

# ESTUDIO DE LOS REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA.

Comportamiento térmico mediante análisis termográfico

Miguel Angulo Rodríguez

Tutores: María Juana Soriano Cubelles, Santiago Tormo Esteve y Rafael Royo Pastor

Master Oficial en Conservación del Patrimonio Arquitectónico | UPV | JULIO de 2015



# 0. ÍNDICE



## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
1.1 OBJETIVOS	7
1.2 MOTIVACIÓN	7
1.3 METODOLOGÍA	8
<b>2. ESTUDIO TEÓRICO</b>	<b>11</b>
2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS	11
2.2 MATERIALES DE REVESTIMIENTO	15
2.2.1 AGUA	16
2.2.2 ÁRIDOS	16
2.2.3 CAL	18
2.2.4 YESO	23
2.2.5 CEMENTO	30
2.2.6 PIGMENTOS Y COLORANTES	35
2.3 TÉCNICAS DE REVESTIMIENTO	37
2.4 EL COLOR EN EL EXTERIOR DE EDIFICIOS	47
2.4.1 EL COLOR EN LA COMUNIDAD VALENCIANA	48
2.4.2 EL COLOR EN LA CIUDAD DE VALENCIA	50
2.5 PRINCIPIOS DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA	56
2.5.1 RADIACIÓN INFRARROJA	57
2.5.2 EMISIVIDAD	58
2.5.3 TRANSFERENCIA DE CALOR	59
2.5.4 INTERPRETACIÓN DE LA IMAGEN INFRARROJA	62
2.5.5 TRATAMIENTO DE LA IMAGEN INFRARROJA	62
<b>3. ESTUDIO EXPERIMENTAL</b>	<b>71</b>
3.1 TRABAJOS PREVIOS	72
3.2 MATERIALES EMPLEADOS	73
3.2.1 AGUA	73
3.2.2 ÁRIDOS	73
3.2.3 CAL	74

3.2.4 YESO	74
3.2.5 CEMENTO	75
3.2.6 PINTURAS	75
3.3 EQUIPOS COMPLEMENTARIOS	76
3.4 METODOLOGÍA DE FABRICACIÓN DE PROBETAS	77
3.4.1 DOSIFICACIÓN	78
3.4.2 PROCESO DE ELABORACIÓN	79
<b>4. RESULTADOS OBTENIDOS</b>	<b>91</b>
4.1 COMPARATIVA SEGÚN EL TIPO DE MATERIAL	94
4.2 COMPARATIVA SEGÚN EL TIPO Y COLOR DE LA PINTURA	99
4.3 COMPARATIVA SEGÚN EL ESPESOR DEL ENLUCIDO	103
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>109</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>115</b>
6.1 MONOGRAFÍA	115
6.2 FUENTES DOCUMENTALES	116
6.3 NORMATIVA	117
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>121</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>127</b>

# 1. INTRODUCCIÓN





## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 OBJETIVOS

El presente proyecto tiene como objeto la aplicación de ensayos físicos en el comportamiento térmico de los revestimientos tradicionales. Constituye el ejercicio final de master del autor y se presenta para obtener el título de Master en Conservación del Patrimonio Arquitectónico.

La investigación tiene como objeto conocer las peculiaridades y singularidades propias de los enlucidos tradicionales, tanto desde el punto de vista constructivo como del comportamiento térmico que estos pueden tener dependiendo del tipo de acabado superficial que presenten.

Al efecto, se pretende abordar la relación entre el estudio histórico y experimental del tema descrito, así como poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo del master para obtener una serie de resultados útiles para aumentar el conocimiento sobre el comportamiento térmico de los revestimientos según su naturaleza y el acabado superficial que estos presenten.

### 1.2 MOTIVACIÓN

La investigación pretende establecer como punto de partida la necesidad de documentar la relación entre los materiales empleados para la ejecución de revestimientos tradicionales y su puesta en obra, para ello se llevará a cabo diferentes variaciones tanto en los materiales conglomerantes como en el acabado superficial por medio de pinturas de diversos tipos y colores.

Una vez establecida la gama de probetas a ensayo, se establecerá cuál es su comportamiento térmico en diversas épocas climáticas, para ello se expondrá a la intemperie con el clima de la ciudad de Valencia, de este modo se podrá establecer el comportamiento cada una de las distintas probetas.

Finalmente, de este análisis se extraerán una serie de datos que, mediante la comparación de los resultados obtenidos del comportamiento térmico con cada uno de los materiales empleados para la ejecución de los revestimientos, nos permitirá llegar a unas conclusiones.

Se tratará de proporcionar un conocimiento valioso para la comunidad científica y para los técnicos que en un futuro deben intervenir en este tipo de revestimientos, ya que gracias al conocimiento del comportamiento del material se puedan tomar decisiones dependiendo de las necesidades de cada caso concreto.

## 1.3 METODOLOGÍA

La metodología planteada para esta investigación está basada en el análisis de casos de estudio con un método cuantitativo mediante la ejecución de probetas para su posterior estudio.

La investigación, así planteada, consta de tres fases fundamentales:

1. **Estudio teórico** en el que se recopilara toda la información y documentación necesaria para adquirir el conocimiento tanto de los materiales como de las técnicas que se emplearán con posterioridad a lo largo de la investigación.

Se deberá conocer el uso de las técnicas a lo largo de la historia así como sus inicios y evolución histórica.

También será necesario conocer los usos y propiedades de los materiales base de los que disponemos para la ejecución de las técnicas, así como, las técnicas tradicionales que se han llevado a cabo a lo largo de la historia.

2. **Estudio experimental** para el cual se realizaran una serie de probetas con los tres conglomerantes básicos usados a lo largo de la historia, cal, yeso y cemento así como la mezcla de cal y cemento muy usado en algunas épocas.

Los espesores de las probetas a realizar son 10mm y 15mm y se les dotara de un acabado superficial mediante pintura plástica y a la cal de dos tonalidades distintas, una clara y otra más oscura.

Una vez realizadas las probetas se estudiara el comportamiento superficial en la cara exterior de la misma con aparatos termográficos, mediante exposición directa a los agentes climatológicos.

Por último se realizará una comparativa mediante cruce de datos con todas las probetas realizadas y los datos obtenidos.

3. **Extracción de conclusiones** con todos los datos obtenidos se intentará establecer cuál es el comportamiento individual y las características tanto positivas como negativas de cada uno de ellos en comparación con el resto, de este modo se podrá obtener un resultado útil para su posterior puesta en la práctica.

## **2. ESTUDIO TEÓRICO**



## 2. ESTUDIO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Desde el principio de los tiempos el hombre ha intentado decorar los lugares en los que habitaba, de este modo ya en la prehistoria se adornaban las cuevas por medio de pinturas rupestres.

Del mismo modo gran cantidad de construcciones creadas por el hombre eran revocadas. Estas construcciones principalmente eran construidas con piedra y barro, a las que se le aplicaban revocos para protegerlas de los agentes atmosféricos, y a continuación eran revestidas de modo parcial o total con colores y pinturas.

El material con el que se llevaba a cabo los revocos era la cal aunque no se sabe con exactitud la época en la que comenzó a utilizarse.

Las construcciones más antiguas que se han podido datar corresponden a un poblado del Próximo Oriente, alrededor del 7000 a. de C. Estas primeras construcciones fueron casas de forma circular hechas con paredes de barro y toscas piedras. Ya en el 6500 a. de C. en el poblado de Beidha, cercano al Mar Muerto, se usaban técnicas del enlucido y la pintura.

Para la transformación de la piedra caliza en cal se utilizaban hornos en los cuales se cocía la materia prima, este tipo de horno, se conoce desde mediados del tercer milenio a. de C. y se ha usado esta técnica desde entonces hasta la actualidad (Bacón, 1988).

#### Egipto

Los egipcios fueron los pioneros en el uso de la escayola, con la cocción del yeso a 120°C obteniendo sulfato de calcio, con ella unieron los bloques de la pirámide de Keops y cubrieron la superficie con estuco rojo 2600 a. de C.

Las paredes que iban a ser decoradas necesitaban de un soporte sobre las que se realizaban la decoración, este se ejecutaba mediante la mezcla de yeso y cal. La cercanía de un yacimiento de yeso en la ciudad de Fayum facilitó el uso de este material.

Gran parte de los muros que iban a ser acabados con revocos coloreados intentaban imitar fábricas de sillería.

Las tumbas, se decoraban con pinturas al fresco con base de yeso como soporte, también se empleaban para decorar sarcófagos, aplicando policromías y tinta de oro obtenida de la pulverización de chapas mezcladas con sal gorda que luego machacaban. Tras la operación en seco se diluía en agua y por medio de la decantación se obtenía el polvo de oro que se aplicaba con pinceles (Caparrós et al, 2001).

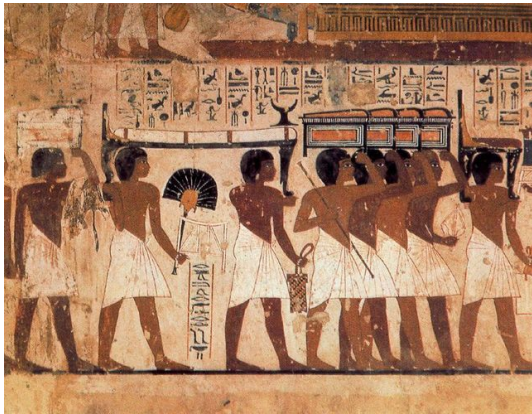


Figura 1: Pintura egipcia al fresco

## Grecia

Los griegos utilizaban las pinturas como medio para llamar la atención, para ello usaban colores fuertes.

Los revocos exteriores de la antigua Grecia se realizaban con mortero de cal y arena (sustituida por polvo de mármol en edificios de cierta relevancia). Este se aplicaba en capas de fino espesor con un acabado superficial coloreado.

La mayor parte de los templos se construían con piedra de poca calidad y se recubrían con fino estuco de mármol.

En cuanto a la arquitectura griega Vitruvio en su obra “Los diez libros de la arquitectura” dice: “Los estucadores Griegos hacen durables sus enlucidos, no solo siguiendo este método, sino que aún ponen cal y arena unidas en el mortero, y con majaderos de madera baten la mezcla, y no la emplean mientras no está perfectamente pastosa.” (1787, p. 175) <sup>1</sup>



Figura 2: Templo griego decorado  
(Fuente: [www.arcientathens3d.com](http://www.arcientathens3d.com))

<sup>1</sup> Vitruvio Polión, M. (1787) *Los diez libros de arquitectura*, traducido y comentado por Joseph Ortiz y Sanz. Libro VII. cap. III. p.175. Madrid. Imprenta Real

## India

Las pinturas murales indias mantienen una forma básica mediante la superposición de capas. La primera capa que se aplicaba, el arriccio, es la capa más gruesa, esta se realizaba a base de arcilla con paja u otras fibras vegetales o pelo de animal, su principal función era la nivelación de la superficie de la pared. La capa superficial, el intonaco, era más fina y suave y su fin era la recepción de las pinturas compuestas de caolín, yeso y cal, según se menciona en antiguas escrituras se utilizaban adhesivos como gomas, resinas, ceras, melazas, azúcar, aceites o colas de piel de vaca (Garate, 2002).

La ruta de la seda fue el camino de encuentro entre Oriente y Occidente, en él, se comparten las distintas técnicas artísticas utilizadas en cada una de las culturas, haciendo llegar estas a lugares donde hasta entonces se desconocían.

## Roma

En la civilización romana se tiene constancia el uso de la cal desde el siglo II a. de C. correspondiente a la época republicana.

