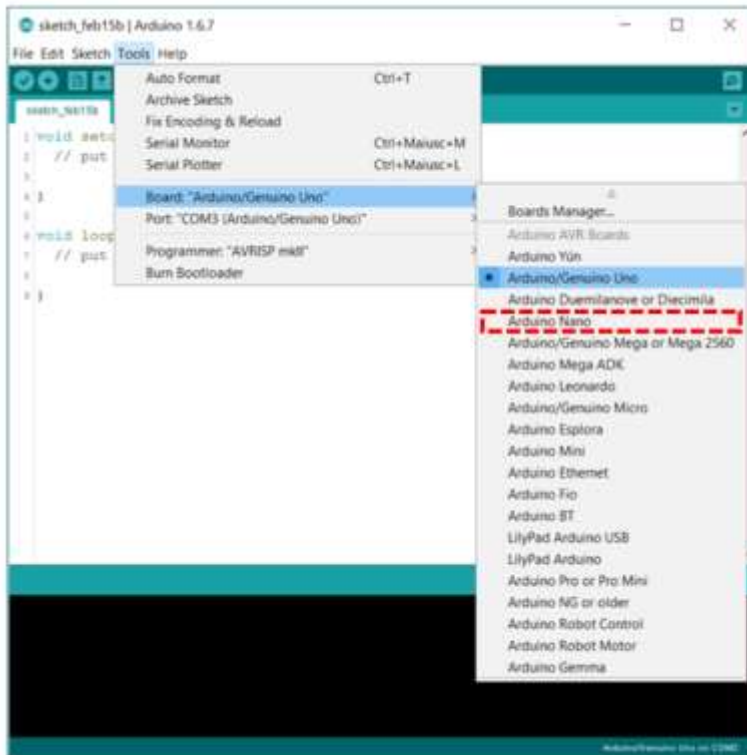
## **G.- Software**

**Arduino tiene un** entorno de desarrollo integrado (**IDE**) y se trata de un sistema de software para el diseño de aplicaciones que combina herramientas del desarrollador comunes en una sola interfaz gráfica de usuario (GUI).

Lo primero se define dentro del IDE el tipo de equipo, en nuestro caso será el arduino nano tal como se muestra en la siguiente figura:

*Figura 6*  
*Arduino*

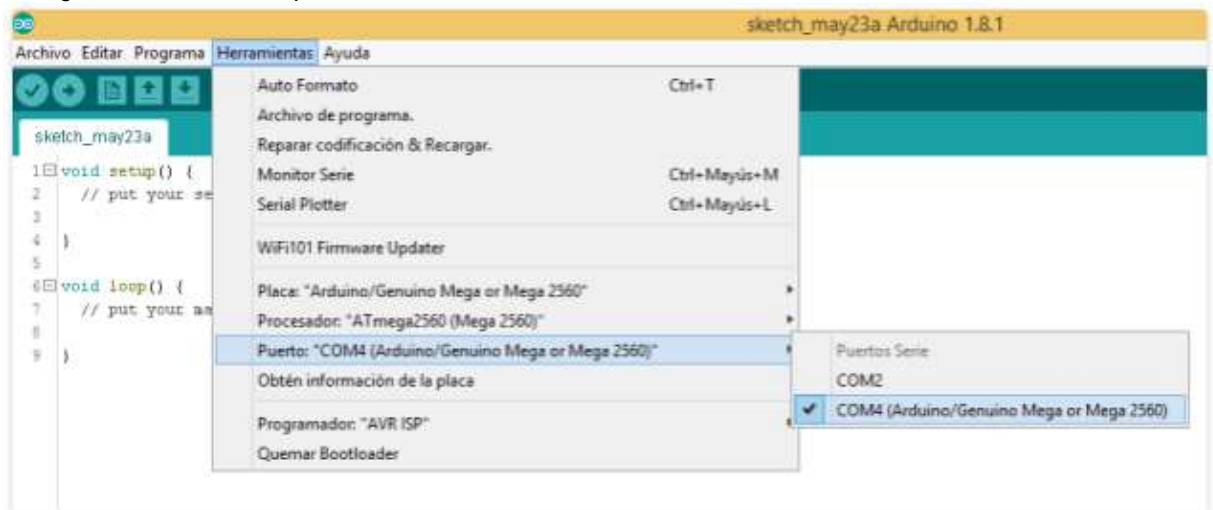




Fuente: Naylampmecatronics, 2020

Lo segundo, se configura la conexión con la computadora en el puerto COM, esto asegura que los sensores de temperatura envíen los datos con la velocidad correcta a la computadora u ordenador.

Figura 7  
Configuración de conexión puerto COM



Fuente: Naylampmecatronics, 2020

Lo tercero, se descarga la librería del sensor cualquiera de las dos opciones, para que funciones los sensores, a continuaciones explicamos cuales son las alternativas de las librerías correspondiente a los sensores db18s20:

Librerías para el DS18B20 en Arduino

Para poder trabajar el DS18B20 en Arduino necesitamos dos librerías:

- **Librería OneWire,**

Descarga: <https://github.com/PaulStoffregen/OneWire>

En esta librería está implementado todo el protocolo del bus 1-wire. Y puede usarse tanto para el DS18B20 como para otros dispositivos 1-wire, para mayor información sobre la librería:

[http://www.pjrc.com/teensy/td\\_libs\\_OneWire.html](http://www.pjrc.com/teensy/td_libs_OneWire.html).

- **Librería Dallas Temperature**

Descarga: <https://github.com/milesburton/Arduino-Temperature-Control-Library>

En esta librería están implementadas las funciones necesarias para poder realizar las lecturas o configuraciones del DS18B20, para mayor información de la librería revisar:

[http://www.milesburton.com/Dallas\\_Temperature\\_Control\\_Library](http://www.milesburton.com/Dallas_Temperature_Control_Library)

Lo cuarto, después de instalar las librerías y realizar la conexión anterior podemos realizar las lecturas de temperatura, para eso usamos el siguiente sketch:

Figura 8  
Programación

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

OneWire ourWire1(2);           //Se establece el pin 2 como bus OneWire
OneWire ourWire2(3);           //Se establece el pin 3 como bus OneWire

DallasTemperature sensors1(&ourWire1); //Se declara una variable u objeto para nuestro sensor1
DallasTemperature sensors2(&ourWire2); //Se declara una variable u objeto para nuestro sensor2

void setup() {
  delay(1000);
  Serial.begin(9600);
  sensors1.begin(); //Se inicia el sensor 1
  sensors2.begin(); //Se inicia el sensor 2
}

void loop() {
  sensors1.requestTemperatures(); //Se envía el comando para leer la temperatura
  float temp1= sensors1.getTempCByIndex(0); //Se obtiene la temperatura en °C del sensor 1

  sensors2.requestTemperatures(); //Se envía el comando para leer la temperatura
  float temp2= sensors2.getTempCByIndex(0); //Se obtiene la temperatura en °C del sensor 2

  Serial.print("Temperatura 1 = ");
  Serial.print(temp1);
  Serial.print(" C");
  Serial.print(" Temperatura 2 = ");
  Serial.print(temp2);
  Serial.println(" C");
  delay(100);
}
```

Fuente: Propia

## 2.2.2.- Resistencia a Compresión

Es la capacidad del concreto de poder resistir una carga por ser comprimido, en general es la característica del concreto más importante y primer índice que sirve para elaborar el diseño de concreto, es importante especificar que como todas las características del concreto esta especificado en una norma técnica, estas características desplegaremos con más amplitud su significado e importancia más adelante cuando lo vamos a relacionar con la madurez del concreto.

La forma habitual para determinar la resistencia a la compresión es a través de la norma ASTM C39/C39M – NTP 339.034 “Método de Ensayo

Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto”, pero como ya se mencionó anteriormente se requiere de instituciones especializadas con personal calificado, lo cual en algunos casos es muy complicado pues no siempre están disponibles, además los ensayos son programados a los 28 días y solo demuestra la resistencia potencial del diseño de mezcla, lo que provoca una confusión, pues se cree que esta puede tomarse como la resistencia del concreto que tiene la estructura vaciada con el mismo material, lo cual no es cierto y está bien justificado en el código ACI 228 referido a la evaluación de las estructuras de concreto mediante métodos no destructivos. La base fundamental de lo descrito anteriormente es que los tamaños y la temperatura del ambiente influyen mucho en la temperatura de las estructuras vaciadas en concreto y esta a su vez es directamente proporcional a la resistencia del concreto, en pocas palabras no es igual un cilindro de 4 x 8 pulgadas que una columna de 0.25 x 0.25 x 3 metros y a su vez no es igual tener concreto en un laboratorio y tenerlo al aire libre, por más que estemos hablando del mismo material.

#### **A.- Asentamiento del concreto**

El asentamiento o conocido mundialmente como el slump es la capacidad de ser trabajable el concreto, este concepto alberga la idea de la facilidad del concreto a ser moldeado por un encofrado teniendo múltiples interferencias como el espesor del encofrado y el acero de construcción, entre otros. El asentamiento del concreto es medido por el cono de abrams y fue creado en el año 1915 por el ingeniero Duff Abrams en USA y su

creación fue motivado por contener una prueba que logre medir la uniformidad del concreto en el proceso de elaboración por lo que se le adjunto la responsabilidad de identificar la facilidad de colocación de concreto o mejor llamada la trabajabilidad del concreto.

### **B.- Relación agua cemento Vs Resistencia a la compresión**

La división entre el peso de agua y el peso del cemento da como resultado la relación agua cemento, este coeficiente está íntimamente relacionado con la resistencia a la compresión, tan fuerte está relacionado que el reglamento nacional de edificaciones establece que para un solo diseño de mezcla se debe elaborar con tres relaciones agua cemento diferentes que albergue la resistencia a compresión esperada.

### **C.- Sumatoria de los volúmenes absolutos**

Los volúmenes absolutos de los materiales deben de sumar 1 metro cúbico, esto ocurre por un tema convencional para poder calcular las medidas volumétricas de los materiales usados en una estructura de concreto cualquiera, es importante también para poder hacer comparaciones con otros diseños de mezclas.

### **D.- Fuerza De Compresión Y Resistencia A Compresión Del Concreto**

La fuerza de compresión es la característica más prevaeciente en el concreto y quizás la característica por la cual el concreto se hizo uno de los material más usado del mundo, el concepto es el siguiente: el concreto luego de mezclarse los materiales sucede una reacción química entre el agua y el cemento que se llama hidratación de cemento y trae como

consecuencia la formación de cristales de silicato de calcio, estos cristales se entrelazan y engrosan entre si empaquetando los materiales inertes como los agregados finos y gruesos, y otros si los hubiera. Este empaquetamiento de la pasta de cemento (cemento + agua) producto de la hidratación del cemento tiene una característica muy particular y es que genera calor cuando empieza la reacción, esta huella calorífica está directamente relacionado con el proceso de endurecimiento y como es lógico también está relacionado con la resistencia agua cemento, en general podemos deducir algo que esta refrendado en la ASTM C 1074, y es que la huella calorífica, su incremento y la acumulación del calor en el tiempo está directamente relacionado con el incremento de la resistencia la compresión, este tema lo desarrollaremos en el capítulo de la madurez del concreto. Lo cierto es que la resistencia a compresión del concreto es una dimensión que depende de varias variables, sin embargo las variables que tiene mayor ponderación es el peso del cemento el peso del agua y la temperatura del ambiente, estas tres y más son los determinan la resistencia del concreto así lo define la ASTM C 1074, es por eso que un concreto con los mismos componentes hecho en un ambiente caluroso es muy diferente en resistencia a compresión que el mismo concreto hecho en un ambiente frio.

## **E.- Elaboración**

- Reglamento

El concepto de resistencia a compresión del concreto está dispuesta por múltiples informes técnicos de varias instituciones relacionadas al

cemento y construcción, sin embargo, en nuestro País, Perú, el reglamento nacional de edificaciones es el que define este concepto y lo circunscribe contractualmente en todo nuestro territorio, a continuación detallaremos los significados relacionados a la resistencia a la compresión del concreto que se encuentran en el reglamento nacional de edificaciones:

- Resistencia especificada a la compresión del concreto ( $f'c$ ), empleada en el diseño y evaluación de acuerdo a las consideraciones del diseño.
- Resistencia nominal, resistencia de un elemento o una sección transversal calculada con las disposiciones e hipótesis del método de diseño por resistencia según la norma.
- Resistencia requerida, resistencia que un elemento o una sección transversal debe tener para resistir las cargas amplificadas o los momentos y fuerzas internas correspondiente combinadas según lo estipulado en la norma.

La resistencia a la compresión, en el intrincado mundo de los cálculos, es el eje principal para definir la resistencia de las estructuras de concreto, en síntesis, toda la sección E 060 sobre concreto armado en el reglamento nacional de edificaciones utiliza la resistencia a la compresión del concreto para lograr el análisis estructural de los proyectos hechos con concreto.

- **Muestreo de concreto para prueba**

El control de la calidad del concreto importa mucho en el resguardo de la integridad funcional de las estructuras de concreto, sin lugar a duda por todo lo que hemos expuesto la resistencia a Según compresión del concreto vienen a ser el primer indicador de calidad de este, pero no es el único.

Según las normas correspondientes son muchas las variables en este ensayo que deben de ser manejadas y controladas para poder obtener un resultado estadísticamente sostenible en la evaluación y control de calidad. El ensayo empieza con delimitar todas las variables en 3 áreas específicas una es los procesos, la otra son los equipos y por último y no menos importante se detalla de la experiencia del personal involucrado en todo el ensayo.

El primer procedimiento detallado por la norma técnica peruana es el muestreo, y su exigencia en su pulcritud toma relevancia pues es una variable muchas veces muy subestimada lo que ocasiona una deliberada distorsión de la muestra y por ende un mal resultado final. La toma de muestras de concreto debe de tener el concepto de muestra representativa y su proceso debe ser sistemático con la capacidad de poder repetirse con la misma forma en diferentes escenarios, por ejemplo el muestre en laboratorio como en obra debe contemplar los mismos resultados, es decir bajo cualquiera circunstancia se debe cumplir el concepto principal que equivale a mantener la representatividad del total del concreto. Vamos a desarrollar a continuación los factores específicos que importan para que un muestreo sea catalogado como optimo.



- **Cantidad y tamaño de muestras**

La cantidad de muestras de concreto mínimas que deben tomarse en una obra están establecidas en el capítulo 5 del reglamento nacional de edificaciones. Según este documento, “se deben tomar muestras de cada clase de concreto al menos: •Una vez al día •Una vez por cada 110 m<sup>3</sup> •Una vez por cada 460 m<sup>2</sup> de losas o muros” reglamento nacional de edificaciones, (2009).

Cuando los requisitos anteriores producen 5 ensayos de resistencia o menos, para cada clase de concreto, debe muestrearse al menos 5 tandas al azar o todas las tandas cuando son menos de 5. Si el total de concreto de una clase que se va a colocar es menor que 38 m<sup>3</sup> no es necesario muestrear para ensayos de resistencia si se demuestra con evidencia que la resistencia es adecuada”, reglamento nacional de edificaciones, (2009). Los muestreos deben ser realizados por personal técnico calificado (certificado). Si el proyecto necesita un número mayor de muestreo los ingenieros involucrados se tienen que poner de acuerdo para realizar los muestreos que sean necesarios. El volumen de las muestras para los ensayos de resistencia debe ser de 28 Litros de concreto.

- **Toma de muestras**

Las muestras de concreto se pueden tomar de varios puntos distintos dependiendo del propósito del muestreo. Por otro lado, al comprador le interesa tomar la muestra justo antes de ser

colocada en el sitio para que sea representativa del concreto colocado.

Es importante que el muestreo se haga una vez se terminen todos los ajustes necesarios de los materiales e incluso de los aditivos o adiciones, según sea el caso.

Los detalles técnicos están expuestos en la norma técnica peruana, por ejemplo, el muestro del concreto que se encuentra en un camión mezclador o también llamado mixer se hace extrayendo concreto de la parte central del mixer, de esta forma se puede asegurar la representatividad de la muestra. También se establece el tiempo máximo en donde se puede sacar la muestra de concreto y cuánto tiempo. Para casos específicos como fajas transportadoras o pavimentadoras se debe de recurrir a la norma técnica peruana 339.114 que en estos casos y otros expone claramente cuál va a hacer su tratamiento. Toda clase de muestra debe de conservarse en recipientes impermeable humedecido y limpio de cualquier elemento que pueda contaminar la muestra, el volumen y la forma del recipiente debe de ser adecuado para que no se desforme y para darle mayor representatividad se debe de sacar por lo menos dos muestras espaciadas en intervalos de tiempo diferentes pero no deben de pasarse en más de 15 minutos entre la toma de las dos muestras y luego debe de ser mezcladas las muestras para lograr una muestra compuesta, como nos podemos dar cuenta el objetivo de la norma técnica peruana es lograr que la muestra sea

representativa de todo el concreto contenido en un recipiente. Una vez que se ha hecho el muestreo se debe proceder a realizar los ensayos correspondientes, para lograr este objetivo se debe trasladar la muestra a una zona que cumpla los requerimientos para lograr hacer los ensayos sin incorporar variables que distorsionen los resultados de los ensayos, por ejemplo la nivelación del piso donde se harán los ensayos o el moldeo de los especímenes es muy importante y el no acatamiento de esta recomendación de la norma técnica implica desechar todas los especímenes y ensayos hechos bajo estas condiciones; aquí es donde se debe tener en cuenta todos los detalles que puedan dar como resultado erróneos;

Aunque en esta oportunidad solo desarrollaremos el ensayo de resistencia a compresión es recomendable realizar de la misma muestra el ensayo de asentamiento y de temperatura.

La fuerza aplicada al espécimen se manifiesta en nuestro caso regional en kilogramos fuerza, pero dado que el equipo está hecho en otros países también vemos fuerzas aplicadas en base a kilo newton y el área de aplicación de la fuerza en nuestro país está dado en centímetros cuadrados, pero como ya advertimos las unidades de los equipos foráneos están dados en milímetros cuadrados, frente a esto solo diremos que el esfuerzo debe estar calculado dentro de nuestra región en kilogramos fuerza sobre centímetros cuadrados, sin embargo hay equipos que ya vienen configurados para mega pascales (MPa), para lo cual una conversión es válida solo si se usa la tabla de conversión propuesta por el

reglamento nacional de edificaciones en su sección E 060 de concreto armado.

La velocidad de esfuerzo debe mantenerse entre 0.2 MPa/s y 0.3 MPa/s a partir que sobrepase los 140 kg/cm<sup>2</sup>). hay que asegurarse que la carga sea continua y sin golpes. En máquinas con servo control, se programa la velocidad en términos de esfuerzo o de carga.

- **Moldeado**

La elaboración de los especímenes empieza por tener preparado 3 moldes estándares de 4 pulgadas de diámetro y por 8 pulgadas de altura por cada unidad de ensayo de rotura, o en su defecto 2 moldes por unidad de ensayo de rotura de 6 pulgadas de diámetro por 12 pulgadas de altura.

El proceso prioriza el orden la limpieza y el resguardo a la muestra de concreto, para que esta no sea contaminada por ninguna sustancia que sea diferente a la muestra. Luego de esto se procede a al llenado de los moldes cilíndricos, cualquiera que haya sido elegido, el llenado se hace en tres capas usando un mazo de goma y una varilla cuyas dimensiones va a depender de del tipo de molde elegido:

Molde de 100 x 200 milímetros: varilla lisa con punta esférica de 1/2" pulgada de diámetro

Molde de 150 x 300 milímetros: varilla lisa con punta esférica de 5/8" pulgada de diámetro

Una vez vaciada la porción que cubre la tercera parte de la altura del molde se procede a la compactación de la muestra propinándole 25 golpes verticales al concreto y luego con el mazo de goma propinarles golpes a las paredes del cilindro. Se repite el mismo proceso en la segunda y tercera capa teniendo en cuenta que la varilla a la hora de compactar la segunda capa debe de atravesar toda la sección compuesta por la segunda capa e ingresar ligeramente en la primera capa, así se repite el procedimiento de la compactación de la tercera capa en donde la varilla a la hora de compacta la tercera capa debe de ingresar ligeramente a la segunda capa, no olvidar los golpes con el mazo de goma que debe de ser golpeado en las paredes externas del molde siempre al culminar la compactación de cada capa. Hay que recalcar que la persona o el técnico que elabore y desarrolle el moldeo, debe de contar con una acreditación que comprenda que ha sido capacitado adecuadamente para la realización de este ensayo. El tamaño máximo del agregado puede afectar la resistencia, el espacio entre el agregado grueso y la pared del espécimen es mayor que el espacio entre las mismas partículas del agregado grueso entre sí, por este efecto la norma técnica recomienda que el tamaño máximo del agregado sea como máximo la tercera parte del diámetro del espécimen elegido.

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi).

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada ( $f'c$ ) para una estructura determinada.

Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de la elaboración de cilindros se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en estructuras, permitiendo programar las operaciones de construcción, tales como remoción de formaletas (cimbras) o para evaluar la conveniencia de curado y protección suministrada a la estructura.

Los cilindros sometidos a ensayo de aceptación y control de calidad se elaboran y curan siguiendo los procedimientos descritos en probetas curadas de manera estándar según la norma ASTM C31 Práctica Estándar para Elaborar y Curar Probetas de Ensayo de Concreto en Campo/ NTP 339.033.

Para estimar la resistencia del concreto in situ, la norma ASTM C31 fórmula procedimientos para las pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas se someten a ensayo de acuerdo con la ASTM C39, Método Estándar de Prueba de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto / NTP 339.034.

Un resultado de prueba es el promedio de por lo menos 2 pruebas de resistencia curadas de manera estándar o convencional, elaboradas con la misma muestra de concreto, y sometidas a ensayo a la misma edad.

En la mayoría de los países la edad normativa en la que se mide la resistencia mecánica del concreto es la de 28 días, aunque hay una

tendencia para llevar esa fecha a los 7 días. Es frecuente determinar la resistencia mecánica en periodos de tiempo distinto a los de 28 días, pero suele ser con propósitos meramente informativos. Las edades más usuales en tales casos pueden ser: 1, 3, 7, 14, 90 y 360 días. En algunas ocasiones y de acuerdo con las características de la obra, esa determinación no es solo informativa, si no normativa, fijado así en las condiciones contractuales.

Al diseñar una estructura, los constructores se valen de la resistencia especificada,  $f'c$ , y especifican que el concreto cumpla con el requerimiento de resistencia estipulado en los documentos del contrato del trabajo. La mezcla de concreto se diseña para producir una resistencia promedio superior a la resistencia especificada de manera tal que se pueda minimizar el riesgo de no cumplir la especificación de resistencia. Para cumplir con los requerimientos de resistencia de una especificación de trabajo, se aplican los siguientes 2 criterios de aceptación:

El promedio de 3 ensayos consecutivos es igual o supera a la resistencia especificada,  $f'c$ .

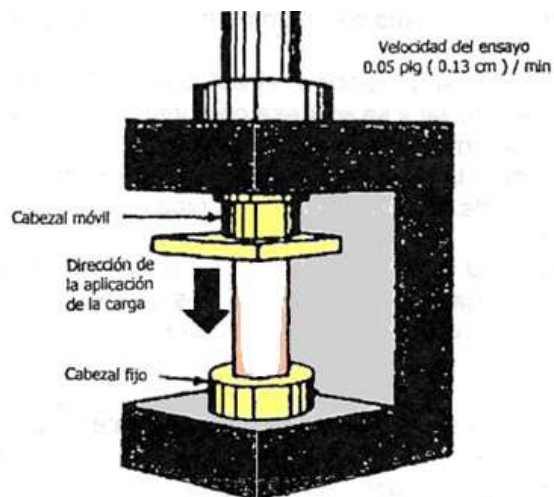
Ninguno de los ensayos de resistencia deberá arrojar un resultado inferior a  $f'c$  en más de 500 psi (3.45 MPa);

Resulta importante comprender que una prueba individual que caiga por debajo de  $f'c$  no necesariamente constituye un fracaso en el cumplimiento de los requerimientos del trabajo. Cuando el promedio de las pruebas de resistencia de un trabajo caiga dentro de la resistencia promedio exigida,  $f'cr$ , la probabilidad de que las pruebas de resistencia

individual sean inferiores a la resistencia especificada es de aprox. 10% y ello se tiene en cuenta en los criterios de aceptación.

Para finalizar, la velocidad de ganancia de resistencia mecánica del concreto, depende de numerosas variables y resultan muy diferentes entre unos y otros tipos de concreto. De esas variables, la más importante puede ser la composición química del cemento, la finura, la relación agua-cemento, la calidad intrínseca de los agregados, las condiciones de temperatura ambiente y la eficiencia del curado.

*Figura 9*  
*Prueba de resistencia*



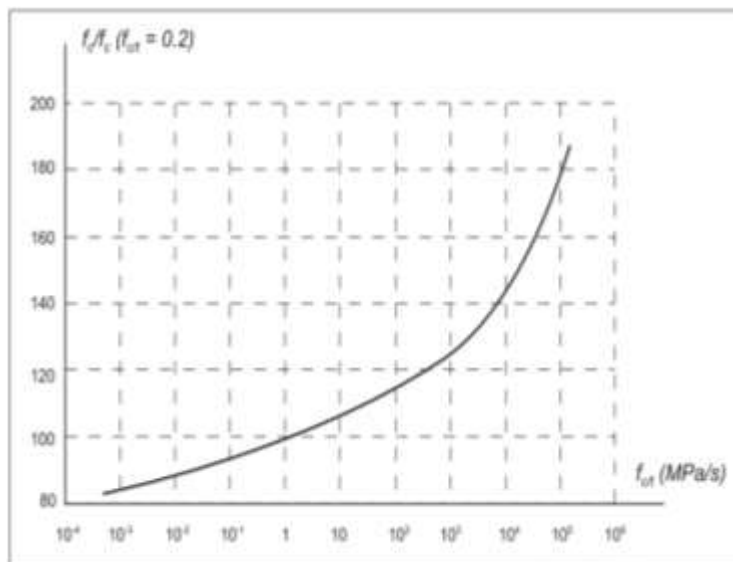
*Fuente: (ASTM International, 2020)*

La norma técnica peruana 3339.034 o la ASTM C 39 define la forma cilíndrica como un estándar para el ensayo de resistencia a compresión, y en su exigencia define que solo son válidos dos tamaños: 150x300 mm y 100x200 mm para el espécimen normalizado. Es de conocimiento que la forma cilíndrica tiene ventajas frente a otras formas geométricas, como por



ejemplo la distribución de la fuerza es totalmente uniforme con respecto al eje del espécimen y eso revela que a pesar que el concreto no cuenta con una homogeneidad en su composición (por el tamaño de las piedras) la distribución de la fuerza si cuenta con esta distribución haciendo que el esfuerzo producido en la pared del agregado grueso se igual en todo el espécimen de concreto. A pesar de que por un sentido de costumbre se utilice siempre el tamaño estándar de 150x300 mm, existe la otra opción de 100x200 mm, la cual es más recomendable, no lo dice la norma, pero en la práctica del ensayo el uso de menos recursos como la manipulación de las mismas muestras es importante cuando la cantidad de ensayos es muy numerosa

Figura 10  
Relación entre la resistencia relativa y la razón  $f_c/t$



Fuente: (ASTM International, 2020)

- **Acabado**

El acabado de la sección expuesta de los moldes debe de tener un acabado liso sin imperfecciones, esta etapa las normas especifican la calidad del acabado con una atingencia que es de no lograrse esta

calidad se debe desechar el espécimen, pero se sabe la clase de calidad de la superficie lo que se detalla es como lograrlo y evidentemente este proceso más depende de la experiencia que tenga el técnico que está elaborando el espécimen, uno de las formas de cómo lograr esta calidad de acabado es esperar el sangrado del concreto para que luego con una llana o plancha de metal empezar el proceso de acabado.

- **Curado**

La cura y protección de los especímenes moldeados tanto en su estado fresco como endurecido son importantes para que no se vean afectados los resultados de resistencia obtenidos a partir de la falla de los mismos. Cabe destacar que en la etapa de curado los especímenes de concreto desarrollan la resistencia con el tiempo, y este desarrollo de resistencia depende mucho del proceso de hidratación del cemento dentro de la masa de concreto. Si se cuenta con un curado apropiado, el cemento puede hidratarse continuamente y desarrollar la reacción química que genera la resistencia con el tiempo. Si el curado es deficiente, el cemento no se hidrata adecuadamente y la resistencia de diseño es probable que no se llegue a alcanzar.

Igual que con el moldeo, existen estándares establecidos para realizar protecciones y curados apropiados a los especímenes. Para el caso de los especímenes moldeados en campo, estos parámetros se especifican en la norma ASTM C31[4]. En esta norma, se indican las condiciones de humedad relativa y temperatura que se deben controlar para generar las condiciones ambientales apropiadas para que los especímenes

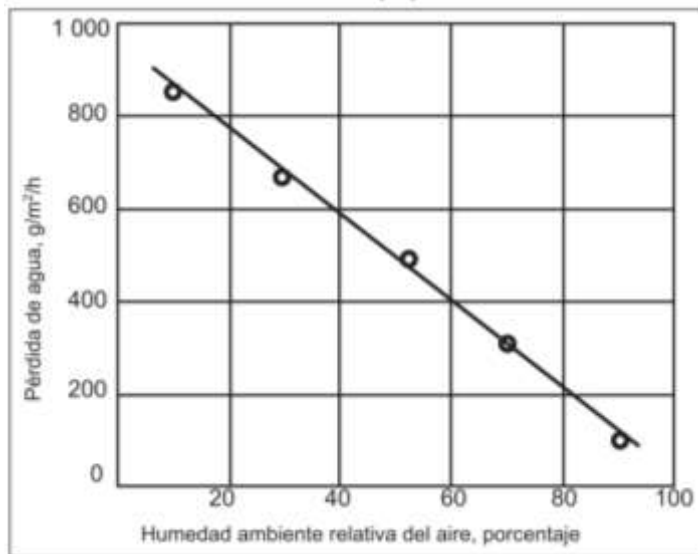
moldeados de concreto desarrollen la resistencia requerida para la aceptación de un concreto muestreado en obra. Estas condiciones se deben tomar en cuenta tanto en la etapa del curado inicial como en la etapa del curado final. El proceso de curado comprende en la saturación con agua del espécimen cilíndrico de concreto y la explicación viene en evitar que el ambiente externo logre modificar el comportamiento de la resistencia a la compresión, añadido a este concepto esta también mantener el ph del agua que satura la muestra, la explicación está en que el ph del concreto es de 11.3 y el ph de agua es alrededor de 7 lo que obliga a que el agua contenga la cantidad suficiente de cal para que el ph del agua aumente para evitar un desequilibrio en el ph del concreto y evitar un desequilibrio en el ph del espécimen de concreto. Hasta aquí hemos detallado cosas muy importantes del curado inicial que por experiencia se sabe que son conocidos y que son practicados, sin embargo ahora detallaremos un aspecto que no es tan popular y esto es la temperatura del agua de curado, yo hemos advertido que la temperatura del ambiente perturba el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto, de hecho si ponemos un ejemplo : en un caso en donde tenemos dos posas de curado una tiene temperatura de 10°C y la otra tiene 20°C, a estas dos posas les colocamos un grupo con la misma calidad de concreto elaborado bajo las mismas condiciones y compuesto del mismo batch de mezclado, a la hora de ensayar los dos grupos de especímenes, nos daremos cuenta que hay una gran diferencia en la resistencia a la compresión esto motivado por la temperatura del agua, es lógico pensar que la norma técnica peruana

339.034 ya incorpora el procedimiento para evitar esta clase de diferencias, daremos como referencia que la norma de la cual hablamos exige que la temperatura de la poza de curado debe ser de 23°C, esto evita las diferencias de resistencia a compresión, sin embargo es un hecho innegable que son pocos los casos que logran implementar en sus posas de curado esta recomendación de la norma, ya sea por desconocimiento o por falta de un sistema para lograr dicho cometido, , norma ASTM C 511