Con la expansión del imperio se cambió la forma de construir, el uso de la piedra pasa a un segundo plano con el descubrimiento del hormigón romano, de este modo se satisface el objetivo principal que era expandir el imperio lo antes posible (Caparrós et al, 2001).

La rapidez en la construcción traía consigo un problema estético el cual solucionaban mediante el aplacado con piedra y estucos.

En España debido a la abundancia de yesos en la mitad este, era normal su uso como conglomerante de fábrica que junto con impurezas arcillosas servían como impermeabilizante natural.

El yeso se utilizaba en muros medievales como material conglomerante, esta técnica está presente en las construcciones aragonesas, también era frecuente el uso en exteriores teniendo en cuenta un tratamiento superficial. Según dice Vitruvio, es recomendable en exteriores siempre que se dé dos o más capas de aceite de oliva extendidas con la mano o grasa de cerdo rancia (Vitruvio, 1583).

Gracias a las escrituras de Vitruvio sabemos que las mezclas de los materiales se hacían en la proporción de una de cal por tres de arena o bien dos partes de cal por cinco de arena, según la calidad de la arena a utilizar. También se utilizaban cenizas volcánicas o teja picada como aditivos.

El empleo del color se realizaba de dos formas, bien añadiendo pigmentos a la mezcla o aplicando pintura en la superficie.

### Edad media

Es una época en la que poco se conoce con respecto a su evolución. Tras la caída del imperio romano se disgrega la evolución como conjunto dejando paso a la evolución de cada región de forma independiente.

La calidad en la ejecución se ve gravemente afectada con respecto a la que se realizaba en la época romana, empiezan a ser frecuentes la poca homogeneidad y la pérdida característica de las construcciones romanas, construyéndose cavidades en el interior de las paredes.

A partir del siglo XII las mezclas vuelven a adquirir propiedades básicas, recuperando la homogeneidad haciendo que mejoren la calidad de los morteros. A menudo los morteros de cascotes son mezclados con arena gruesa y cal, mezclada con carbón de madera. En el caso de las lechadas para uniones era habitual que los albañiles utilizarasen arena fina y cal blanca (Garate, 2002).

### Islam

En el mundo nazarí toman gran auge las yeserías o estuco andalusí, estos se realizaban con mortero de cal, yeso y polvo de mármol. Una vez fraguado se procedía al tallado con gubia o mediante la aplicación de capas y con los morteros húmedos en los esgrafiados.

Este tipo de técnicas dan pie a los esgrafiados geométricos, esta técnica también se utilizaba en Italia en la época barroca y que tuvo un gran auge en la arquitectura modernista.



Figura 3: Yesería islámica de la Alhambra (Granada)



## 2.2 MATERIALES DE REVESTIMIENTO

Como parte básica e introductoria cabe distinguir los materiales necesarios que se emplean para la ejecución de revestimientos tradicionales, así bien la Real Academia Española de la lengua (2014) distingue entre:

### Aglomerante

Material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto por efectos de tipo exclusivamente físicos.

### Conglomerante

Material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto por transformaciones químicas en su masa que dan origen a nuevos compuestos.

### Pastas

Se entiende como la unión o conjunto del conglomerante y el agua, mezclados homogéneamente mediante el amasado para conseguir un material manejable y fácil de aplicar.

La pasta adquiere el nombre del conglomerante que la forma, si por el contrario intervienen más de un conglomerante adopta el nombre de los dos conglomerantes que intervienen y el sobrenombre de pastas mixtas o bastardas.

### Mortero

Conglomerado o masa constituida por arena, conglomerante y agua, que puede contener además algún aditivo. Entre sus usos se emplea para pegar elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de hormigón, etc. Además, se emplea para la ejecución de revestimientos de paredes.

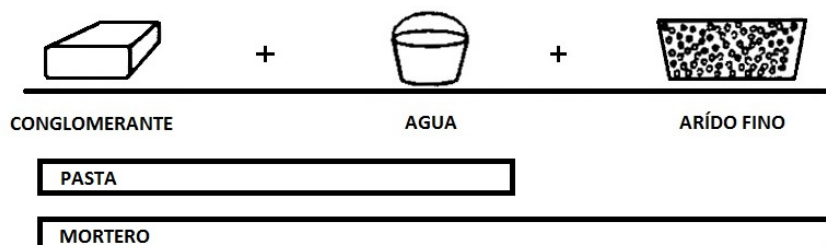


Figura 4: Composición de la pasta y mortero

## 2.2.1 AGUA

El agua como tal es uno de los componentes básicos a la hora de realizar un mortero, se emplea como elemento disolvente hidratante, además de facilitar el amasado y actuar como parte de la reacción del fraguado.

En la mezcla con la cal, cuando esta no está apagada, produce una reacción para que esta se apague por lo que será necesario que el agua tenga unas propiedades y características tales para que este proceso se lleve a cabo de la mejor manera posible.

En el caso de la temperatura, es necesario que el agua no esté a temperaturas bajas ya que de este modo en la mezclar con la cal, cierra los poros de la cal impidiendo que se lleve a cabo una correcta hidratación y el posterior apagado.

Para el uso en la construcción se recomiendan todas aquellas aguas que están consideradas como potables y no deben portar sustancias que alteren las propiedades del mortero, evitando así las minerales que contengan sales ya que producen eflorescencias y reduce el entumecimiento de la cal.

En ocasiones se presentan problemas en aguas que contienen una cantidad de impurezas admisible, estas impurezas pueden aumentar debido al paso de época de sequedad a lluvia o viceversa, en este caso, es aconsejable realizar análisis sistemáticos sobre salinidad o demás impurezas a lo largo del tiempo, esta acción es particularmente importante cuando el abastecimiento proviene de pozos.

Las aguas muy duras, como pueden ser las de lluvia o con un alto nivel de mineralización, no son convenientes para el uso en construcción ya que pueden reaccionar químicamente produciendo sustancias ácidas que alteren la mezcla.

La temperatura del agua también es importante en el fraguado ya que si está por encima de 30°C se acelera el proceso de fraguado mientras que si está por debajo de 7°C se retrasa.

## 2.2.2 ÁRIDOS

Los áridos conforman la parte resistente del mortero y evitan la fisuración del mismo al oponerse a las contracciones del conglomerante, además constituyen una red capilar que permite el recorrido del CO<sub>2</sub> favoreciendo la carbonatación de los morteros de cal.

La elección del árido es fundamental para la obtención de un buen mortero. Debemos elegir un árido con mayor resistencia mecánica que la que esperemos del mortero resultante de la mezcla. Así, para el uso en exteriores necesitaremos un árido con mayor resistencia que para uno que usemos en interiores.

En los morteros de yeso el árido solo se usa para rebajar la pasta mientras que en los morteros de cal el árido actúa como elemento resistente.

Considerando la naturaleza química del árido podemos distinguir los siguientes grupos:

- Áridos silíceos: Son los mejores por su naturaleza y estabilidad química, características propias del cuarzo que contiene. (Figura 5)
- Áridos siliconados: Proceden de rocas feldespáticas.
- Áridos calizos: Son más blancos que los anteriores.
- Áridos arcillosos: Pueden ser los mismos áridos silíceos o silicatados contaminados por impurezas de arcillas, se dice que es muy peligrosas el uso en los revocos debido a su plasticidad y adquieren un color rojizo procedente de las arcillas que trasmite al mortero. (Figura 6)
- Áridos margosos: Son los áridos cargados con impurezas de arcillas.
- Áridos puzolánicos: Proceden de rocas volcánicas y son muy valorados en Italia donde se usaban en la época romana. (Figura 7)



Figura. 5: Árido silíceo



Figura. 6: Árido arcilloso



Figura. 7: Árido puzolánico

Las arenas naturales procedentes de la disgregación de las rocas por la acción de los agentes naturales o las distintas clases de rocas dan lugar a arenas de diversas calidades, dependiendo del uso que se le vayan a dar o la economía de la que se disponga se optará por unas u otras.

Las arenas más puras se encuentran en el mar y en los ríos de corriente impetuosa, en estos lugares también se encuentran las de mayor dureza que son las que proceden de áridos silíceos por su contenido de cuarzo.

Dependiendo de su naturaleza podemos distinguir distintos tipos de arenas:

- Arena triturada: Se obtiene casi siempre de piedra caliza. Es un material muy polvoriento, por lo que debe ser triturado y lavado. No es apropiado para revocos de cal en exteriores pero si en interiores para revocos de cal o yeso.

- Arena de roca: Se obtiene casi siempre de la trituración de piedras areniscas, conteniendo gran cantidad de finos, siendo un material de gran calidad para la utilización de revocos de yeso en interiores.
- Arena de mina: Presenta gran cantidad de granos angulosos y contiene una elevada proporción de cuarzo, en la naturaleza se suele encontrar mezclada con lodos humus y arcillas, lo que hace que la limpieza sea un trabajo costoso disminuyendo su uso.
- Arena de río: Presenta un árido redondeado, facilitando la trabajabilidad del mortero, siendo un árido adecuado para la elaboración de morteros de cal.
- Arena de playa: Este árido contiene sales alcalinas, por lo que no es apto para el uso en revestimientos, se deberá llevar a cabo un proceso de lavado para eliminar las sales para hacerlo útil para el uso en revestimientos.

### 2.2.3 CAL

Los griegos ya utilizaban la cal como material de construcción. Posteriormente los romanos le añadieron arena para la fabricación de morteros, y debido a su gran uso profundizaron más en su proceso de fabricación, descubriendo la importancia de la elección de la materia prima así como el resultado de la cal una vez cocida.

Durante mucho tiempo se creyó que la cal que contenía arcilla era peor que la que no la contenía, pero siglos después, se descubrieron en Inglaterra unos morteros con un significativo contenido de arcillas que eran más resistentes que los fabricados con cal pura, del mismo modo los que contenían arcilla adquirían propiedades como el fraguado en presencia de agua.

Ya en el siglo XIX Louis Vicat (científico francés inventor del cemento artificial) quien tras muchos años de estudio de la cal plasmó en su obra “Morteros y Cementos” que: “La caliza que contiene una cierta cantidad de arcilla, íntimamente mezclada, da lugar por cocción a una cal hidráulica.” (Vicat, 1818).

De este modo podemos distinguir dos tipos de cales, la cal aérea y la cal hidráulica. El proceso de obtención de una y otra depende de la proporción de arcilla que acompañe a la caliza y la temperatura de cocción.

% de arcilla	Temperatura	Producto resultante
< 5%	800°C-900°C	Cal aérea
5%-22%	1050°C-1150°C	Cal hidráulica

Figura 8: Producción de la Cal

En su comportamiento, la diferencia se basa en la posibilidad de endurecimiento de las cales hidráulicas tanto en el aire como en el agua, mientras que las aéreas solo pueden endurecer en el aire.

Para la cocción es necesario el uso de hornos, antiguamente estos eran artesanales (Figura 9), en la actualidad se emplea el horno industrial continuo (Figura 10).



Figura 9: Horno artesanal.  
(Fuente: [www.valledelmesa.com](http://www.valledelmesa.com))



Figura 10: Horno industrial continuo.  
(Fuente: [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))

### Cales aéreas

Se denominan cales aéreas o grasas a aquellas cuyo contenido de arcilla es menor al 5%, y que requieren una temperatura de 800°C para su cocción.

Las materias primas para la obtención de la cal son las calizas o dolomías. De la cocción de la piedra caliza se obtiene el óxido de calcio (color blanco o ligeramente sombreado), mientras que de las dolomías, al componer también carbonatos magnésicos, se obtienen óxidos cálcicos y óxidos magnésicos (color gris y raramente blanco). A todas ellas se les denominan cales aéreas, aunque las que provienen de la cocción de la caliza tienen mayor plasticidad por lo que también se las conoce como cales grasas.