Después de haber descrito en forma general las variables más importantes del curado vamos a ordenar en dos etapas, el curado inicial del espécimen y el curado final; desde ya podemos declarar que la temperatura del ambiente es un aspecto muy importante para el desarrollo de la resistencia a compresión, por tanto, los mismos cuidados que la norma establece para la poza de curado se exige para el momento en que la muestra esta aun en el molde (es decir las primeras 24 horas después del moldeo), para explicar la secuencia hasta este momento seria de la siguiente forma: la muestra es moldeada en un molde estándar en este proceso el ambiente que rodea los especímenes recién moldeados debería estar en 23°C, luego de cumplidas las 24 horas se procede a sacar el espécimen del molde y se coloca en una poza de curado con ph de 11.3 y una temperatura de 23°C y se deja allí hasta que llegue a su fecha de ensayo a compresión. Esta demás advertir que la muestra o espécimen debe ser manipulada cuidadosamente sin pasar por ningún proceso que le aplique ninguna fuerza de impacto o ninguna carga

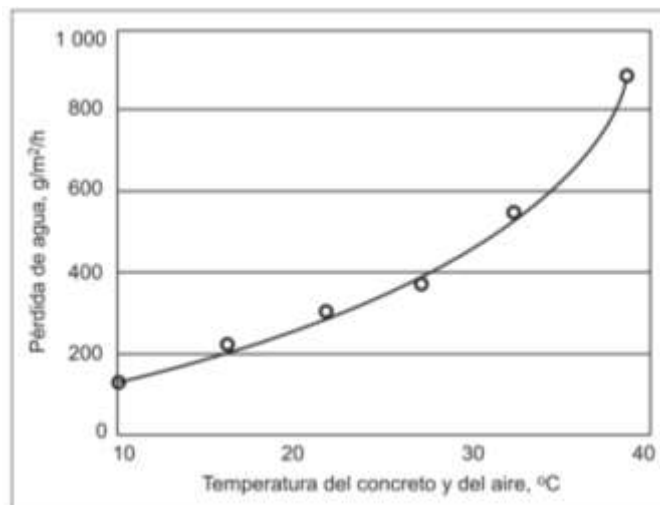
de ningún tipo, esto ya está demostrado que malogra el espécimen y distorsiona el ensayo de resistencia a compresión.

Figura 11  
Relación de la pérdida de agua del concreto y humedad relativa



Fuente: (ASTM International, 2020)

Figura 12  
Relación entre la pérdida de agua del concreto con la temperatura

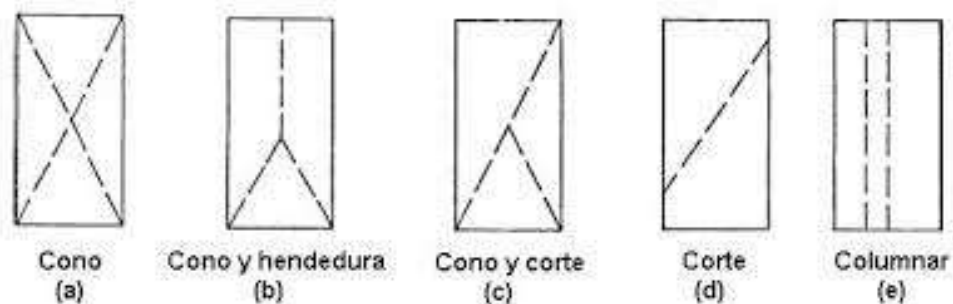


Fuente: (ASTM International, 2020)

- **Falla**

Si a pesar de haber ejecutado todas las exigencias descritas anteriormente, sugeridas por la norma técnica peruana 339.034, (muestreo, moldeo y curado), el resultado de la falla de un espécimen cilíndrico de concreto no es el adecuado, entonces esto se debe al tamaño de agregado máximo o a la incorporación de una fisura (producto de un golpe) o de un espacio vacío (producto de un mal compactado), para lo cual se debe investigar para poder definir dar por descartado ese ensayo en específico.

Figura 13  
Espécimen cilíndrico de concreto



Fuente: (ASTM International, 2020)

### Rigidez de los bloques

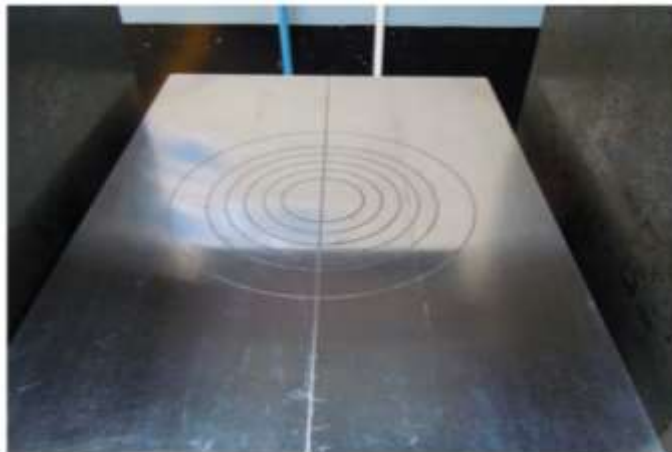
Hay particularidades en la composición del equipo que aplicara la carga al espécimen de concreto, la más resaltantes la de colocar una cabeza con asiento esférico entre la parte superior del espécimen y el bloque de carga superior, esto se hace con la finalidad de los esfuerzos no se concentren en una sola zona y se repartan adecuadamente. También la norma técnica peruana 339.034 exige que la zona de contacto tenga una exigencia de la planicidad de los bloques de carga, la cual se indica: 0.05 mm para placas en uso y 0.025 mm para placas nuevas. Si las placas no

son planas, provocan concentraciones de esfuerzos provocando una falla no prevista.

### **Ubicación de la carga**

La línea de carga debe coincidir con el centroide de la sección del espécimen de esta manera se asegura una carga concéntrica si no se cumple este requisito es muy probable que haya una falla no deseada, entonces es importante y la norma técnica peruana recomienda la marcación de la base en donde estará el espécimen de concreto, esta marcación de circunferencia para usarla de huella en donde se ubicara el cilindro de concreto. Tal como se aprecia en la siguiente fotografía:

*Figura 14*  
*Círculos concéntricos en bloques de carga de máquina de falla*



*Fuente: (González, 2011)*

### **Planicidad de las caras extremas del espécimen**

La planicidad de las caras extremas del cilindro de concreto son exigencia de la norma técnica peruana 339.034 y establece que la planicidad de las caras extremas del cilindro de concreto debe ser de 0.05 mm en 150 mm, coincidentemente es igual que la exigida para los bloques de carga y soporte o base del equipo en uso. El proceso de comprobación se realiza con una regla y galga calibradas. Se coloca la regla calibrada sobre la superficie que está siendo comprobada y se intenta introducir la galga calibrada de 0.05 mm. Si la galga no se puede introducir, quiere decir que la superficie cumple con la planicidad requerida, por otro lado, si se logra introducir la galga, quiere decir que la superficie no cumple y se hace necesario incluir en el proceso las almohadillas de neopreno como corona colocada entre el cilindro de concreto y la zona de contacto del equipo, que en defecto es base y la zona de transferencia de esfuerzo, con esto se salva el espécimen de una concentración de esfuerzos que pueda producir una falla indebida y por ende un resultado de la resistencia a compresión erróneo.

*Figura 15*  
*Círculos concéntricos en bloques de carga de máquina de falla*





*Fuente: (González, 2011)*

Equipo para determinar la planicidad y perpendicularidad. De arriba hacia abajo: 1. Escuadra, 2. Galgas calibradas y 3. Regla calibrada

*Figura 16*  
*Determinación de planicidad*



*Fuente: (González, 2011)*

### **Condición de humedad del espécimen**

Hay muchas pruebas que han dado como consecuencia que el cilindro tiene una variación en los resultados de la resistencia a compresión debido al estado de humedad con que es ensayado, se han practicado ensayos de cilindros totalmente seco vs cilindros húmedos y siempre los cilindros secos tienen mejor resultado en la resistencia a compresión que los cilindros húmedos, por tal motivo la norma técnica peruana 339.034 establece que el ensayo debe de realizarse con la humedad natural obtenida una vez el cilindro es retirado de la posa de curado.

*Figura 17*  
*Espécimen húmedo para la falla*



*Fuente: (González, 2011)*

*Nota: Notar la diferencia con el espécimen seco a la izquierda*

Todo empieza con la hidratación del cemento, es en este momento que las reacciones químicas dan inicio a una serie de transformaciones y como anteriormente hemos explicado estas reacciones liberan calor, mientras más calor liberan más violenta o rápida es la reacción química de sus componentes, desde ya sabemos que cualquier gradiente térmica ocasiona cambios dentro de la estructura de los materiales en general, en el caso específico las gradientes térmicas ocasionan pequeñas roturas físicas internas dentro de la estructura del concreto, justo para evitar estos inconvenientes la norma técnica peruana 339,114 limita la temperatura del concreto, así como también hay códigos técnicos que analizan el efecto causas y recomendaciones del concreto sometido a ambientes con temperaturas extremas, tal es así que el código ACI 305 analiza el comportamiento del concreto en climas cálidos y hace una serie de recomendaciones y cuidados al concreto para evitar que este sometido a reacciones rápidas o violentas que traigan como

consecuencia gradientes térmicos no se puedan controlar. A nivel regional tenemos nuestra recomendación que el concreto no debe estar por encima de los 32°C, pero si está sometido el concreto a climas cálidos el parámetro o límite superior aumenta hasta 38°C, claro está sin dejar de pasar un cuidadoso proceso de curado, con la finalidad de no producir fisuramiento de ningún tipo. Los detalles son amplios y se puede afianzar con otros códigos técnicos, pero todos concluyen que la gradiente térmica ente el interior del núcleo de la estructura de concreto y el exterior no debe de tener una gradiente térmica mayor a 20 °C. Muy a pesar de que no es popular la temperatura del concreto los códigos técnicos afirman que es una característica está muy ligada a la formación de resistencia del cuerpo de concreto al punto que si aumento indirectamente la temperatura del concreto en su fase inicial (es decir inmediatamente después de que el cemento entro en contacto con el agua), la resistencia aumenta naturalmente, y al contrario si bajo la temperatura del concreto puedo incluso interrumpir las reacciones químicas y detener el aumento de resistencia a compresión, y esta relación intrínseca e interna del concreto entre la temperatura y resistencia a compresión la norma ASTM C 1074 le denomina madurez del concreto, el concepto en sus raíces es eso, pero va agarrando otros conceptos como la acumulación de calor (kilocalorías) para poder calcular la resistencia a compresión del concreto. En el año de 2007 en el Perú se promulga la norma técnica peruana 339.217 en donde ya establece la relación completa que es así: “desarrollo de la temperatura, la edad, y la evolución de la resistencia”. Las propiedades del concreto evolucionan en

el tiempo, en la medida que el cementante reacciona, se hidrata y libera calor, presentando cambios significativos en las primeras horas del fraguado que luego serán importantes en la resistencia a la compresión.

De hecho, que no solo las normas explican que toda esta reacción por causa de la hidratación del cemento si no también la temperatura de los materiales inertes como los agregados y sobre todo habla de la importancia de la temperatura del ambiente en donde se encuentra el concreto.

La temperatura intrínseca producto de la hidratación del cemento y la temperatura del ambiente acumulada en el tiempo.

Para ingresar a los estudios y los antecedentes de investigaciones definiremos las variables de la madurez.

### **Temperatura del concreto**

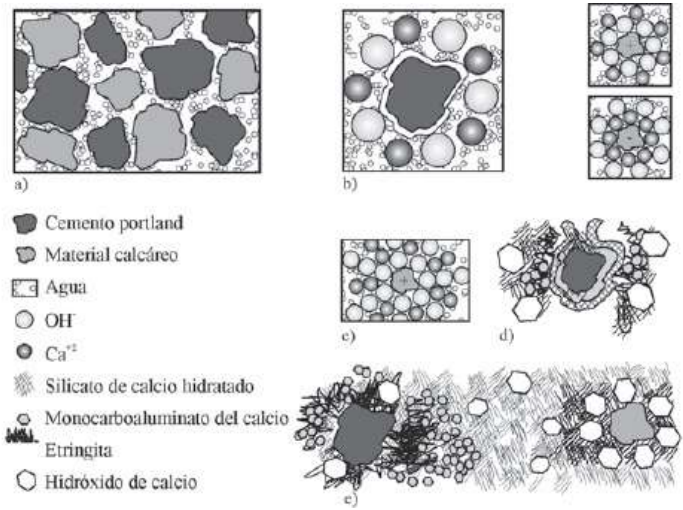
La temperatura del concreto tiene medidas diferentes, sin duda debemos de recurrir a la norma que establece una medida estándar cuando aún el concreto en estado plástico, pero el efecto de medir la temperatura conforme el concreto está en el proceso de endurecimiento tiene otro proceso, en principio la temperatura del concreto cuando está en el proceso de endurecimiento guarda una relación volumétrica, o explicado de otra forma, la temperatura crece mientras que el punto de medición este más lejos del borde externo del concreto, y a raíz de esto se puede decir que el concreto conserva un proceso adiabático de conservación de la temperatura en el núcleo de la estructura, sin embargo las mayores reacciones que generan intrínsecamente más temperatura se producen

dentro de las 72 horas después de la mezcla de los materiales, y es aquí que el núcleo del concreto desarrolla picos de temperatura.

No corresponde a este documento desarrollar las reacciones químicas, sin embargo, haremos detallaremos de forma general una línea de tiempo como se desarrolla el incremento de temperatura.

Conocemos que el la hidratación del cemento produce calor, o dicho de otra forma, produce un incremento de la temperatura en la zona en donde ocurre la reacción, y esta hidratación acelera su proceso cuando hay más incremento de temperatura, formando una reacción en anillo que solo se desacelera cuando el cemento se ha hidratado en más del 50% de sus componentes, estos componentes son varios pero es más sencillo, para no ahondar en el campo químico, que la hidratación del cemento trae como resultado el 4 grupos de componentes: los silicato de calcio hidratado + hidróxido de calcio + monocarboaluminato de calcio + etringita primaria.

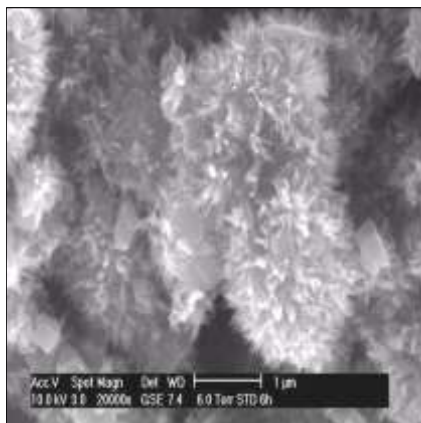
*Figura 18*  
*Hidratación del cemento*



Fuente: (Hilal, 2016)

Como podemos observar en la gráfica anterior el cemento es hidratado por el agua en forma de capas y lo va haciendo hasta aproximarse lo más que se pueda al núcleo del cemento, esta reacción que empieza con la parte superficial forma físicamente como espinas o protuberancias que en un principio son plásticas tipo gel y son llamadas gel de tobermorita, pero que al endurecerse han ocupado el espacio que fue alojado por el agua, una fotografía por microscopio de la hidratación de cemento en etapa avanzada.

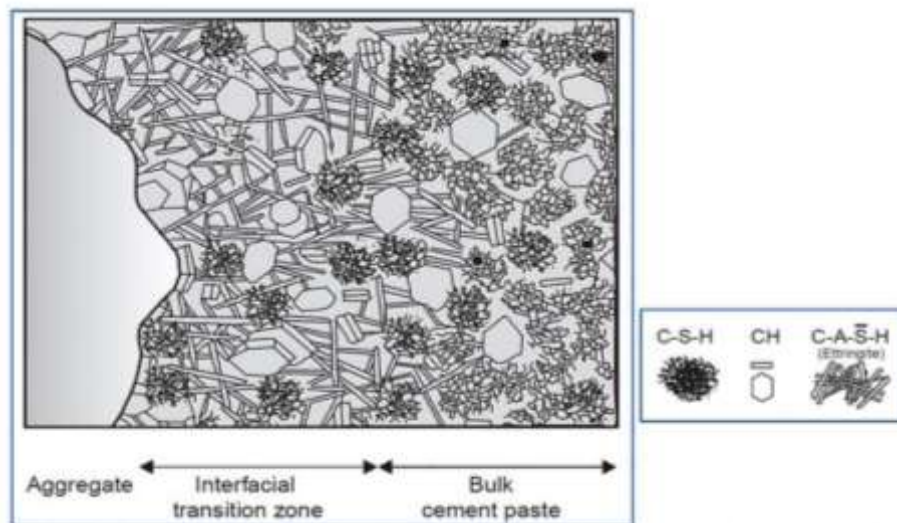
Figura 19  
Hidratación del cemento en edad avanzada



Fuente: (Hilal, 2016)

Como podemos observar las Espinas se entrelazan entre si armando una estructura de unión tipo puente entre todas las partículas de cemento hidratadas, y mientras más unidas estén las partículas de cemento más resistencia a compresión tiene el concreto, es decir la unidad o el efecto que logra a construir la mejor característica del concreto es la formación de esta matriz, la misma que en el área de contacto entre el cemento hidratado y los cuerpos inertes como son los agregados realiza una unión superficial compuesta por todos los componentes químicos hidratados

Figura 20  
Zona de transición interfacial



Fuente: (Hilal, 2016)

Hay subproductos de la hidratación que no aportan a construcción de las estructuras de unión entre las partículas de cemento y estas son: el hidróxido de calcio y la etringita, ambos aportan muy poco pues son muy inestables y solubles y no se fijan con otro componente, sino al contrario están libres e incluso pueden llegar a lixiviarse, estas dos estructuras las podemos apreciar en la siguiente fotografía hecha por un microscopio:

Figura 21  
Cristales de portlandita y etringita



Fuente: (Hilal, 2016)

La reglamentación para definir las correctas reacciones dentro del cemento está dentro de las normas técnicas peruanas que a continuación colocamos dentro del siguiente cuadro:

Tabla 3  
NTP 339 Cemento

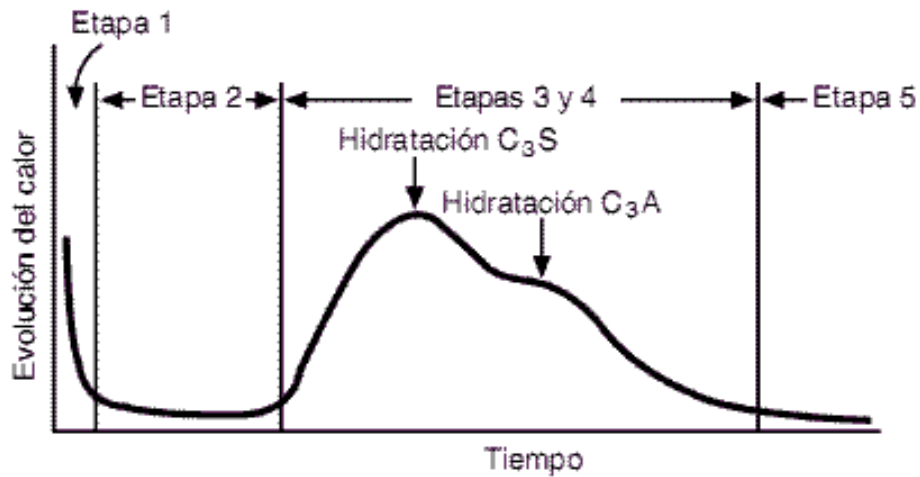
<b>NTP 339.090:2016 CEMENTOS. Cemento Pórtland adicionados. Requisitos</b>
<p>Tipo I: De uso General</p> <p>Tipo II: De uso general, específico, cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.</p> <p>Tipo III: Alta resistencia inicial.</p> <p>Tipo IV: Bajo calor de hidratación.</p> <p>Tipo V: Alta resistencia a los sulfatos</p>
<b>NTP 334.090 CEMENTOS. Cementos Portland Adicionados. Requisitos</b>
<p>TIPO IS: Cemento Pórtland con escoria de alto horno. Hasta 70 % de escoria.</p> <p>TIPO IP: Cemento Pórtland puzolánico. Hasta 40 % de puzolana</p> <p>TIPOI (PM): Cemento Pórtland puzolánico modificado. Hasta 15 % de puzolana.</p> <p>TIPO IL: Cemento Pórtland calizo. De 5 % a 15 % de filler calizo.</p> <p>TIPO ICO: Cemento Pórtland compuesto. Hasta 30 % de filler calizo u otro material</p> <p>Tipo MS: se requiere moderada resistencia a los sulfatos.</p> <p>Tipo HS: Se requiere alta resistencia a los sulfatos.</p> <p>Tipo MH: Se requiere moderado calor de hidratación.</p> <p>Tipo LH: se requiere bajo calor de hidratación.</p>
<b>NTP 334.082. CEMENTOS. CEMENTOS PORTLAND. ESPECIFICACIÓN DE LA PERFORMANCE</b>
<p>TIPO GU: Cemento Pórtland de uso general.</p> <p>TIPO MS: Cemento Pórtland de moderada resistencia a los sulfatos.</p> <p>TIPO HS: Cemento Pórtland de alta resistencia a los sulfatos.</p> <p>TIPO HE: Cemento Pórtland de alta resistencia inicial.</p> <p>TIPO MH: Cemento Portland de moderado calor de hidratación.</p> <p>TIPO LH: Cemento Pórtland de bajo calor de hidratación</p>

Fuente: Normas técnicas peruanas



Las fases de la tempera en una línea de tiempo están graficadas en el siguiente gráfico:

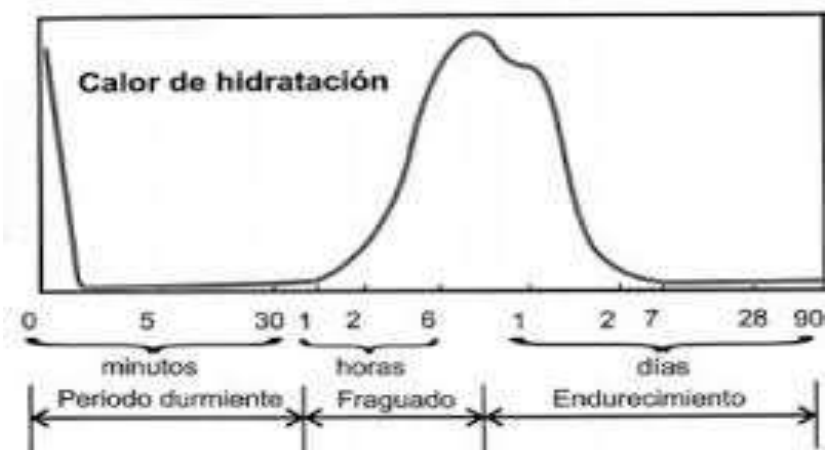
Figura 22  
Evaluación de calor vs tiempo



Fuente: (Hilal, 2016)

Las etapas de dispuestas en el grafico establecen una relación directa entre en qué momento las relaciones químicas van modificando la evolución del calor y por ende va evolucionando la resistencia a compresión de la matriz, del mortero y del concreto.

Figura 23  
Calor de hidratación



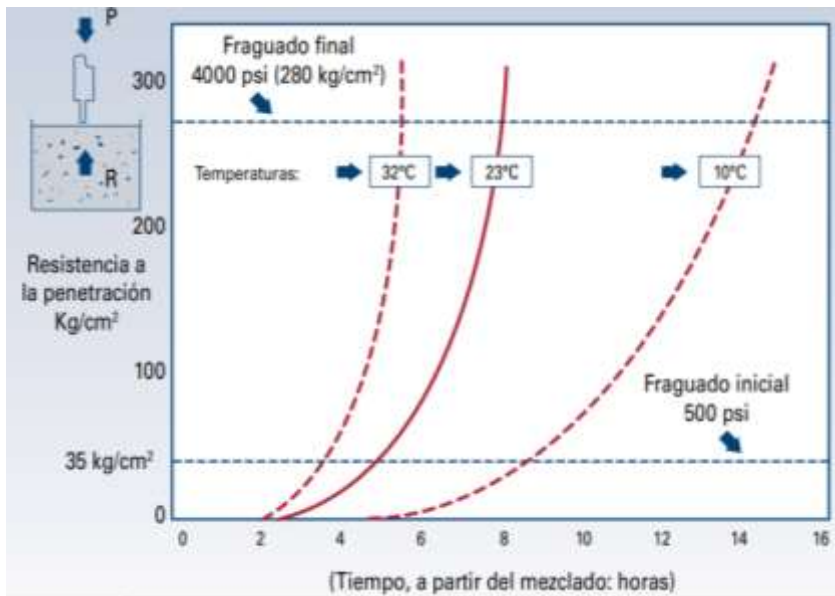
Fuente: (Hilal, 2016)

Es en este grafico que en realidad podemos ver una clasificación más amigable al usuario del concreto (constructor), no es un objetivo de

nuestra investigación describir a detalle todo el proceso químico que conlleva a este comportamiento del concreto, sin embargo debemos decir que el concreto desde que nace o desde que sus materiales son mezclados hasta que comienza el proceso de fraguado se encuentra en un aparente silencio químico, pero no es así las reacciones químicas empiezan desde el momento en que el cemento entra en contacto con el agua, pero recién son más notorios los resultados de esta reacción en el inicio de fraguado, que viene a ser el cambio de la apariencia física del concreto y pasa a ser un material moldeable a un material con comportamiento plástico y no logra recuperar sus deformaciones llegando a comportarse en un material que va ganando rigidez con mucha resistencia a ser moldeado.

El inicio de fraguado está establecido en forma convencional al tiempo que demora el mortero que pasa la malla N° 4 en alcanzar una resistencia de 500 psi a ser penetrado por una aguja estándar y a esto se le llama fraguado inicial, hasta que este mortero estándar logra una resistencia a ser penetrado de 4000 psi con una aguja estándar según la norma técnica peruana 339.082.

*Figura 24*  
*Espécimen húmedo para la falla*



Fuente: (Hilal, 2016)

Este gráfico toma como ejemplo 3 muestras de morteros que tienen la misma composición química pero que están sometidas a diferentes temperaturas, el solo hecho que exista como característica diferenciada temperaturas distintas entre ellas ocasiona que el mortero tenga una aceleración en llegar al fraguado final o que tenga un retardo.

Llegando a este punto ya podemos afirmar que las reacciones químicas entre el cemento y el agua producen más elementos que contribuyen a la solidificación y resistencia del cemento hidratado (matriz) y que estas reacciones producen calor y también se aceleran con el aumento de temperatura de su entorno se desacelera si la temperatura de su entorno disminuye.

## 2.4.- Hipótesis

### 2.4.1.- Hipótesis general

La N.T.P. 339.217 permite obtener resultados confiables en la evaluación de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.

### 2.4.2.- Hipótesis específicas

- La N.T.P. 339.217 permite obtener resultados confiables en la evaluación de la temperatura de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.
- La N.T.P. 339.217 permite obtener resultados confiables en la evaluación del tiempo de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.
- La N.T.P. 339.217 permite obtener resultados del índice de madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.

## 2.5.- Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de la variable

**Madurez del concreto.** - Madurez. La madurez del concreto indica qué progreso ha tenido el curado de éste. La madurez es la relación entre la temperatura del concreto, el tiempo y el aumento de la resistencia. Se representa por un valor índice que se puede medir en tiempo real en el campo.

**Resistencia a compresión.** - Es una propiedad del concreto que consiste en la resistencia del concreto en kg por cada centímetro cuadrado, esta característica forma parte de la propiedad isotrópica, base fundamental de todos los cálculos

matemáticos estructurales. El procedimiento de obtener este dato está especificado en el RNE.

### 2.5.2. Definición operacional de la variable

**Madurez del concreto.** – La madurez del concreto se medirá en base a tres dimensiones: temperatura, tiempo e índice de madurez.

**Resistencia a compresión.** – La resistencia a la compresión se medirá en base a una dimensión: Fuerza de compresión.

### 2.5.3. Operacionalización de Variables

Variable	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>GENERAL:</b> ¿De qué manera la aplicación de la N.T.P. 339.217 permite la evaluación de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020?</p>	<p><b>GENERAL:</b> Aplicar la N.T.P. 339.217 para la evaluación de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.</p>	<p><b>GENERAL:</b> La N.T.P. 339.217 permite obtener resultados confiables en la evaluación de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Norma N.T.P. 339.217 para evaluación de madurez concreto</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Resistencia a la compresión</p>	<p>X.2.1.- Temperatura X.2.2.- Tiempo X.2.3.- Índice de madurez</p> <p>Y.1.- Fuerza de compresión</p>	<p>°C Minutos <math>\Sigma(\Delta\text{tiempo} \times T^{\circ}\text{C})</math></p> <p>Kg/cm<sup>2</sup></p>

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1.- Método de investigación**

El método de investigación utilizado es el método científico, según Ccanto( 2014) porque “la investigación se remite a una investigación, búsqueda sistemática, intencional, de "algo" previamente determinado. Este proceso de indagación también puede entenderse como una secuencia de acciones orientadas hacia la solución de una situación problemática”. Por tanto, el método científico permitirá estructurar la tesis de una manera lógica y sistemáticas, desde la concepción de la idea de investigación hasta las conclusiones.

#### **4.1.- Tipo de investigación**

La investigación es aplicada, según (Valderrama, 2002) tiene “la finalidad es aplicar las teorías existentes a la producción de normas y procedimientos tecnológicos, para controlar situaciones o procesos de la

realidad". Por tanto, la investigación sobre la madurez del concreto, permitirá calcular la resistencia a la compresión.

#### **4.3.- Nivel de investigación**

La investigación será del tipo explicativo, según (Arias, 2012) porque "se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto". Con la investigación buscaremos establecer factores de causa – efecto entre la madurez del concreto en el cálculo de la resistencia a la compresión.

#### **4.4.- Diseño de investigación**

El diseño que se utilizará será experimental, del tipo preexperimental, según (Carrasco, 2006) se denomina diseños pre experimentales "a aquellas investigaciones en la que su grado de control es mínimo". Por tanto, se utilizará un diseño con el estudio de caso de una sola muestra de medición.

G X O

G: Grupo de evaluación

X: Tratamiento o estímulo

O: Medición de grupo

#### **4.5.- Población y muestra de la investigación**

##### **3.5.1.- Población**

Dada la naturaleza de este trabajo de investigación la población no se escogerá probabilísticamente, pues no hay encuestas ni trabajo estadístico, y los datos usados han sido determinados tomando como

referencia investigaciones y publicaciones anteriores relacionadas al tema y criterios del investigador. Análisis de 9 probetas de concreto.

### **3.5.2.- Muestra**

Dada la naturaleza de este trabajo de investigación la muestra es no probabilística, pues no hay encuestas ni trabajo estadístico, y los datos usados han sido determinados tomando como referencia investigaciones y publicaciones anteriores relacionadas al tema y criterios del investigador. Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010), en las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. Análisis de 9 probetas de concreto.

## **4.6.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **4.6.1.- Técnicas de recolección de datos**

La técnica que se usó para el presente trabajo de investigación es de análisis documental ya que se recoge información de normas, textos, investigaciones, tesis, etc. Según (Sánchez & Reyes, 2015) la técnica son los medios por los cuales el investigador procede a recoger información requerida de una realidad o fenómeno en función a los objetivos de estudio.



#### **4.6.2.- Instrumentos de recolección de datos**

Como instrumento para poder tomar muestra de datos se utilizará equipos de madurez electrónicos, los cuales permitirán calcular la resistencia de compresión del concreto.

#### **4.7.- Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Después de realizado la recolección de datos del análisis documental y la interpretación de dicha información, se procedió al desarrollo del programa de computadora para calcular la madurez y para la resistencia a la compresión del concreto, que en este caso viene a ser el instrumento de la investigación y que fue validado por los miembros validadores que revisaron el plan de elaboración de dicho programa. Luego el procesamiento consistió en ingresar los datos indicados (Muestra) al mencionado programa con la finalidad de obtener la información de compresión y madurez del objetivo principal del presente trabajo de investigación.

#### **4.8.- Aspectos éticos de la Investigación**

El presente trabajo de investigación fue realizado únicamente por el autor del mismo, por lo que no hubo la necesidad de dar protección a terceras personas involucradas en la investigación.

El investigador evitó incurrir en la falsificación de datos, así como también evitó el plagio de lo publicado por otros autores. Las fuentes del presente trabajo de investigación fueron citadas cumpliendo con la norma que utiliza el método científico.

La investigación evitó todo tipo de daños a la naturaleza y a la biodiversidad. En la investigación no se han falsificado ni inventados datos. En la investigación no se han incluido a personas que no hayan intervenido en la realización del trabajo.

El investigador procedió con rigor científico, de tal forma que se asegure la validez, la factibilidad, y credibilidad de sus métodos, fuentes y datos. Además, se garantiza el pleno apego a la veracidad en todas las etapas de la investigación.