Al proceso de obtención de la cal desde la piedra caliza hasta alcanzar el producto final que encontramos en las construcciones se le llama ciclo de la cal.

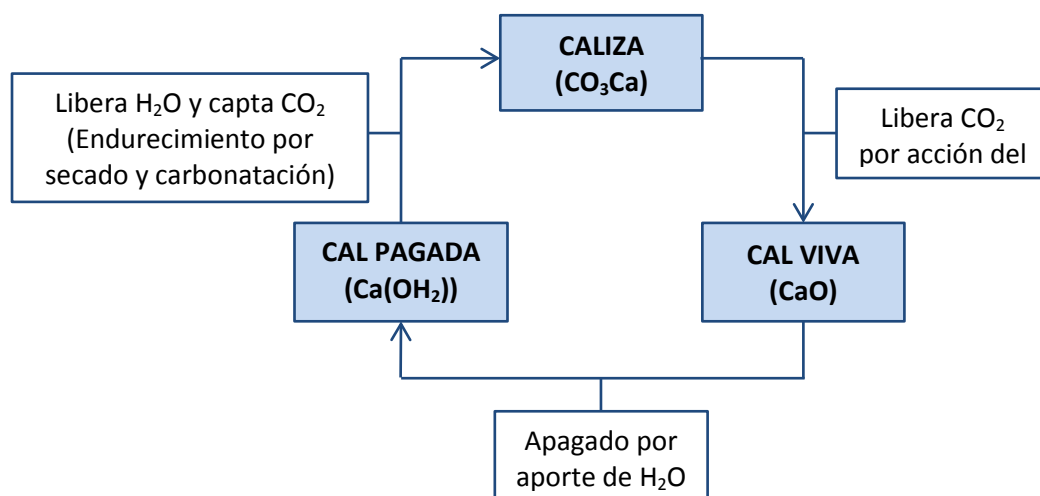


Figura 11: Ciclo de la Cal

Para su **obtención** se aplica calor a la piedra caliza ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) hasta llegar a la calcinación obteniéndose el óxido de calcio o cal viva ( $\text{CaO}$ ) desprendiendo en el proceso dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) que va a la atmosfera. Esta cal viva en forma de fragmentos blancos o terrones, reacciona exotérmicamente con gran avidez, por este motivo cuando se toca la cal viva produce quemaduras ya que esta capta el agua que constituyen las partículas.

El **apagado** de la cal viva se produce con la aportación de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), captándola rápidamente produciendo una reacción química, en la reacción se produce un desprendimiento de calor dando como resultado hidróxido de calcio o cal apagada ( $\text{Ca(OH}_2$ )).

La cal **endurece** por carbonatación y desecación en contacto con el aire, obteniéndose de nuevo caliza ( $\text{Ca(OH}_2$ )), para lo cual ha tenido que perder agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y captar anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) que se encuentra en el aire. Al existir poco anhídrido carbónico en la atmósfera, el endurecimiento es muy lento.

### Cales hidráulicas

Se denominan cales hidráulicas, al producto resultante de la cocción a una temperatura de  $1000^\circ\text{C}$  a  $1200^\circ\text{C}$  de caliza cuyo contenido de arcilla se encuentra entre un 5% a un 22%.

A principios del siglo XIX, Louis Vicat desarrolla las cales hidráulicas al observar que el producto obtenido por la cocción de caliza con mayor contenido de arcilla, reducido a polvo, adquiriría propiedades hidráulicas.

Las cales hidráulicas proceden de la calcinación de piedras de  $\text{CaCO}_3$  que contienen mezclas de margar y arcillas ricas en sílice (Si), aluminio (Al) y hierro (Fe). Estas impurezas le confieren el carácter hidráulico que les permite fraguar tanto en contacto con el aire como bajo el agua. Procedentes de Inglaterra, debido a sus propiedades se extendieron rápidamente por Francia, Italia, Alemania y Estados Unidos.

Tras la descomposición de la caliza y arcilla, parte del  $\text{CaO}$  queda libre, y otra parte se combina con los productos de composición de la arcilla ( $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) en forma de silicatos y aluminatos.

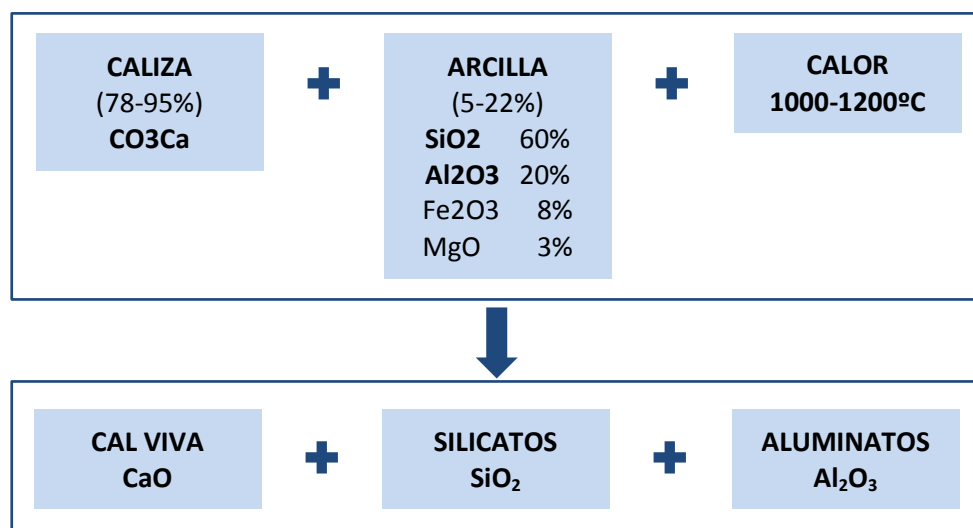


Figura 12: Composición de la Cal

La **extracción** de las materias primas puede ser indistintamente magnas calcáreas (caliza + arcilla) o caliza y arcilla por separado para su posterior mezcla, en cualquier caso, la extracción se realizará a cielo abierto o en galerías fragmentando la piedra con grandes voladuras o equipos mecánicos para el arranque y transporte de las arcillas.

En la **trituración** las materias primas deben fragmentadas al tamaño adecuado dependiendo de cuál sea el tipo de horno en el que se realizará la cocción, para ello se emplean trituradoras de distintos tipos; martillos, mandíbulas, rodillos.

La **cocción** tradicionalmente se realizaba en hornos continuos para cada ocasión, estos se construían por capas de carbón y crudo. Otro tipo de horno continuo es el horno vertical de “briquetas”.

Para su utilización es necesario el **apagado y cernido**, este proceso se lleva a cabo en varias fases en las que se repite la operación. Este proceso requiere el máximo cuidado pues de él depende que el producto alcance las propiedades que se precisan.

El proceso que se lleva a cabo para el apagado y cernido consta de riego con agua fría y caliente sobre la cal viva, que se vierte sucesivamente en fosos, formándose un conjunto de capas de cal apagada homogeneizando el producto.

El producto resultante de cada una de las veces que se realiza el proceso, tiene unas características distintas a los que se obtienen en el resto de las fases, haciéndose valer cada uno de ellos productos obtenidos para unos trabajos u otros por su porcentaje de hidratación y tamiz de molienda.

- **1º Apagado:** Solo se apaga u pulveriza la cal viva más pura. El cernido consiste en separar los productos por medio de tamices. La cal que pasa por los tamices más se denomina “Flor de cal” o “Cal ligera” que correspondería a la cal viva más pura en su hidratación, apagado, se habría pulverizado como consecuencia de la violencia de la reacción.

- 1º Cernido: Solo pasa por el tamiz la cal apagada y pulverizada. Los fragmentos retenidos en el tamiz se someten a un segundo apagado, hidratándose la cal viva menos pura que la anterior, que en este proceso así mismo se pulveriza, esta se denomina “Cal pesada”.
- 2º Apagado: Se apaga y pulveriza la cal viva menos pura. Un nuevo tamizado retiene los fragmentos más gruesos que se conocen como “Grappiers de cal”.
- 2º Cernido: Solo pasa por el tamiz la cal apagada y pulverizada. Los “Grappiers de cal” (silicatos y aluminatos cálcicos) no se alteran con el agua de apagado dado su tamaño de grano, y solo se combinarían con el agua estando finamente molidos.

Por tanto, con este proceso son tres los productos que resultan de la fabricación de la cal hidráulica: CAL LIGERA, CAL PESADA y GRAPPIERS (silicatos y aluminatos cálcicos).

De todas las posibilidades descritas con anterioridad, la norma **UNE-EN 459-1:2011** indica a modo orientativo los tipos de cal y los campos de aplicación.

Cal aérea	Cal cálcica (CL)	Cal viva (Q)
		Cal hidratada (S, SPL, SML)
Cal hidráulica	Cal dolomítica (DL)	Cal viva (Q)
		Cal hidratada (S)
		Cal semihidratada (S1)
	Cal formulada (FL)	
	Cal hidráulica natural (NHL)	
	Cal hidráulica (HL)	

Figura 13: Designación de las Cales de construcción



## 2.2.4 YESO

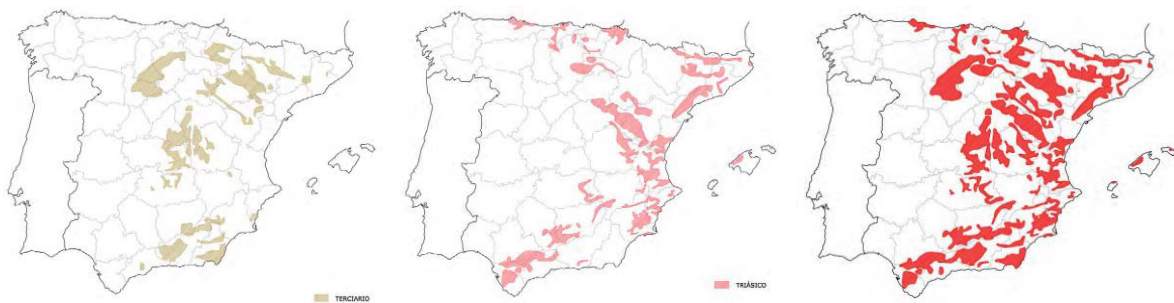
El yeso se define como conglomerante artificial obtenido por la deshidratación parcial o total del Algez o piedra de yeso. Es el conglomerante más antiguo conocido por la humanidad, en su época los egipcios ya lo empleaban en la construcción de las pirámides, los griegos y los romanos lo usaron en la ejecución de monumentos y los árabes lo emplearon como conglomerante, revestimiento y ornamento de sus edificios.

El uso del yeso en la arquitectura cobra gran importancia en la incorporación en las decoraciones por talla, desarrollada por el arte almohade y nazarí. Esta técnica fue incorporada por el cristianismo con el estilo mudéjar.

Las materias primas empleadas para la fabricación del yeso son las rocas sedimentarias sulfatadas de precipitación química que se pueden presentar en dos aspectos diferentes: anhidrita y Algez.

La anhidrita es sulfato de cálcico anhidro que al absorber agua rápidamente se convierte en Algez. Mientras que el Algez es sulfato cálcico bihidratado ( $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

En España, existen abundantes depósitos de yeso (Figura 14) en la mitad oriental del país con gran importancia geológica y mineral, esta superficie abarca al 58,2% de la superficie del país aunque realmente material yesífero solo es el 7,2% de la superficie total.