El investigador difundirá los resultados de la investigación en un ambiente de ética y pluralidad, siendo él el único responsable de los resultados de la investigación.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1.- Descripción de resultados**

##### **Diseño de mezclas**

El siguiente diseño de mezcla servirá como guía para la comprobación de las pruebas de madurez en el equipo electrónico elaborado especialmente para la investigación.

La dosificación del diseño de mezcla se hace siguiendo las recomendaciones de cálculo según el código del instituto americano del concreto ACI 211, además reforzado por las normas técnicas peruanas correspondientes para la clasificación de las características de los materiales que se utilizara en el concreto.

##### **Cálculo de los materiales para él diseño de mezclas:**

Peso específico del agregado fino : 2650 kg/m<sup>3</sup>

Peso específico del agregado grueso : 2567 kg/m<sup>3</sup>

Peso específico del cemento : 3150 kg/m<sup>3</sup>

Peso arena : 0.55 x (peso arena + peso piedra)

Peso piedra : 0.45 x (peso arena + peso piedra)

Para asentamiento de 4 a 6 pulgadas se necesita 200 litros de agua

El cálculo del cemento es de la siguiente forma:

$$\frac{\text{agua}}{\text{cemento}} = 0.60 = \frac{200}{\text{cemento}}$$

$$\text{cemento} = \frac{200}{0.60}$$

$$\text{cemento} = 330$$

El porcentaje de aire 1.5% del volumen total del concreto es decir 0.015 m<sup>3</sup> de aire.

Aditivo. No se va considerar aditivo para este concreto.

Arena y piedra

*Ecuación 3  
Formula 01*

### **Formula N° 1**

$$1 - \left( \frac{\text{agua}}{1000} + \frac{\text{cemento}}{3150} + 0.015 \right) = \frac{\text{peso arena}}{2650} + \frac{\text{peso piedra}}{2567}$$

$$1 - \left( \frac{200}{1000} + \frac{330}{3150} + 0.015 \right) = \frac{\text{peso arena}}{2650} + \frac{\text{peso piedra}}{2567}$$

$$0.680 = \frac{\text{peso arena}}{2650} + \frac{\text{peso piedra}}{2567}$$

*Fuente: www.scielo.org.mx/*

*Ecuación 4  
Formula 02*

### **Formula N° 2**

$$\text{peso piedra} = \frac{0.45(\text{peso arena})}{0.55}$$

$$0.680 = \frac{\text{peso arena}}{2650} + \frac{0.45(\text{peso arena})}{2567(0.55)}$$

Fuente: [www.scielo.org.mx/](http://www.scielo.org.mx/)

### Formula N° 1 y 2

$$0.680 = \frac{\text{peso arena}(1411 + 1192)}{2650(2567)(0.55)}$$

$$0.680 = \frac{\text{peso arena}(2603)}{2650(2567)(0.55)}$$

$$\frac{0.680(2650)(2567)(0.55)}{(2603)} = \text{peso de arena}$$

$$977 = \text{peso de arena}$$

### Reemplazando la fórmula 2

$$\text{peso piedra} = \frac{0.45(\text{peso arena})}{0.55}$$

$$800 = \text{peso de piedra}$$

### Dosificación de los Materiales en estado seco

(1). -	Cemento andino tipo I	330 kg
(2). -	Agua	200 kg
(3). -	Peso de la arena	977 kg
(4). -	Peso de la piedra	800 kg
(5). -	Aire (%)	1.5%

En la tabla 4 se muestra los resultados de la resistencia promedio (g/cm<sup>2</sup>), siendo este de 139 kg/cm<sup>2</sup> a los 3 días, 146 kg/cm<sup>2</sup> a los 4 días, 176 kg/cm<sup>2</sup> a los 5 días, 195 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 225 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, 232 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días y 289 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Tabla 4  
Ensayo de compresión simple

CERTIFICADO DE CALIDAD CONCRETO										Fecha: 01/10/2020	
ENSAYO A COMPRESION SIMPLE										Revisión: 01	
NORMA ASTM C - 39										Pagina: 1 de 1	
OBRA :		Calle Ayacucho									
MATERIAL:		Concreto f'c: 210 kg/cm2						FECHA :		01/10/2020	
UBICACIÓN:											
Nº	Procedencia	Fc (Mpa)	Código	Fecha		Edad (horas)	Diam. (cm)	Área cm <sup>2</sup>	Carga (Kgf)	Resist. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
				Vaciado	Rotura						
1		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	06/10/2020	3 días	15.05	177.90	25439	143	139
2		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	06/10/2020		15.11	179.32	24208	135	
3		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	07/10/2020	4 días	15.09	178.84	26290	147	148
4		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	07/10/2020		15.04	177.66	26471	149	
5		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	08/10/2020	5 días	15.07	178.37	30858	173	176
6		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	08/10/2020		15.13	179.79	32183	179	
7		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	10/10/2020	7 días	15.02	177.19	35083	198	195
8		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	10/10/2020		15.12	179.55	34474	192	
9		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	17/10/2020	14 días	15.01	176.95	40168	227	225
10		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	17/10/2020		15.12	179.55	40040	223	
11		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	24/10/2020	21 días	15.18	180.98	41445	229	232
12		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	24/10/2020		15.13	179.79	42071	234	
13		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	31/10/2020	28 días	15.13	179.79	51420	286	289
14		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	31/10/2020		15.10	179.08	52291	292	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se muestra los resultados de la madurez y la resistencia en función a los días de endurecimiento, donde se obtuvo los resultados: A los 3 días se obtuvo 95.4 de madures y 139 de resistencia, 4 días se obtuvo 120.7 de madures y 148 de resistencia, 5 días se obtuvo 145.6 de madures y 176 de resistencia, 7 días se obtuvo 193.8 de madures y 195 de resistencia, 14 días se obtuvo 357.3 de madures y 225 de resistencia, 21 días se obtuvo 519.9 de madures y 232 de resistencia y 28 días se obtuvo 682.5 de madures y 289 de resistencia.

Tabla 5

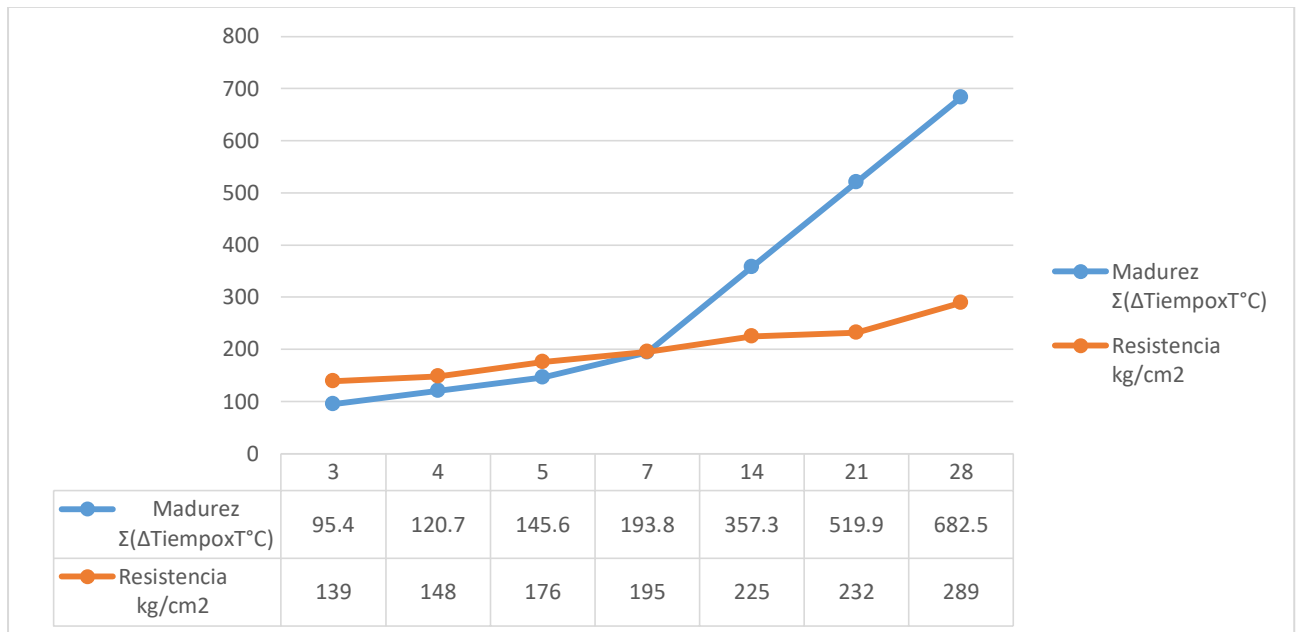
Resultados de madurez y resistencia según días de endurecimiento

Días de endurecimiento	Madurez $\Sigma(\Delta\text{tiempo} \times T^{\circ}\text{C})$	Resistencia $\text{kg}/\text{cm}^2$
3	95.4	139
4	120.7	148
5	145.6	176
7	193.8	195
14	357.3	225
21	519.9	232
28	682.5	289

Fuente: Elaboración propia

Figura 25

Madurez y resistencia



Fuente: Elaboración propia

En la figura 23, se muestra el registro de censado de temperatura por 28 días con el equipo armado para medir la madurez del concreto:

Figura 26  
Muestras de probetas



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6, se muestra el registro de temperatura por sensor, el cual se realizó una medición cada 10 minutos, desde el día 1 hasta el día 35, obteniendo un total de 5040 registros de temperatura, los cuales inician en el día 1 a las 10.00 a.m. con un valor inicial de 24.38 T°C, 10.10 a.m. con un valor de 24.45 T°C, 10.20 a.m. con un valor de 24.53 T°C, 10.30 a.m. con un valor de 24.6 T°C, 10.40 a.m. con un valor de 24.6 T°C, 10.50 a.m. con un valor de 24.69 T°C, etc. donde se pudo comprobar que la temperatura iba aumentando progresivamente avanzaba el tiempo de secado del concreto hasta llegar a una madurez optima y una temperatura constante, llegando al día 35 donde se tomos los siguientes registros finales 9.10 a.m. con un valor de 23.3 T°C, 9.20 a.m. con un valor de



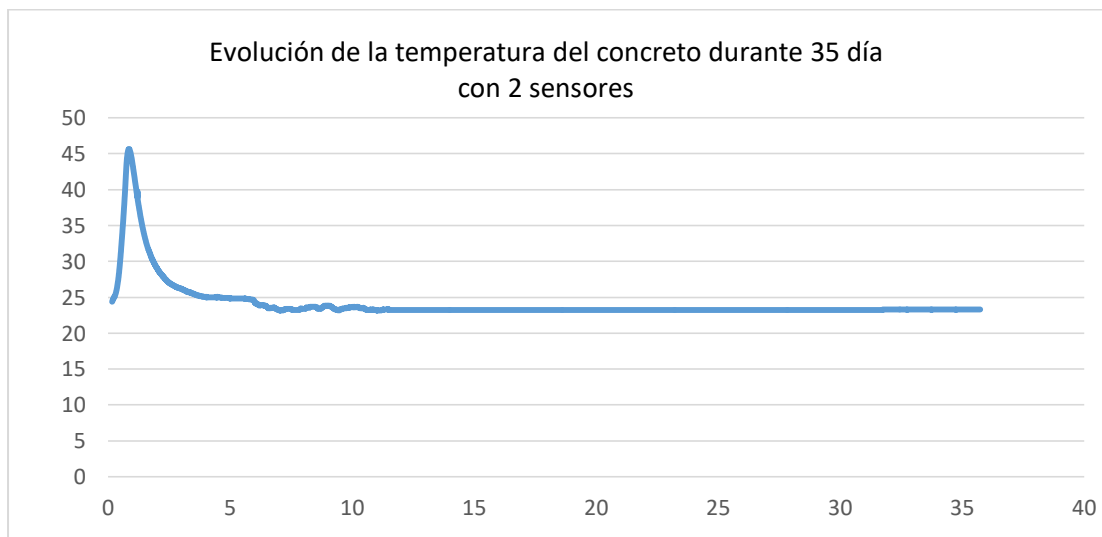
24.45 T°C, 9.30 a.m. con un valor de 23.3 T°C, 9.40 a.m. con un valor de 23.3 T°C, 9.50 a.m. con un valor de 23.3 T°C.

Tabla 6  
Evolución de temperatura por sensores

ID	Día	hora	Sensor 1	Sensor 2	Σ(tiempo)	Prom. T°C	T°Cn-T°Ci	ΔT(T°C)	Σ(Δtiempo x T°C)
1	día 1	10:00 a. m.	24.38	24.38	0.17	24.38	9.38	0.0847	
2		10:10 a. m.	24.45	24.45	0.17	24.45	9.45	0.0853	0.1700
3		10:20 a. m.	24.53	24.53	0.18	24.53	9.53	0.0860	0.2560
4		10:30 a. m.	24.6	24.6	0.19	24.6	9.6	0.0867	0.3427
5		10:40 a. m.	24.6	24.6	0.19	24.6	9.6	0.0867	0.4294
6		10:50 a. m.	24.69	24.69	0.20	24.69	9.69	0.0875	0.5168
7		11:00 a. m.	24.76	24.76	0.21	24.76	9.76	0.0881	0.6050
8		11:10 a. m.	24.83	24.83	0.22	24.83	9.83	0.0887	0.6937
9		11:20 a. m.	24.83	24.83	0.22	24.83	9.83	0.0887	0.7824
10		11:30 a. m.	24.91	24.91	0.23	24.91	9.91	0.0895	0.8719
11		11:40 a. m.	24.91	24.91	0.24	24.91	9.91	0.0895	0.9614
12		11:50 a. m.	24.99	24.99	0.24	24.99	9.99	0.0902	1.0516
13		12:00 p. m.	25.06	25.06	0.25	25.06	10.06	0.0908	1.1424
14		12:10 p. m.	25.06	25.06	0.26	25.06	10.06	0.0908	1.2332
15		12:20 p. m.	25.06	25.06	0.26	25.06	10.06	0.0908	1.3240
16		12:30 p. m.	25.14	25.14	0.27	25.14	10.14	0.0915	1.4156
17		12:40 p. m.	25.14	25.14	0.28	25.14	10.14	0.0915	1.5071
18		12:50 p. m.	25.21	25.21	0.28	25.21	10.21	0.0922	1.5993
19		1:00 p. m.	25.3	25.3	0.29	25.3	10.3	0.0930	1.6923
20		1:10 p. m.	25.37	25.37	0.30	25.37	10.37	0.0936	1.7859
21		1:20 p. m.	25.44	25.44	0.31	25.44	10.44	0.0943	1.8801
22		1:30 p. m.	25.52	25.52	0.31	25.52	10.52	0.0950	1.9751
23		1:40 p. m.	25.6	25.6	0.32	25.6	10.6	0.0957	2.0708
24		1:50 p. m.	25.68	25.68	0.33	25.68	10.68	0.0964	2.1672
25		2:00 p. m.	25.82	25.82	0.33	25.82	10.82	0.0977	2.2649
26		2:10 p. m.	25.91	25.91	0.34	25.91	10.91	0.0985	2.3634
27		2:20 p. m.	25.98	25.98	0.35	25.98	10.98	0.0991	2.4625
28		2:30 p. m.	26.13	26.13	0.35	26.13	11.13	0.1005	2.5630
29		2:40 p. m.	26.22	26.22	0.36	26.22	11.22	0.1013	2.6643
30		2:50 p. m.	26.36	26.36	0.37	26.36	11.36	0.1026	2.7668
31		3:00 p. m.	26.52	26.52	0.38	26.52	11.52	0.1040	2.8708
32		3:10 p. m.	26.67	26.67	0.38	26.67	11.67	0.1054	2.9762
33		3:20 p. m.	26.83	26.83	0.39	26.83	11.83	0.1068	3.0830
34		3:30 p. m.	26.98	26.98	0.40	26.98	11.98	0.1082	3.1911
35		3:40 p. m.	27.14	27.14	0.40	27.14	12.14	0.1096	3.3007
36		3:50 p. m.	27.28	27.28	0.41	27.28	12.28	0.1109	3.4116
37		4:00 p. m.	27.44	27.44	0.42	27.44	12.44	0.1123	3.5239
38		4:10 p. m.	27.67	27.67	0.42	27.67	12.67	0.1144	3.6383
39		4:20 p. m.	27.83	27.83	0.43	27.83	12.83	0.1158	3.7541
40		4:30 p. m.	28.06	28.06	0.44	28.06	13.06	0.1179	3.8720
.		.	.	.	.	.	.	.	
.		.	.	.	.	.	.	.	
.		.	.	.	.	.	.	.	
5025	día 35	7:20 a. m.	23.3	23.3	35.06	23.3	8.3	0.0749	415.1768
5026		7:30 a. m.	23.3	23.3	35.06	23.3	8.3	0.0749	415.2518
5027		7:40 a. m.	23.3	23.3	35.07	23.3	8.3	0.0749	415.3267
5028		7:50 a. m.	23.3	23.3	35.08	23.3	8.3	0.0749	415.4016
5029		8:00 a. m.	23.3	23.3	35.08	23.3	8.3	0.0749	415.4766
5030		8:10 a. m.	23.3	23.3	35.09	23.3	8.3	0.0749	415.5515
5031		8:20 a. m.	23.3	23.3	35.10	23.3	8.3	0.0749	415.6264
5032		8:30 a. m.	23.3	23.3	35.10	23.3	8.3	0.0749	415.7014
5033		8:40 a. m.	23.3	23.3	35.11	23.3	8.3	0.0749	415.7763
5034		8:50 a. m.	23.3	23.3	35.12	23.3	8.3	0.0749	415.8512
5035		9:00 a. m.	23.3	23.3	35.12	23.3	8.3	0.0749	415.9262
5036		9:10 a. m.	23.3	23.3	35.13	23.3	8.3	0.0749	416.0011
5037		9:20 a. m.	23.3	23.3	35.14	23.3	8.3	0.0749	416.0760
5038		9:30 a. m.	23.3	23.3	35.15	23.3	8.3	0.0749	416.1509
5039		9:40 a. m.	23.3	23.3	35.15	23.3	8.3	0.0749	416.2259
5040		9:50 a. m.	23.3	23.3	35.16	23.3	8.3	0.0749	416.3008

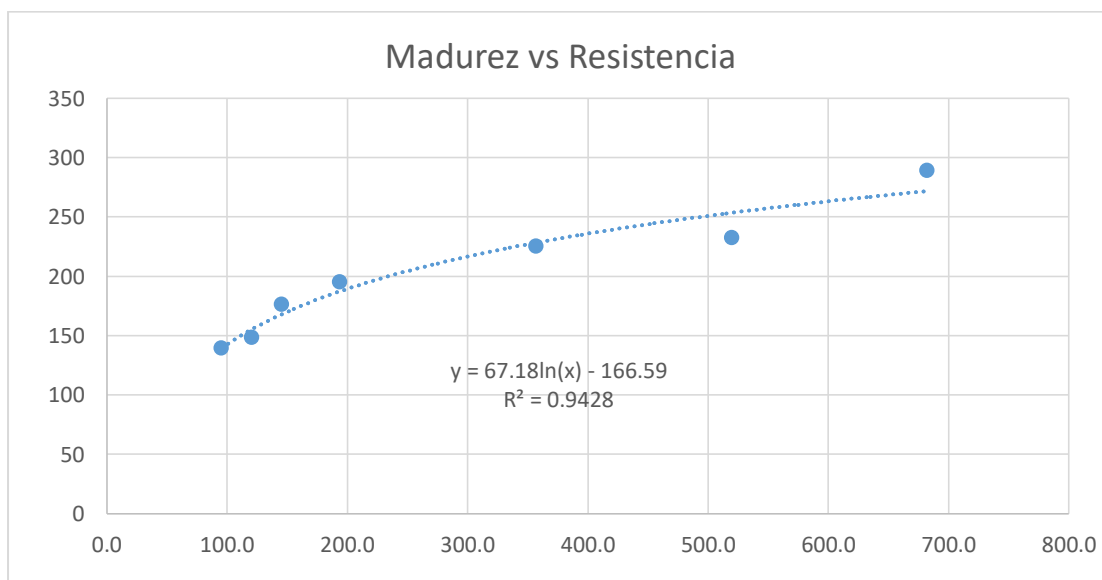
Fuente: Elaboración propia

Figura 27  
Evolución de temperatura del concreto



Fuente: Elaboración propia

Figura 28  
Madurez vs resistencia



Fuente: Elaboración propia

## 5.2.- Contrastación de hipótesis

1.- Formulación de la hipótesis nula

H0: Las varianzas poblacionales de la resistencia al concreto según grupos son iguales.

$$H0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$$

H1: No todas las varianzas poblacionales de la resistencia al concreto según grupos son

2.- Nivel de significancia = 5% = 0.05

3.- Elección de la prueba estadística: La prueba ANOVA o análisis de varianza es un método estadístico que permite descubrir si el resultado de la prueba es significativo, es decir, permite determinar si es necesario rechazar la hipótesis nula o aceptar la hipótesis alternativa.

4.- Regla de decisión

Tabla 7  
Anova

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	62982903.1	34	1852438.33	142202.425	0	1.431851442
Dentro de los grupos	65198.9856	5005	13.0267704			
Total	63048102.1	5039				

Fuente: Propia

5.- Toma de decisiones

Como el  $p < 0.05$  entonces rechazamos la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis del investigador, es decir se acepta que hay diferencias en las medias poblacionales de la madurez. Lo que se puede destacar es que existen diferencias significativas estadísticamente.

## **CAPITULO VI**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **Diseño de mezclas**

El siguiente diseño de mezcla servirá como guía para la comprobación de las pruebas de Madurez en el equipo electrónico elaborado especialmente para este motivo.

Los conceptos de diseño de mezclas no son parte de esta investigación sin embargo haremos una breve remembranza de los conceptos principales para elaborar un diseño de mezclas de concreto

Los conceptos más importantes son los siguientes:

Materiales

Dosificación

Resultados de desempeño

Desarrollaremos estos conceptos a continuación:

#### **Materiales**

Los materiales parten de una base que es exigible para poder considerarse concreto dentro de estos está el cemento, agua y agregado, sin embargo, adicional a estos

materiales existen las adiciones los aditivos y las fibras, además de algunos otros materiales singulares que a veces se acopla a la composición del concreto; muy al contrario, es el aire, que a pesar que no está considerado como un material exigible si está presente físicamente e internamente dentro del concreto, la cantidad de aire en el concreto se mide en volumen es decir en metros cúbicos pero debido a que su cantidad es muy pequeña se expresa en porcentaje de volumen del total.

**Cemento.** - es un material aglomerante muy fino con material pasante de la malla N° 600 que en contacto con el agua sufre una reacción química llamada hidratación cuyos resultados son complejos compuestos químicos que se dividen en etringita, hidróxidos de calcio y silicatos de calcio hidratados, el primer y segundo componente son cristales expansivos solubles al agua que pueden ser parte de un proceso de lixiviación es decir se caracteriza por ser inestables dentro del concreto, y el tercer componente se trata de componente muy estables cuyo enlace químico solo puede ser quebrado por sustancias químicas específicas, gracias a estos compuestos estables el concreto tiene características de resistencia. La fabricación de los tipos de cementos está guiada por normas internacionales y normas nacionales, en la presente investigación haremos uso del cemento tipo I, el mismo que esta descrito en la norma ASTM C 150.

**Agua.** - Este material es el catalizador del cemento, sus características químicas producen la hidratación del cemento, es importante saber el volumen del agua es el que propone la calidad del desempeño de las prestaciones mecánicas del concreto, a pesar que su presencia en el concreto es importante, su exceso de

volumen produce decrecimiento fuertes en la resistencia del concreto, es decir el abuso del concreto debilita los enlaces químicos de los silicatos además produce exceso de aire y de porosidad. El agua usada en la elaboración de concreto debe de cumplir con la norma técnica peruana N.T.P. 399.088.

**Agregados.** - los materiales que están considerados como boyantes y son importantes en la medida que cumpla con los requisitos de la norma técnica peruana N.T.P. 400.037, la misma que establece rangos de seguridad a nivel físico como también a nivel químico. Los agregados están clasificados en agregados grueso y agregados finos, la diferencia entre ambos es su composición de tamaño físico del grano, a esta medición se le llama análisis granulométrico y se le hace tanto al agregado grueso como al agregado fino.

**Aditivos.** – Son productos químicos hechos especialmente para modificar una propiedad del concreto que generalmente es la fluidez y trabajabilidad, sin embargo, también el mantenimiento de la trabajabilidad es también uno de las propiedades que es modificada por los aditivos. En general estos productos llegan a ser muy necesarios bajo circunstancias únicas en el proceso constructivo. Hay muchos efectos secundarios por el abuso de uso de la cantidad de aditivo dentro del concreto, uno de estos efectos secundarios es la segregación, exudación, retardo de fragua, etc., esta de demás decir que su dosificación depende de muchas pruebas de laboratorio.

**Adiciones.** - Son materiales generalmente en polvos muy finos cuyo tamaño son de menor diámetro que el cemento, y se dividen en adiciones inertes y

adiciones reactivas; las adiciones inertes no tienen reacción química con los componentes del cemento, en cambio las adiciones reactivas son adiciones que tienen la posibilidad de convertirse en materiales cementantes, al extremo de que en algunos casos considerarse como parte del peso del cemento.

### **Dosificación del diseño de mezcla del concreto**

La dosificación del diseño de mezcla se hace siguiendo las recomendaciones de cálculo según el código del instituto americano del concreto ACI 211, además reforzado por las normas técnicas peruanas correspondientes para la clasificación de las características de los materiales que se utilizara en el concreto.

### **Cálculo de los materiales para el diseño de mezclas:**

Peso específico del agregado fino : 2650 kg/m<sup>3</sup>

Peso específico del agregado grueso : 2567 kg/m<sup>3</sup>

Peso específico del cemento : 3150 kg/m<sup>3</sup>

Peso arena : 0.55 x (peso arena + peso piedra)

Peso piedra : 0.45 x (peso arena + peso piedra)

Para asentamiento de 4 a 6 pulgadas se necesita 200 litros de agua

El cálculo del cemento es de la siguiente forma:

$$\frac{\text{agua}}{\text{cemento}} = 0.60 = \frac{200}{\text{cemento}}$$

$$\text{cemento} = \frac{200}{0.60}$$

$$\text{cemento} = 330$$

El porcentaje de aire 1.5% del volumen total del concreto es decir 0.015 m<sup>3</sup> de aire.

Aditivo. No se va considerar aditivo para este concreto.

Arena y piedra

### Formula N° 1

$$1 - \left( \frac{\text{agua}}{1000} + \frac{\text{cemento}}{3150} + 0.015 \right) = \frac{\text{peso arena}}{2650} + \frac{\text{peso piedra}}{2567}$$

$$1 - \left( \frac{200}{1000} + \frac{330}{3150} + 0.015 \right) = \frac{\text{peso arena}}{2650} + \frac{\text{peso piedra}}{2567}$$

$$0.680 = \frac{\text{peso arena}}{2650} + \frac{\text{peso piedra}}{2567}$$

### Formula N° 2

$$\text{peso piedra} = \frac{0.45(\text{peso arena})}{0.55}$$

$$0.680 = \frac{\text{peso arena}}{2650} + \frac{0.45(\text{peso arena})}{2567(0.55)}$$

### Formula N° 1 y 2

$$0.680 = \frac{\text{peso arena}(1411 + 1192)}{2650(2567)(0.55)}$$

$$0.680 = \frac{\text{peso arena}(2603)}{2650(2567)(0.55)}$$

$$\frac{0.680(2650)(2567)(0.55)}{(2603)} = \text{peso de arena}$$

$$977 = \text{peso de arena}$$

### Reemplazando la fórmula 2

$$\text{peso piedra} = \frac{0.45(\text{peso arena})}{0.55}$$



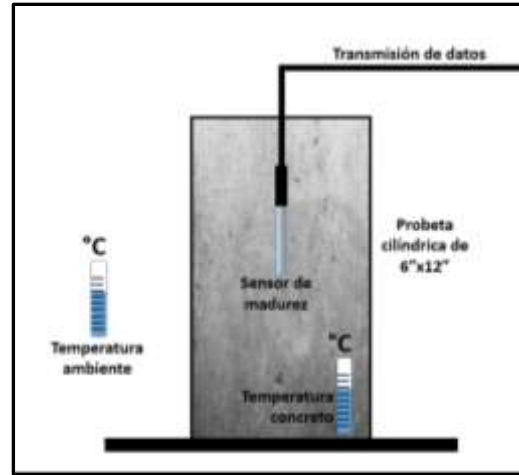
800 = peso de piedra

### Dosificación de los Materiales en estado seco

- (1). - Cemento andino tipo I                      330 kg
- (2). - Agua    200 kg
- (3). - Peso de la arena                              977 kg
- (4). - Peso de la piedra                            800 kg
- (5). - Aire (%)                                        1.5%

CERTIFICADO DE CALIDAD CONCRETO										Fecha: 01/10/2020			
ENSAYO A COMPRESION SIMPLE										Revisión: 01			
NORMA ASTM C - 39										Pagina: 1 de 1			
OBRA :		Calle Ayacucho								FECHA :		01/10/2020	
MATERIAL:		Concreto f'c: 210 kg/cm2											
UBICACIÓN:													
Nº	Procedencia	F <sub>c</sub> (Mpa)	Código	Fecha		Edad (horas)	Diam. (cm)	Área cm <sup>2</sup>	Carga (Kgf)	Resist. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )		
				Vaciado	Rotura								
1		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	06/10/2020	3 días	15.05	177.90	25439	143	139		
2		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	06/10/2020		15.11	179.32	24208	135			
3		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	07/10/2020	4 días	15.09	178.84	26290	147	148		
4		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	07/10/2020		15.04	177.66	26471	149			
5		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	08/10/2020	5 días	15.07	178.37	30858	173	176		
6		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	08/10/2020		15.13	179.79	32183	179			
7		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	10/10/2020	7 días	15.02	177.19	35083	198	195		
8		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	10/10/2020		15.12	179.55	34474	192			
9		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	17/10/2020	14 días	15.01	176.95	40168	227	225		
10		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	17/10/2020		15.12	179.55	40040	223			
11		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	24/10/2020	21 días	15.18	180.98	41445	229	232		
12		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	24/10/2020		15.13	179.79	42071	234			
13		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	31/10/2020	28 días	15.13	179.79	51420	286	289		
14		21	(A/C:0.60)	03/10/2020	31/10/2020		15.10	179.08	52291	292			





Registro de censado de temperatura por 28 días con el equipo armado para medir la madurez del concreto:

Día	hora	sensor 1	sensor 2	t(tiempo)	Prom. T°C	T°C-T°C	Δ(T°C)	t(tiempo x T°C)
10	10:00 a.m.	24.38	24.38	0.17	24.38	24.38	0.1693	3.6394
	10:00 p.m.	24.45	24.45	0.17	24.45	24.45	0.1703	3.8907
	10:20 a.m.	24.53	24.53	0.18	24.53	24.53	0.1703	3.0504
	10:30 a.m.	24.6	24.6	0.19	24.6	24.6	0.1708	0.6803
	10:40 a.m.	24.6	24.6	0.20	24.6	24.6	0.1708	0.8511
	10:50 a.m.	24.69	24.69	0.20	24.69	24.69	0.1715	1.0226
	11:00 a.m.	24.76	24.76	0.21	24.76	24.76	0.1719	1.1945
	11:10 a.m.	24.83	24.83	0.22	24.83	24.83	0.1724	1.3669
	11:20 a.m.	24.83	24.83	0.23	24.83	24.83	0.1724	1.5394
	11:30 a.m.	24.91	24.91	0.23	24.91	24.91	0.1730	1.7118
11:40 a.m.	24.91	24.91	0.24	24.91	24.91	0.1730	1.8843	
11:50 a.m.	24.99	24.99	0.24	24.99	24.99	0.1735	2.0568	
12:00 p.m.	25.06	25.06	0.25	25.06	25.06	0.1740	2.2292	
12:10 p.m.	25.14	25.14	0.25	25.14	25.14	0.1746	2.4017	
12:20 p.m.	25.14	25.14	0.26	25.14	25.14	0.1746	2.5742	
12:30 p.m.	25.21	25.21	0.26	25.21	25.21	0.1751	2.7467	
12:40 p.m.	25.21	25.21	0.27	25.21	25.21	0.1751	2.9192	
12:50 p.m.	25.21	25.21	0.28	25.21	25.21	0.1751	3.0917	
01:00 p.m.	25.3	25.3	0.29	25.3	25.3	0.1757	3.2642	
01:10 p.m.	25.37	25.37	0.30	25.37	25.37	0.1762	3.4367	
01:20 p.m.	25.44	25.44	0.31	25.44	25.44	0.1767	3.6092	
01:30 p.m.	25.52	25.52	0.31	25.52	25.52	0.1773	3.7817	
01:40 p.m.	25.6	25.6	0.32	25.6	25.6	0.1778	3.9542	
01:50 p.m.	25.68	25.68	0.33	25.68	25.68	0.1783	4.1267	
02:00 p.m.	25.82	25.82	0.33	25.82	25.82	0.1791	4.2992	
02:10 p.m.	25.91	25.91	0.34	25.91	25.91	0.1799	4.4717	
02:20 p.m.	25.98	25.98	0.35	25.98	25.98	0.1804	4.6442	
02:30 p.m.	26.13	26.13	0.35	26.13	26.13	0.1811	4.8167	
02:40 p.m.	26.22	26.22	0.36	26.22	26.22	0.1821	5.0002	
02:50 p.m.	26.36	26.36	0.37	26.36	26.36	0.1831	5.1837	
03:00 p.m.	26.52	26.52	0.38	26.52	26.52	0.1842	5.3672	
03:10 p.m.	26.67	26.67	0.38	26.67	26.67	0.1851	5.5507	
03:20 p.m.	26.83	26.83	0.39	26.83	26.83	0.1863	5.7342	
03:30 p.m.	26.98	26.98	0.40	26.98	26.98	0.1874	5.9177	
03:40 p.m.	27.14	27.14	0.41	27.14	27.14	0.1885	6.1012	
03:50 p.m.	27.28	27.28	0.41	27.28	27.28	0.1896	6.2847	
04:00 p.m.	27.44	27.44	0.42	27.44	27.44	0.1906	6.4682	
04:10 p.m.	27.67	27.67	0.42	27.67	27.67	0.1922	6.6517	
04:20 p.m.	27.83	27.83	0.43	27.83	27.83	0.1933	6.8352	
04:30 p.m.	28.06	28.06	0.44	28.06	28.06	0.1950	7.0187	
04:40 p.m.	28.28	28.28	0.44	28.28	28.28	0.1964	7.2022	
04:50 p.m.	28.44	28.44	0.45	28.44	28.44	0.1975	7.3857	
05:00 p.m.	28.75	28.75	0.46	28.75	28.75	0.1997	7.5692	
05:10 p.m.	28.98	28.98	0.47	28.98	28.98	0.2013	7.7527	
05:20 p.m.	29.21	29.21	0.47	29.21	29.21	0.2028	7.9362	
05:30 p.m.	29.44	29.44	0.48	29.44	29.44	0.2044	8.1197	
05:40 p.m.	29.75	29.75	0.49	29.75	29.75	0.2066	8.3032	
05:50 p.m.	29.98	29.98	0.49	29.98	29.98	0.2082	8.4867	
06:00 p.m.	30.29	30.29	0.50	30.29	30.29	0.2103	8.6702	
06:10 p.m.	30.33	30.33	0.51	30.33	30.33	0.2120	8.8537	
06:20 p.m.	30.83	30.83	0.51	30.83	30.83	0.2141	9.0372	
06:30 p.m.	31.14	31.14	0.52	31.14	31.14	0.2163	9.2207	
06:40 p.m.	31.37	31.37	0.53	31.37	31.37	0.2178	9.4042	
06:50 p.m.	31.76	31.76	0.53	31.76	31.76	0.2206	9.5877	
07:00 p.m.	32.07	32.07	0.54	32.07	32.07	0.2230	9.7712	
07:10 p.m.	32.38	32.38	0.55	32.38	32.38	0.2249	9.9547	
07:20 p.m.	32.69	32.69	0.56	32.69	32.69	0.2270	10.1382	
07:30 p.m.	33.19	33.19	0.56	33.19	33.19	0.2292	10.3217	
07:40 p.m.	33.31	33.31	0.57	33.31	33.31	0.2313	11.1882	
07:50 p.m.	33.62	33.62	0.58	33.62	33.62	0.2336	11.4217	
08:00 p.m.	33.93	33.93	0.58	33.93	33.93	0.2356	11.6552	
08:10 p.m.	34.32	34.32	0.64	34.32	34.32	0.2489	12.0487	
08:20 p.m.	34.63	34.63	0.60	34.63	34.63	0.2405	12.1362	
08:30 p.m.	34.94	34.94	0.60	34.94	34.94	0.2422	12.3788	
08:40 p.m.	35.25	35.25	0.61	35.25	35.25	0.2448	12.6214	
08:50 p.m.	35.56	35.56	0.64	35.56	35.56	0.2469	12.8640	