Depósitos de yeso del Terciario

Depósitos de yeso del Triásico

Depósitos de yeso global

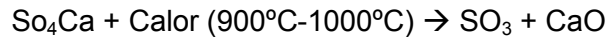
Figura 14: Mapas de los depósitos yesíferos de la Península Ibérica. (Sanz, 2009)

### Proceso de deshidratación

Durante el proceso de deshidratación la piedra de yeso se cristaliza con dos moléculas de agua formando un bihidrato, de estas dos moléculas,  $1 \frac{1}{2}$  de ellas se halla débilmente combinada mientras que la otra  $\frac{1}{2}$  se halla fuertemente combinada.

De este modo el proceso de deshidratación se produce en dos fases, primero se liberan la  $1 \frac{1}{2}$  débilmente combinada y posteriormente se libera la  $\frac{1}{2}$  fuertemente combinada.

El yeso también se utiliza en el proceso de ejecución del cemento portland con la presencia de  $\text{SO}_3$ , esto resulta de calentar entre  $900^\circ\text{C}$  -  $1000^\circ\text{C}$  el Bihidrato o Algez ya que el agua de cristalización del  $(\text{SO}_4\text{Ca} \cdot \alpha)$  Anhidrita I se pierde y se produce una disolución del siguiente modo:



A medida que se va aumentando la temperatura de cocción se obtienen distintos productos.

Tª ambiente	$\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Bihidrato o Algez
$125^\circ\text{C}$ - $180^\circ\text{C}$	$\text{SO}_4\text{Ca} \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	Semihidrato
$180^\circ\text{C}$ - $300^\circ\text{C}$	$\text{SO}_4\text{Ca} \cdot \gamma$	Anhidrita III soluble
$300^\circ\text{C}$ - $600^\circ\text{C}$	$\text{SO}_4\text{Ca} \cdot \beta$	Anhidrita II insoluble
$900^\circ\text{C}$ - $1000^\circ\text{C}$	$\text{SO}_4\text{Ca} \cdot \alpha$	Anhidrita I Yeso hidráulico
A los $1450^\circ\text{C}$		Se funde el yeso

Semihidrato: Yeso de fábrica, revestimientos y escayola para prefabricados de moldeo.

Anhidrita soluble: Tiene mucha avidez de agua, tiende a transformarse en semihidrato.

Anhidrita insoluble: Recibe el nombre de yeso muerto puesto que su fraguado es muy lento. Finamente molida y mediante un acelerador de fraguado se puede usar en construcción.

Yeso hidráulico: En su día se conoció como yeso de pavimentos e impropriamente como cemento blanco. Su fraguado es muy lento y tiene la propiedad de fraguar y endurecer sumergido en agua.

### Proceso de fabricación

El proceso de fabricación tradicional y la que se utiliza hoy en día tienen muchos pasos en común. Actualmente se incorporan procesos de almacenamiento y empaquetado, para facilitar la mecanización en el proceso de construcción. En la antigüedad se fabricaba únicamente cuando este iba a ser utilizado en obra.

El proceso que se lleva a cabo desde su extracción hasta su puesta en obra es el siguiente:

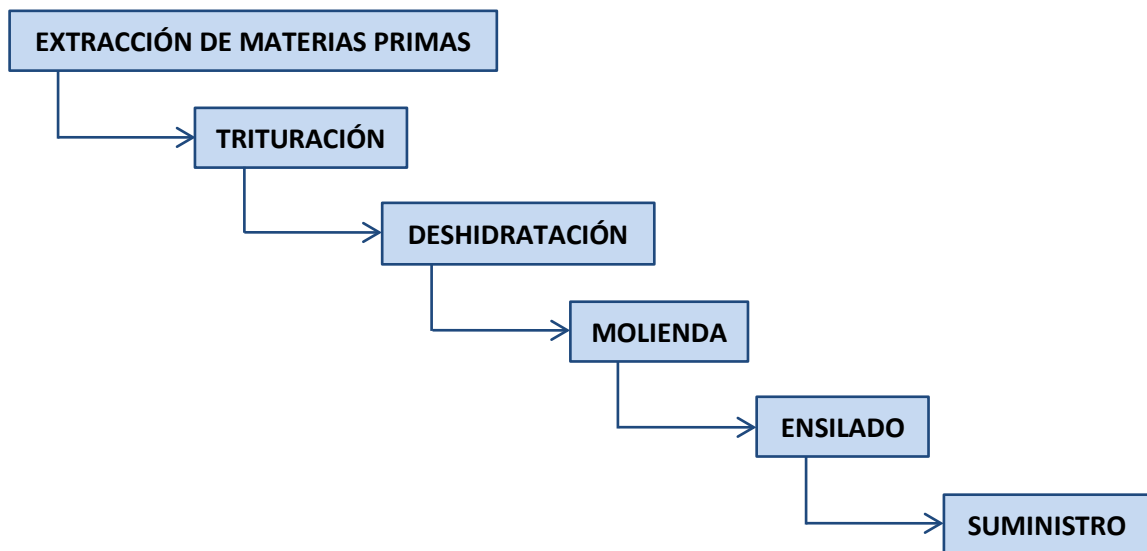


Figura 15: Proceso de fabricación del Yeso

La **extracción** de la materia prima se suele realizar a cielo abierto aunque también existe la posibilidad de extraerse en minas. La extracción generalmente se realiza mediante voladuras ya que no es necesaria su extracción en bloque, debido a su baja dureza (2 en la escala de Mohs) es fácilmente barrenada para la colocación de los explosivos.

La **trituración** se lleva a cabo para regularizar la granulometría ya que tras su extracción por voladura el material presenta un aspecto poco uniforme. Para ello se emplean trituradoras, los sistemas más conocidos son mediante mandíbulas y martillos, ambos sistemas suelen emplearse en fábrica en la que posteriormente se trasladan por una tolva a los silos de almacenamiento o a los hornos de cocción.

El proceso de **deshidratación** se produce mediante la cocción, esto se realiza para producir el semihidrato. Los procedimientos tradicionales se basan en un Horno Circular (Figura 16) de igual base que altura, contruidos de mampostería con una abertura en la parte inferior para cargar el combustible (madera). Otro sistema aunque menos común es el “Four Culée” (Figura 17), en este procedimiento también tradicional está formado por tres paredes de mampostería y una cubierta, con él se logra grandes rendimientos por su tamaño.

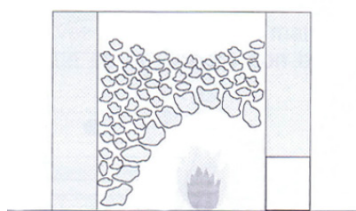
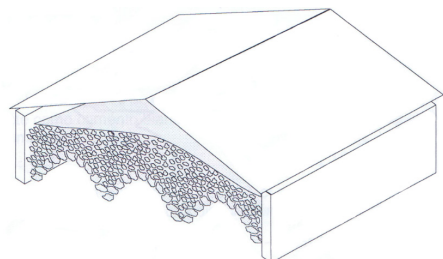
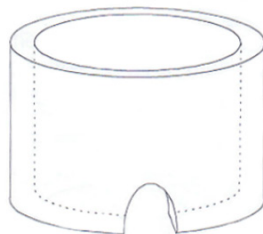


Figura 16: Horno Circular.(Aznar et al, 2010)

Figura 17: Four Culée.  
(Aznar et al, 2010)

En los procedimientos industriales se utilizan Hornos de Caldera (Figura 18), estos están formados por un cilindro de palastro, con una serie de tubos que lo atraviesan y un agitador. A diferencia de los hornos tradicionales en estos la carga que se introduce está previamente molida y se somete a una temperatura de 170°C.

El vapor de agua se desprende formando una atmósfera densa, con los que sale el hemihidrato o escayola de muy buena calidad. Hay variantes de este tipo en las cuales se introduce el vapor de agua por medio de un serpentín a 170°C, con lo cual la regulación de temperatura es mucho más precisa.

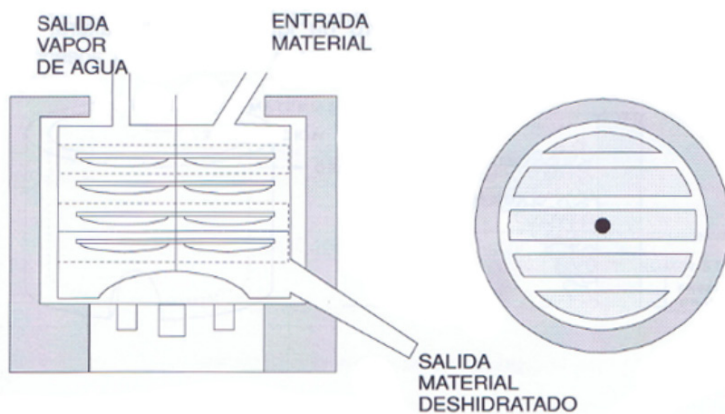


Figura 18: Horno de Caldera. (Aznar et al, 2010)

Otro procedimiento es el Horno de Marmita (Figura 19), de producción intermitente, y que consiste en un tambor giratorio en el que se introduce el material sometiéndolo a la cocción de unos quemadores en el exterior.

Dentro de los Hornos Rotatorios (Figura 20) se pueden diferenciar dos tipos, los de combustión interna de cocción más homogénea y los de combustión externa que producen materiales de mayor pureza pues no existe contacto directo del material con los gases de la combustión. En ambos casos el funcionamiento está basado en el avance del material crudo en el interior de un cilindro giratorio, saliendo el material cocido por el otro extremo. Los Hornos Rotatorios son de producción continua y mayor rendimiento.

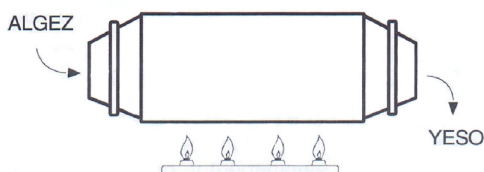


Figura 19: Horno de Marmita. (Aznar et al, 2010)

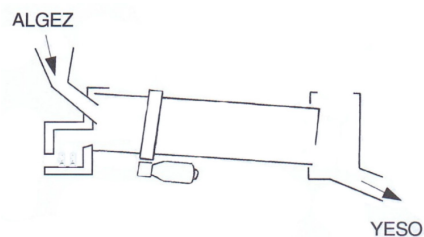


Figura 20: Horno Rotatorio.  
(Aznar et al, 2010)

Otro procedimiento de cocción es el Autoclave, en el que se produce la deshidratación por medio de vapor de agua.

La **molienda** se realiza una vez deshidratado el material, para ello se emplea el Molino de Bolas que se compone de un cilindro con bolas de sílex que al girar muelen finamente el material.

El **ensilado** es la acción de introducir en silos el material triturado. Aquí es donde con el tiempo (3-6 meses como mínimo) el yeso que por exceso de cocción (recocido) estaba deshidratado se transforma en semihidrato al robarle agua a aquel que no se hubiese deshidratado por completo (crudo) por defecto de cocción, por tanto es un lugar de homogeneización del producto a la vez de lugar de almacenaje hasta su venta.