09:00 p.m.	35.95	35.95	0.62	35.95	35.95	0.2487	13.2016	
09:10 p.m.	36.33	36.33	0.63	36.33	36.33	0.2523	13.3792	
09:20 p.m.	36.64	36.64	0.64	36.64	36.64	0.2544	13.6218	
09:30 p.m.	37.04	37.04	0.65	37.04	37.04	0.2577	13.8644	
09:40 p.m.	37.43	37.43	0.65	37.43	37.43	0.2599	14.1070	
09:50 p.m.	37.74	37.74	0.66	37.74	37.74	0.2621	14.3496	
10:00 p.m.	38.13	38.13	0.67	38.13	38.13	0.2648	14.5922	
10:10 p.m.	38.53	38.53	0.67	38.53	38.53	0.2676	14.8348	
10:20 p.m.	38.92	38.92	0.68	38.92	38.92	0.2703	15.0774	
10:30 p.m.	39.3	39.3	0.69	39.3	39.3	0.2729	15.3200	
10:40 p.m.	39.69	39.69	0.69	39.69	39.69	0.2756	15.5626	
10:50 p.m.	40.17	40.17	0.70	40.17	40.17	0.2790	15.8052	
11:00 p.m.	40.56	40.56	0.71	40.56	40.56	0.2817	16.0478	
11:10 p.m.	41.03	41.03	0.72	41.03	41.03	0.2849	16.2904	
11:20 p.m.	41.5	41.5	0.72	41.5	41.5	0.2883	16.5330	
11:30 p.m.	41.97	41.97	0.73	41.97	41.97	0.2915	16.7756	
11:40 p.m.	42.36	42.36	0.74	42.36	42.36	0.2942	17.0182	
11:50 p.m.	42.83	42.83	0.74	42.83	42.83	0.2974	17.2608	
12:00 a.m.	43.23	43.23	0.75	43.23	43.23	0.3000	17.5034	
12:10 a.m.	43.62	43.62	0.76	43.62	43.62	0.3029	17.7460	
12:20 a.m.	43.92	43.92	0.76	43.92	43.92	0.3051	18.0082	
12:30 a.m.	44.25	44.25	0.77	44.25	44.25	0.3071	18.2704	
12:40 a.m.	44.48	44.48	0.78	44.48	44.48	0.3089	18.5326	
12:50 a.m.	44.64	44.64	0.78	44.64	44.64	0.3100	18.6985	
01:00 a.m.	44.87	44.87	0.79	44.87	44.87	0.3116	18.9607	
01:10 a.m.	45.02	45.02	0.80	45.02	45.02	0.3122	19.1229	
01:20 a.m.	45.19	45.19	0.81	45.19	45.19	0.3138	20.5466	
01:30 a.m.	45.27	45.27	0.81	45.27	45.27	0.3144	20.8100	
01:40 a.m.	45.48	45.48	0.82	45.48	45.48	0.3155	21.1765	
01:50 a.m.	45.5	45.5	0.82	45.5	45.5	0.3166	21.4400	
02:00 a.m.	45.58	45.58	0.83	45.58	45.58	0.3165	21.8065	
02:10 a.m.	45.58	45.58	0.84	45.58	45.58	0.3165	22.1730	
02:20 a.m.	45.66	45.66	0.86	45.66	45.66	0.3171	22.5395	
02:30 a.m.	45.66	45.66	0.86	45.66	45.66	0.3171	22.9060	
02:40 a.m.	45.66	45.66	0.86	45.66	45.66	0.3171	23.2725	
02:50 a.m.	45.66	45.66	0.87	45.66	45.66	0.3171	23.6390	
03:00 a.m.	45.68	45.68	0.87	45.68	45.68	0.3165	23.7035	
03:10 a.m.	45.68	45.68	0.87	45.68	45.68	0.3165	24.0700	
03:20 a.m.	45.5	45.5	0.89	45.5	45.5	0.3160	24.2485	
03:30 a.m.	45.43	45.43	0.90	45.43	45.43	0.3155	24.6150	
03:40 a.m.	45.34	45.34	0.90	45.34	45.34	0.3149	24.9815	
03:50 a.m.	45.27	45.27	0.91	45.27	45.27	0.3144	25.3480	
04:00 a.m.	45.19	45.19	0.92	45.19	45.19	0.3138	25.6504	
04:10 a.m.	45.11	45.11	0.92	45.11	45.11	0.3133	25.9147	
04:20 a.m.	44.95	44.95	0.93	44.95	44.95	0.3127	26.2269	
04:30 a.m.	44.87	44.87	0.94	44.87	44.87	0.3116	26.5384	
04:40 a.m.	44.71	44.71	0.94	44.71	44.71	0.3105	26.8499	
04:50 a.m.	44.64	44.64	0.95	44.64	44.64	0.3100	27.1589	
05:00 a.m.	44.48	44.48	0.96	44.48	44.48	0.3089	27.4679	
05:10 a.m.	44.4	44.4	0.97	44.4	44.4	0.3083	27.7769	
05:20 a.m.	44.25	44.25	0.97	44.25	44.25	0.3073	28.0854	
05:30 a.m.	44.08	44.08	0.98	44.08	44.08	0.3063	28.3939	
05:40 a.m.	43.93	43.93	0.99	43.93	43.93	0.3051	28.6966	
05:50 a.m.	43.77	43.77	0.99	43.77	43.77	0.3040	28.9988	
06:00 a.m.	43.62	43.62	1.00	43.62	43.62	0.3029	29.3015	
06:10 a.m.	43.45	43.45	1.01	43.45	43.45	0.3017	29.6042	
06:20 a.m.	43.3	43.3	1.01	43.3	43.3	0.3007	29.9069	
06:30 a.m.	43.23	43.23	1.02	43.23	43.23	0.3003	30.2091	
06:40 a.m.	42.99	42.99	1.03	42.99	42.99	0.2985	30.5026	
06:50 a.m.	42.83	42.83	1.03	42.83	42.83	0.2974	30.8001	
07:00 a.m.	42.68	42.68	1.04	42.68	42.68	0.2964	31.0965	
07:10 a.m.	42.51	42.51	1.05	42.51	42.51	0.2952	31.3917	
07:20 a.m.	42.36	42.36	1.06	42.36	42.36	0.2942	31.6859	
07:30 a.m.	42.2	42.2	1.06	42.2	42.2	0.2931	31.9799	
07:40 a.m.	42.05	42.05	1.07	42.05	42.05	0.2920	32.2739	
07:50 a.m.	41.88	41.88	1.08	41.88	41.88	0.2908	32.5677	
08:00 a.m.	41.73	41.73	1.08	41.73	41.73	0.2898	32.8581	
08:10 a.m.	41.57	41.57	1.09	41.57	41.57	0.2887	33.1482	
08:20 a.m.	41.35	41.35	1.10	41.35	41.35	0.2874	33.4424	
08:30 a.m.	41.18	41.18	1.10	41.18	41.18	0.2863	33.7313	
08:40 a.m.	41.03	41.03	1.11	41.03	41.03	0.2853	34.0198	
08:50 a.m.	40.87	40.87	1.12	40.87	40.87	0.2838	34.2821	
09:00 a.m.	40.72	40.72	1.13	40.72	40.72	0.2828	34.5649	
09:10 a.m.	40.56	40.56	1.13	40.56	40.56	0.2817	34.8465	
09:20 a.m.	40.41	40.41	1.1					

día 3

Día	hora	Sensor 1	Sensor 2	Z(tiempo)	Prom. T <sub>c</sub>	T <sub>c</sub> (T <sub>c</sub> T <sub>c</sub> )	ΔT(T <sub>c</sub> )	Z(tiempo x T <sub>c</sub> )
	10:00 a.m.	28,28	2,17	28,28	14,28	0,1999		68,4190
	10:10 a.m.	28,21	2,17	28,21	14,21	0,1999		68,4149
	10:20 a.m.	28,21	2,18	28,21	14,21	0,1999		68,4108
	10:30 a.m.	28,13	2,19	28,13	14,13	0,1993		69,0065
	10:40 a.m.	28,13	2,19	28,13	14,13	0,1993		69,0025
	10:50 a.m.	28,13	2,20	28,13	14,13	0,1993		69,0086
	11:00 a.m.	28,13	2,21	28,13	14,13	0,1993		69,0147
	11:10 a.m.	28,06	2,22	28,06	14,06	0,1949		69,7920
	11:20 a.m.	28,06	2,22	28,06	14,06	0,1949		69,7981
	11:30 a.m.	27,92	2,23	27,92	13,92	0,1959		70,1758
	11:40 a.m.	27,97	2,24	27,97	13,97	0,1942		70,3700
	11:50 a.m.	27,97	2,24	27,97	13,97	0,1942		70,3761
	12:00 p.m.	27,9	2,25	27,9	13,9	0,1998		70,7580
	12:10 p.m.	27,9	2,25	27,9	13,9	0,1998		70,9522
	12:20 p.m.	27,83	2,26	27,83	13,83	0,1993		71,1465
	12:30 p.m.	27,83	2,27	27,83	13,83	0,1993		71,1526
	12:40 p.m.	27,83	2,28	27,83	13,83	0,1993		71,1587
	12:50 p.m.	27,83	2,28	27,83	13,83	0,1993		71,1648
	01:00 p.m.	27,75	2,29	27,75	13,75	0,1997		71,9175
	01:10 p.m.	27,75	2,30	27,75	13,75	0,1997		72,1117
	01:20 p.m.	27,67	2,31	27,67	13,67	0,1992		72,3059
	01:30 p.m.	27,67	2,31	27,67	13,67	0,1992		72,3120
	01:40 p.m.	27,59	2,32	27,59	13,59	0,1916		72,6861
	01:50 p.m.	27,59	2,33	27,59	13,59	0,1916		72,6922
	02:00 p.m.	27,59	2,33	27,59	13,59	0,1916		72,6983
	02:10 p.m.	27,52	2,34	27,52	13,52	0,1911		73,2604
	02:20 p.m.	27,52	2,35	27,52	13,52	0,1911		73,4546
	02:30 p.m.	27,52	2,36	27,52	13,52	0,1911		73,6488
	02:40 p.m.	27,52	2,37	27,52	13,52	0,1911		73,8429
	02:50 p.m.	27,44	2,37	27,44	13,44	0,1906		74,0371
	03:00 p.m.	27,44	2,38	27,44	13,44	0,1906		74,2312
	03:10 p.m.	27,44	2,38	27,44	13,44	0,1906		74,4254
	03:20 p.m.	27,36	2,39	27,36	13,36	0,1900		74,6196
	03:30 p.m.	27,36	2,40	27,36	13,36	0,1900		74,8137
	03:40 p.m.	27,36	2,40	27,36	13,36	0,1900		74,8198
	03:50 p.m.	27,28	2,41	27,28	13,28	0,1894		75,1699
	04:00 p.m.	27,28	2,42	27,28	13,28	0,1894		75,3641
	04:10 p.m.	27,28	2,42	27,28	13,28	0,1894		75,5582
	04:20 p.m.	27,21	2,43	27,21	13,21	0,1890		75,7524
	04:30 p.m.	27,21	2,44	27,21	13,21	0,1890		75,9465
	04:40 p.m.	27,21	2,44	27,21	13,21	0,1890		76,1407
	04:50 p.m.	27,14	2,45	27,14	13,14	0,1885		76,3348
	05:00 p.m.	27,14	2,46	27,14	13,14	0,1885		76,5290
	05:10 p.m.	27,14	2,47	27,14	13,14	0,1885		76,7231
	05:20 p.m.	27,14	2,47	27,14	13,14	0,1885		76,9173
	05:30 p.m.	27,06	2,48	27,06	13,06	0,1878		77,0624
	05:40 p.m.	27,06	2,49	27,06	13,06	0,1878		77,2565
	05:50 p.m.	27,06	2,49	27,06	13,06	0,1878		77,4507
	06:00 p.m.	27,06	2,50	27,06	13,06	0,1878		77,6448
	06:10 p.m.	26,98	2,51	26,98	12,98	0,1874		77,8390
	06:20 p.m.	26,98	2,51	26,98	12,98	0,1874		78,0331
	06:30 p.m.	26,98	2,52	26,98	12,98	0,1874		78,2273
	06:40 p.m.	26,98	2,53	26,98	12,98	0,1874		78,4214
	06:50 p.m.	26,98	2,53	26,98	12,98	0,1874		78,6156
	07:00 p.m.	26,9	2,54	26,9	12,9	0,1888		78,8097
	07:10 p.m.	26,9	2,55	26,9	12,9	0,1888		79,0039
	07:20 p.m.	26,9	2,56	26,9	12,9	0,1888		79,1980
	07:30 p.m.	26,9	2,56	26,9	12,9	0,1888		79,3922
	07:40 p.m.	26,9	2,57	26,9	12,9	0,1888		79,5863
	07:50 p.m.	26,83	2,58	26,83	12,83	0,1883		79,7805
	08:00 p.m.	26,83	2,58	26,83	12,83	0,1883		79,9746
	08:10 p.m.	26,83	2,59	26,83	12,83	0,1883		80,1688
	08:20 p.m.	26,83	2,60	26,83	12,83	0,1883		80,3629
	08:30 p.m.	26,83	2,60	26,83	12,83	0,1883		80,5571
	08:40 p.m.	26,74	2,61	26,74	12,74	0,1887		80,7512
	08:50 p.m.	26,74	2,62	26,74	12,74	0,1887		80,9454
	09:00 p.m.	26,74	2,63	26,74	12,74	0,1887		81,1395
	09:10 p.m.	26,74	2,63	26,74	12,74	0,1887		81,3337
	09:20 p.m.	26,74	2,64	26,74	12,74	0,1887		81,5278
	09:30 p.m.	26,74	2,65	26,74	12,74	0,1887		81,7220
	09:40 p.m.	26,67	2,66	26,67	12,67	0,1882		81,9161
	09:50 p.m.	26,67	2,66	26,67	12,67	0,1882		82,1103
	10:00 p.m.	26,67	2,67	26,67	12,67	0,1882		82,3044
	10:10 p.m.	26,67	2,67	26,67	12,67	0,1882		82,4985
	10:20 p.m.	26,67	2,68	26,67	12,67	0,1882		82,6927
	10:30 p.m.	26,67	2,69	26,67	12,67	0,1882		82,8868
	10:40 p.m.	26,6	2,69	26,6	12,6	0,1847		83,0810
	10:50 p.m.	26,6	2,70	26,6	12,6	0,1847		83,2751
	11:00 p.m.	26,6	2,71	26,6	12,6	0,1847		83,4693
	11:10 p.m.	26,6	2,72	26,6	12,6	0,1847		83,6634
	11:20 p.m.	26,6	2,72	26,6	12,6	0,1847		83,8576
	11:30 p.m.	26,52	2,73	26,52	12,52	0,1842		84,0517
	11:40 p.m.	26,52	2,74	26,52	12,52	0,1842		84,2459
	11:50 p.m.	26,52	2,74	26,52	12,52	0,1842		84,4400
	12:00 a.m.	26,52	2,75	26,52	12,52	0,1842		84,6342
	12:10 a.m.	26,52	2,76	26,52	12,52	0,1842		84,8283
	12:20 a.m.	26,52	2,76	26,52	12,52	0,1842		85,0225
	12:30 a.m.	26,52	2,77	26,52	12,52	0,1842		85,2166
	12:40 a.m.	26,44	2,78	26,44	12,44	0,1836		85,4108
	12:50 a.m.	26,44	2,78	26,44	12,44	0,1836		85,6049
	01:00 a.m.	26,4	2,79	26,4	12,4	0,1831		85,7990
	01:10 a.m.	26,44	2,80	26,44	12,44	0,1836		85,9932
	01:20 a.m.	26,44	2,81	26,44	12,44	0,1836		86,1873
	01:30 a.m.	26,44	2,81	26,44	12,44	0,1836		86,3815
	01:40 a.m.	26,44	2,82	26,44	12,44	0,1836		86,5756
	01:50 a.m.	26,36	2,83	26,36	12,36	0,1831		86,7698
	02:00 a.m.	26,36	2,83	26,36	12,36	0,1831		86,9639
	02:10 a.m.	26,36	2,84	26,36	12,36	0,1831		87,1581
	02:20 a.m.	26,36	2,85	26,36	12,36	0,1831		87,3522
	02:30 a.m.	26,36	2,86	26,36	12,36	0,1831		87,5464
	02:40 a.m.	26,36	2,86	26,36	12,36	0,1831		87,7405
	02:50 a.m.	26,36	2,87	26,36	12,36	0,1831		87,9347
	03:00 a.m.	26,29	2,88	26,29	12,29	0,1826		88,1288
	03:10 a.m.	26,29	2,88	26,29	12,29	0,1826		88,3230
	03:20 a.m.	26,29	2,89	26,29	12,29	0,1826		88,5171
	03:30 a.m.	26,29	2,90	26,29	12,29	0,1826		88,7113
	03:40 a.m.	26,29	2,90	26,29	12,29	0,1826		88,9054
	03:50 a.m.	26,29	2,91	26,29	12,29	0,1826		89,1000
	04:00 a.m.	26,29	2,92	26,29	12,29	0,1826		89,2941
	04:10 a.m.	26,29	2,92	26,29	12,29	0,1826		89,4882
	04:20 a.m.	26,29	2,93	26,29	12,29	0,1826		89,6824
	04:30 a.m.	26,29	2,94	26,29	12,29	0,1826		89,8765
	04:40 a.m.	26,22	2,94	26,22	12,22	0,1821		90,0706
	04:50 a.m.	26,22	2,95	26,22	12,22	0,1821		90,2648
	05:00 a.m.	26,22	2,96	26,22	12,22	0,1821		90,4589
	05:10 a.m.	26,22	2,97	26,22	12,22	0,1821		90,6531
	05:20 a.m.	26,22	2,99	26,22	12,22	0,1821		90,8472
	05:30 a.m.	26,22	2,99	26,22	12,22	0,1821		91,0414
	05:40 a.m.	26,22	3,00	26,22	12,22	0,1821		91,2355
	05:50 a.m.	26,22	3,01	26,22	12,22	0,1821		91,4297
	06:00 a.m.	26,13	3,01	26,13	12,13	0,1815		91,6238
	06:10 a.m.	26,13	3,01	26,13	12,13	0,1815		91,8180
	06:20 a.m.	26,13	3,02	26,13	12,13	0,1815		92,0121
	06:30 a.m.	26,13	3,03	26,13	12,13	0,1815		92,2063
	06:40 a.m.	26,13	3,03	26,13	12,13	0,1815		92,4004
	06:50 a.m.	26,13	3,04	26,13	12,13	0,1815		92,5946
	07:00 a.m.	26,13	3,05	26,13	12,13	0,1815		92,7887
	07:10 a.m.	26,06	3,06	26,06	12,06	0,1810		92,9829
	07:20 a.m.	26,06	3,06	26,06	12,06	0,1810		93,1770
	07:30 a.m.	26,06	3,07	26,06	12,06	0,1810		93,3712
	07:40 a.m.	26,06	3,07	26,06	12,06	0,1810		93,5653
	07:50 a.m.	26,06	3,08	26,06	12,06	0,1810		93,7595
	08:00 a.m.	26,06	3,09	26,06	12,06	0,1810		93,9536
	08:10 a.m.	26,06	3,09	26,06	12,06	0,1810		94,1478
	08:20 a.m.	26,06	3,10	26,06	12,06	0,1810		94,3419
	08:30 a.m.	25,98	3,10	25,98	12,08	0,1804		94,5361
	08:40 a.m.	25,98	3,11	25,98	12,08	0,1804		94,7302
	08:50 a.m.	25,98	3,12	25,98	12,08	0,1804		94,9244
	09:00 a.m.	25,98	3,13	25,98	12,08	0,1804		95,1185
	09:10 a.m.	25,98	3,13	25,98	12,08	0,1804		95,3127
	09:20 a.m.	25,98	3,14	25,98	12			

Table with columns: Dia, hora, Sensor 1, Sensor 2, H(hiempo), Prom. T°C, T°C-T°C, ΔT(°C), H(hiempo x T°C). Contains 48 rows of hourly data for 'día 5'.

Table with columns: Dia, hora, Sensor 1, Sensor 2, H(hiempo), Prom. T°C, T°C-T°C, ΔT(°C), H(hiempo x T°C). Contains 48 rows of hourly data for 'día 6'.

Dia		hora	Sensor_1	Sensor_2	H(horario)	Prom. T°C	T°Cn-T°Ci	ΔT(°C)	H(Ahorro x T°C)
Día 7	10:00 a.m.	23.99	23.99	6.17	23.99	23.99	0.0066	170.0786	
	10:05 a.m.	23.99	23.99	6.17	23.99	23.99	0.0066	170.2452	
	10:20 a.m.	23.92	23.92	6.18	23.92	23.92	0.0061	170.4093	
	10:30 a.m.	23.92	23.92	6.19	23.92	23.92	0.0061	170.5754	
	10:40 a.m.	23.92	23.92	6.19	23.92	23.92	0.0061	170.7415	
	10:50 a.m.	23.84	23.84	6.20	23.84	23.84	0.0056	170.9070	
	11:00 a.m.	23.84	23.84	6.21	23.84	23.84	0.0056	171.0726	
	11:10 a.m.	23.84	23.84	6.22	23.84	23.84	0.0056	171.2382	
	11:20 a.m.	23.84	23.84	6.23	23.84	23.84	0.0056	171.4037	
	11:30 a.m.	23.84	23.84	6.23	23.84	23.84	0.0056	171.5693	
	11:40 a.m.	23.92	23.92	6.24	23.92	23.92	0.0061	171.7354	
	11:50 a.m.	23.92	23.92	6.24	23.92	23.92	0.0061	171.9015	
	12:00 p.m.	23.92	23.92	6.25	23.92	23.92	0.0061	172.0676	
	12:10 p.m.	23.92	23.92	6.26	23.92	23.92	0.0061	172.2337	
	12:20 p.m.	23.92	23.92	6.26	23.92	23.92	0.0061	172.3998	
	12:30 p.m.	23.92	23.92	6.27	23.92	23.92	0.0061	172.5659	
	12:40 p.m.	23.92	23.92	6.29	23.92	23.92	0.0061	172.7320	
	12:50 p.m.	23.92	23.92	6.28	23.92	23.92	0.0061	172.8982	
	01:00 p.m.	23.92	23.92	6.29	23.92	23.92	0.0061	173.0643	
	01:10 p.m.	23.92	23.92	6.30	23.92	23.92	0.0061	173.2304	
	01:20 p.m.	23.92	23.92	6.31	23.92	23.92	0.0061	173.3965	
	01:30 p.m.	23.92	23.92	6.31	23.92	23.92	0.0061	173.5626	
	01:40 p.m.	23.92	23.92	6.32	23.92	23.92	0.0061	173.7287	
	01:50 p.m.	23.92	23.92	6.33	23.92	23.92	0.0061	173.8948	
02:00 p.m.	23.92	23.92	6.33	23.92	23.92	0.0061	174.0609		
02:10 p.m.	23.92	23.92	6.34	23.92	23.92	0.0061	174.2270		
02:20 p.m.	23.92	23.92	6.35	23.92	23.92	0.0061	174.3932		
02:30 p.m.	23.92	23.92	6.35	23.92	23.92	0.0061	174.5593		
02:40 p.m.	23.84	23.84	6.36	23.84	23.84	0.0056	174.7254		
02:50 p.m.	23.84	23.84	6.37	23.84	23.84	0.0056	174.8914		
03:00 p.m.	23.84	23.84	6.38	23.84	23.84	0.0056	175.0575		
03:10 p.m.	23.84	23.84	6.38	23.84	23.84	0.0056	175.2236		
03:20 p.m.	23.84	23.84	6.39	23.84	23.84	0.0056	175.3897		
03:30 p.m.	23.84	23.84	6.40	23.84	23.84	0.0056	175.5558		
03:40 p.m.	23.84	23.84	6.40	23.84	23.84	0.0056	175.7219		
03:50 p.m.	23.84	23.84	6.41	23.84	23.84	0.0056	175.8880		
04:00 p.m.	23.84	23.84	6.42	23.84	23.84	0.0056	176.0541		
04:10 p.m.	23.84	23.84	6.42	23.84	23.84	0.0056	176.2202		
04:20 p.m.	23.84	23.84	6.43	23.84	23.84	0.0056	176.3863		
04:30 p.m.	23.84	23.84	6.44	23.84	23.84	0.0056	176.5524		
04:40 p.m.	23.77	23.77	6.44	23.77	23.77	0.0051	176.7185		
04:50 p.m.	23.84	23.84	6.45	23.84	23.84	0.0056	176.8846		
05:00 p.m.	23.77	23.77	6.46	23.77	23.77	0.0051	177.0507		
05:10 p.m.	23.77	23.77	6.47	23.77	23.77	0.0051	177.2168		
05:20 p.m.	23.77	23.77	6.47	23.77	23.77	0.0051	177.3829		
05:30 p.m.	23.77	23.77	6.48	23.77	23.77	0.0051	177.5490		
05:40 p.m.	23.77	23.77	6.49	23.77	23.77	0.0051	177.7151		
05:50 p.m.	23.77	23.77	6.49	23.77	23.77	0.0051	177.8812		
06:00 p.m.	23.68	23.68	6.50	23.68	23.68	0.0044	178.0473		
06:10 p.m.	23.68	23.68	6.51	23.68	23.68	0.0044	178.2134		
06:20 p.m.	23.68	23.68	6.51	23.68	23.68	0.0044	178.3795		
06:30 p.m.	23.61	23.61	6.52	23.61	23.61	0.0040	178.5456		
06:40 p.m.	23.61	23.61	6.53	23.61	23.61	0.0040	178.7117		
06:50 p.m.	23.61	23.61	6.54	23.61	23.61	0.0040	178.8778		
07:00 p.m.	23.54	23.54	6.54	23.54	23.54	0.0035	179.0439		
07:10 p.m.	23.54	23.54	6.55	23.54	23.54	0.0035	179.2100		
07:20 p.m.	23.54	23.54	6.56	23.54	23.54	0.0035	179.3761		
07:30 p.m.	23.46	23.46	6.56	23.46	23.46	0.0029	179.5422		
07:40 p.m.	23.46	23.46	6.57	23.46	23.46	0.0029	179.7083		
07:50 p.m.	23.46	23.46	6.58	23.46	23.46	0.0029	179.8744		
08:00 p.m.	23.46	23.46	6.58	23.46	23.46	0.0029	179.9994		
08:10 p.m.	23.46	23.46	6.59	23.46	23.46	0.0029	180.1755		
08:20 p.m.	23.46	23.46	6.60	23.46	23.46	0.0029	180.3516		
08:30 p.m.	23.46	23.46	6.60	23.46	23.46	0.0029	180.5277		
08:40 p.m.	23.46	23.46	6.61	23.46	23.46	0.0029	180.6527		
08:50 p.m.	23.46	23.46	6.62	23.46	23.46	0.0029	180.8288		
09:00 p.m.	23.46	23.46	6.62	23.46	23.46	0.0029	180.9759		
09:10 p.m.	23.46	23.46	6.63	23.46	23.46	0.0029	181.1520		
09:20 p.m.	23.46	23.46	6.64	23.46	23.46	0.0029	181.3281		
09:30 p.m.	23.46	23.46	6.65	23.46	23.46	0.0029	181.4531		
09:40 p.m.	23.46	23.46	6.65	23.46	23.46	0.0029	181.6292		
09:50 p.m.	23.54	23.54	6.66	23.54	23.54	0.0035	181.7542		
10:00 p.m.	23.54	23.54	6.67	23.54	23.54	0.0035	181.9003		
10:10 p.m.	23.54	23.54	6.67	23.54	23.54	0.0035	182.0764		
10:20 p.m.	23.54	23.54	6.68	23.54	23.54	0.0035	182.2525		
10:30 p.m.	23.54	23.54	6.69	23.54	23.54	0.0035	182.4286		
10:40 p.m.	23.54	23.54	6.69	23.54	23.54	0.0035	182.6047		
10:50 p.m.	23.54	23.54	6.70	23.54	23.54	0.0035	182.7808		
11:00 p.m.	23.54	23.54	6.71	23.54	23.54	0.0035	182.9569		
11:10 p.m.	23.54	23.54	6.72	23.54	23.54	0.0035	183.1330		
11:20 p.m.	23.54	23.54	6.72	23.54	23.54	0.0035	183.3091		
11:30 p.m.	23.54	23.54	6.73	23.54	23.54	0.0035	183.4852		
11:40 p.m.	23.54	23.54	6.74	23.54	23.54	0.0035	183.6613		
11:50 p.m.	23.54	23.54	6.74	23.54	23.54	0.0035	183.8374		
12:00 a.m.	23.54	23.54	6.75	23.54	23.54	0.0035	184.0135		
12:10 a.m.	23.54	23.54	6.76	23.54	23.54	0.0035	184.1896		
12:20 a.m.	23.54	23.54	6.76	23.54	23.54	0.0035	184.3657		
12:30 a.m.	23.54	23.54	6.77	23.54	23.54	0.0035	184.5418		
12:40 a.m.	23.54	23.54	6.78	23.54	23.54	0.0035	184.7179		
12:50 a.m.	23.54	23.54	6.78	23.54	23.54	0.0035	184.8940		
01:00 a.m.	23.54	23.54	6.79	23.54	23.54	0.0035	185.0701		
01:10 a.m.	23.61	23.61	6.80	23.61	23.61	0.0040	185.2462		
01:20 a.m.	23.54	23.54	6.81	23.54	23.54	0.0035	185.4223		
01:30 a.m.	23.54	23.54	6.82	23.54	23.54	0.0035	185.5984		
01:40 a.m.	23.54	23.54	6.83	23.54	23.54	0.0035	185.7745		
01:50 a.m.	23.54	23.54	6.83	23.54	23.54	0.0035	185.9506		
02:00 a.m.	23.54	23.54	6.83	23.54	23.54	0.0035	186.1267		
02:10 a.m.	23.46	23.46	6.84	23.46	23.46	0.0029	186.3028		
02:20 a.m.	23.46	23.46	6.85	23.46	23.46	0.0029	186.4789		
02:30 a.m.	23.46	23.46	6.85	23.46	23.46	0.0029	186.6550		
02:40 a.m.	23.46	23.46	6.86	23.46	23.46	0.0029	186.8311		
02:50 a.m.	23.46	23.46	6.87	23.46	23.46	0.0029	187.0072		
03:00 a.m.	23.38	23.38	6.88	23.38	23.38	0.0024	187.1833		
03:10 a.m.	23.38	23.38	6.88	23.38	23.38	0.0024	187.3594		
03:20 a.m.	23.38	23.38	6.89	23.38	23.38	0.0024	187.5355		
03:30 a.m.	23.38	23.38	6.90	23.38	23.38	0.0024	187.7116		
03:40 a.m.	23.38	23.38	6.90	23.38	23.38	0.0024	187.8877		
03:50 a.m.	23.38	23.38	6.91	23.38	23.38	0.0024	188.0638		
04:00 a.m.	23.38	23.38	6.92	23.38	23.38	0.0024	188.2399		
04:10 a.m.	23.3	23.3	6.92	23.3	23.3	0.0018	188.4160		
04:20 a.m.	23.3	23.3	6.93	23.3	23.3	0.0018	188.5921		
04:30 a.m.	23.3	23.3	6.94	23.3	23.3	0.0018	188.7682		
04:40 a.m.	23.3	23.3	6.94	23.3	23.3	0.0018	188.9443		
04:50 a.m.	23.3	23.3	6.95	23.3	23.3	0.0018	189.1204		
05:00 a.m.	23.3	23.3	6.96	23.3	23.3	0.0018	189.2965		
05:10 a.m.	23.23	23.23	6.97	23.23	23.23	0.0013	189.4726		
05:20 a.m.	23.23	23.23	6.98	23.23	23.23	0.0013	189.6487		
05:30 a.m.	23.23	23.23	6.99	23.23	23.23	0.0013	189.8248		
05:40 a.m.	23.23	23.23	6.99	23.23	23.23	0.0013	189.9799		
05:50 a.m.	23.23	23.23	6.99	23.23	23.23	0.0013	190.1560		
06:00 a.m.	23.23	23.23	7.00	23.23	23.23	0.0013	190.3321		
06:10 a.m.	23.23	23.23	7.01	23.23	23.23	0.0013	190.5082		
06:20 a.m.	23.23	23.23	7.01	23.23	23.23	0.0013	190.6843		
06:30 a.m.	23.23	23.23	7.02	23.23	23.23	0.0013	190.8604		
06:40 a.m.	23.16	23.16	7.03	23.16	23.16	0.0008	191.0365		
06:50 a.m.	23.16	23.16	7.03	23.16	23.16	0.0008	191.2126		
07:00 a.m.	23.23	23.23	7.04	23.23	23.23	0.0013	191.3887		
07:10 a.m.	23.23	23.23	7.05	23.23	23.23	0.0013	191.5648		
07:20 a.m.	23.16	23.16	7.06	23.16	23.16	0.0008	191.7409		
07:30 a.m.	23.23	23.23	7.06	23.23	23.23	0.0013	191.9170		
07:40 a.m.	23.16	23.16	7.07	23.16	23.16	0.0008	192.0931		
07:50 a.m.	23.16	23.16	7.08	23.16	23.16	0.0008	192.2692		
08:00 a.m.	23.16	23.16	7.09	23.16	23.16	0.0008	192.4453		
08:10 a.m.	23.16	23.16	7.09	23.16	23.16	0.0008	192.6214		
08:20 a.m.	23.16	23.16	7.10	23.16	23.16	0.0008	192.7975		
08:30 a.m.	23.16	23.16	7.11	23.16	23.16	0.0008	192.9736		
08:40 a.m.									



Table with columns: Dia, hora, Sensor\_1, Sensor\_2, H(tiempo), Prom. T°C, T°C-Ti, ΔT(Ti), Δ(tiempo x T°C). Rows represent hourly data for 'día 9' from 10:00 a.m. to 09:50 a.m.

Table with columns: Dia, hora, Sensor\_1, Sensor\_2, H(tiempo), Prom. T°C, T°C-Ti, ΔT(Ti), Δ(tiempo x T°C). Rows represent hourly data for 'día 10' from 10:00 a.m. to 09:50 a.m.

Table with columns: Dia, hora, Sensor\_1, Sensor\_2, H(Tiempo), Prom. T°C, T°Cn-T°C, ΔT(T°C), H(Aliempro x T°C). Rows include times from 10:00 a.m. to 09:50 a.m.

día 11

Table with columns: Dia, hora, Sensor\_1, Sensor\_2, H(Tiempo), Prom. T°C, T°Cn-T°C, ΔT(T°C), H(Aliempro x T°C). Rows include times from 10:00 a.m. to 09:50 a.m.

día 12





**día 15**

Día	hora	Sensor 1	Sensor 2	t(tiempo)	Prom. T°C	T°C-T1	ΔT(T°C)	t(tiempo x T°C)
10:00 a.m.	23.23	23.23	14.17	23.23	23.23	0.1613	357.1548	380.9488
10:10 a.m.	23.23	23.23	14.17	23.23	23.23	0.1613	357.1548	380.9488
10:20 a.m.	23.23	23.23	14.18	23.23	23.23	0.1613	357.4375	380.6675
10:30 a.m.	23.23	23.23	14.19	23.23	23.23	0.1613	357.5988	380.8288
10:40 a.m.	23.23	23.23	14.19	23.23	23.23	0.1613	357.7601	380.9901
10:50 a.m.	23.23	23.23	14.20	23.23	23.23	0.1613	357.9214	381.1514
11:00 a.m.	23.23	23.23	14.21	23.23	23.23	0.1613	358.0827	381.3127
11:10 a.m.	23.23	23.23	14.22	23.23	23.23	0.1613	358.2441	381.4741
11:20 a.m.	23.23	23.23	14.22	23.23	23.23	0.1613	358.4054	381.6354
11:30 a.m.	23.23	23.23	14.23	23.23	23.23	0.1613	358.5667	381.7967
11:40 a.m.	23.23	23.23	14.24	23.23	23.23	0.1613	358.7280	381.9580
11:50 a.m.	23.23	23.23	14.24	23.23	23.23	0.1613	358.8893	382.1193
12:00 p.m.	23.23	23.23	14.25	23.23	23.23	0.1613	359.0507	382.2807
12:10 p.m.	23.23	23.23	14.26	23.23	23.23	0.1613	359.2120	382.4420
12:20 p.m.	23.23	23.23	14.26	23.23	23.23	0.1613	359.3733	382.6033
12:30 p.m.	23.23	23.23	14.27	23.23	23.23	0.1613	359.5346	382.7646
12:40 p.m.	23.23	23.23	14.28	23.23	23.23	0.1613	359.6959	382.9259
12:50 p.m.	23.23	23.23	14.28	23.23	23.23	0.1613	359.8572	383.0872
01:00 p.m.	23.23	23.23	14.29	23.23	23.23	0.1613	360.0186	383.2486
01:10 p.m.	23.23	23.23	14.30	23.23	23.23	0.1613	360.1799	383.4099
01:20 p.m.	23.23	23.23	14.31	23.23	23.23	0.1613	360.3412	383.5712
01:30 p.m.	23.23	23.23	14.31	23.23	23.23	0.1613	360.5025	383.7325
01:40 p.m.	23.23	23.23	14.32	23.23	23.23	0.1613	360.6638	383.8938
01:50 p.m.	23.23	23.23	14.33	23.23	23.23	0.1613	360.8252	384.0552
02:00 p.m.	23.23	23.23	14.33	23.23	23.23	0.1613	360.9865	384.2165
02:10 p.m.	23.23	23.23	14.34	23.23	23.23	0.1613	361.1478	384.3778
02:20 p.m.	23.23	23.23	14.35	23.23	23.23	0.1613	361.3091	384.5391
02:30 p.m.	23.23	23.23	14.35	23.23	23.23	0.1613	361.4704	384.7004
02:40 p.m.	23.23	23.23	14.36	23.23	23.23	0.1613	361.6318	384.8618
02:50 p.m.	23.23	23.23	14.37	23.23	23.23	0.1613	361.7931	385.0231
03:00 p.m.	23.23	23.23	14.38	23.23	23.23	0.1613	361.9544	385.1844
03:10 p.m.	23.23	23.23	14.38	23.23	23.23	0.1613	362.1157	385.3457
03:20 p.m.	23.23	23.23	14.39	23.23	23.23	0.1613	362.2770	385.5070
03:30 p.m.	23.23	23.23	14.40	23.23	23.23	0.1613	362.4384	385.6684
03:40 p.m.	23.23	23.23	14.40	23.23	23.23	0.1613	362.5997	385.8297
03:50 p.m.	23.23	23.23	14.41	23.23	23.23	0.1613	362.7610	385.9910
04:00 p.m.	23.23	23.23	14.42	23.23	23.23	0.1613	362.9223	386.1523
04:10 p.m.	23.23	23.23	14.43	23.23	23.23	0.1613	363.0836	386.3136
04:20 p.m.	23.23	23.23	14.43	23.23	23.23	0.1613	363.2450	386.4750
04:30 p.m.	23.23	23.23	14.44	23.23	23.23	0.1613	363.4063	386.6363
04:40 p.m.	23.23	23.23	14.44	23.23	23.23	0.1613	363.5676	386.7976
04:50 p.m.	23.23	23.23	14.45	23.23	23.23	0.1613	363.7289	386.9589
05:00 p.m.	23.23	23.23	14.46	23.23	23.23	0.1613	363.8902	387.1202
05:10 p.m.	23.23	23.23	14.47	23.23	23.23	0.1613	364.0516	387.2816
05:20 p.m.	23.23	23.23	14.47	23.23	23.23	0.1613	364.2129	387.4429
05:30 p.m.	23.23	23.23	14.48	23.23	23.23	0.1613	364.3742	387.6042
05:40 p.m.	23.23	23.23	14.49	23.23	23.23	0.1613	364.5355	387.7655
05:50 p.m.	23.23	23.23	14.49	23.23	23.23	0.1613	364.6968	387.9268
06:00 p.m.	23.23	23.23	14.50	23.23	23.23	0.1613	364.8582	388.0882
06:10 p.m.	23.23	23.23	14.51	23.23	23.23	0.1613	365.0195	388.2495
06:20 p.m.	23.23	23.23	14.51	23.23	23.23	0.1613	365.1808	388.4108
06:30 p.m.	23.23	23.23	14.52	23.23	23.23	0.1613	365.3422	388.5722
06:40 p.m.	23.23	23.23	14.53	23.23	23.23	0.1613	365.5034	388.7334
06:50 p.m.	23.23	23.23	14.53	23.23	23.23	0.1613	365.6647	388.8947
07:00 p.m.	23.23	23.23	14.54	23.23	23.23	0.1613	365.8261	389.0561
07:10 p.m.	23.23	23.23	14.55	23.23	23.23	0.1613	365.9874	389.2174
07:20 p.m.	23.23	23.23	14.56	23.23	23.23	0.1613	366.1487	389.3787
07:30 p.m.	23.23	23.23	14.56	23.23	23.23	0.1613	366.3100	389.5400
07:40 p.m.	23.23	23.23	14.57	23.23	23.23	0.1613	366.4713	389.7013
07:50 p.m.	23.23	23.23	14.58	23.23	23.23	0.1613	366.6327	389.8627
08:00 p.m.	23.23	23.23	14.58	23.23	23.23	0.1613	366.7940	390.0240
08:10 p.m.	23.23	23.23	14.59	23.23	23.23	0.1613	366.9553	390.1853