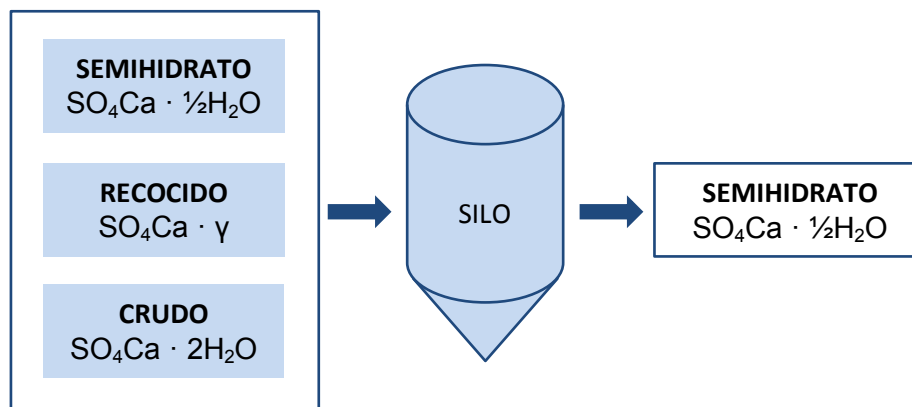
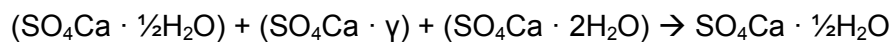


Figura 21: Ciclo de la Cal

El **envasado**, por ser un producto perecedero, el envase debe protegerlo del medio ambiente. Los yesos se comercializan tanto a granel como envasados. En el caso de los envasados, en el saco debe figurar la marca comercial, la designación del producto y el peso neto, según la norma UNE EN 13279-1:2009.

La tradición en la utilización del Pliego para la Recepción de Yesos y Escayolas RY-85 y derogado, ha hecho que cada uno de los sacos se imprima de un color diferente para distinguir fácilmente cada uno de ellos. Siendo Verde (Yeso Grueso), Negro (Yeso Fino) y Azul (Escayola).

Dentro de cada tipo de yeso se comercializan varios tipos de yeso (Figura 22), desde la granulometría encontrándose de varias finuras, pasando por la velocidad de fraguado, incluso yesos para ser proyectados o aligerados, toda esta gama de productos se pueden encontrar en sacos de 20Kg por cualquier casa comercial o a granel si así se desea para su puesta en obra.



Yeso controlado manual YG/L



Yeso rápido YG



Yeso fino YF

Figura 22: Yeso envasado en saco. (Fuente: [www.yesosdiezibanez.com](http://www.yesosdiezibanez.com))

## Fraguado

El fraguado del yeso es el fenómeno con que se conoce al amasar el yeso semihidratado con agua, endureciendo en un periodo breve.

Según la teoría de Le Chatelier en la que afirma que al amasar el yeso cocido con agua, se forman alrededor de las partículas del mismo, una solución que está saturada al hemihidrato, y fuertemente sobresaturada respecto al dihidrato, formado por hidratación de aquel, estable y de menor solubilidad. Comienza entonces rápidamente, la cristalización del yeso, espontáneamente o bien a partir de núcleos de dihidrato que han permanecido sin modificarse durante la cocción (Le Chatelier, 1900).

Tras la hidratación previa se produce la hidratación total en forma de dihidrato, los cristales se agrupan en forma radial formando una malla por interposición de estas agrupaciones, siendo esta la causa de la resistencia de la masa fraguada.

Durante el fraguado se produce un aumento de volumen de la masa y un desprendimiento de calor.

Otra característica del fraguado del yeso es la rapidez con la que endurece por lo que obliga a trabajar rápidamente y realizar pequeñas amasadas. Es habitual que el operario para alargar el periodo de trabajabilidad de la masa proceda a realizar un “batido” de la masa de yeso fresco, destruyendo la estructura que se estaba formando y consolidando en el fraguado, lo que va en detrimento de su resistencia, a esto se le conoce como “yeso muerto”.

En los yesos actuales, para solucionar este problema se adicionan retardadores del fraguado en la fabricación del yeso, obteniéndose yesos de fraguado lento que se identifican con la sigla “L” o como yesos de fraguado controlado.

Otros factores que también influyen en la velocidad del fraguado son:

- Temperatura del agua de amasado
- Relación agua/yeso
- Edad del conglomerante (tiempo desde la cocción y la molienda)
- Finura de molido

## Endurecimiento

El endurecimiento del yeso se produce como consecuencia del fraguado del mismo y de la finalización de las reacciones de cristalización de los nuevos compuestos formados tras la reacción del sulfato de calcio semihidratado con el agua.

El endurecimiento depende de diversos factores que pueden alterar el resultado final, estos son los siguientes:

- La naturaleza del yeso y la composición (mayor o menor pureza y otros componentes)
- Finura de molido
- Cantidad de agua de amasado
- Edad de la probeta
- Contenido de humedad en el momento de la rotura

Con la anterior normativa Pliego de Recepción de Yesos y Escayolas (RY-85) el endurecimiento se medía mediante la resistencia a flexión a los 7 días, con la normativa actual UNE EN 13279-1:2009 se establece que se debe medir el endurecimiento en la resistencia a flexión y compresión a los 7 días.

Cabe destacar el hecho de que los ensayos se realicen a los 7 días en comparación a los 28 días como ocurre con el cemento o las cales hidráulicas, esto demuestra la rapidez de endurecimiento con respecto a los demás conglomerantes, aunque nada tiene que ver en la resistencia final de los mismos.

## Expansión

Durante el fraguado del yeso se produce una recristalización que tiene como consecuencia una reacción exotérmica acompañada de un crecimiento de los cristales que causan expansión en la masa.

De ahí su facilidad para el moldeo en relieves y bajo relieves, al igual que el uso en reproducciones escultóricas y aparatos sanitarios, y a mayor presión, en bóvedas tabicadas y los tabiques tomados con yeso en obras de albañilería.

Dada la variedad de aplicaciones que se le puede dar al yeso dentro de la construcción, estos se pueden encontrar con características adicionales que hacen que se mejoren sus propiedades básicas, con ellos actualmente se pueden encontrar en el mercado yesos con resistencia al fuego, acondicionamiento acústico y acondicionamiento térmico.

En todos ellos se mejoran sus propiedades fundamentales con ayuda del modo de aplicación y sobre el soporte en el que se coloca creando así sistemas constructivos determinados con unas características mejoradas, regladas mediante ensayos, con respecto a los sistemas constructivos habituales en la obra.

La designación de los yesos de construcción y de los conglomerantes a base de yeso para la construcción se clasifica en la **tabla 1** de la norma **UNE EN 13279-1:2009**.

Designación	Identificación
Conglomerantes a base de yeso	A
Yeso para la construcción	B
- Yeso reconstrucción	B1
- Mortero de yeso	B2
- Mortero de yeso y cal	B3
- Yeso de construcción aligerado	B4
- Mortero aligerado de yeso	B5
- Mortero aligerado de yeso y cal	B6
- Yeso de construcción de alta dureza	B7
Yeso para aplicaciones especiales	C
- Yeso para trabajos con yeso fibroso	C1
- Yeso para morteros de agarre	C2
- Yeso acústico	C3
- Yeso con propiedades de aislamiento térmico	C4
- Yeso para protección contra el fuego	C5
- Yeso para su aplicación en capa fina	C6

Figura 23: Designación de los Yesos de construcción

## 2.2.5 CEMENTO

En su momento asombrado por las propiedades del actual cemento Vitruvio en su obra “Los diez libros de la arquitectura” expone: “Hay también una clase de polvo que por su propia naturaleza produce efectos maravillosos... Este polvo mezclado con cal y piedra machacada incluso consolida las obras que se hacen bajo el mar... Cuando estas tres cosas producidas por la violencia del fuego llegan a mezclarse, al recibir agua, se consolidan tan intensamente, que no basta para separarlas o dividir las ni las olas ni la fuerza del agua.” (1787, p. 37) <sup>2</sup>

En la actualidad la Norma UNE-EN 197-1:2011 define al cemento como: “Es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente dividido que amasado con agua forma una pasta que fragua y endurece en virtud de reacciones y

<sup>2</sup> Vitruvio Polión, M. (1787) *Los diez libros de arquitectura*, traducido y comentado por Joseph Ortiz y Sanz. Libro II. cap. VI. p.37. Madrid. Imprenta Real



procesos de hidrólisis e hidratación y que una vez endurece conserva su resistencia y estabilidad bajo el agua.”

Existen diversos tipos de cementos, estos se clasifican en dos grupos, los cementos naturales y los cementos artificiales (cemento portland y cemento aluminoso).

### **Cementos naturales**

Es el producto resultante de la cocción a 1300°C de margas calcáreas con un contenido arcilloso entre el 22% y el 25%, obteniéndose el “Clinker” que una vez molido, reúne todas las características de un conglomerante capaz de fraguar y endurecer tanto en el aire como sumergido en agua.

El comportamiento hidráulico de dicho material se debe a la utilización de margas, ya que este tipo de roca es un compuesto natural de caliza y arcilla, al igual que ocurre con las cales, el aporte de arcillas en la preparación de los componentes principales dota al compuesto de dichas propiedades.

En las normativas actuales no se establecen los cementos naturales como una tipología por lo que debemos buscar referencias en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-75).

Dicho Pliego los clasifica según la velocidad de fraguado y según su resistencia. Por su velocidad de fraguado establece el Natural Lento (NL) con un principio de fraguado  $\geq 30$ min y un final de fraguado  $\geq 60$ min. Mientras que el Natural Rápido (NR) tiene un principio de fraguado  $\leq 30$ min y un final de fraguado  $\leq 60$ min.

En cuanto a su resistencia, se basa en la resistencia mínima expresada por una pasta de mortero normal en  $\text{kp/cm}^2$  medida a los 28 días con el resultado de tres tipos, dos de fraguado lento y uno de fraguado rápido siendo estos NL-30, NL-80 y NR-20.

Dadas las resistencias su aplicación se empleaba fundamentalmente como morteros de albañilería, como material de agarre y revestimientos. En el caso de los hormigones su uso se centra en hormigones en masa para rellenos y estabilizadores de suelos.

### **Cemento “Portland”**

Se entiende por cemento Portland el producto resultante de la cocción hasta fusión de mezcla rigurosamente homogénea de caliza y arcilla, obteniéndose un producto llamado “Clinker”, que una vez molido con adición de yeso en proporción adecuada, reúne todas las características de un conglomerante, capaz de poder fraguar y endurecer tanto en el aire como sumergido en agua (Aznar et al, 2010).

El nombre de Portland viene por su coloración gris, muy similar a la piedra que se encuentra en la población de Portland (Dorset, Reino Unido).

Según establece Joseph Aspdin en su patente del cemento Portland el 21 de Octubre de 1824 asegura que:

*“El barro o polvo de las calles empedradas con piedra calcárea o, en caso de que este material no se pueda obtener en suficiente cantidad, la piedra calcárea calcinada, se mezcla con una determinada cantidad de arcilla, amasada con agua, por medio del trabajo manual o a máquina, hasta reducirla a un limo impalpable. La pasta se deja secar, luego se trocea y se calienta en polvo de cal, hasta que se haya desarrollado todo el ácido carbónico; después se reduce a polvo el producto con muelas y morteros y ya está listo para el uso”*  
(Aspdin, 1824)

### Proceso de fabricación

El proceso que se lleva a cabo desde su extracción hasta su puesta en obra es el siguiente:

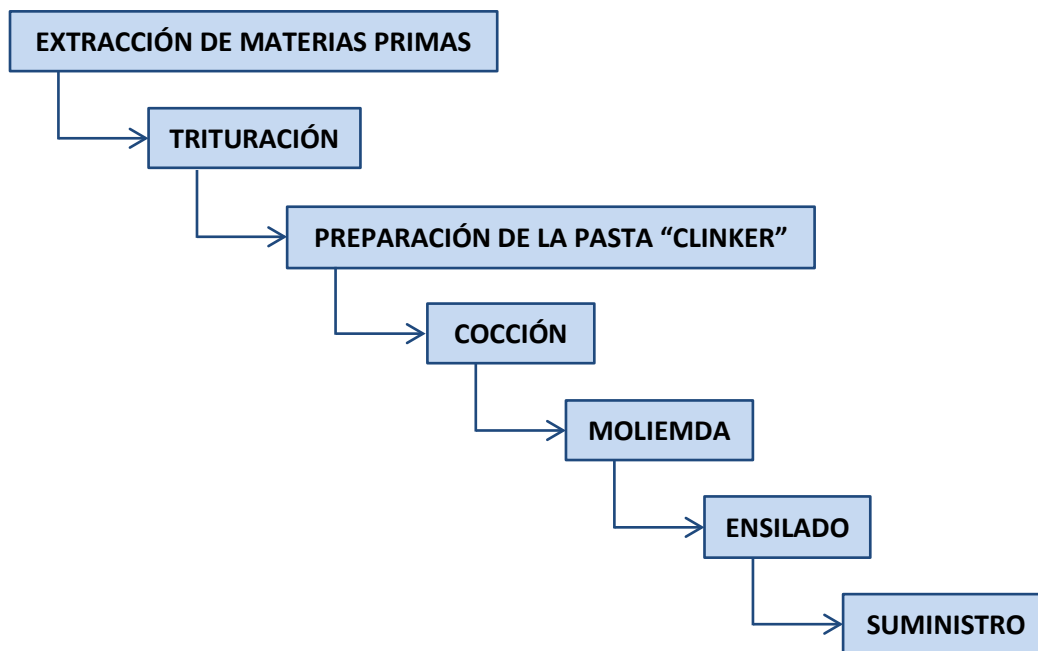


Figura 24: Proceso de fabricación del Cemento

La **extracción** de las materias primas puede ser indistintamente magnas calcáreas (caliza + arcilla) o caliza y arcilla por separado para su posterior mezcla, en cualquier caso, la extracción se realizará a cielo abierto o en galerías fragmentando la piedra con grandes voladuras o equipos mecánicos para el arranque y transporte de las arcillas.

En la **trituración** las materias primas deben fragmentadas al tamaño adecuado dependiendo de cuál sea el tipo de horno en el que se realizará la cocción, para ello se emplean trituradoras de distintos tipos; martillos, mandíbulas, rodillos.

La **preparación de la pasta** o Clinker es un proceso que se puede realizar por medio de dos sistemas distintos; por la vía húmeda y por la vía seca, produciendo un producto final prácticamente idéntico.

En la preparación por vía húmeda (Figura 25) la arcilla se mezcla con agua y mediante un decantado se depuran las arcillas separándolas del posible contenido de arena y fragmentos más gruesos.

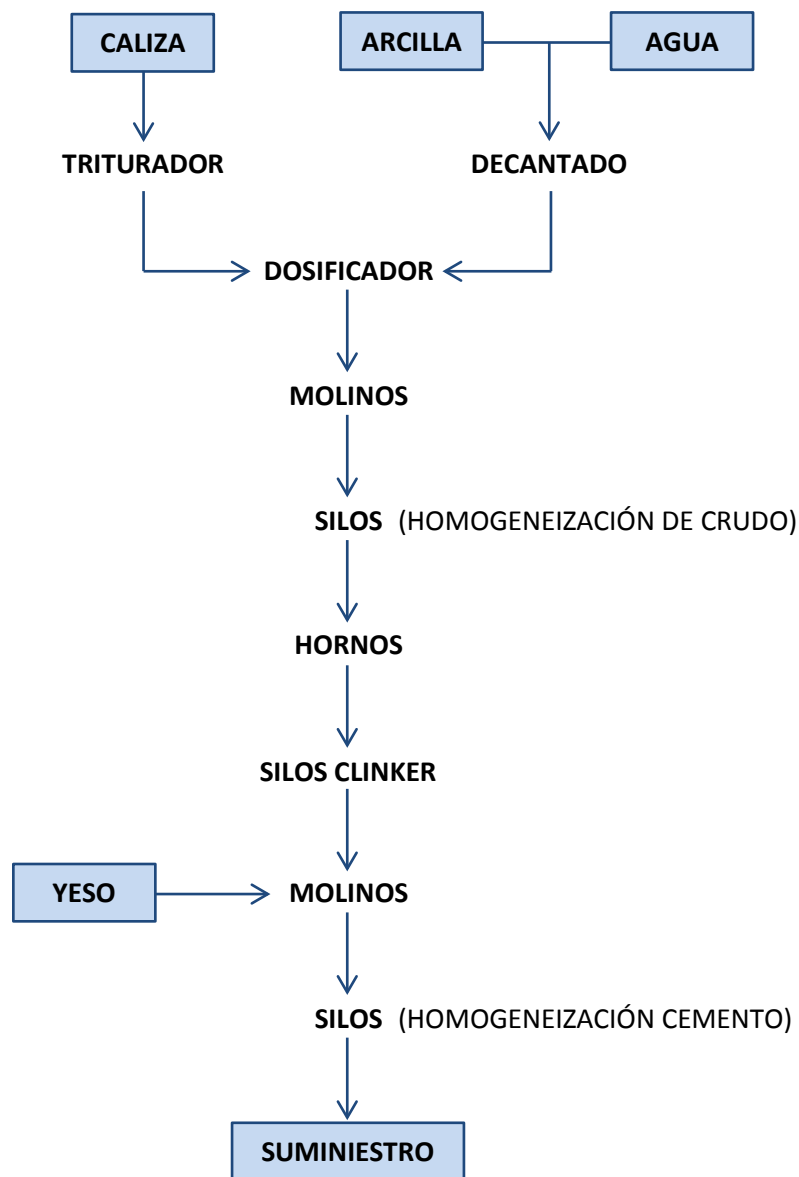


Figura 25: Preparación de la pasta por vía húmeda

En la preparación por vía seca (Figura 26) se mezclan en seco la arcilla y la caliza, por lo que se requieren arcillas exentas de arena e impurezas.

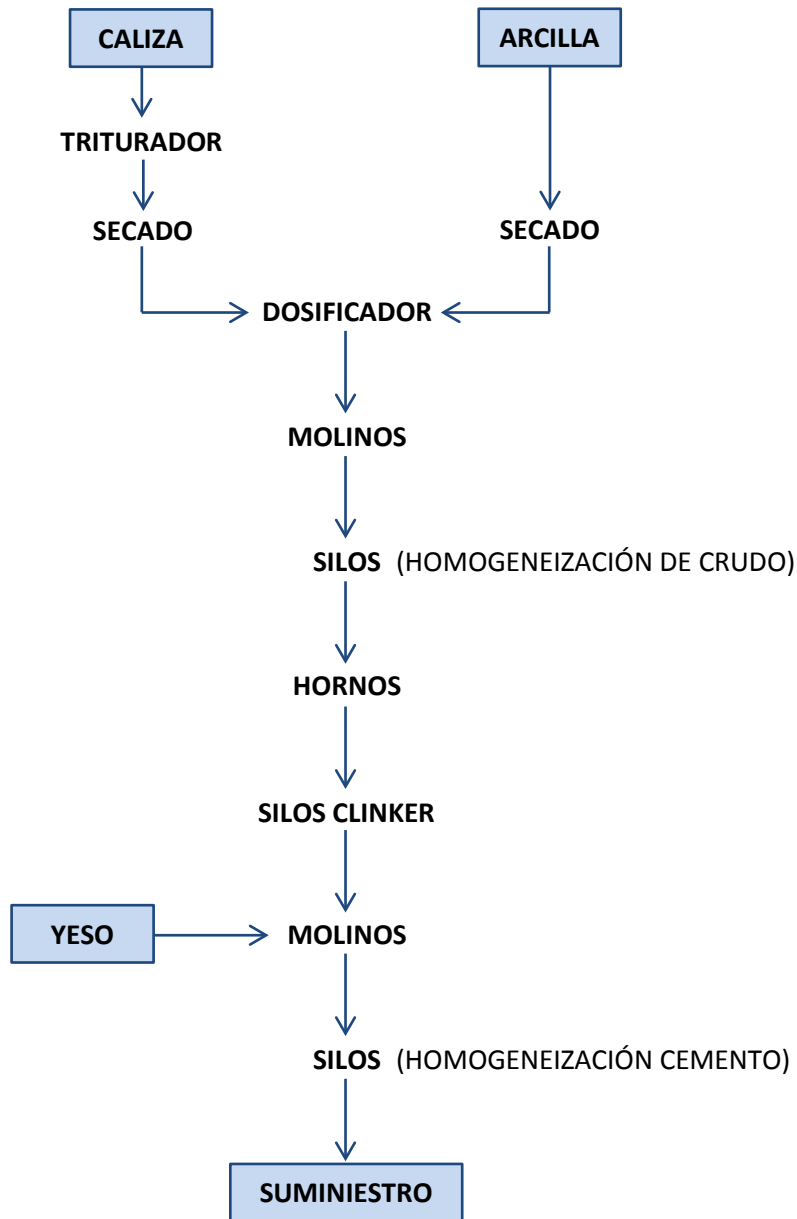


Figura 26: Preparación de la pasta por vía seca

Los **molinos** para la el molido constan de un tubo de palastro que contiene en su interior bolas de sílex de distintos diámetros, estas se disponen de mayor tamaño a menor, con el fin de triturar el material de forma progresiva según va pasando la pasta por cada una de las estancias de trituración.

Los **hornos** que se emplean en la cocción del crudo pueden ser de dos tipos, hornos verticales y hornos rotatorios.

Los hornos verticales como bien indica su nombre constan de un cilindro dispuesto de forma vertical, este se carga con el crudo aglomerado, el combustible (carbón pulverizado) y el agua, a este conjunto se le llama briquetas y de él se saca el Clinker en forma sólida tras pasar por un enfriador.

Los hornos rotatorios están formados por un cilindro de palastro revestido interiormente de un material refractario, estos tienen entre 60 y 100 metros y 3 metros de diámetro, el cilindro se encuentra colocado con una pendiente del 4% por el que se desliza el crudo.

Durante el descenso del crudo se producen una serie de reacciones debido al aumento de temperatura. En la primera cámara el crudo pasa de temperatura ambiente a 300°C produciéndose la desecación, en el segundo llega hasta 800°C con la descomposición de la arcilla y la caliza, luego pasa a 1000°C en otra reacción y por último llega a 1500°C produciéndose la clinkerización.

La cocción está basada en el principio de contracorriente, entran los crudos por un extremo y mediante el giro del horno avanza en forma de espiral, saliendo el Clinker por el extremo opuesto a través del enfriador.

## 2.2.6 PIGMENTOS Y COLORANTES

Los pigmentos empleados en construcción son de origen mineral, no hay que confundirlos con los colorantes procedentes de las anilinas, también empleados en algunos componentes de la construcción, pero estos son de carácter orgánico.

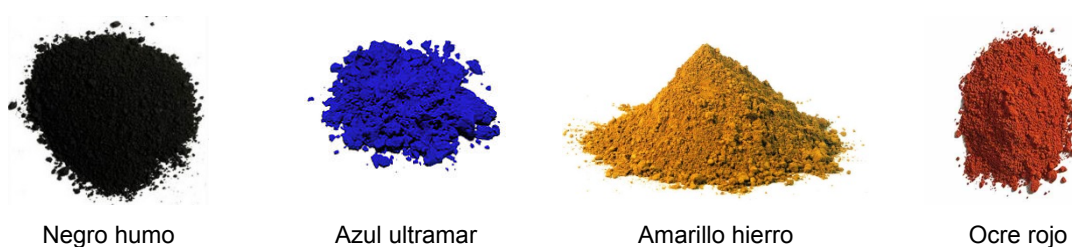


Figura 27: Gama de pigmentos minerales

Antiguamente se empleaban pigmentos inorgánicos como óxidos minerales o tierras que presentan gran estabilidad de color frente a los agentes ambientales, ascensos y descensos de temperatura, gases, la luz del sol y demás agentes que intervienen en condiciones de intemperie. Normalmente se utilizan puros rebajando la saturación al mezclarlos con la cal.