08:20 p.m.	23.23	23.23	14.60	23.23	23.23	0.1613	367.1166	390.3466
08:30 p.m.	23.23	23.23	14.60	23.23	23.23	0.1613	367.2779	390.5079
08:40 p.m.	23.23	23.23	14.61	23.23	23.23	0.1613	367.4393	390.6693
08:50 p.m.	23.23	23.23	14.62	23.23	23.23	0.1613	367.6006	390.8306
09:00 p.m.	23.23	23.23	14.63	23.23	23.23	0.1613	367.7619	390.9919
09:10 p.m.	23.23	23.23	14.63	23.23	23.23	0.1613	367.9232	391.1532
09:20 p.m.	23.23	23.23	14.64	23.23	23.23	0.1613	368.0845	391.3145
09:30 p.m.	23.23	23.23	14.65	23.23	23.23	0.1613	368.2459	391.4759
09:40 p.m.	23.23	23.23	14.66	23.23	23.23	0.1613	368.4072	391.6372
09:50 p.m.	23.23	23.23	14.66	23.23	23.23	0.1613	368.5685	391.7985
10:00 p.m.	23.23	23.23	14.67	23.23	23.23	0.1613	368.7298	391.9598
10:10 p.m.	23.23	23.23	14.67	23.23	23.23	0.1613	368.8911	392.1211
10:20 p.m.	23.23	23.23	14.68	23.23	23.23	0.1613	369.0525	392.2825
10:30 p.m.	23.23	23.23	14.69	23.23	23.23	0.1613	369.2138	392.4438
10:40 p.m.	23.23	23.23	14.69	23.23	23.23	0.1613	369.3751	392.6051
10:50 p.m.	23.23	23.23	14.70	23.23	23.23	0.1613	369.5364	392.7664
11:00 p.m.	23.23	23.23	14.71	23.23	23.23	0.1613	369.6977	392.9277
11:10 p.m.	23.23	23.23	14.72	23.23	23.23	0.1613	369.8591	393.0891
11:20 p.m.	23.23	23.23	14.73	23.23	23.23	0.1613	370.0204	393.2504
11:30 p.m.	23.23	23.23	14.73	23.23	23.23	0.1613	370.1817	393.4117
11:40 p.m.	23.23	23.23	14.74	23.23	23.23	0.1613	370.3430	393.5730
11:50 p.m.	23.23	23.23	14.74	23.23	23.23	0.1613	370.5043	393.7343
12:00 a.m.	23.23	23.23	14.75	23.23	23.23	0.1613	370.6657	393.8957
12:10 a.m.	23.23	23.23	14.76	23.23	23.23	0.1613	370.8270	394.0570
12:20 a.m.	23.23	23.23	14.76	23.23	23.23	0.1613	370.9883	394.2183
12:30 a.m.	23.23	23.23	14.77	23.23	23.23	0.1613	371.1496	394.3796
12:40 a.m.	23.23	23.23	14.78	23.23	23.23	0.1613	371.3109	394.5409
12:50 a.m.	23.23	23.23	14.78	23.23	23.23	0.1613	371.4722	394.7022
01:00 a.m.	23.23	23.23	14.79	23.23	23.23	0.1613	371.6336	394.8636
01:10 a.m.	23.23	23.23	14.80	23.23	23.23	0.1613	371.7949	395.0249
01:20 a.m.	23.23	23.23	14.81	23.23	23.23	0.1613	371.9562	395.1862
01:30 a.m.	23.23	23.23	14.81	23.23	23.23	0.1613	372.1175	395.3475
01:40 a.m.	23.23	23.23	14.82	23.23	23.23	0.1613	372.2788	395.5088
01:50 a.m.	23.23	23.23	14.83	23.23	23.23	0.1613	372.4402	395.6702
02:00 a.m.	23.23	23.23	14.83	23.23	23.23	0.1613	372.6015	395.8315
02:10 a.m.	23.23	23.23	14.84	23.23	23.23	0.1613	372.7628	395.9928
02:20 a.m.	23.23	23.23	14.85	23.23	23.23	0.1613	372.9241	396.1541
02:30 a.m.	23.23	23.23	14.85	23.23	23.23	0.1613	373.0854	396.3154
02:40 a.m.	23.23	23.23	14.86	23.23	23.23	0.1613	373.2468	396.4768
02:50 a.m.	23.23	23.23	14.87	23.23	23.23	0.1613	373.4081	396.6381
03:00 a.m.	23.23	23.23	14.88	23.23	23.23	0.1613	373.5694	396.7994
03:10 a.m.	23.23	23.23	14.88	23.23	23.23	0.1613	373.7307	396.9607
03:20 a.m.	23.23	23.23	14.89	23.23	23.23	0.1613	373.8920	397.1220
03:30 a.m.	23.23	23.23	14.90	23.23	23.23	0.1613	374.0533	397.2833
03:40 a.m.	23.23	23.23	14.90	23.23	23.23	0.1613	374.2147	397.4447
03:50 a.m.	23.23	23.23	14.91	23.23	23.23	0.1613	374.3760	397.6060
04:00 a.m.	23.23	23.23	14.92	23.23	23.23	0.1613	374.5373	397.7673
04:10 a.m.	23.23	23.23	14.92	23.23	23.23	0.1613	374.6986	397.9286
04:20 a.m.	23.23	23.23	14.93	23.23	23.23	0.1613	374.8600	398.0900
04:30 a.m.	23.23	23.23	14.94	23.23	23.23	0.1613	375.0213	398.2513
04:40 a.m.	23.23	23.23	14.94	23.23	23.23	0.1613	375.1826	398.4126
04:50 a.m.	23.23	23.23	14.95	23.23	23.23	0.1613	375.3439	398.5739
05:00 a.m.	23.23	23.23	14.96	23.23	23.23	0.1613	375.5052	398.7352
05:10 a.m.	23.23	23.23	14.97	23.23	23.23	0.1613	375.6666	398.8966
05:20 a.m.	23.23	23.23	14.97	23.23	23.23	0.1613	375.8279	399.0579
05:30 a.m.	23.23	23.23	14.98	23.23	23.23	0.1		

dia	hora	Sensor 1	Sensor 2	Σ(tempx T°C)	Prom. T°C	T°C-T1	Δ(T°C)	Σ(tiempo x T°C)
10:00 a.m.	23.23	23.23	16.17	23.23	0.1613	403.7548	426.8048	
10:00 a.m.	23.23	23.23	16.17	23.23	0.1613	403.7614	426.8661	
10:20 a.m.	23.23	23.23	16.18	23.23	0.1613	403.8975	427.1275	
10:30 a.m.	23.23	23.23	16.19	23.23	0.1613	404.0588	427.2888	
10:40 a.m.	23.23	23.23	16.19	23.23	0.1613	404.2401	427.4501	
10:50 a.m.	23.23	23.23	16.20	23.23	0.1613	404.3814	427.6114	
11:00 a.m.	23.23	23.23	16.21	23.23	0.1613	404.5427	427.7727	
11:10 a.m.	23.23	23.23	16.22	23.23	0.1613	404.7041	427.9341	
11:30 a.m.	23.23	23.23	16.22	23.23	0.1613	404.8654	428.0954	
11:30 a.m.	23.23	23.23	16.23	23.23	0.1613	405.0267	428.2567	
11:40 a.m.	23.23	23.23	16.24	23.23	0.1613	405.1880	428.4180	
11:50 a.m.	23.23	23.23	16.24	23.23	0.1613	405.3493	428.5793	
12:00 p.m.	23.23	23.23	16.25	23.23	0.1613	405.5107	428.7407	
12:10 p.m.	23.23	23.23	16.26	23.23	0.1613	405.6720	428.9020	
12:20 p.m.	23.23	23.23	16.26	23.23	0.1613	405.8333	429.0633	
12:30 p.m.	23.23	23.23	16.27	23.23	0.1613	405.9946	429.2246	
12:40 p.m.	23.23	23.23	16.28	23.23	0.1613	406.1559	429.3859	
12:50 p.m.	23.23	23.23	16.28	23.23	0.1613	406.3172	429.5472	
01:00 p.m.	23.23	23.23	16.29	23.23	0.1613	406.4786	429.7086	
01:10 p.m.	23.23	23.23	16.30	23.23	0.1613	406.6399	429.8699	
01:20 p.m.	23.23	23.23	16.31	23.23	0.1613	406.8012	429.1032	
01:30 p.m.	23.23	23.23	16.31	23.23	0.1613	406.9625	430.1925	
01:40 p.m.	23.23	23.23	16.32	23.23	0.1613	407.1238	430.3538	
01:50 p.m.	23.23	23.23	16.33	23.23	0.1613	407.2852	430.5152	
02:00 p.m.	23.23	23.23	16.34	23.23	0.1613	407.4466	430.6766	
02:10 p.m.	23.23	23.23	16.34	23.23	0.1613	407.6079	430.8379	
02:20 p.m.	23.23	23.23	16.35	23.23	0.1613	407.7693	430.9993	
02:30 p.m.	23.23	23.23	16.35	23.23	0.1613	407.9306	431.1606	
02:40 p.m.	23.23	23.23	16.36	23.23	0.1613	408.0920	431.3220	
02:50 p.m.	23.23	23.23	16.37	23.23	0.1613	408.2533	431.4833	
03:00 p.m.	23.23	23.23	16.38	23.23	0.1613	408.4147	431.6447	
03:10 p.m.	23.23	23.23	16.38	23.23	0.1613	408.5760	431.8060	
03:20 p.m.	23.23	23.23	16.39	23.23	0.1613	408.7374	431.9674	
03:30 p.m.	23.23	23.23	16.40	23.23	0.1613	408.8987	432.1287	
03:40 p.m.	23.23	23.23	16.40	23.23	0.1613	409.0601	432.2901	
03:50 p.m.	23.23	23.23	16.41	23.23	0.1613	409.2214	432.4514	
04:00 p.m.	23.23	23.23	16.42	23.23	0.1613	409.3828	432.6128	
04:10 p.m.	23.23	23.23	16.42	23.23	0.1613	409.5441	432.7741	
04:20 p.m.	23.23	23.23	16.43	23.23	0.1613	409.7055	432.9355	
04:30 p.m.	23.23	23.23	16.43	23.23	0.1613	409.8668	433.0968	
04:40 p.m.	23.23	23.23	16.44	23.23	0.1613	410.0282	433.2582	
04:50 p.m.	23.23	23.23	16.45	23.23	0.1613	410.1895	433.4195	
05:00 p.m.	23.23	23.23	16.46	23.23	0.1613	410.3509	433.5809	
05:10 p.m.	23.23	23.23	16.47	23.23	0.1613	410.5122	433.7422	
05:20 p.m.	23.23	23.23	16.47	23.23	0.1613	410.6736	433.9036	
05:30 p.m.	23.23	23.23	16.48	23.23	0.1613	410.8349	434.0649	
05:40 p.m.	23.23	23.23	16.49	23.23	0.1613	410.9963	434.2263	
05:50 p.m.	23.23	23.23	16.49	23.23	0.1613	411.1576	434.3876	
06:00 p.m.	23.23	23.23	16.50	23.23	0.1613	411.3190	434.5490	
06:10 p.m.	23.23	23.23	16.51	23.23	0.1613	411.4803	434.7103	
06:20 p.m.	23.23	23.23	16.51	23.23	0.1613	411.6417	434.8717	
06:30 p.m.	23.23	23.23	16.52	23.23	0.1613	411.8030	435.0330	
06:40 p.m.	23.23	23.23	16.53	23.23	0.1613	411.9644	435.1944	
06:50 p.m.	23.23	23.23	16.53	23.23	0.1613	412.1257	435.3557	
07:00 p.m.	23.23	23.23	16.54	23.23	0.1613	412.2871	435.5171	
07:10 p.m.	23.23	23.23	16.55	23.23	0.1613	412.4484	435.6784	
07:20 p.m.	23.23	23.23	16.56	23.23	0.1613	412.6098	435.8398	
07:30 p.m.	23.23	23.23	16.56	23.23	0.1613	412.7711	436.0011	
07:40 p.m.	23.23	23.23	16.57	23.23	0.1613	412.9325	436.1625	
07:50 p.m.	23.23	23.23	16.58	23.23	0.1613	413.0938	436.3238	
08:00 p.m.	23.23	23.23	16.58	23.23	0.1613	413.2552	436.4852	
08:10 p.m.	23.23	23.23	16.59	23.23	0.1613	413.4165	436.6465	
08:20 p.m.	23.23	23.23	16.60	23.23	0.1613	413.5779	436.8079	
08:30 p.m.	23.23	23.23	16.60	23.23	0.1613	413.7392	436.9692	
08:40 p.m.	23.23	23.23	16.61	23.23	0.1613	413.8989	437.1299	
08:50 p.m.	23.23	23.23	16.62	23.23	0.1613	414.0086	437.2906	
09:00 p.m.	23.23	23.23	16.63	23.23	0.1613	414.1183	437.4513	
09:10 p.m.	23.23	23.23	16.63	23.23	0.1613	414.2788	437.6123	
09:20 p.m.	23.23	23.23	16.64	23.23	0.1613	414.4393	437.7736	
09:30 p.m.	23.23	23.23	16.65	23.23	0.1613	414.5998	437.9349	
09:40 p.m.	23.23	23.23	16.65	23.23	0.1613	414.7603	438.0962	
09:50 p.m.	23.23	23.23	16.66	23.23	0.1613	414.9208	438.2575	
10:00 p.m.	23.23	23.23	16.67	23.23	0.1613	415.0813	438.4188	
10:10 p.m.	23.23	23.23	16.67	23.23	0.1613	415.2418	438.5801	
10:20 p.m.	23.23	23.23	16.68	23.23	0.1613	415.4023	438.7414	
10:30 p.m.	23.23	23.23	16.69	23.23	0.1613	415.5628	438.9028	
10:40 p.m.	23.23	23.23	16.69	23.23	0.1613	415.7232	439.0641	
10:50 p.m.	23.23	23.23	16.70	23.23	0.1613	415.8837	439.2254	
11:00 p.m.	23.23	23.23	16.71	23.23	0.1613	416.0441	439.3867	
11:10 p.m.	23.23	23.23	16.72	23.23	0.1613	416.2046	439.5481	
11:20 p.m.	23.23	23.23	16.72	23.23	0.1613	416.3650	439.7094	
11:30 p.m.	23.23	23.23	16.73	23.23	0.1613	416.5255	439.8707	
11:40 p.m.	23.23	23.23	16.74	23.23	0.1613	416.6859	440.0321	
11:50 p.m.	23.23	23.23	16.74	23.23	0.1613	416.8463	440.1934	
12:00 a.m.	23.23	23.23	16.75	23.23	0.1613	417.0068	440.3547	
12:10 a.m.	23.23	23.23	16.76	23.23	0.1613	417.1672	440.5160	
12:20 a.m.	23.23	23.23	16.76	23.23	0.1613	417.3276	440.6774	
12:30 a.m.	23.23	23.23	16.77	23.23	0.1613	417.4880	440.8387	
12:40 a.m.	23.23	23.23	16.78	23.23	0.1613	417.6484	441.0000	
12:50 a.m.	23.23	23.23	16.78	23.23	0.1613	417.8088	441.1614	
01:00 a.m.	23.23	23.23	16.79	23.23	0.1613	417.9692	441.3227	
01:10 a.m.	23.23	23.23	16.80	23.23	0.1613	418.1296	441.4840	
01:20 a.m.	23.23	23.23	16.81	23.23	0.1613	418.2900	441.6453	
01:30 a.m.	23.23	23.23	16.81	23.23	0.1613	418.4504	441.8066	
01:40 a.m.	23.23	23.23	16.82	23.23	0.1613	418.6108	441.9679	
01:50 a.m.	23.23	23.23	16.83	23.23	0.1613	418.7712	442.1292	
02:00 a.m.	23.23	23.23	16.83	23.23	0.1613	418.9316	442.2905	
02:10 a.m.	23.23	23.23	16.84	23.23	0.1613	419.0920	442.4518	
02:20 a.m.	23.23	23.23	16.85	23.23	0.1613	419.2524	442.6131	
02:30 a.m.	23.23	23.23	16.85	23.23	0.1613	419.4128	442.7744	
02:40 a.m.	23.23	23.23	16.86	23.23	0.1613	419.5732	442.9357	
02:50 a.m.	23.23	23.23	16.87	23.23	0.1613	419.7336	443.0970	
03:00 a.m.	23.23	23.23	16.88	23.23	0.1613	419.8940	443.2583	
03:10 a.m.	23.23	23.23	16.88	23.23	0.1613	420.0544	443.4196	
03:20 a.m.	23.23	23.23	16.88	23.23	0.1613	420.2148	443.5809	
03:30 a.m.	23.23	23.23	16.89	23.23	0.1613	420.3752	443.7422	
03:40 a.m.	23.23	23.23	16.90	23.23	0.1613	420.5356	443.9035	
03:50 a.m.	23.23	23.23	16.91	23.23	0.1613	420.6960	444.0648	
04:00 a.m.	23.23	23.23	16.92	23.23	0.1613	420.8564	444.2261	
04:10 a.m.	23.23	23.23	16.92	23.23	0.1613	421.0168	444.3874	
04:20 a.m.	23.23	23.23	16.93	23.23	0.1613	421.1772	444.5487	
04:30 a.m.	23.23	23.23	16.94	23.23	0.1613	421.3376	444.7100	
04:40 a.m.	23.23	23.23	16.94	23.23	0.1613	421.4980	444.8713	
04:50 a.m.	23.23	23.23	16.95	23.23	0.1613	421.6584	445.0326	
05:00 a.m.	23.23	23.23	16.96	23.23	0.1613	421.8188	445.1939	
05:10 a.m.	23.23	23.23	16.97	23.23	0.1613	421.9792	445.3552	
05:20 a.m.	23.23	23.23	16.98	23.23	0.1613	422.1396	445.5165	
05:30 a.m.	23.23	23.23	16.98	23.23	0.1613	422.2999	445.6778	
05:40 a.m.	23.23	23.23	16.99	23.23	0.1613	422.4603	445.8391	
05:50 a.m.	23.23	23.23	16.99	23.23	0.1613	422.6207	446.0004	
06:00 a.m.	23.23	23.23	17.00	23.23	0.1613	422.7810	446.1617	
06:10 a.m.	23.23	23.23	17.01	23.23	0.1613	422.9414	446.3230	
06:20 a.m.	23.23	23.23	17.01	23.23	0.1613	423.1018	446.4843	
06:30 a.m.	23.23	23.23	17.02	23.23	0.1613	423.2622	446.6456	
06:40 a.m.	23.23	23.23	17.03	23.23	0.1613	423.4226	446.8069	
06:50 a.m.	23.23	23.23	17.03	23.23	0.1613	423.5829	446.9682	
07:00 a.m.	23.23	23.23	17.04	23.23	0.1613	423.7433	447.1295	
07:10 a.m.	23.23	23.23	17.05	23.23	0.1613	423.9037	447.2908	
07:20 a.m.	23.23	23.23	17.06	23.23	0.1613	424.0641	447.4521	
07:30 a.m.	23.23	23.23	17.06	23.23	0.1613	424.2245	447.6134	
07:40 a.m.	23.23	23.23	17.07	23.23	0.1613	424.3849	447.7747	
07:50 a.m.	23.23	23.23	17.08	23.23	0.1613	424.5452	44	

día	hora	Sensor 1	Sensor 2	T(tiempo)	Prom. T°C	T°C-Ti	ΔT(T°C)	E(tiempo x T°C)
	10:00 a.m.	23.23	23.23	18.17	23.23	0.1613	450.0348	473.2468
	10:00 a.m.	23.23	23.23	18.17	23.23	0.1613	450.0348	473.2468
	10:20 a.m.	23.23	23.23	18.18	23.23	0.1613	450.3575	473.5875
	10:30 a.m.	23.23	23.23	18.19	23.23	0.1613	450.5188	473.7488
	10:40 a.m.	23.23	23.23	18.20	23.23	0.1613	450.6801	473.9101
	10:50 a.m.	23.23	23.23	18.21	23.23	0.1613	450.8414	474.0714
	11:00 a.m.	23.23	23.23	18.21	23.23	0.1613	451.0027	474.2327
	11:10 a.m.	23.23	23.23	18.22	23.23	0.1613	451.1641	474.3941
	11:20 a.m.	23.23	23.23	18.23	23.23	0.1613	451.3254	474.5554
	11:30 a.m.	23.23	23.23	18.23	23.23	0.1613	451.4867	474.7167
	11:40 a.m.	23.23	23.23	18.24	23.23	0.1613	451.6480	474.8780
	11:50 a.m.	23.23	23.23	18.24	23.23	0.1613	451.8093	475.0393
	12:00 p.m.	23.23	23.23	18.25	23.23	0.1613	451.9707	475.2007
	12:10 p.m.	23.23	23.23	18.26	23.23	0.1613	452.1320	475.3620
	12:20 p.m.	23.23	23.23	18.26	23.23	0.1613	452.2933	475.5233
	12:30 p.m.	23.23	23.23	18.27	23.23	0.1613	452.4546	475.6846
	12:40 p.m.	23.23	23.23	18.28	23.23	0.1613	452.6159	475.8459
	12:50 p.m.	23.23	23.23	18.28	23.23	0.1613	452.7772	476.0072
	01:00 p.m.	23.23	23.23	18.29	23.23	0.1613	452.9386	476.1686
	01:10 p.m.	23.23	23.23	18.30	23.23	0.1613	453.0999	476.3299
	01:20 p.m.	23.23	23.23	18.31	23.23	0.1613	453.2612	476.4912
	01:30 p.m.	23.23	23.23	18.31	23.23	0.1613	453.4225	476.6525
	01:40 p.m.	23.23	23.23	18.32	23.23	0.1613	453.5838	476.8138
	01:50 p.m.	23.23	23.23	18.33	23.23	0.1613	453.7452	476.9752
	02:00 p.m.	23.23	23.23	18.34	23.23	0.1613	453.9065	477.1365
	02:10 p.m.	23.23	23.23	18.34	23.23	0.1613	454.0678	477.2978
	02:20 p.m.	23.23	23.23	18.35	23.23	0.1613	454.2291	477.4591
	02:30 p.m.	23.23	23.23	18.35	23.23	0.1613	454.3904	477.6204
	02:40 p.m.	23.23	23.23	18.36	23.23	0.1613	454.5517	477.7817
	02:50 p.m.	23.23	23.23	18.37	23.23	0.1613	454.7131	477.9431
	03:00 p.m.	23.23	23.23	18.37	23.23	0.1613	454.8744	478.1044
	03:10 p.m.	23.23	23.23	18.38	23.23	0.1613	455.0357	478.2657
	03:20 p.m.	23.23	23.23	18.39	23.23	0.1613	455.1970	478.4270
	03:30 p.m.	23.23	23.23	18.40	23.23	0.1613	455.3584	478.5884
	03:40 p.m.	23.23	23.23	18.40	23.23	0.1613	455.5197	478.7497
	03:50 p.m.	23.23	23.23	18.41	23.23	0.1613	455.6810	478.9110
	04:00 p.m.	23.23	23.23	18.42	23.23	0.1613	455.8423	479.0723
	04:10 p.m.	23.23	23.23	18.42	23.23	0.1613	456.0036	479.2336
	04:20 p.m.	23.23	23.23	18.43	23.23	0.1613	456.1650	479.3950
	04:30 p.m.	23.23	23.23	18.43	23.23	0.1613	456.3263	479.5563
	04:40 p.m.	23.23	23.23	18.44	23.23	0.1613	456.4876	479.7176
	04:50 p.m.	23.23	23.23	18.45	23.23	0.1613	456.6489	479.8789
	05:00 p.m.	23.23	23.23	18.46	23.23	0.1613	456.8102	480.0402
	05:10 p.m.	23.23	23.23	18.47	23.23	0.1613	456.9716	480.2016
	05:20 p.m.	23.23	23.23	18.47	23.23	0.1613	457.1329	480.3629
	05:30 p.m.	23.23	23.23	18.48	23.23	0.1613	457.2942	480.5242
	05:40 p.m.	23.23	23.23	18.49	23.23	0.1613	457.4555	480.6855
	05:50 p.m.	23.23	23.23	18.49	23.23	0.1613	457.6169	480.8469
	06:00 p.m.	23.23	23.23	18.50	23.23	0.1613	457.7782	481.0082
	06:10 p.m.	23.23	23.23	18.51	23.23	0.1613	457.9395	481.1695
	06:20 p.m.	23.23	23.23	18.51	23.23	0.1613	458.1008	481.3308
	06:30 p.m.	23.23	23.23	18.52	23.23	0.1613	458.2621	481.4921
	06:40 p.m.	23.23	23.23	18.53	23.23	0.1613	458.4234	481.6534
	06:50 p.m.	23.23	23.23	18.53	23.23	0.1613	458.5847	481.8147
	07:00 p.m.	23.23	23.23	18.54	23.23	0.1613	458.7461	481.9761
	07:10 p.m.	23.23	23.23	18.55	23.23	0.1613	458.9074	482.1374
	07:20 p.m.	23.23	23.23	18.56	23.23	0.1613	459.0687	482.2987
	07:30 p.m.	23.23	23.23	18.56	23.23	0.1613	459.2300	482.4600
	07:40 p.m.	23.23	23.23	18.57	23.23	0.1613	459.3913	482.6213
	07:50 p.m.	23.23	23.23	18.58	23.23	0.1613	459.5526	482.7826
	08:00 p.m.	23.23	23.23	18.58	23.23	0.1613	459.7140	482.9440
	08:10 p.m.	23.23	23.23	18.59	23.23	0.1613	459.8753	483.1053
	08:20 p.m.	23.23	23.23	18.60	23.23	0.1613	460.0366	483.2666
	08:30 p.m.	23.23	23.23	18.60	23.23	0.1613	460.1979	483.4279
	08:40 p.m.	23.23	23.23	18.61	23.23	0.1613	460.3593	483.5893
	08:50 p.m.	23.23	23.23	18.62	23.23	0.1613	460.5206	483.7506
	09:00 p.m.	23.23	23.23	18.62	23.23	0.1613	460.6819	483.9119
	09:10 p.m.	23.23	23.23	18.63	23.23	0.1613	460.8432	484.0732
	09:20 p.m.	23.23	23.23	18.64	23.23	0.1613	461.0045	484.2345
	09:30 p.m.	23.23	23.23	18.65	23.23	0.1613	461.1659	484.3959
	09:40 p.m.	23.23	23.23	18.65	23.23	0.1613	461.3272	484.5572
	09:50 p.m.	23.23	23.23	18.66	23.23	0.1613	461.4885	484.7185
	10:00 p.m.	23.23	23.23	18.67	23.23	0.1613	461.6498	484.8798
	10:10 p.m.	23.23	23.23	18.67	23.23	0.1613	461.8111	485.0411
	10:20 p.m.	23.23	23.23	18.68	23.23	0.1613	461.9724	485.2024
	10:30 p.m.	23.23	23.23	18.69	23.23	0.1613	462.1338	485.3638
	10:40 p.m.	23.23	23.23	18.69	23.23	0.1613	462.2951	485.5251
	10:50 p.m.	23.23	23.23	18.70	23.23	0.1613	462.4564	485.6864
	11:00 p.m.	23.23	23.23	18.71	23.23	0.1613	462.6177	485.8477
	11:10 p.m.	23.23	23.23	18.72	23.23	0.1613	462.7791	486.0091
	11:20 p.m.	23.23	23.23	18.72	23.23	0.1613	462.9404	486.1704
	11:30 p.m.	23.23	23.23	18.73	23.23	0.1613	463.1017	486.3317
	11:40 p.m.	23.23	23.23	18.74	23.23	0.1613	463.2630	486.4930
	11:50 p.m.	23.23	23.23	18.74	23.23	0.1613	463.4243	486.6543
	12:00 a.m.	23.23	23.23	18.75	23.23	0.1613	463.5857	486.8157
	12:10 a.m.	23.23	23.23	18.76	23.23	0.1613	463.7470	486.9770
	12:20 a.m.	23.23	23.23	18.76	23.23	0.1613	463.9083	487.1383
	12:30 a.m.	23.23	23.23	18.77	23.23	0.1613	464.0696	487.2996
	12:40 a.m.	23.23	23.23	18.78	23.23	0.1613	464.2309	487.4609
	12:50 a.m.	23.23	23.23	18.78	23.23	0.1613	464.3922	487.6222
	01:00 a.m.	23.23	23.23	18.79	23.23	0.1613	464.5535	487.7835
	01:10 a.m.	23.23	23.23	18.80	23.23	0.1613	464.7149	487.9449
	01:20 a.m.	23.23	23.23	18.81	23.23	0.1613	464.8762	488.1062
	01:30 a.m.	23.23	23.23	18.81	23.23	0.1613	465.0375	488.2675
	01:40 a.m.	23.23	23.23	18.82	23.23	0.1613	465.1988	488.4288
	01:50 a.m.	23.23	23.23	18.83	23.23	0.1613	465.3602	488.5902
	02:00 a.m.	23.23	23.23	18.83	23.23	0.1613	465.5215	488.7515
	02:10 a.m.	23.23	23.23	18.84	23.23	0.1613	465.6828	488.9128
	02:20 a.m.	23.23	23.23	18.85	23.23	0.1613	465.8441	489.0741
	02:30 a.m.	23.23	23.23	18.85	23.23	0.1613	466.0054	489.2354
	02:40 a.m.	23.23	23.23	18.86	23.23	0.1613	466.1668	489.3968
	02:50 a.m.	23.23	23.23	18.87	23.23	0.1613	466.3281	489.5581
	03:00 a.m.	23.23	23.23	18.87	23.23	0.1613	466.4894	489.7194
	03:10 a.m.	23.23	23.23	18.88	23.23	0.1613	466.6507	489.8807
	03:20 a.m.	23.23	23.23	18.89	23.23	0.1613	466.8120	490.0420
	03:30 a.m.	23.23	23.23	18.90	23.23	0.1613	466.9733	490.2033
	03:40 a.m.	23.23	23.23	18.90	23.23	0.1613	467.1347	490.3647
	03:50 a.m.	23.23	23.23	18.91	23.23	0.1613	467.2960	490.5260
	04:00 a.m.	23.23	23.23	18.92	23.23	0.1613	467.4573	490.6873
	04:10 a.m.	23.23	23.23	18.92	23.23	0.1613	467.6186	490.8486
	04:20 a.m.	23.23	23.23	18.93	23.23	0.1613	467.7800	491.0100
	04:30 a.m.	23.23	23.23	18.94	23.23	0.1613	467.9413	491.1713
	04:40 a.m.	23.23	23.23	18.94	23.23	0.1613	468.1026	491.3326
	04:50 a.m.	23.23	23.23	18.95	23.23	0.1613	468.2639	491.4939
	05:00 a.m.	23.23	23.23	18.96	23.23	0.1613	468.4252	491.6552
	05:10 a.m.	23.23	23.23	18.97	23.23	0.1613	468.5866	491.8166
	05:20 a.m.	23.23	23.23	18.97	23.23	0.1613	468.7479	491.9779
	05:30 a.m.	23.23	23.23	18.98	23.23	0.1613	468.9092	492.1392
	05:40 a.m.	23.23	23.23	18.99	23.23	0.1613	469.0705	492.3005
	05:50 a.m.	23.23	23.23	18.99	23.23	0.1613	469.2318	492.4618
	06:00 a.m.	23.23	23.23	19.00	23.23	0.1613	469.3932	492.6232
	06:10 a.m.	23.23	23.23	19.01	23.23	0.1613	469.5545	492.7845
	06:20 a.m.	23.23	23.23	19.01	23.23	0.1613	469.7158	492.9458
	06:30 a.m.	23.23	23.23	19.02	23.23	0.1613	469.8771	493.1071
	06:40 a.m.	23.23	23.23	19.03	23.23	0.1613	470.0384	493.2684

Dia	hora	Sensor 1	Sensor 2	H(tiempo)	Prom. T°C	T°Cn-T°C	ΔT(°C)	H(tiempo x T°C)
10:00 a.m.	23.23	23.23	20.17	23.23	23.23	0.1613	496.4988	
10:10 a.m.	23.23	23.23	20.17	23.23	23.23	0.1613	496.4988	
10:20 a.m.	23.23	23.23	20.18	23.23	23.23	0.1613	496.8175	
10:30 a.m.	23.23	23.23	20.19	23.23	23.23	0.1613	496.9788	
10:40 a.m.	23.23	23.23	20.19	23.23	23.23	0.1613	497.3401	
10:50 a.m.	23.23	23.23	20.20	23.23	23.23	0.1613	497.7014	
11:00 a.m.	23.23	23.23	20.21	23.23	23.23	0.1613	497.4627	
11:10 a.m.	23.23	23.23	20.22	23.23	23.23	0.1613	497.6241	
11:20 a.m.	23.23	23.23	20.22	23.23	23.23	0.1613	497.7854	
11:30 a.m.	23.23	23.23	20.23	23.23	23.23	0.1613	497.9467	
11:40 a.m.	23.23	23.23	20.24	23.23	23.23	0.1613	498.1080	
11:50 a.m.	23.23	23.23	20.24	23.23	23.23	0.1613	498.2693	
12:00 p.m.	23.23	23.23	20.25	23.23	23.23	0.1613	498.4307	
12:10 p.m.	23.23	23.23	20.26	23.23	23.23	0.1613	498.5920	
12:20 p.m.	23.23	23.23	20.26	23.23	23.23	0.1613	498.7533	
12:30 p.m.	23.23	23.23	20.27	23.23	23.23	0.1613	498.9146	
12:40 p.m.	23.23	23.23	20.28	23.23	23.23	0.1613	499.0759	
12:50 p.m.	23.23	23.23	20.28	23.23	23.23	0.1613	499.2372	
01:00 p.m.	23.23	23.23	20.29	23.23	23.23	0.1613	499.3986	
01:10 p.m.	23.23	23.23	20.30	23.23	23.23	0.1613	499.5599	
01:20 p.m.	23.23	23.23	20.31	23.23	23.23	0.1613	499.7212	
01:30 p.m.	23.23	23.23	20.31	23.23	23.23	0.1613	499.8825	
01:40 p.m.	23.23	23.23	20.32	23.23	23.23	0.1613	500.0438	
01:50 p.m.	23.23	23.23	20.33	23.23	23.23	0.1613	500.2052	
02:00 p.m.	23.23	23.23	20.33	23.23	23.23	0.1613	500.3665	
02:10 p.m.	23.23	23.23	20.34	23.23	23.23	0.1613	500.5278	
02:20 p.m.	23.23	23.23	20.35	23.23	23.23	0.1613	500.6891	
02:30 p.m.	23.23	23.23	20.35	23.23	23.23	0.1613	500.8504	
02:40 p.m.	23.23	23.23	20.35	23.23	23.23	0.1613	500.1018	
02:50 p.m.	23.23	23.23	20.37	23.23	23.23	0.1613	501.1731	
03:00 p.m.	23.23	23.23	20.37	23.23	23.23	0.1613	501.3344	
03:10 p.m.	23.23	23.23	20.38	23.23	23.23	0.1613	501.4957	
03:20 p.m.	23.23	23.23	20.39	23.23	23.23	0.1613	501.6570	
03:30 p.m.	23.23	23.23	20.40	23.23	23.23	0.1613	501.8184	
03:40 p.m.	23.23	23.23	20.40	23.23	23.23	0.1613	501.9797	
03:50 p.m.	23.23	23.23	20.41	23.23	23.23	0.1613	502.1410	
04:00 p.m.	23.23	23.23	20.42	23.23	23.23	0.1613	502.3023	
04:10 p.m.	23.23	23.23	20.42	23.23	23.23	0.1613	502.4636	
04:20 p.m.	23.23	23.23	20.43	23.23	23.23	0.1613	502.6250	
04:30 p.m.	23.23	23.23	20.43	23.23	23.23	0.1613	502.7863	
04:40 p.m.	23.23	23.23	20.44	23.23	23.23	0.1613	502.9476	
04:50 p.m.	23.23	23.23	20.45	23.23	23.23	0.1613	503.1089	
05:00 p.m.	23.23	23.23	20.46	23.23	23.23	0.1613	503.2702	
05:10 p.m.	23.23	23.23	20.47	23.23	23.23	0.1613	503.4315	
05:20 p.m.	23.23	23.23	20.47	23.23	23.23	0.1613	503.5929	
05:30 p.m.	23.23	23.23	20.48	23.23	23.23	0.1613	503.7542	
05:40 p.m.	23.23	23.23	20.49	23.23	23.23	0.1613	503.9155	
05:50 p.m.	23.23	23.23	20.50	23.23	23.23	0.1613	504.0768	
06:00 p.m.	23.23	23.23	20.50	23.23	23.23	0.1613	504.2382	
06:10 p.m.	23.23	23.23	20.51	23.23	23.23	0.1613	504.3995	
06:20 p.m.	23.23	23.23	20.51	23.23	23.23	0.1613	504.5608	
06:30 p.m.	23.23	23.23	20.52	23.23	23.23	0.1613	504.7221	
06:40 p.m.	23.23	23.23	20.53	23.23	23.23	0.1613	504.8834	
06:50 p.m.	23.23	23.23	20.53	23.23	23.23	0.1613	505.0447	
07:00 p.m.	23.23	23.23	20.54	23.23	23.23	0.1613	505.2061	
07:10 p.m.	23.23	23.23	20.55	23.23	23.23	0.1613	505.3674	
07:20 p.m.	23.23	23.23	20.56	23.23	23.23	0.1613	505.5287	
07:30 p.m.	23.23	23.23	20.56	23.23	23.23	0.1613	505.6900	
07:40 p.m.	23.23	23.23	20.57	23.23	23.23	0.1613	505.8513	
07:50 p.m.	23.23	23.23	20.58	23.23	23.23	0.1613	506.0127	
08:00 p.m.	23.23	23.23	20.58	23.23	23.23	0.1613	506.1740	
08:10 p.m.	23.23	23.23	20.59	23.23	23.23	0.1613	506.3353	
08:20 p.m.	23.23	23.23	20.60	23.23	23.23	0.1613	506.4966	
08:30 p.m.	23.23	23.23	20.60	23.23	23.23	0.1613	506.6579	
08:40 p.m.	23.23	23.23	20.61	23.23	23.23	0.1613	506.8193	
08:50 p.m.	23.23	23.23	20.62	23.23	23.23	0.1613	506.9806	
09:00 p.m.	23.23	23.23	20.63	23.23	23.23	0.1613	507.1419	
09:10 p.m.	23.23	23.23	20.63	23.23	23.23	0.1613	507.3032	
09:20 p.m.	23.23	23.23	20.64	23.23	23.23	0.1613	507.4645	
09:30 p.m.	23.23	23.23	20.65	23.23	23.23	0.1613	507.6259	
09:40 p.m.	23.23	23.23	20.65	23.23	23.23	0.1613	507.7872	
09:50 p.m.	23.23	23.23	20.66	23.23	23.23	0.1613	507.9485	
10:00 p.m.	23.23	23.23	20.67	23.23	23.23	0.1613	508.1098	
10:10 p.m.	23.23	23.23	20.67	23.23	23.23	0.1613	508.2711	
10:20 p.m.	23.23	23.23	20.68	23.23	23.23	0.1613	508.4325	
10:30 p.m.	23.23	23.23	20.69	23.23	23.23	0.1613	508.5938	
10:40 p.m.	23.23	23.23	20.69	23.23	23.23	0.1613	508.7551	
10:50 p.m.	23.23	23.23	20.70	23.23	23.23	0.1613	508.9164	
11:00 p.m.	23.23	23.23	20.71	23.23	23.23	0.1613	509.0777	
11:10 p.m.	23.23	23.23	20.72	23.23	23.23	0.1613	509.2391	
11:20 p.m.	23.23	23.23	20.72	23.23	23.23	0.1613	509.4004	
11:30 p.m.	23.23	23.23	20.73	23.23	23.23	0.1613	509.5617	
11:40 p.m.	23.23	23.23	20.74	23.23	23.23	0.1613	509.7230	
11:50 p.m.	23.23	23.23	20.74	23.23	23.23	0.1613	509.8844	
12:00 a.m.	23.23	23.23	20.75	23.23	23.23	0.1613	510.0457	
12:10 a.m.	23.23	23.23	20.76	23.23	23.23	0.1613	510.2070	