Dependiendo del material con el que se disuelven se pueden distinguir dos tipos de pigmentos, los solubles en agua y los solubles en otros disolventes, generalmente alcohol.

Dependiendo del origen de su obtención también se catalogaran en dos tipos, los pigmentos naturales y los pigmentos artificiales. En el caso de los pigmentos naturales podemos encontrar los obtenidos por medio de tierras ocre, rojizas y sienas y en el caso de los artificiales distinguiremos entre los minerales y los orgánicos.

Los pigmentos de origen mineral son los obtenidos por oxidación o calcinación de minerales o por la precipitación de partículas en un medio adecuado con la posterior decantación y filtrado.

Entre los de origen orgánico encontramos los vegetales, los minerales y las anilinas.

En el caso del uso para morteros de cal no podemos recurrir a los pigmentos de origen orgánico ya que el poder cáustico de la cal los degrada. Por ello, deberemos elegir, en el uso de morteros de cal, pigmentos resistentes a la luz, a los álcalis y al medio ambiente en el caso de que el uso sea para exteriores. Descartando así los pigmentos de carácter ácido que puedan reacción en estas condiciones.

A la hora de la elección del color debemos tener en cuenta que, en todo color aplicado sobre un soporte intervienen el pigmento, el vehículo fijo o ligante, las cargas, el disolvente y los aditivos, además, los colores aclaran al secarse, alcanzando su estabilidad a los cincuenta días, aproximadamente, por lo que los deberemos escoger de alto poder calorífico y químicamente inertes al medio alcalino.

En el caso de la coloración en yesos podemos distinguir entre la coloración superficial o la coloración en masa mediante el teñido por penetración del pigmento en la masa. Para la elección de la coloración del yeso se tomarán los materiales con un alto poder colorante y penetrante así como la alta estabilidad de color.

Si deseamos comprobar si el pigmento escogido es el adecuado para el trabajo que vamos a realizar existen una serie de comprobaciones muy útiles para verificar que el resultado final será el deseado.

Para comprobar la estabilidad de un pigmento en la cal se prepara una muestra con pasta de cal y el pigmento a ensayar. Una vez endurecida se sumerge en agua durante tres días, si la muestra no se altera en este tiempo, el pigmento es apto para su utilización con la cal.

En cambio si deseamos comprobar la estabilidad y resistencia a la luz, realizaremos una muestra que colocaremos a la intemperie, orientada al mediodía, cubriendo la mitad de la muestra con papel negro, y observaremos si se producen contrastes entre las dos partes de la muestra transcurridos unos días.

## 2.3 TÉCNICAS DE REVESTIMIENTO

A continuación se dispondrán las capas necesarias que componen un enlucido tradicional, (enfoscado, revoco y estuco) en la que se citará el mínimo de capas necesarias, el modo de ejecución y la función de cada una de ellas.

### Enfoscado

Es la primera capa que todo revestimiento continuo debe llevar, esta se aplica directamente sobre el soporte y se coloca para regularizar y eliminar las irregularidades, mejorar la planeidad y favorecer la máxima adherencia del revestimiento al soporte y así conectar el resto de capas que conforman el revestimiento continuo.

En la antigüedad se realizaban con mortero de cal grasa con el fin de favorecer la carbonatación, cuando se realiza con cal hay que tener en cuenta espaciar la ejecución de las tongadas para favorecer el secado. En la actualidad se realizan con cal hidráulica, cemento o mixtos.

Es habitual encontrar el enfoscado como única capa, de gran espesor y un acabado superficial tosco, este tipo de acabados es propio de la arquitectura vernácula de carácter rural.

Cuando la capa de enfoscado es muy espesa es recomendable realizarla en varias manos o tendidos, el tiempo que debe transcurrir entre la aplicación de una mano a otra se realiza en función de las condiciones meteorológicas, pudiendo variar de 3 a 6 semanas.

El secado de las capas es fundamental para permitir la carbonatación, para ello se debe controlar la humedad del paramento para que no se produzcan desecaciones bruscas que conlleven a fisuras por retracción. Durante la primera semana se aconseja humectar la fábrica con moderación ya que el exceso de agua puede retardar el proceso de endurecido, además de provocar desórdenes visuales en forma de manchas.

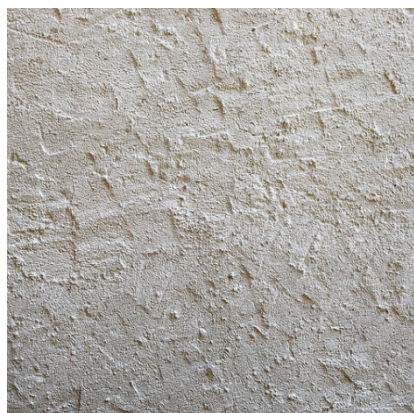


Figura 28: Enfoscado

## Revoco

Se denomina revoco a la capa o conjunto de capas que conforman el paramento continuo superficial que se aplica sobre el enfoscado. El mortero utilizado para este fin es de mayor calidad que el de la base, de este modo, el material base para la ejecución del revoco es la cal grasa mezclada con árido fino y agua.

Puede aplicarse en una o varias capas, para ello se utilizaran la técnica del tendido o el proyectado, para ello se empleara igual o diferente composición y dosificación, en el caso de aplicarse en varias capas el espesor de estas deberá ser mucho menor.

Cuando se emplea como capa superficial constituye bien el acabado del revestimiento continuo, aportando un aspecto decorativo a la fachada mediante diferentes texturas o coloraciones, o bien puede ser la capa previa para la aplicación de un estuco.

Cuando esta capa va a ser la última a aplicar suele ser recomendable bajar la granulometría del árido, aumentar la dosificación de la cal y realizar un trabajo más meticuloso con el fratás.

Vitruvio (1787, pp.172-173)<sup>3</sup>, ya mencionaba en su libro “Los diez libros de arquitectura” el “jaharrado” el cual se componía por tres capas a las que llamaba “trusillatio, arenato y estuco”, estas tienen relación tanto en composición como función con los actuales enfoscado, revoco y estuco.



Figura 29: Revoco

## Estuco

El estuco es la última capa de un enlucido, aunque el término etimológico abarca también a todo el conjunto. El estuco, como tal, se puede ejecutar tanto en el interior como en el exterior de las construcciones, para ello, del mismo modo que en el revoco se realizará aplicando varias capas de muy poco espesor.

---

<sup>3</sup> Vitruvio Polión, M. (1787) *Los diez libros de arquitectura*, traducido y comentado por Joseph Ortiz y Sanz. Libro VII. cap. III. pp.172-173. Madrid. Imprenta Real



Los componentes necesarios para la ejecución del mortero son los mismos que los de las demás capas pero de mayor calidad, para ello deben estar finamente molidos, de este modo se mejora la calidad superficial y la estética.

La característica principal es servir de acabado estético, pintado o no, a través de múltiples tratamientos, mediante aditivos naturales, permite conseguir acabados brillantes o satinados así como pulimentos que imitan a los mármoles.



Figura 30: Estuco

En cuanto a los tipos de acabados superficiales, existen muchas formas, anteriormente se ha citado cuales son las capas básicas que suelen ejecutarse para la ejecución de un enlucido, y a continuación se dispondrán algunos de los acabados que se pueden ejecutar por medio del modo de empleo del estuco como tal.

### **Acabado estuco**

Pueden ejecutarse con morteros de cal o mixtos con cal y yeso, el modo de ejecución es el mismo ya que el empleo del yeso únicamente mejora el manejo de la masa.

La ejecución consiste en aplicar hasta tres capas todas con arena de mármol, con espátula, cuchara pequeña sin punta o con fratás, la última capa se bruñe con paleta de bruñir. Cuando se desea colocar pigmentos naturales puede realizarse tanto antes como después de añadir el agua al mortero. El acabado superficial se puede conseguir pasando planchas calientes para obtener un mayor pulimento de la superficie o bien aplicando una mezcla de cal y jabón denominada jaboncillo con brocha, esponja o estropajo.



Figura 31: Acabado estuco

### **Revoco liso o bruñido**

Este tipo de acabado se caracteriza por su superficie plana y sin porosidad, la cual se consigue apretando fuerte con la llana o la paleta, a esta acción se le denomina bruñir. La última capa que se aplica es de yeso, ya que el granulo es más pequeño que el de la cal y se consigue un acabado más fino.

Habitualmente una vez obtenido el acabado deseado se aplica una pequeña capa de pintura muy suave.

Este tipo de acabado suele usarse en zonas altas de los paramentos por su delicadeza a los golpes, haciéndolo poco servible en la zona del zócalo.



Figura 32: Revoco liso o bruñido

### **Revoco liso lavado**

Este tipo es muy parecido al revoco bruñido, ya que su forma de ejecución es muy similar al anterior con una excepción que, una vez obtenida la superficie bruñida, ayudándose con una brocha o cepillo de crin y agua se lava la superficie para eliminar la lechada y sacar al exterior los granos de árido de la masa.

Hay que tener en cuenta que, al eliminar el árido más fino de la superficie, provoca una mayor porosidad superficial la cual puede acelerar su deterioro.

Este sistema no siempre se puede realizar ya que, en muchas ocasiones la coloración del paramento es únicamente superficial, y con este sistema queda un aspecto como si se aplicasen aguadas de color.



Figura 33: Revoco liso lavado

### **Revoco liso estucado**

Dentro de los revocos lisos es el que mayor elaboración lleva para realizarlo, y la ejecución es similar a los estucos de yeso. Una vez repasada la superficie con la paleta asperonando y apomazando, se frota con un trozo de lienzo o fieltro humedecido para tapar todos los poros y huecos. A continuación, se bruñe la superficie con bruñidora de acero o muñequilla de trapo fino llena de yeso, pigmento y una mezcla de cal y jabón.

Una vez realizada toda la faena se vuelve a repasar y alisar con la paleta para obtener una superficie lisa, compacta, impermeable, sin poros, suave al tacto e incluso con posibles brillos que la diferencia de un simple revoco liso.

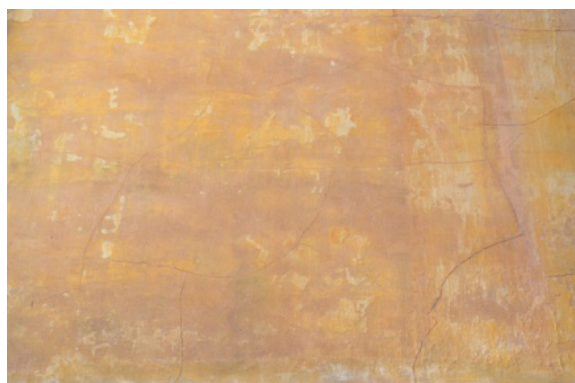


Figura 34: Revoco liso estucado

### **Revoco rugoso pétreo**

Revoco utilizado en partes bajas, esquinas y zonas de paso por su resistencia y parecido a los sillares de piedra.