12:20 a.m.	23.23	23.23	20.76	23.23	23.23	0.1613	510.3683	
12:30 a.m.	23.23	23.23	20.77	23.23	23.23	0.1613	510.5296	
12:40 a.m.	23.23	23.23	20.78	23.23	23.23	0.1613	510.6909	
12:50 a.m.	23.23	23.23	20.78	23.23	23.23	0.1613	510.8522	
01:00 a.m.	23.23	23.23	20.79	23.23	23.23	0.1613	511.0136	
01:10 a.m.	23.23	23.23	20.80	23.23	23.23	0.1613	511.1749	
01:20 a.m.	23.23	23.23	20.81	23.23	23.23	0.1613	511.3362	
01:30 a.m.	23.23	23.23	20.81	23.23	23.23	0.1613	511.4975	
01:40 a.m.	23.23	23.23	20.82	23.23	23.23	0.1613	511.6588	
01:50 a.m.	23.23	23.23	20.83	23.23	23.23	0.1613	511.8201	
02:00 a.m.	23.23	23.23	20.83	23.23	23.23	0.1613	511.9815	
02:10 a.m.	23.23	23.23	20.84	23.23	23.23	0.1613	512.1428	
02:20 a.m.	23.23	23.23	20.85	23.23	23.23	0.1613	512.3041	
02:30 a.m.	23.23	23.23	20.85	23.23	23.23	0.1613	512.4654	
02:40 a.m.	23.23	23.23	20.86	23.23	23.23	0.1613	512.6268	
02:50 a.m.	23.23	23.23	20.87	23.23	23.23	0.1613	512.7881	
03:00 a.m.	23.23	23.23	20.87	23.23	23.23	0.1613	512.9494	
03:10 a.m.	23.23	23.23	20.88	23.23	23.23	0.1613	513.1107	
03:20 a.m.	23.23	23.23	20.89	23.23	23.23	0.1613	513.2720	
03:30 a.m.	23.23	23.23	20.90	23.23	23.23	0.1613	513.4334	
03:40 a.m.	23.23	23.23	20.90	23.23	23.23	0.1613	513.5947	
03:50 a.m.	23.23	23.23	20.91	23.23	23.23	0.1613	513.7560	
04:00 a.m.	23.23	23.23	20.92	23.23	23.23	0.1613	513.9173	
04:10 a.m.	23.23	23.23	20.92	23.23	23.23	0.1613	514.0786	
04:20 a.m.	23.23	23.23	20.93	23.23	23.23	0.1613	514.2400	
04:30 a.m.	23.23	23.23	20.94	23.23	23.23	0.1613	514.4013	
04:40 a.m.	23.23	23.23	20.94	23.23	23.23	0.1613	514.5626	
04:50 a.m.	23.23	23.23	20.95	23.23	23.23	0.1613	514.7239	
05:00 a.m.	23.23	23.23	20.96	23.23	23.23	0.1613	514.8852	
05:10 a.m.	23.23	23.23	20.97	23.23	23.23	0.1613	515.0466	
05:20 a.m.	23.23	23.23	20.97	23.23	23.23	0.1613	515.2079	
05:30 a.m.	23.23	23.23	20.98	23.23	23.23	0.1613	515.3692	
05:40 a.m.	23.23	23.23	20.99	23.23	23.23	0.1613	515.5305	
05:50 a.m.	23.23	23.23	20.99	23.23	23.23	0.1613	515.6918	
06:00 a.m.	23.23	23.23	21.00	23.23	23.23	0.1613	515.8532	
06:10 a.m.	23.23	23.23	21.01	23.23	23.23	0.1613	516.0145	
06:20 a.m.	23.23	23.23	21.01	23.23	23.23	0.1613	516.1758	
06:30 a.m.	23.23	23.23	21.02	23.23	23.23	0.1613	516.3371	
06:40 a.m.	23.23	23.23	21.03	23.23	23.23	0.1613	516.4984	
06:50 a.m.	23.23	23.23	21.03	23.23	23.23	0.1613	516.6597	
07:00 a.m.	23.23	23.23	21.04	23.23	23.23	0.1613	516.8211	
07:10 a.m.	23.23	23.23	21.05	23.23	23.23	0.1613	516.9824	
07:20 a.m.	23.23	23.23	21.06	23.23	23.23	0.1613	517.1437	

dia	hora	Sensor 1	Sensor 2	t(tiempo)	Prom. T°C	T°C-Ti	Δ(Tiempo x T°C)	t(tiempo x T°C)
	10:00 a.m.	23.23	23.23	22.17	23.23	0.1613	542.9588	566.988
	10:10 a.m.	23.23	23.23	22.17	23.23	0.1613	543.164	566.345
	10:20 a.m.	23.23	23.23	22.18	23.23	0.1613	543.3775	566.5075
	10:30 a.m.	23.23	23.23	22.19	23.23	0.1613	543.5888	566.6688
	10:40 a.m.	23.23	23.23	22.19	23.23	0.1613	543.8001	566.8301
	10:50 a.m.	23.23	23.23	22.20	23.23	0.1613	544.0164	566.9914
	11:00 a.m.	23.23	23.23	22.21	23.23	0.1613	543.9227	567.1527
	11:10 a.m.	23.23	23.23	22.22	23.23	0.1613	544.0841	567.3141
	11:20 a.m.	23.23	23.23	22.22	23.23	0.1613	544.2454	567.4754
	11:30 a.m.	23.23	23.23	22.23	23.23	0.1613	544.4067	567.6367
	11:40 a.m.	23.23	23.23	22.24	23.23	0.1613	544.5680	567.7980
	11:50 a.m.	23.23	23.23	22.24	23.23	0.1613	544.7293	567.9593
	12:00 p.m.	23.23	23.23	22.25	23.23	0.1613	544.8907	568.1207
	12:10 p.m.	23.23	23.23	22.26	23.23	0.1613	545.0520	568.2820
	12:20 p.m.	23.23	23.23	22.26	23.23	0.1613	545.2133	568.4433
	12:30 p.m.	23.23	23.23	22.27	23.23	0.1613	545.3746	568.6046
	12:40 p.m.	23.23	23.23	22.28	23.23	0.1613	545.5359	568.7659
	12:50 p.m.	23.23	23.23	22.28	23.23	0.1613	545.6972	568.9272
	01:00 p.m.	23.23	23.23	22.29	23.23	0.1613	545.8586	569.0886
	01:10 p.m.	23.23	23.23	22.30	23.23	0.1613	546.0199	569.2499
	01:20 p.m.	23.23	23.23	22.31	23.23	0.1613	546.1813	569.4113
	01:30 p.m.	23.23	23.23	22.31	23.23	0.1613	546.3426	569.5726
	01:40 p.m.	23.23	23.23	22.32	23.23	0.1613	546.5039	569.7339
	01:50 p.m.	23.23	23.23	22.33	23.23	0.1613	546.6652	569.8952
	02:00 p.m.	23.23	23.23	22.33	23.23	0.1613	546.8266	570.0566
	02:10 p.m.	23.23	23.23	22.34	23.23	0.1613	546.9879	570.2179
	02:20 p.m.	23.23	23.23	22.35	23.23	0.1613	547.1491	570.3791
	02:30 p.m.	23.23	23.23	22.35	23.23	0.1613	547.3104	570.5404
	02:40 p.m.	23.23	23.23	22.36	23.23	0.1613	547.4717	570.7017
	02:50 p.m.	23.23	23.23	22.37	23.23	0.1613	547.6331	570.8631
	03:00 p.m.	23.23	23.23	22.37	23.23	0.1613	547.7944	571.0244
	03:10 p.m.	23.23	23.23	22.38	23.23	0.1613	547.9557	571.1857
	03:20 p.m.	23.23	23.23	22.39	23.23	0.1613	548.1170	571.3470
	03:30 p.m.	23.23	23.23	22.40	23.23	0.1613	548.2784	571.5084
	03:40 p.m.	23.23	23.23	22.40	23.23	0.1613	548.4397	571.6697
	03:50 p.m.	23.23	23.23	22.41	23.23	0.1613	548.6010	571.8310
	04:00 p.m.	23.23	23.23	22.42	23.23	0.1613	548.7623	571.9923
	04:10 p.m.	23.23	23.23	22.42	23.23	0.1613	548.9236	572.1536
	04:20 p.m.	23.23	23.23	22.43	23.23	0.1613	549.0850	572.3150
	04:30 p.m.	23.23	23.23	22.43	23.23	0.1613	549.2463	572.4763
	04:40 p.m.	23.23	23.23	22.44	23.23	0.1613	549.4076	572.6376
	04:50 p.m.	23.23	23.23	22.45	23.23	0.1613	549.5689	572.7989
	05:00 p.m.	23.23	23.23	22.46	23.23	0.1613	549.7302	572.9602
	05:10 p.m.	23.23	23.23	22.47	23.23	0.1613	549.8916	573.1216
	05:20 p.m.	23.23	23.23	22.47	23.23	0.1613	550.0529	573.2829
	05:30 p.m.	23.23	23.23	22.48	23.23	0.1613	550.2142	573.4442
	05:40 p.m.	23.23	23.23	22.49	23.23	0.1613	550.3755	573.6055
	05:50 p.m.	23.23	23.23	22.49	23.23	0.1613	550.5368	573.7668
	06:00 p.m.	23.23	23.23	22.50	23.23	0.1613	550.6982	573.9282
	06:10 p.m.	23.23	23.23	22.51	23.23	0.1613	550.8595	574.0895
	06:20 p.m.	23.23	23.23	22.51	23.23	0.1613	551.0208	574.2508
	06:30 p.m.	23.23	23.23	22.52	23.23	0.1613	551.1821	574.4121
	06:40 p.m.	23.23	23.23	22.53	23.23	0.1613	551.3434	574.5734
	06:50 p.m.	23.23	23.23	22.53	23.23	0.1613	551.5047	574.7347
	07:00 p.m.	23.23	23.23	22.54	23.23	0.1613	551.6661	574.8961
	07:10 p.m.	23.23	23.23	22.55	23.23	0.1613	551.8274	575.0574
	07:20 p.m.	23.23	23.23	22.56	23.23	0.1613	551.9887	575.2187
	07:30 p.m.	23.23	23.23	22.56	23.23	0.1613	552.1500	575.3800
	07:40 p.m.	23.23	23.23	22.57	23.23	0.1613	552.3113	575.5413
	07:50 p.m.	23.23	23.23	22.58	23.23	0.1613	552.4727	575.7027
	08:00 p.m.	23.23	23.23	22.58	23.23	0.1613	552.6340	575.8640
	08:10 p.m.	23.23	23.23	22.59	23.23	0.1613	552.7953	576.0253
	08:20 p.m.	23.23	23.23	22.60	23.23	0.1613	552.9566	576.1866
	08:30 p.m.	23.23	23.23	22.60	23.23	0.1613	553.1179	576.3479
	08:40 p.m.	23.23	23.23	22.61	23.23	0.1613	553.2793	576.5093
	08:50 p.m.	23.23	23.23	22.62	23.23	0.1613	553.4406	576.6706
	09:00 p.m.	23.23	23.23	22.62	23.23	0.1613	553.6019	576.8319
	09:10 p.m.	23.23	23.23	22.63	23.23	0.1613	553.7632	576.9932
	09:20 p.m.	23.23	23.23	22.64	23.23	0.1613	553.9245	577.1545
	09:30 p.m.	23.23	23.23	22.65	23.23	0.1613	554.0859	577.3159
	09:40 p.m.	23.23	23.23	22.65	23.23	0.1613	554.2472	577.4772
	09:50 p.m.	23.23	23.23	22.66	23.23	0.1613	554.4085	577.6385
	10:00 p.m.	23.23	23.23	22.67	23.23	0.1613	554.5698	577.7998
	10:10 p.m.	23.23	23.23	22.67	23.23	0.1613	554.7311	577.9611
	10:20 p.m.	23.23	23.23	22.68	23.23	0.1613	554.8925	578.1225
	10:30 p.m.	23.23	23.23	22.69	23.23	0.1613	555.0538	578.2838
	10:40 p.m.	23.23	23.23	22.69	23.23	0.1613	555.2151	578.4451
	10:50 p.m.	23.23	23.23	22.70	23.23	0.1613	555.3764	578.6064
	11:00 p.m.	23.23	23.23	22.71	23.23	0.1613	555.5377	578.7677
	11:10 p.m.	23.23	23.23	22.72	23.23	0.1613	555.6991	578.9291
	11:20 p.m.	23.23	23.23	22.72	23.23	0.1613	555.8604	579.0904
	11:30 p.m.	23.23	23.23	22.73	23.23	0.1613	556.0217	579.2517
	11:40 p.m.	23.23	23.23	22.74	23.23	0.1613	556.1830	579.4130
	11:50 p.m.	23.23	23.23	22.74	23.23	0.1613	556.3443	579.5743
	12:00 a.m.	23.23	23.23	22.75	23.23	0.1613	556.5057	579.7357
	12:10 a.m.	23.23	23.23	22.76	23.23	0.1613	556.6670	579.8970
	12:20 a.m.	23.23	23.23	22.76	23.23	0.1613	556.8283	580.0583
	12:30 a.m.	23.23	23.23	22.77	23.23	0.1613	556.9896	580.2196
	12:40 a.m.	23.23	23.23	22.78	23.23	0.1613	557.1509	580.3809
	12:50 a.m.	23.23	23.23	22.78	23.23	0.1613	557.3122	580.5422
	01:00 a.m.	23.23	23.23	22.79	23.23	0.1613	557.4736	580.7036
	01:10 a.m.	23.23	23.23	22.80	23.23	0.1613	557.6349	580.8649
	01:20 a.m.	23.23	23.23	22.81	23.23	0.1613	557.7962	581.0262
	01:30 a.m.	23.23	23.23	22.81	23.23	0.1613	557.9575	581.1875
	01:40 a.m.	23.23	23.23	22.82	23.23	0.1613	558.1188	581.3488
	01:50 a.m.	23.23	23.23	22.83	23.23	0.1613	558.2802	581.5102
	02:00 a.m.	23.23	23.23	22.83	23.23	0.1613	558.4415	581.6715
	02:10 a.m.	23.23	23.23	22.84	23.23	0.1613	558.6028	581.8328
	02:20 a.m.	23.23	23.23	22.85	23.23	0.1613	558.7641	581.9941
	02:30 a.m.	23.23	23.23	22.85	23.23	0.1613	558.9254	582.1554
	02:40 a.m.	23.23	23.23	22.86	23.23	0.1613	559.0868	582.3168
	02:50 a.m.	23.23	23.23	22.87	23.23	0.1613	559.2481	582.4781
	03:00 a.m.	23.23	23.23	22.87	23.23	0.1613	559.4094	582.6394
	03:10 a.m.	23.23	23.23	22.88	23.23	0.1613	559.5707	582.8007
	03:20 a.m.	23.23	23.23	22.89	23.23	0.1613	559.7320	582.9620
	03:30 a.m.	23.23	23.23	22.90	23.23	0.1613	559.8934	583.1234
	03:40 a.m.	23.23	23.23	22.90	23.23	0.1613	560.0547	583.2847
	03:50 a.m.	23.23	23.23	22.91	23.23	0.1613	560.2160	583.4460
	04:00 a.m.	23.23	23.23	22.92	23.23	0.1613	560.3773	583.6073
	04:10 a.m.	23.23	23.23	22.92	23.23	0.1613	560.5386	583.7686
	04:20 a.m.	23.23	23.23	22.93	23.23	0.1613	560.7000	583.9300
	04:30 a.m.	23.23	23.23	22.94	23.23	0.1613	560.8613	584.0913
	04:40 a.m.	23.23	23.23	22.94	23.23	0.1613	561.0226	584.2526
	04:50 a.m.	23.23	23.23	22.95	23.23	0.1613	561.1839	584.4139
	05:00 a.m.	23.23	23.23	22.96	23.23	0.1613	561.3452	584.5752
	05:10 a.m.	23.23	23.23	22.97	23.23	0.1613	561.5066	584.7366
	05:20 a.m.	23.23	23.23	22.97	23.23	0.1613	561.6679	584.8979
	05:30 a.m.	23.23	23.23	22.98	23.23	0.1613	561.8292	585.0592
	05:40 a.m.	23.23	23.23	22.99	23.23	0.1613	561.9905	585.2205
	05:50 a.m.	23.23	23.23	22.99	23.23	0.1613	562.1518	585.3818
	06:00 a.m.	23.23	23.23	23.00	23.23	0.1613	562.3132	585.5432
	06:10 a.m.	23.23	23.23	23.01	23.23	0.1613	562.4745	585.7045
	06:20 a.m.	23.23	23.23	23.01	23.23	0.1613	562.6358	585.8658
	06:30 a.m.	23.23	23.23	23.02	23.23	0.1613	562.7971	586.0271
	06:40 a.m.	23.23	23.23	23.03	23.23	0.1613	562.9584	586.1884
	06:50 a.m.	23.23	23.23	23.03	23.23	0.1613	563.1197	586.3497
	07:00 a.m.	23.23	23.23	23.04				



Día	hora	Sensor 1	Sensor 2	H(tiempo)	Prom. T°C	T°Cn-T°Ci	ΔT(T°C)	H(Altiempo x T°C)
1000 a.m.	23.23	23.23	24.27	23.23	23.23	0.1613	588.41486	
1010 a.m.	23.23	23.23	24.32	23.23	23.23	0.1613	589.57674	
1020 a.m.	23.23	23.23	24.18	23.23	23.23	0.1613	589.7375	
1030 a.m.	23.23	23.23	24.19	23.23	23.23	0.1613	589.89888	
1040 a.m.	23.23	23.23	24.29	23.23	23.23	0.1613	590.0601	
1050 a.m.	23.23	23.23	24.20	23.23	23.23	0.1613	590.22144	
1100 a.m.	23.23	23.23	24.21	23.23	23.23	0.1613	590.38272	
1110 a.m.	23.23	23.23	24.22	23.23	23.23	0.1613	590.54401	
1120 a.m.	23.23	23.23	24.23	23.23	23.23	0.1613	590.70524	
1130 a.m.	23.23	23.23	24.23	23.23	23.23	0.1613	590.86648	
1140 a.m.	23.23	23.23	24.24	23.23	23.23	0.1613	591.0278	
1150 a.m.	23.23	23.23	24.24	23.23	23.23	0.1613	591.18913	
1200 p.m.	23.23	23.23	24.25	23.23	23.23	0.1613	591.35037	
1210 p.m.	23.23	23.23	24.26	23.23	23.23	0.1613	591.51172	
1220 p.m.	23.23	23.23	24.26	23.23	23.23	0.1613	591.67303	
1230 p.m.	23.23	23.23	24.27	23.23	23.23	0.1613	591.83434	
1240 p.m.	23.23	23.23	24.28	23.23	23.23	0.1613	591.99564	
1250 p.m.	23.23	23.23	24.28	23.23	23.23	0.1613	592.1572	
01:00 p.m.	23.23	23.23	24.29	23.23	23.23	0.1613	592.31866	
01:10 p.m.	23.23	23.23	24.30	23.23	23.23	0.1613	592.47999	
01:20 p.m.	23.23	23.23	24.31	23.23	23.23	0.1613	592.64122	
01:30 p.m.	23.23	23.23	24.31	23.23	23.23	0.1613	592.8025	
01:40 p.m.	23.23	23.23	24.32	23.23	23.23	0.1613	592.96383	
01:50 p.m.	23.23	23.23	24.33	23.23	23.23	0.1613	593.12512	
02:00 p.m.	23.23	23.23	24.33	23.23	23.23	0.1613	593.28641	
02:10 p.m.	23.23	23.23	24.34	23.23	23.23	0.1613	593.4477	
02:20 p.m.	23.23	23.23	24.35	23.23	23.23	0.1613	593.60901	
02:30 p.m.	23.23	23.23	24.35	23.23	23.23	0.1613	593.77034	
02:40 p.m.	23.23	23.23	24.36	23.23	23.23	0.1613	593.93167	
02:50 p.m.	23.23	23.23	24.37	23.23	23.23	0.1613	594.09301	
03:00 p.m.	23.23	23.23	24.37	23.23	23.23	0.1613	594.25434	
03:10 p.m.	23.23	23.23	24.38	23.23	23.23	0.1613	594.41567	
03:20 p.m.	23.23	23.23	24.39	23.23	23.23	0.1613	594.57701	
03:30 p.m.	23.23	23.23	24.40	23.23	23.23	0.1613	594.73834	
03:40 p.m.	23.23	23.23	24.40	23.23	23.23	0.1613	594.89967	
03:50 p.m.	23.23	23.23	24.41	23.23	23.23	0.1613	595.06101	
04:00 p.m.	23.23	23.23	24.42	23.23	23.23	0.1613	595.22234	
04:10 p.m.	23.23	23.23	24.42	23.23	23.23	0.1613	595.38367	
04:20 p.m.	23.23	23.23	24.43	23.23	23.23	0.1613	595.54501	
04:30 p.m.	23.23	23.23	24.44	23.23	23.23	0.1613	595.70634	
04:40 p.m.	23.23	23.23	24.44	23.23	23.23	0.1613	595.86767	
04:50 p.m.	23.23	23.23	24.45	23.23	23.23	0.1613	596.02901	
05:00 p.m.	23.23	23.23	24.46	23.23	23.23	0.1613	596.19034	
05:10 p.m.	23.23	23.23	24.47	23.23	23.23	0.1613	596.35167	
05:20 p.m.	23.23	23.23	24.47	23.23	23.23	0.1613	596.51301	
05:30 p.m.	23.23	23.23	24.48	23.23	23.23	0.1613	596.67434	
05:40 p.m.	23.23	23.23	24.49	23.23	23.23	0.1613	596.83567	
05:50 p.m.	23.23	23.23	24.50	23.23	23.23	0.1613	596.99701	
06:00 p.m.	23.23	23.23	24.50	23.23	23.23	0.1613	597.15834	
06:10 p.m.	23.23	23.23	24.51	23.23	23.23	0.1613	597.31967	
06:20 p.m.	23.23	23.23	24.51	23.23	23.23	0.1613	597.48101	
06:30 p.m.	23.23	23.23	24.52	23.23	23.23	0.1613	597.64234	
06:40 p.m.	23.23	23.23	24.53	23.23	23.23	0.1613	597.80367	
06:50 p.m.	23.23	23.23	24.53	23.23	23.23	0.1613	597.96501	
07:00 p.m.	23.23	23.23	24.54	23.23	23.23	0.1613	598.12634	
07:10 p.m.	23.23	23.23	24.55	23.23	23.23	0.1613	598.28767	
07:20 p.m.	23.23	23.23	24.56	23.23	23.23	0.1613	598.44901	
07:30 p.m.	23.23	23.23	24.56	23.23	23.23	0.1613	598.61034	
07:40 p.m.	23.23	23.23	24.57	23.23	23.23	0.1613	598.77167	
07:50 p.m.	23.23	23.23	24.58	23.23	23.23	0.1613	598.93301	
08:00 p.m.	23.23	23.23	24.58	23.23	23.23	0.1613	599.09434	
08:10 p.m.	23.23	23.23	24.59	23.23	23.23	0.1613	599.25567	
08:20 p.m.	23.23	23.23	24.60	23.23	23.23	0.1613	599.41701	
08:30 p.m.	23.23	23.23	24.60	23.23	23.23	0.1613	599.57834	
08:40 p.m.	23.23	23.23	24.61	23.23	23.23	0.1613	599.73967	
08:50 p.m.	23.23	23.23	24.62	23.23	23.23	0.1613	599.90101	
09:00 p.m.	23.23	23.23	24.63	23.23	23.23	0.1613	600.06234	
09:10 p.m.	23.23	23.23	24.63	23.23	23.23	0.1613	600.22367	
09:20 p.m.	23.23	23.23	24.64	23.23	23.23	0.1613	600.38501	
09:30 p.m.	23.23	23.23	24.65	23.23	23.23	0.1613	600.54634	
09:40 p.m.	23.23	23.23	24.65	23.23	23.23	0.1613	600.70767	
09:50 p.m.	23.23	23.23	24.66	23.23	23.23	0.1613	600.86901	
10:00 p.m.	23.23	23.23	24.67	23.23	23.23	0.1613	601.03034	
10:10 p.m.	23.23	23.23	24.67	23.23	23.23	0.1613	601.19167	
10:20 p.m.	23.23	23.23	24.68	23.23	23.23	0.1613	601.35301	
10:30 p.m.	23.23	23.23	24.69	23.23	23.23	0.1613	601.51434	
10:40 p.m.	23.23	23.23	24.69	23.23	23.23	0.1613	601.67567	
10:50 p.m.	23.23	23.23	24.70	23.23	23.23	0.1613	601.83701	
11:00 p.m.	23.23	23.23	24.71	23.23	23.23	0.1613	601.99834	
11:10 p.m.	23.23	23.23	24.72	23.23	23.23	0.1613	602.15967	
11:20 p.m.	23.23	23.23	24.72	23.23	23.23	0.1613	602.32101	
11:30 p.m.	23.23	23.23	24.73	23.23	23.23	0.1613	602.48234	
11:40 p.m.	23.23	23.23	24.74	23.23	23.23	0.1613	602.64367	
11:50 p.m.	23.23	23.23	24.74	23.23	23.23	0.1613	602.80501	
12:00 a.m.	23.23	23.23	24.75	23.23	23.23	0.1613	602.96634	
12:10 a.m.	23.23	23.23	24.76	23.23	23.23	0.1613	603.12767	
12:20 a.m.	23.23	23.23	24.76	23.23	23.23	0.1613	603.28901	
12:30 a.m.	23.23	23.23	24.77	23.23	23.23	0.1613	603.45034	
12:40 a.m.	23.23	23.23	24.78	23.23	23.23	0.1613	603.61167	
12:50 a.m.	23.23	23.23	24.78	23.23	23.23	0.1613	603.77301	
01:00 a.m.	23.23	23.23	24.79	23.23	23.23	0.1613	603.93434	
01:10 a.m.	23.23	23.23	24.80	23.23	23.23	0.1613	604.09567	
01:20 a.m.	23.23	23.23	24.81	23.23	23.23	0.1613	604.25701	
01:30 a.m.	23.23	23.23	24.82	23.23	23.23	0.1613	604.41834	
01:40 a.m.	23.23	23.23	24.82	23.23	23.23	0.1613	604.57967	
01:50 a.m.	23.23	23.23	24.83	23.23	23.23	0.1613	604.74101	
02:00 a.m.	23.23	23.23	24.83	23.23	23.23	0.1613	604.90234	
02:10 a.m.	23.23	23.23	24.84	23.23	23.23	0.1613	605.06367	
02:20 a.m.	23.23	23.23	24.85	23.23	23.23	0.1613	605.22501	
02:30 a.m.	23.23	23.23	24.85	23.23	23.23	0.1613	605.38634	
02:40 a.m.	23.23	23.23	24.86	23.23	23.23	0.1613	605.54767	
02:50 a.m.	23.23	23.23	24.87	23.23	23.23	0.1613	605.70901	
03:00 a.m.	23.23	23.23	24.87	23.23	23.23	0.1613	605.87034	
03:10 a.m.	23.23	23.23	24.88	23.23	23.23	0.1613	606.03167	
03:20 a.m.	23.23	23.23	24.89	23.23	23.23	0.1613	606.19301	
03:30 a.m.	23.23	23.23	24.90	23.23	23.23	0.1613	606.35434	
03:40 a.m.	23.23	23.23	24.90	23.23	23.23	0.1613	606.51567	
03:50 a.m.	23.23	23.23	24.91	23.23	23.23	0.1613	606.67701	
04:00 a.m.	23.23	23.23	24.92	23.23	23.23	0.1613	606.83834	
04:10 a.m.	23.23	23.23	24.92	23.23	23.23	0.1613	606.99967	
04:20 a.m.	23.23	23.23	24.93	23.23	23.23	0.1613	607.16101	
04:30 a.m.	23.23	23.23	24.94	23.23	23.23	0.1613	607.32234	
04:40 a.m.	23.23	23.23	24.94	23.23	23.23	0.1613	607.48367	
04:50 a.m.	23.23	23.23	24.95	23.23	23.23	0.1613	607.64501	
05:00 a.m.	23.23	23.23	24.96	23.23	23.23	0.1613	607.80634	
05:10 a.m.	23.23	23.23	24.97	23.23	23.23	0.1613	607.96767	
05:20 a.m.	23.23	23.23	24.98	23.23	23.23	0.1613	608.12901	
05:30 a.m.	23.23	23.23	24.98	23.23	23.23	0.1613	608.29034	
05:40 a.m.	23.23	23.23	24.99	23.23	23.23	0.1613	608.45167	
05:50 a.m.	23.23	23.23	24.99	23.23	23.23	0.1613	608.61301	
06:00 a.m.	23.23	23.23	25.00	23.23	23.23	0.1613	608.77434	
06:10 a.m.	23.23	23.23	25.01	23.23	23.23	0.1613	608.93567	
06:20 a.m.	23.23	23.23	25.01	23.23	23.23	0.1613	609.09701	
06:30 a.m.	23.23	23.23	25.02	23.23	23.23	0.1613	609.25834	
06:40 a.m.	23.23	23.23	25.03	23.23	23.23	0.1613	609.41967	
06:50 a.m.	23.23	23.23	25.04	23.23	23.23	0.1613	609.58101	
07:00 a.m.	23.23	23.23	25.04	23.23	23.23	0.1613	609.74234	
07:10 a.m.	23.23	23.23	25.05	23.23	23.23	0.1613	609.90367	
07:20 a.m.	23.23	23.23	25.06	23.23	23.23	0.1613	610.06501	
07:30 a.m.	23.23	23.23	25.06	23.23	23.23	0.1613	610.22634	
07:40 a.m.	23.23	23.23	25.07	23.23	23.23	0.1613	610.38767	
07:50 a.m.	23.23	23.23	25.08	23.23	23.23	0.1613	610.54901	
08:00 a.m.	23.23	23.23	25.09	23.23	23.23	0.1613	610.71034	
08:10 a.m.	23.23	23.23	25.09	23.23	23.23	0.1613	610.87167	
08:20 a.m.	23.23	23.23	25.10	23.23	23.23	0.1613	611.03301	

Dia	hora	Sensor		H(tiempo)	Prom. T <sup>o</sup> C	T <sup>o</sup> Cn-T <sup>o</sup> C	ΔT(T <sup>o</sup> C)	H(Δtiempo x T <sup>o</sup> C)
		Sensor 1	Sensor 2					
	10:00 a.m.	23.23	23.23	26.27	23.23	23.23	0.00	636.8788
	10:10 a.m.	23.23	23.23	26.27	23.23	23.23	0.00	636.9186
	10:20 a.m.	23.23	23.23	26.18	23.23	23.23	0.00	636.1975
	10:30 a.m.	23.23	23.23	26.19	23.23	23.23	0.00	636.3588
	10:40 a.m.	23.23	23.23	26.29	23.23	23.23	0.00	636.5201
	10:50 a.m.	23.23	23.23	26.20	23.23	23.23	0.00	636.6814
	11:00 a.m.	23.23	23.23	26.21	23.23	23.23	0.00	636.8427
	11:10 a.m.	23.23	23.23	26.22	23.23	23.23	0.00	637.0041
	11:20 a.m.	23.23	23.23	26.22	23.23	23.23	0.00	637.1654
	11:30 a.m.	23.23	23.23	26.23	23.23	23.23	0.00	637.3267
	11:40 a.m.	23.23	23.23	26.24	23.23	23.23	0.00	637.4880
	11:50 a.m.	23.23	23.23	26.24	23.23	23.23	0.00	637.6493
	12:00 p.m.	23.23	23.23	26.25	23.23	23.23	0.00	637.8107
	12:10 p.m.	23.23	23.23	26.26	23.23	23.23	0.00	637.9720
	12:20 p.m.	23.23	23.23	26.26	23.23	23.23	0.00	638.1333
	12:30 p.m.	23.23	23.23	26.27	23.23	23.23	0.00	638.2946
	12:40 p.m.	23.23	23.23	26.28	23.23	23.23	0.00	638.4559
	12:50 p.m.	23.23	23.23	26.28	23.23	23.23	0.00	638.6172
	01:00 p.m.	23.23	23.23	26.29	23.23	23.23	0.00	638.7786
	01:10 p.m.	23.23	23.23	26.30	23.23	23.23	0.00	638.9399
	01:20 p.m.	23.23	23.23	26.31	23.23	23.23	0.00	639.1012
	01:30 p.m.	23.23	23.23	26.31	23.23	23.23	0.00	639.2625
	01:40 p.m.	23.23	23.23	26.32	23.23	23.23	0.00	639.4238
	01:50 p.m.	23.23	23.23	26.33	23.23	23.23	0.00	639.5852
	02:00 p.m.	23.23	23.23	26.34	23.23	23.23	0.00	639.7465
	02:10 p.m.	23.23	23.23	26.34	23.23	23.23	0.00	639.9078
	02:20 p.m.	23.23	23.23	26.35	23.23	23.23	0.00	640.0691
	02:30 p.m.	23.23	23.23	26.35	23.23	23.23	0.00	640.2304
	02:40 p.m.	23.23	23.23	26.36	23.23	23.23	0.00	640.3917
	02:50 p.m.	23.23	23.23	26.37	23.23	23.23	0.00	640.5531
	03:00 p.m.	23.23	23.23	26.37	23.23	23.23	0.00	640.7144
	03:10 p.m.	23.23	23.23	26.38	23.23	23.23	0.00	640.8757
	03:20 p.m.	23.23	23.23	26.39	23.23	23.23	0.00	641.0370
	03:30 p.m.	23.23	23.23	26.40	23.23	23.23	0.00	641.1984
	03:40 p.m.	23.23	23.23	26.40	23.23	23.23	0.00	641.3597
	03:50 p.m.	23.23	23.23	26.41	23.23	23.23	0.00	641.5210
	04:00 p.m.	23.23	23.23	26.42	23.23	23.23	0.00	641.6823
	04:10 p.m.	23.23	23.23	26.42	23.23	23.23	0.00	641.8436
	04:20 p.m.	23.23	23.23	26.43	23.23	23.23	0.00	642.0050
	04:30 p.m.	23.23	23.23	26.43	23.23	23.23	0.00	642.1663
	04:40 p.m.	23.23	23.23	26.44	23.23	23.23	0.00	642.3276
	04:50 p.m.	23.23	23.23	26.45	23.23	23.23	0.00	642.4889
	05:00 p.m.	23.23	23.23	26.46	23.23	23.23	0.00	642.6502
	05:10 p.m.	23.23	23.23	26.47	23.23	23.23	0.00	642.8115
	05:20 p.m.	23.23	23.23	26.47	23.23	23.23	0.00	642.9728
	05:30 p.m.	23.23	23.23	26.48	23.23	23.23	0.00	643.1342
	05:40 p.m.	23.23	23.23	26.49	23.23	23.23	0.00	643.2955
	05:50 p.m.	23.23	23.23	26.50	23.23	23.23	0.00	643.4568
	06:00 p.m.	23.23	23.23	26.50	23.23	23.23	0.00	643.6182
	06:10 p.m.	23.23	23.23	26.51	23.23	23.23	0.00	643.7795
	06:20 p.m.	23.23	23.23	26.51	23.23	23.23	0.00	643.9408
	06:30 p.m.	23.23	23.23	26.52	23.23	23.23	0.00	644.1021
	06:40 p.m.	23.23	23.23	26.53	23.23	23.23	0.00	644.2634
	06:50 p.m.	23.23	23.23	26.53	23.23	23.23	0.00	644.4247
	07:00 p.m.	23.23	23.23	26.54	23.23	23.23	0.00	644.5861
	07:10 p.m.	23.23	23.23	26.55	23.23	23.23	0.00	644.7474
	07:20 p.m.	23.23	23.23	26.56	23.23	23.23	0.00	644.9087
	07:30 p.m.	23.23	23.23	26.56	23.23	23.23	0.00	645.0700
	07:40 p.m.	23.23	23.23	26.57	23.23	23.23	0.00	645.2313
	07:50 p.m.	23.23	23.23	26.58	23.23	23.23	0.00	645.3926
	08:00 p.m.	23.23	23.23	26.58	23.23	23.23	0.00	645.5540
	08:10 p.m.	23.23	23.23	26.59	23.23	23.23	0.00	645.7153
	08:20 p.m.	23.23	23.23	26.60	23.23	23.23	0.00	645.8766
	08:30 p.m.	23.23	23.23	26.60	23.23	23.23	0.00	646.0379
	08:40 p.m.	23.23	23.23	26.61	23.23	23.23	0.00	646.1992
	08:50 p.m.	23.23	23.23	26.62	23.23	23.23	0.00	646.3606
	09:00 p.m.	23.23	23.23	26.63	23.23	23.23	0.00	646.5219
	09:10 p.m.	23.23	23.23	26.63	23.23	23.23	0.00	646.6832
	09:20 p.m.	23.23	23.23	26.64	23.23	23.23	0.00	646.8445
	09:30 p.m.	23.23	23.23	26.65	23.23	23.23	0.00	647.0059
	09:40 p.m.	23.23	23.23	26.65	23.23	23.23	0.00	647.1672
	09:50 p.m.	23.23	23.23	26.66	23.23	23.23	0.00	647.3285
	10:00 p.m.	23.23	23.23	26.67	23.23	23.23	0.00	647.4898
	10:10 p.m.	23.23	23.23	26.67	23.23	23.23	0.00	647.6511
	10:20 p.m.	23.23	23.23	26.68	23.23	23.23	0.00	647.8124
	10:30 p.m.	23.23	23.23	26.69	23.23	23.23	0.00	647.9737
	10:40 p.m.	23.23	23.23	26.69	23.23	23.23	0.00	648.1351
	10:50 p.m.	23.23	23.23	26.70	23.23	23.23	0.00	648.2964
	11:00 p.m.	23.23	23.23	26.71	23.23	23.23	0.00	648.4577
	11:10 p.m.	23.23	23.23	26.72	23.23	23.23	0.00	648.6191
	11:20 p.m.	23.23	23.23	26.72	23.23	23.23	0.00	648.7804
	11:30 p.m.	23.23	23.23	26.73	23.23	23.23	0.00	648.9417
	11:40 p.m.	23.23	23.23	26.74	23.23	23.23	0.00	649.1030
	11:50 p.m.	23.23	23.23	26.74	23.23	23.23	0.00	649.2643
	12:00 a.m.	23.23	23.23	26.75	23.23	23.23	0.00	649.4257
	12:10 a.m.	23.23	23.23	26.76	23.23	23.23	0.00	649.5870
	12:20 a.m.	23.23	23.23	26.76	23.23	23.23	0.00	649.7483
	12:30 a.m.	23.23	23.23	26.77	23.23	23.23	0.00	649.9096
	12:40 a.m.	23.23	23.23	26.78	23.23	23.23	0.00	650.0709
	12:50 a.m.	23.23	23.23	26.78	23.23	23.23	0.00	650.2322
	01:00 a.m.	23.23	23.23	26.79	23.23	23.23	0.00	650.3935
	01:10 a.m.	23.23	23.23	26.80	23.23	23.23	0.00	650.5548
	01:20 a.m.	23.23	23.23	26.81	23.23	23.23	0.00	650.7162
	01:30 a.m.	23.23	23.23	26.81	23.23	23.23	0.00	650.8775
	01:40 a.m.	23.23	23.23	26.82	23.23	23.23	0.00	651.0388
	01:50 a.m.	23.23	23.23	26.83	23.23	23.23	0.00	651.2001
	02:00 a.m.	23.23	23.23	26.83	23.23	23.23	0.00	651.3615
	02:10 a.m.	23.23	23.23	26.84	23.23	23.23	0.00	651.5228
	02:20 a.m.	23.23	23.23	26.85	23.23	23.23	0.00	651.6841
	02:30 a.m.	23.23	23.23	26.85	23.23	23.23	0.00	651.8454
	02:40 a.m.	23.23	23.23	26.86	23.23	23.23	0.00	652.0068
	02:50 a.m.	23.23	23.23	26.87	23.23	23.23	0.00	652.1681
	03:00 a.m.	23.23	23.23	26.87	23.23	23.23	0.00	652.3294
	03:10 a.m.	23.23	23.23	26.88	23.23	23.23	0.00	652.4907
	03:20 a.m.	23.23	23.23	26.89	23.23	23.23	0.00	652.6520
	03:30 a.m.	23.23	23.23	26.90	23.23	23.23	0.00	652.8133
	03:40 a.m.	23.23	23.23	26.90	23.23	23.23	0.00	652.9746
	03:50 a.m.	23.23	23.23	26.91	23.23	23.23	0.00	653.1360
	04:00 a.m.	23.23	23.23	26.92	23.23	23.23	0.00	653.2973
	04:10 a.m.	23.23	23.23	26.92	23.23	23.23	0.00	653.4586
	04:20 a.m.	23.23	23.23	26.93	23.23	23.23	0.00	653.6200
	04:30 a.m.	23.23	23.23	26.94	23.23	23.23	0.00	653.7813
	04:40 a.m.	23.23	23.23	26.94	23.23	23.23	0.00	653.9426
	04:50 a.m.	23.23	23.23	26.95	23.23	23.23	0.00	654.1039
	05:00 a.m.	23.23	23.23	26.96	23.23	23.23	0.00	654.2652
	05:10 a.m.	23.23	23.23	26.97	23.23	23.23	0.00	654.4266
	05:20 a.m.	23.23	23.23	26.98	23.23	23.23	0.00	654.5879
	05:30 a.m.	23.23	23.23	26.98	23.23	23.23	0.00	654.7492
	05:40 a.m.	23.23	23.23	26.99	23.23	23.23	0.00	654.9105
	05:50 a.m.	23.23	23.23	26.99	23.23	23.23	0.00	655.0718
	06:00 a.m.	23.23	23.23	27.00	23.23	23.23	0.00	655.2331
	06:10 a.m.	23.23	23.23	27.01	23.23	23.23	0.00	655.3944
	06:20 a.m.	23.23	23.23	27.01	23.23	23.23	0.00	655.5558
	06:30 a.m.	23.23	23.23	27.02	23.23	23.23	0.00	655.7171
	06:40 a.m.	23.23	23.23	27.03	23.23	23.23	0.00	655.8784
	06:50 a.m.	23.23	23.23	27.03	23.23	23.23	0.00	656.0397
	07:00 a.m.	23.23	23.23	27.04	23.23	23.23	0.00	656.2010
	07:10 a.m.	23.23	23.23	27.05	23.23	23.23	0.00	656.3624
	07:20 a.m.	23.23	23.23	27.06	23.23	23.23	0.00	656.5237
	07:30 a.m.	23.23	23.23	27.06	23.23	23.23	0.00	656.6850
	07:40 a.m.	23.23	23.23	27.07	23.23	23.23	0.00	656.8463



dia	hora	Sensor 1	Sensor 2	Z(tiempo)	Prom. T°C	T°C-T1°C	ΔT(T°C)	Z(Altimpco x T°C)
día 29	10:00 a.m.	23.23	23.23	28.17	23.23	23.23	0.0613	682.2486
	10:10 a.m.	23.23	23.23	28.17	23.23	23.23	0.0613	682.2486
	10:20 a.m.	23.23	23.23	28.18	23.23	23.23	0.0613	682.6575
	10:30 a.m.	23.23	23.23	28.19	23.23	23.23	0.0613	682.8188
	10:40 a.m.	23.23	23.23	28.19	23.23	23.23	0.0613	682.9801
	10:50 a.m.	23.23	23.23	28.20	23.23	23.23	0.0613	683.1414
	11:00 a.m.	23.23	23.23	28.21	23.23	23.23	0.0613	683.3027
	11:10 a.m.	23.23	23.23	28.22	23.23	23.23	0.0613	683.4641
	11:20 a.m.	23.23	23.23	28.23	23.23	23.23	0.0613	683.6254
	11:30 a.m.	23.23	23.23	28.23	23.23	23.23	0.0613	683.7867
	11:40 a.m.	23.23	23.23	28.24	23.23	23.23	0.0613	683.9480
	11:50 a.m.	23.23	23.23	28.24	23.23	23.23	0.0613	684.1093
	12:00 p.m.	23.23	23.23	28.25	23.23	23.23	0.0613	684.2707
	12:10 p.m.	23.23	23.23	28.26	23.23	23.23	0.0613	684.4320
	12:20 p.m.	23.23	23.23	28.26	23.23	23.23	0.0613	684.5933
	12:30 p.m.	23.23	23.23	28.27	23.23	23.23	0.0613	684.7546
	12:40 p.m.	23.23	23.23	28.28	23.23	23.23	0.0613	684.9159
	12:50 p.m.	23.23	23.23	28.28	23.23	23.23	0.0613	685.0772
	01:00 p.m.	23.23	23.23	28.29	23.23	23.23	0.0613	685.2386
	01:10 p.m.	23.23	23.23	28.30	23.23	23.23	0.0613	685.3999
	01:20 p.m.	23.23	23.23	28.31	23.23	23.23	0.0613	685.5613
	01:30 p.m.	23.23	23.23	28.31	23.23	23.23	0.0613	685.7226
	01:40 p.m.	23.23	23.23	28.32	23.23	23.23	0.0613	685.8839
	01:50 p.m.	23.23	23.23	28.33	23.23	23.23	0.0613	686.0453
	02:00 p.m.	23.23	23.23	28.33	23.23	23.23	0.0613	686.2066
	02:10 p.m.	23.23	23.23	28.34	23.23	23.23	0.0613	686.3679
	02:20 p.m.	23.23	23.23	28.35	23.23	23.23	0.0613	686.5293
	02:30 p.m.	23.23	23.23	28.35	23.23	23.23	0.0613	686.6906
	02:40 p.m.	23.23	23.23	28.36	23.23	23.23	0.0613	686.8519
	02:50 p.m.	23.23	23.23	28.37	23.23	23.23	0.0613	687.0133
	03:00 p.m.	23.23	23.23	28.37	23.23	23.23	0.0613	687.1746
	03:10 p.m.	23.23	23.23	28.38	23.23	23.23	0.0613	687.3359
	03:20 p.m.	23.23	23.23	28.39	23.23	23.23	0.0613	687.4973
	03:30 p.m.	23.23	23.23	28.40	23.23	23.23	0.0613	687.6586
	03:40 p.m.	23.23	23.23	28.40	23.23	23.23	0.0613	687.8199
	03:50 p.m.	23.23	23.23	28.41	23.23	23.23	0.0613	687.9813
	04:00 p.m.	23.23	23.23	28.42	23.23	23.23	0.0613	688.1426
	04:10 p.m.	23.23	23.23	28.42	23.23	23.23	0.0613	688.3039
	04:20 p.m.	23.23	23.23	28.43	23.23	23.23	0.0613	688.4653
	04:30 p.m.	23.23	23.23	28.44	23.23	23.23	0.0613	688.6266
	04:40 p.m.	23.23	23.23	28.44	23.23	23.23	0.0613	688.7879
	04:50 p.m.	23.23	23.23	28.45	23.23	23.23	0.0613	688.9493
	05:00 p.m.	23.23	23.23	28.46	23.23	23.23	0.0613	689.1106
	05:10 p.m.	23.23	23.23	28.47	23.23	23.23	0.0613	689.2719
	05:20 p.m.	23.23	23.23	28.47	23.23	23.23	0.0613	689.4333
	05:30 p.m.	23.23	23.23	28.48	23.23	23.23	0.0613	689.5946
	05:40 p.m.	23.23	23.23	28.49	23.23	23.23	0.0613	689.7559
	05:50 p.m.	23.23	23.23	28.50	23.23	23.23	0.0613	689.9173
	06:00 p.m.	23.23	23.23	28.50	23.23	23.23	0.0613	690.0786
	06:10 p.m.	23.23	23.23	28.51	23.23	23.23	0.0613	690.2399
	06:20 p.m.	23.23	23.23	28.51	23.23	23.23	0.0613	690.4013
	06:30 p.m.	23.23	23.23	28.52	23.23	23.23	0.0613	690.5626
	06:40 p.m.	23.23	23.23	28.53	23.23	23.23	0.0613	690.7239
	06:50 p.m.	23.23	23.23	28.53	23.23	23.23	0.0613	690.8853
	07:00 p.m.	23.23	23.23	28.54	23.23	23.23	0.0613	691.0466
	07:10 p.m.	23.23	23.23	28.55	23.23	23.23	0.0613	691.2079
	07:20 p.m.	23.23	23.23	28.56	23.23	23.23	0.0613	691.3693
	07:30 p.m.	23.23	23.23	28.56	23.23	23.23	0.0613	691.5306
	07:40 p.m.	23.23	23.23	28.57	23.23	23.23	0.0613	691.6919
	07:50 p.m.	23.23	23.23	28.58	23.23	23.23	0.0613	691.8533
08:00 p.m.	23.23	23.23	28.58	23.23	23.23	0.0613	692.0146	
08:10 p.m.	23.23	23.23	28.59	23.23	23.23	0.0613	692.1759	
08:20 p.m.	23.23	23.23	28.60	23.23	23.23	0.0613	692.3373	
08:30 p.m.	23.23	23.23	28.60	23.23	23.23	0.0613	692.4986	
08:40 p.m.	23.23	23.23	28.61	23.23	23.23	0.0613	692.6599	
08:50 p.m.	23.23	23.23	28.62	23.23	23.23	0.0613	692.8213	
09:00 p.m.	23.23	23.23	28.63	23.23	23.23	0.0613	692.9826	
09:10 p.m.	23.23	23.23	28.63	23.23	23.23	0.0613	693.1439	
09:20 p.m.	23.23	23.23	28.64	23.23	23.23	0.0613	693.3053	
09:30 p.m.	23.23	23.23	28.65	23.23	23.23	0.0613	693.4666	
09:40 p.m.	23.23	23.23	28.65	23.23	23.23	0.0613	693.6279	
09:50 p.m.	23.23	23.23	28.66	23.23	23.23	0.0613	693.7893	
10:00 p.m.	23.23	23.23	28.67	23.23	23.23	0.0613	693.9506	
10:10 p.m.	23.23	23.23	28.67	23.23	23.23	0.0613	694.1119	
10:20 p.m.	23.23	23.23	28.68	23.23	23.23	0.0613	694.2733	
10:30 p.m.	23.23	23.23	28.69	23.23	23.23	0.0613	694.4346	
10:40 p.m.	23.23	23.23	28.69	23.23	23.23	0.0613	694.5959	
10:50 p.m.	23.23	23.23	28.70	23.23	23.23	0.0613	694.7573	
11:00 p.m.	23.23	23.23	28.71	23.23	23.23	0.0613	694.9186	
11:10 p.m.	23.23	23.23	28.72	23.23	23.23	0.0613	695.0799	
11:20 p.m.	23.23	23.23	28.72	23.23	23.23	0.0613	695.2413	
11:30 p.m.	23.23	23.23	28.73	23.23	23.23	0.0613	695.4026	
11:40 p.m.	23.23	23.23	28.74	23.23	23.23	0.0613	695.5639	
11:50 p.m.	23.23	23.23	28.74	23.23	23.23	0.0613	695.7253	
12:00 a.m.	23.23	23.23	28.75	23.23	23.23	0.0613	695.8866	
12:10 a.m.	23.23	23.23	28.76	23.23	23.23	0.0613	696.0479	
12:20 a.m.	23.23	23.23	28.76	23.23	23.23	0.0613	696.2093	
12:30 a.m.	23.23	23.23	28.77	23.23	23.23	0.0613	696.3706	
12:40 a.m.	23.23	23.23	28.78	23.23	23.23	0.0613	696.5319	
12:50 a.m.	23.23	23.23	28.78	23.23	23.23	0.0613	696.6933	
01:00 a.m.	23.23	23.23	28.79	23.23	23.23	0.0613	696.8546	
01:10 a.m.	23.23	23.23	28.80	23.23	23.23	0.0613	697.0159	
01:20 a.m.	23.23	23.23	28.81	23.23	23.23	0.0613	697.1773	
01:30 a.m.	23.23	23.23	28.82	23.23	23.23	0.0613	697.3386	
01:40 a.m.	23.23	23.23	28.82	23.23	23.23	0.0613	697.4999	
01:50 a.m.	23.23	23.23	28.83	23.23	23.23	0.0613	697.6613	
02:00 a.m.	23.23	23.23	28.83	23.23	23.23	0.0613	697.8226	
02:10 a.m.	23.23	23.23	28.84	23.23	23.23	0.0613	697.9839	
02:20 a.m.	23.23	23.23	28.85	23.23	23.23	0.0613	698.1453	
02:30 a.m.	23.23	23.23	28.85	23.23	23.23	0.0613	698.3066	
02:40 a.m.	23.23	23.23	28.86	23.23	23.23	0.0613	698.4679	
02:50 a.m.	23.23	23.23	28.87	23.23	23.23	0.0613	698.6293	
03:00 a.m.	23.23	23.23	28.87	23.23	23.23	0.0613	698.7906	
03:10 a.m.	23.23	23.23	28.88	23.23	23.23	0.0613	698.9519	
03:20 a.m.	23.23	23.23	28.89	23.23	23.23	0.0613	699.1133	
03:30 a.m.	23.23	23.23	28.90	23.23	23.23	0.0613	699.2746	
03:40 a.m.	23.23	23.23	28.90	23.23	23.23	0.0613	699.4359	
03:50 a.m.	23.23	23.23	28.91	23.23	23.23	0.0613	699.5973	
04:00 a.m.	23.23	23.23	28.92	23.23	23.23	0.0613	699.7586	
04:10 a.m.	23.23	23.23	28.92	23.23	23.23	0.0613	699.9199	
04:20 a.m.	23.23	23.23	28.93	23.23	23.23	0.0613	700.0813	
04:30 a.m.	23.23	23.23	28.94	23.23	23.23	0.0613	700.2426	
04:40 a.m.	23.23	23.23	28.94	23.23	23.23	0.0613	700.4039	
04:50 a.m.	23.23	23.23	28.95	23.23	23.23	0.0613	700.5653	
05:00 a.m.	23.23	23.23	28.96	23.23	23.23	0.0613	700.7266	
05:10 a.m.	23.23	23.23	28.97	23.23	23.23	0.0613	700.8879	
05:20 a.m.	23.23	23.23	28.97	23.23	23.23	0.0613	701.0493	
05:30 a.m.	23.23	23.23	28.98	23.23	23.23	0.0613	701.2106	
05:40 a.m.	23.23	23.23	28.99	23.23	23.23	0.0613	701.3719	
05:50 a.m.	23.23	23.23	28.99	23.23	23.23	0.0613	701.5333	
06:00 a.m.	23.23	23.23	29.00	23.23	23.23	0.0613	701.6946	
06:10 a.m.	23.23	23.23	29.01	23.23	23.23	0.0613	701.8559	
06:20 a.m.	23.23	23.23	29.01	23.23	23.23	0.0613	702.0173	
06:30 a.m.	23.23	23.23	29.02	23.23	23.23	0.0613	702.1786	
06:40 a.m.	23.23	23.23	29.03	23.23	23.23	0.0613	702.3399	
06:50 a.m.	23.23	23.23	29.03	23.23	23.23	0.0613	702.5013	
07:00 a.m.	23.23	23.23	29.04	23.23	23.23	0.0613	702.6626	
07:10 a.m.	23.23	23.23	29.05	23.23	23.23	0.0613	702.8239	
07:20 a.m.	23.23	23.23	29.06	23.23	23.23	0.0613	702.9853	
07:30 a.m.	23.23	23.23	29.06	23.23	23.23	0.0613	703.1466	
07:40 a.m.	23.23	23.23	29.07	23.23	23.23	0.0613	703.3079	
07:50 a.m.	23.23	23.23	29.08	23.23	23.23	0.0613	703.4693	
08:00 a.m.	23.23	23.23	29.08	23.23	23.23	0.0613	703.6306	
08:10 a.m.	23.23	23.23	29.09	23.23	23.23	0.0613	703.7919	
08:20 a.m.	23.23	23.23	29.10	23.23	23.23	0.0613	703.9533	
08:30 a.m.	23.23	23.23	29.10	23.23	23.23	0.0613	704.1146	
08:40 a.m.</								

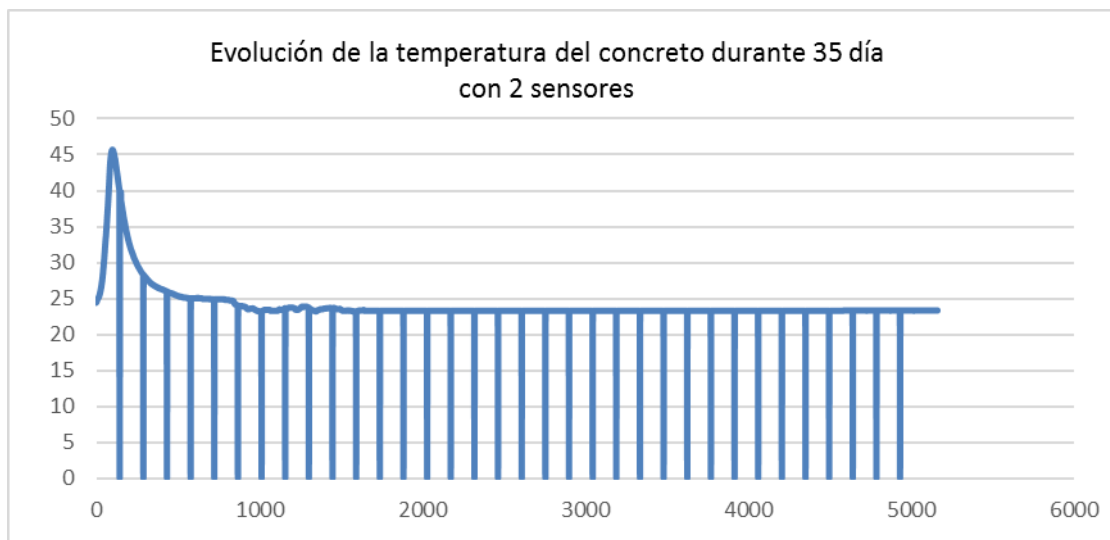
Día	hora	Sensor 1	Sensor 2	H(tiempo)	Prom. T°C	T°C-Ti	ΔT(T°C)	H(tiempo x T°C)
	10:00 a.m.	23.23	23.23	30.17	23.22	23.22	0.1613	728.7988
	10:10 a.m.	23.23	23.23	30.16	23.23	23.23	0.1613	729.8661
	10:20 a.m.	23.23	23.23	30.18	23.23	23.23	0.1613	729.1175
	10:30 a.m.	23.23	23.23	30.19	23.23	23.23	0.1613	729.2788
	10:40 a.m.	23.23	23.23	30.19	23.23	23.23	0.1613	729.4401
	10:50 a.m.	23.23	23.23	30.20	23.23	23.23	0.1613	729.6014
	11:00 a.m.	23.23	23.23	30.21	23.23	23.23	0.1613	729.7627
	11:10 a.m.	23.23	23.23	30.22	23.23	23.23	0.1613	729.9241
	11:20 a.m.	23.23	23.23	30.22	23.23	23.23	0.1613	730.0854
	11:30 a.m.	23.23	23.23	30.23	23.23	23.23	0.1613	730.2467
	11:40 a.m.	23.23	23.23	30.24	23.23	23.23	0.1613	730.4080
	11:50 a.m.	23.23	23.23	30.24	23.23	23.23	0.1613	730.5693
	12:00 p.m.	23.23	23.23	30.25	23.23	23.23	0.1613	730.7307
	12:10 p.m.	23.23	23.23	30.26	23.23	23.23	0.1613	730.8920
	12:20 p.m.	23.23	23.23	30.26	23.23	23.23	0.1613	731.0533
	12:30 p.m.	23.23	23.23	30.27	23.23	23.23	0.1613	731.2146
	12:40 p.m.	23.23	23.23	30.28	23.23	23.23	0.1613	731.3759
	12:50 p.m.	23.23	23.23	30.28	23.23	23.23	0.1613	731.5372
	01:00 p.m.	23.23	23.23	30.29	23.23	23.23	0.1613	731.6986
	01:10 p.m.	23.23	23.23	30.30	23.23	23.23	0.1613	731.8599
	01:20 p.m.	23.23	23.23	30.31	23.23	23.23	0.1613	732.0212
	01:30 p.m.	23.23	23.23	30.31	23.23	23.23	0.1613	732.1825
	01:40 p.m.	23.23	23.23	30.32	23.23	23.23	0.1613	732.3438
	01:50 p.m.	23.23	23.23	30.33	23.23	23.23	0.1613	732.5052
	02:00 p.m.	23.23	23.23	30.34	23.23	23.23	0.1613	732.6665
	02:10 p.m.	23.23	23.23	30.34	23.23	23.23	0.1613	732.8278
	02:20 p.m.	23.23	23.23	30.35	23.23	23.23	0.1613	732.9891
	02:30 p.m.	23.23	23.23	30.35	23.23	23.23	0.1613	733.1504
	02:40 p.m.	23.23	23.23	30.36	23.23	23.23	0.1613	733.3117
	02:50 p.m.	23.23	23.23	30.37	23.23	23.23	0.1613	733.4731
	03:00 p.m.	23.23	23.23	30.37	23.23	23.23	0.1613	733.6344
	03:10 p.m.	23.23	23.23	30.38	23.23	23.23	0.1613	733.7957
	03:20 p.m.	23.23	23.23	30.39	23.23	23.23	0.1613	733.9570
	03:30 p.m.	23.23	23.23	30.40	23.23	23.23	0.1613	734.1184
	03:40 p.m.	23.23	23.23	30.40	23.23	23.23	0.1613	734.2797
	03:50 p.m.	23.23	23.23	30.41	23.23	23.23	0.1613	734.4410
	04:00 p.m.	23.23	23.23	30.42	23.23	23.23	0.1613	734.6023
	04:10 p.m.	23.23	23.23	30.42	23.23	23.23	0.1613	734.7636
	04:20 p.m.	23.23	23.23	30.43	23.23	23.23	0.1613	734.9250
	04:30 p.m.	23.23	23.23	30.43	23.23	23.23	0.1613	735.0863
	04:40 p.m.	23.23	23.23	30.44	23.23	23.23	0.1613	735.2476
	04:50 p.m.	23.23	23.23	30.45	23.23	23.23	0.1613	735.4089
	05:00 p.m.	23.23	23.23	30.46	23.23	23.23	0.1613	735.5702
	05:10 p.m.	23.23	23.23	30.47	23.23	23.23	0.1613	735.7315
	05:20 p.m.	23.23	23.23	30.47	23.23	23.23	0.1613	735.8929
	05:30 p.m.	23.23	23.23	30.48	23.23	23.23	0.1613	736.0542
	05:40 p.m.	23.23	23.23	30.49	23.23	23.23	0.1613	736.2155
	05:50 p.m.	23.23	23.23	30.50	23.23	23.23	0.1613	736.3768
	06:00 p.m.	23.23	23.23	30.50	23.23	23.23	0.1613	736.5382
	06:10 p.m.	23.23	23.23	30.51	23.23	23.23	0.1613	736.6995
	06:20 p.m.	23.23	23.23	30.51	23.23	23.23	0.1613	736.8608
	06:30 p.m.	23.23	23.23	30.52	23.23	23.23	0.1613	737.0221
	06:40 p.m.	23.23	23.23	30.53	23.23	23.23	0.1613	737.1834
	06:50 p.m.	23.23	23.23	30.53	23.23	23.23	0.1613	737.3447
	07:00 p.m.	23.23	23.23	30.54	23.23	23.23	0.1613	737.5061
	07:10 p.m.	23.23	23.23	30.55	23.23	23.23	0.1613	737.6674
	07:20 p.m.	23.23	23.23	30.56	23.23	23.23	0.1613	737.8287
	07:30 p.m.	23.23	23.23	30.56	23.23	23.23	0.1613	737.9900
	07:40 p.m.	23.23	23.23	30.57	23.23	23.23	0.1613	738.1513
	07:50 p.m.	23.23	23.23	30.58	23.23	23.23	0.1613	738.3127
	08:00 p.m.	23.23	23.23	30.58	23.23	23.23	0.1613	738.4740
	08:10 p.m.	23.23	23.23	30.59	23.23	23.23	0.1613	738.6353
	08:20 p.m.	23.23	23.23	30.60	23.23	23.23	0.1613	738.7966
	08:30 p.m.	23.23	23.23	30.60	23.23	23.23	0.1613	738.9579
	08:40 p.m.	23.23	23.23	30.61	23.23	23.23	0.1613	739.1193
	08:50 p.m.	23.23	23.23	30.62	23.23	23.23	0.1613	739.2806
	09:00 p.m.	23.23	23.23	30.63	23.23	23.23	0.1613	739.4419
	09:10 p.m.	23.23	23.23	30.63	23.23	23.23	0.1613	739.6032
	09:20 p.m.	23.23	23.23	30.64	23.23	23.23	0.1613	739.7645
	09:30 p.m.	23.23	23.23	30.65	23.23	23.23	0.1613	739.9259
	09:40 p.m.	23.23	23.23	30.65	23.23	23.23	0.1613	740.0872
	09:50 p.m.	23.23	23.23	30.66	23.23	23.23	0.1613	740.2485
	10:00 p.m.	23.23	23.23	30.67	23.23	23.23	0.1613	740.4098
	10:10 p.m.	23.23	23.23	30.67	23.23	23.23	0.1613	740.5711
	10:20 p.m.	23.23	23.23	30.68	23.23	23.23	0.1613	740.7325
	10:30 p.m.	23.23	23.23	30.69	23.23	23.23	0.1613	740.8938
	10:40 p.m.	23.23	23.23	30.69	23.23	23.23	0.1613	741.0551
	10:50 p.m.	23.23	23.23	30.70	23.23	23.23	0.1613	741.2164
	11:00 p.m.	23.23	23.23	30.71	23.23	23.23	0.1613	741.3777
	11:10 p.m.	23.23	23.23	30.72	23.23	23.23	0.1613	741.5391
	11:20 p.m.	23.23	23.23	30.72	23.23	23.23	0.1613	741.7004
	11:30 p.m.	23.23	23.23	30.73	23.23	23.23	0.1613	741.8617
	11:40 p.m.	23.23	23.23	30.74	23.23	23.23	0.1613	742.0230
	11:50 p.m.	23.23	23.23	30.74	23.23	23.23	0.1613	742.1843
	12:00 a.m.	23.23	23.23	30.75	23.23	23.23	0.1613	742.3457
	12:10 a.m.	23.23	23.23	30.76	23.23	23.23	0.1613	742.5070
	12:20 a.m.	23.23	23.23	30.76	23.23	23.23	0.1613	742.6683
	12:30 a.m.	23.23	23.23	30.77	23.23	23.23	0.1613	742.8296
	12:40 a.m.	23.23	23.23	30.78	23.23	23.23	0.1613	742.9909
	12:50 a.m.	23.23	23.23	30.78	23.23	23.23	0.1613	743.1522
	01:00 a.m.	23.23	23.23	30.79	23.23	23.23	0.1613	743.3135
	01:10 a.m.	23.23	23.23	30.80	23.23	23.23	0.1613	743.4748
	01:20 a.m.	23.23	23.23	30.81	23.23	23.23	0.1613	743.6362
	01:30 a.m.	23.23	23.23	30.81	23.23	23.23	0.1613	743.7975
	01:40 a.m.	23.23	23.23	30.82	23.23	23.23	0.1613	743.9588
	01:50 a.m.	23.23	23.23	30.83	23.23	23.23	0.1613	744.1202
	02:00 a.m.	23.23	23.23	30.83	23.23	23.23	0.1613	744.2815
	02:10 a.m.	23.23	23.23	30.84	23.23	23.23	0.1613	744.4428
	02:20 a.m.	23.23	23.23	30.85	23.23	23.23	0.1613	744.6041
	02:30 a.m.	23.23	23.23	30.85	23.23	23.23	0.1613	744.7654
	02:40 a.m.	23.23	23.23	30.86	23.23	23.23	0.1613	744.9268
	02:50 a.m.	23.23	23.23	30.87	23.23	23.23	0.1613	745.0881
	03:00 a.m.	23.23	23.23	30.87	23.23	23.23	0.1613	745.2494
	03:10 a.m.	23.23	23.23	30.88	23.23	23.23	0.1613	745.4107
	03:20 a.m.	23.23	23.23	30.89	23.23	23.23	0.1613	745.5720
	03:30 a.m.	23.23	23.23	30.90	23.23	23.23	0.1613	745.7334
	03:40 a.m.	23.23	23.23	30.90	23.23	23.23	0.1613	745.8947
	03:50 a.m.	23.23	23.23	30.91	23.23	23.23	0.1613	746.0560
	04:00 a.m.	23.23	23.23	30.92	23.23	23.23	0.1613	746.2173
	04:10 a.m.	23.23	23.23	30.92	23.23	23.23	0.1613	746.3786
	04:20 a.m.	23.23	23.23	30.93	23.23	23.23	0.1613	746.5400
	04:30 a.m.	23.23	23.23	30.94	23.23	23.23	0.1613	746.7013
	04:40 a.m.	23.23	23.23	30.94	23.23	23.23	0.1613	746.8626
	04:50 a.m.	23.23	23.23	30.95	23.23	23.23	0.1613	747.0239
	05:00 a.m.	23.23	23.23	30.96	23.23	23.23	0.1613	747.1852
	05:10 a.m.	23.23	23.23	30.97	23.23	23.23	0.1613	747.3466
	05:20 a.m.	23.23	23.23	30.97	23.23	23.23	0.1613	747.5079
	05:30 a.m.	23.23	23.23	30.98	23.23	23.23	0.1613	747.6692
	05:40 a.m.	23.23	23.23	30.99	23.23	23.23	0.1613	747.8305
	05:50 a.m.	23.23	23.23	30.99	23.23	23.23	0.1613	747.9918
	06:00 a.m.	23.23	23.23	31.00	23.23	23.23	0.1613	748.1532
	06:10 a.m.	23.23	23.23	31.01	23.23	23.23	0.1613	748.3145
	06:20 a.m.	23.23	23.23	31.01	23.23	23.23	0.1613	748.4758
	06:30 a.m.	23.23	23.23	31.02	23.23	23.23	0.1613	748.6371
	06:40 a.m.	23.23	23.23	31.03	23.23	23.23	0.1613	748.7984
	06:50 a.m.	23.23	23.23	31.03	23.23	23.23	0.1613	748.9597
	07:00 a.m.	23.23	23.23	31.04	23.23	23.23	0.1613	749.1211
	07:10 a.m.	23.23	23.23	31.05	23.23	23.23	0.1613	749.2824
	07:20 a.m.	23.23	23.23	31.06	23.23	23.23	0.1613	749.4437



Table with columns: Dia, hora, Sensor 1, Sensor 2, Z(Tiempo), Prom. T°C, T°Cn-T°C, ΔT(T°C), Z(Altura e T°C). The table contains data for 1440 rows, representing hourly measurements from 10:00 a.m. to 09:50 a.m. on 'día 35'. The data shows slight fluctuations in temperature and altitude over time.

## GRAFICO DE TEMPERATURA DEL CONCRETO

Figura 29  
Temperatura del Concreto



Fuente: Propia

## CONCLUSIONES

- La acumulación de datos con el equipo armado y programado detallado en esta investigación pudo cumplir con la el censado de la temperatura de las muestras de cilindros de concreto con mucho éxito, a la vez se pudo correlacionar con la madurez y la resistencia a compresión del concreto, este cumplimiento se puede notar en la tabla N°6.
- La elaboración de la resistencia a compresión de los cilindros o muestras de concreto se realizaron a los 3, 4 ,5, 7,14, 21, 28 días, con la finalidad que la madurez tenga más puntos de correlación, esto se puede observar en la figura N°22.
- La correlación de la madurez con la resistencia a compresión del concreto tuvo coeficiente estadístico R cuadrado ( $R^2$ ) es de 0.94, esto indica que el modelo explica toda la variabilidad de los datos es en torno a su media, En general, cuanto mayor es el R-cuadrado, mejor se ajusta el modelo a los datos, lo cual da muestra que la correlación muy acertada.

- Aplicando la norma técnica peruana 339.217 se alcanzó el objetivo de lograr evaluar la temperatura en la madurez del concreto y la resistencia a compresión haciendo uso de los equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020, tal como evidencia los cuadros de censado producto de la medición con los equipos electrónicos.
- Usando los argumentos técnicos propuestos en la norma técnica peruana 339.217 se logró evaluar el tiempo en la madurez del concreto y la resistencia a compresión haciendo uso de los equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo, tal como evidencia los cuadros de censado producto de la medición con los equipos electrónicos.
- Además, la norma técnica peruana sirvió para la evaluación del índice de madurez del concreto y la resistencia a compresión usando equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo.

## RECOMENDACIONES

- Es muy importante la elección de la tarjeta electrónica de censado, y por esto escogimos arduino nano, pues la demanda de corriente es en milivoltios, y puede ser energizado por un pc o una laptop sin necesidad de una fuente externa, esto tiene muchas ventajas, sin embargo, el hacer un equipo totalmente autónomo implicaría que tiene que haber un ordenador (mini computadora), para que procese los datos del censado.
- Los sensores de temperatura db18s20 son los ideales para el uso en el concreto pues están encapsulados y son impermeables, sin embargo, hay otros sensores que son útiles, pero se deben hacer muchas adecuaciones de protección que, si no se hacen bien, malogran los datos



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación*. Caracas: Episteme.

Aruino-Genuino. (12 de Setiembre de 2020). *Arduino Nano Pinout Funciones, Características y Donde Comprar*. Obtenido de <https://descubrearduino.com/arduino-nano-pinout/>

ASTM International. (23 de 08 de 2020). *Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto*. Obtenido de <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C39C39M-17B-SP.htm>

Carrasco, D. S. (2006). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.

electrogeek. (01 de Octubre de 2020). *Arduino Nano Pinout y características*. Obtenido de <https://www.electrogeekshop.com/arduino-nano-pinout-y-caracteristicas/>

González, B. G. (2011). *Recomendaciones para obtener resultados confiables de resistencia de cilindros de concreto*. Métodos y materiales.

Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. M. (2010). *Metodología de la investigación*. McGrawHill.

Hilal, A. (2016). *Microstructure of Concrete*. Intech.

Naylampmechatronics. (20 de Setiembre de 2020). *Tutorial sensor digital de temperatura DS18B20*. Obtenido de [https://naylampmechatronics.com/blog/46\\_tutorial-sensor-digital-de-temperatura-ds18b20.html](https://naylampmechatronics.com/blog/46_tutorial-sensor-digital-de-temperatura-ds18b20.html)

Sánchez, H., & Reyes, C. (2015). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Spanish.

Valderrama, M. S. (2002). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima: San Marcos.

## Anexo 1: Matriz de consistencia

TITULO: APLICACIÓN N.T.P. 339.217 EN LA EVALUACIÓN DE LA MADUREZ DEL CONCRETO Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN MEDIANTE EQUIPOS PRINTED CIRCUIT BOARD EN LA CIUDAD DE HUANCAYO AÑO 2020

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
<p><b>GENERAL:</b> ¿De qué manera la aplicación de la N.T.P. 339.217 permite la evaluación de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020?</p>	<p><b>GENERAL:</b> Aplicar la N.T.P. 339.217 para la evaluación de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.</p>	<p><b>GENERAL:</b> La N.T.P. 339.217 permite obtener resultados confiables en la evaluación de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Norma N.T.P. 339.217 para evaluación de madurez concreto</p>	<p>X.2.1.- Temperatura X.2.2.- Tiempo X.2.3.- Índice de madurez</p>	<p>°C Minutos <math>\Sigma(\Delta\text{tiempo} \times T^{\circ}\text{C})</math></p>	<p><b>Métodos</b></p> <p><b>Universal:</b> Científico <b>Generales:</b> Inductivo-Deductivo, Analítico-Sintético. <b>Específicos:</b> Descriptivo.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Explicativo</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Pre - experimental, con un poste</p> <p>G X O</p> <p>G: Grupo de evaluación X: Tratamiento o estímulo O: Medición de grupo</p> <p><b>Población – Muestra:</b> <b>Población:</b> Análisis de 9 probetas de concreto. <b>Muestra:</b> Análisis de 9 probetas de concreto.</p> <p><b>Técnicas e Instrumentos:</b> <b>Técnica:</b> Documental <b>Instrumentos:</b> Fichas Documentales</p>
<p><b>ESPECÍFICOS:</b> ¿Como la aplicación de la N.T.P. 339.217 permite la evaluación de la temperatura en la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020?</p>	<p><b>ESPECÍFICOS:</b> Aplicar la N.T.P. 339.217 para la evaluación de la temperatura en la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.</p>	<p><b>ESPECÍFICOS:</b> La N.T.P. 339.217 permite obtener resultados confiables en la evaluación de la temperatura de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Resistencia a la compresión</p>	<p>Y.1.- Fuerza de compresión</p>	<p>Kg/cm<sup>2</sup></p>	
<p>¿De qué manera la aplicación de la N.T.P. 339.217 permite la evaluación del tiempo en la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020?</p>	<p>Aplicar la N.T.P. 339.217 para la evaluación del tiempo en la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.</p>	<p>La N.T.P. 339.217 permite obtener resultados confiables en la evaluación del tiempo de la madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.</p>				
<p>¿Cómo la aplicación de la N.T.P. 339.217 permite la evaluación del índice de madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020?</p>	<p>Aplicar la N.T.P. 339.217 para la evaluación del índice de madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.</p>	<p>La N.T.P. 339.217 permite obtener resultados del índice de madurez del concreto y la resistencia a compresión mediante equipos printed circuit board en la ciudad de Huancayo año 2020.</p>				

## Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

Variables		Dimensiones	Indicadores
VI	Norma N.T.P. 339.217 para evaluación de madurez concreto	Temperatura	°C
		Tiempo	Minutos
		Índice de madurez	$\Sigma(\Delta\text{tiempo} \times T^{\circ}\text{C})$
VD	Resistencia a la compresión	Fuerza de compresión	Kg/cm <sup>2</sup>