La ejecución en si es muy parecida al revoco liso lavado, con la gran diferencia de que la cantidad de árido presente en la última capa es tal que el resultado final es una superficie plana y rugosa al tacto por el árido que aflora del interior. Con esta falta de finos en superficie se consigue el tacto deseado.



Figura 35: Revoco rugoso pétreo

### **Revoco rugoso rústico o labrado**

Se compone por una base de muchas capas de revoco, su aspecto final es mucho menos elaborado con una superficie irregular que permite la fácil adhesión de nuevas capas de masa.

Para su ejecución no se utilizan los utensilios típicos para la ejecución de revocos, tanto la llana como la paleta, para no alisar la superficie. La carbonatación es mucho más rápida debido a la mayor porosidad y tamaño del árido.



Figura 36: Revoco rugoso rústico o labrado

### Revoco rugoso a la martellina o abujardado

Se obtiene a partir de un revoco liso al cual se le da un aspecto superficial distinto gracias al uso de la martellina o la bujarda, obteniendo así un aspecto similar al de un sillar abujardado.

Suele utilizarse en las zonas bajas de la construcción debido a su alta resistencia al roce y a impactos, simulando así los almohadillados o avitolados.



Figura 37: Revoco rugoso a la martellina o abujardado

### Revoco rugoso picado

Se obtiene a partir del revoco rústico o pétreo. Durante el proceso de ejecución y cuando la masa aún está fresca, se golpea con el gavilán (ángulo posterior de la paleta de bruñir) o con la punta lateral del paletín para conseguir la imitación de sillares almohadillados.

El mortero a emplear es recomendable que sea rico en arena y el espesor lo suficiente para soportar los golpes. Una vez endurecido posee gran resistencia por lo que puede ejecutarse en las zonas de mayor roce como son los zócalos.



Figura 38: Revoco rugoso picado

### **Revoco imitación de fábrica de ladrillo**

Durante un periodo de tiempo la calidad en la ejecución del ladrillo disminuyó, por lo que el resultado final de la fábrica dejaba un aspecto muy dispar del deseado, para favorecer el aspecto visual de las fábricas se comenzó a ejecutar la imitación de fábrica de ladrillo. El mortero se extiende sobre la fábrica de ladrillo original, en capas muy finas casi transparentes en algunos casos.

Una vez cubierta la fábrica se realiza un nuevo despiece independiente del real. La técnica es muy parecida al esgrafiado ya que las últimas capas se colorean de forma que puedan imitar las juntas de los ladrillos de la fábrica. Las juntas se marcan con niveles y reglas y se rehúnden con el cangrejo hasta eliminar los sobrantes dejando vista la primera capa coloreada.

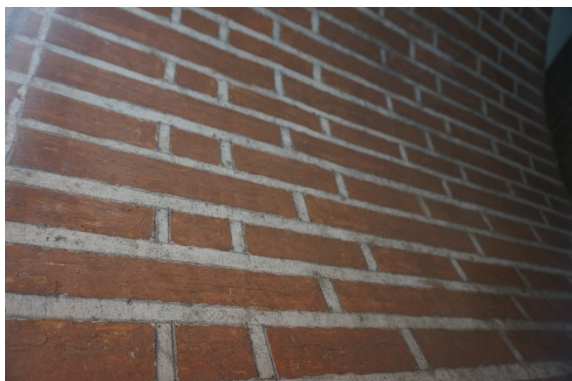


Figura 39: Revoco imitación de fábrica de ladrillo

### **Revoco avitolado**

Una vez realizado el revoco y cuando aún está fresco, se vacían una serie de franjas gruesas de mortero en disposición horizontal continua.

Con la ayuda de una regla y pasando un cangrejo de sección semicircular, sin marcar ningún tipo de llaga se va rehundiendo hasta conseguir el resultado deseado. Para finalizar se rellena la junta con mortero fresco y se bruñe a punta de paletín.

Es una técnica típica sevillana aunque en Valencia ha sido utilizada con la variante del vaciado en ángulo.



Figura 40: Revoco avitolado

### Esgrafiado

Se obtienen por la superposición de varias capas de diferentes colores (al menos dos) de modo que, retirando selectivamente la última de las capas con la forma deseada, aflora el color de la capa previa. Las capas que se van colocando pueden ser de distinta textura, dosificación, espesor o color con el fin de conseguir el resultado deseado.

Para la ejecución de las sucesivas capas, se realiza un mortero de cal con arena fina o polvo de mármol que se aplica sobre el paramento con el fratás, a excepción de la última que se extiende con llana y se bruñe.

Progresivamente a cada capa, se le disminuye el espesor y la granulometría, y se aplica el color deseado por medio de pigmentos, cuando la superficie de la última capa aún está fresca se traslada el dibujo con plantillas o cartabones, se corta el mortero con estiletes o navajas afiladas, y se retira el sobrante, consiguiéndose ornamentaciones próximas al grabado y la pintura, pero económicas y duraderas.

Según dice la Gran Enciclopedia Larousse (1975) se define el esgrafiado como:

*“Técnica decorativa de origen italiano utilizada para el exterior de los edificios. El esgrafiado consiste en la superposición de capas de revoques con distinto color generalmente blanco, rojizo, ocre o amarillento. En determinadas zonas, según un dibujo previo, se quitan algunas de dichas capas, con lo cual queda descubierta la inferior y se consigue una decoración policroma, resistente. En España se practicó desde época medieval (Segovia) y tuvo difusión progresiva hasta el siglo XVIII, particularmente en Cataluña” (Larousse, 1975)*



Figura 41: Esgrafiado

### **Pintura al fresco**

Según el Diccionario de la Real Academia Española de la lengua, define pintura al fresco como: “La que se hace con colores disueltos en agua de cal y extendida sobre capa de estuco fresco”. (Real Academia Española, 2014)

La pintura al fresco se realiza cuando el soporte está todavía húmedo, por lo que es muy sólida y posee mayor durabilidad, al ser absorbida por la base antes de su secado, al endurecer y fraguar al mismo tiempo que el mortero. Durante el periodo medieval se olvidó esta técnica que se recuperó en el Renacimiento.

Como base de la pintura se realiza el llamado blanco de cal, el cual se consigue diluyendo cal de buena calidad en agua hasta que esta se posa en el fondo del recipiente. Una vez dejada reposar se decanta el agua obteniendo así el blanco de cal.

La gama de colores se reduce a los de origen mineral de donde se sacan los pigmentos que se mezclan con el blanco de cal para conseguir la pintura a aplicar al paramento, hay que tener en cuenta que todos los colores excepto el rojo, el ocre de ruda y el negro, se aclaran conforme se van secando, esto viene dado por el modo de obtención del pigmento al desecarlos al fuego.

La principal dificultad de esta técnica es el hecho de que no se puede corregir lo hecho, ya que en el momento en que se aplica el color la base lo absorbe. Las únicas correcciones que se pueden hacer son una vez que el fresco ha secado, mediante aplicación de temple aunque estas no tendrán las mismas características ni durabilidad que las realizadas al fresco.



Figura 42: Pintura al fresco



## 2.4 EL COLOR EN EL EXTERIOR DE EDIFICIOS

### Percepción del color

El color es un elemento de percepción de los objetos iluminados, estos reflejan la luz permitiéndonos leer los volúmenes y las formas, del mismo modo, el color puede considerarse una forma haciéndonos percibir cambios de forma donde no existe.

La luz la percibimos mediante la reflexión en las superficies de los objetos, estas se manifiestan como longitud de onda, de modo que, dependiendo de la longitud de onda el ojo humano puede ser capaz de percibirla o no estas ondas.

El espectro electromagnético (Figura 43) muestra las diferentes longitudes de onda existentes, aunque como se muestra solo son visibles por el ojo humano, en término medio, sólo permite ver una escala que van desde los 400 a los 700 nm.

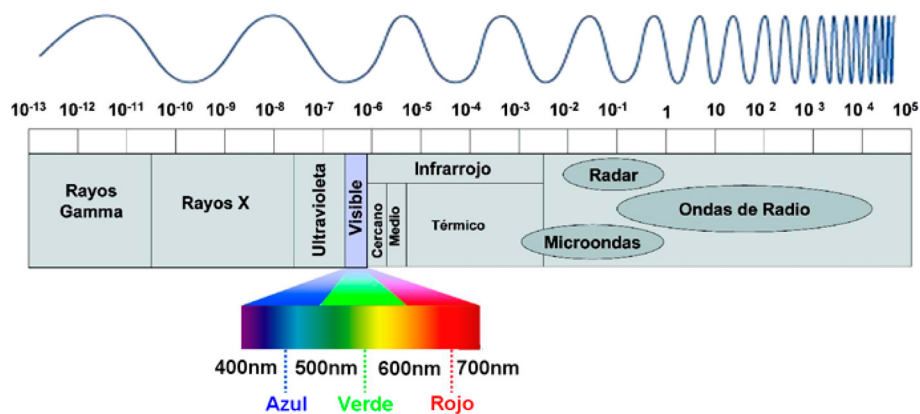


Figura 43: Espectro electromagnético (longitud de onda  $\lambda$  en metros)

El cerebro humano interpreta la calidad cromática de los colores percibidos, de manera que la sensación del color puede ser definida por tres características:

La **tonalidad** o tono dominante muestra el color predominante dentro del campo de visión, despreciando el resto de tonalidades dentro del mismo color o alteraciones de color dentro de un mismo conjunto.

La **luminosidad** del color o valor luminoso de claridad-oscuridad, se evalúa comparando con el valor luminoso de un gris medio y dependiendo de los grados de luminosidad se dice que es más o menos claro u oscuro.

La **saturación** o pureza, un color puede ser puro o estar diluido en blanco en negro o en cualquier otro color, resultando una grama de saturaciones dentro de un mismo tono.

La transparencia y la textura de los objetos nos hacen percibir los colores reflejados de forma diferente, según la longitud de onda que absorben, además a esto hay que sumar que no todos los percibimos del mismo modo ya que el dicromatismo o el daltonismo parcial son más frecuentes de lo que parecen.

La **calidad del color** depende de la fuente luminosa y de la intensidad de la iluminación. Por ello la hora del día, las condiciones atmosféricas o si la luz es natural o artificial, es un elemento distorsionante en la percepción de color, además hay que tener en cuenta que la luz natural a su vez varía de espectro (de color) según la hora del día o la estación del año, y la luz artificial, puede ser muy variable dependiendo de la naturaleza de la lámpara, principalmente las incandescentes y las fluorescentes.

### **La proporción del color**

La escala de proporción entre superficies nos puede distorsionar la percepción de los colores, pues entre varias superficies de diferentes de diferentes dimensiones pero con idéntica pigmentación y bajo las mismas condiciones de iluminación, la superficie más grande nos parecerá más clara, y con menos saturación de color que la más pequeña.

### **Sensaciones psicológicas del color**

Podemos clasificar los colores de acuerdo con las sensaciones psicológicas que nos provocan. El color ejerce unos efectos saludables o desfavorables en los seres vivos: hombres, animales y plantas.

Se considera que en el ser humano los colores amarillos, naranjas y rojos provocan sensaciones cálidas, mientras que los azules, verdes y morados provocan sensación de frío. Este tipo de sensaciones nada tienen que ver con la temperatura, si no, puramente psicológicas, de este modo dependiendo de la climatología de la zona serán más agradables un tipo de colores u otros.

## **2.4.1 EL COLOR EN LA COMUNIDAD VALENCIANA**

### **Código cromático**

Se hace evidente cuando se visitan las distintas localidades de la Comunidad Valenciana que a lo largo del tiempo se han mantenido diferencias en la coloración dependiendo del tipo de edificio del que se trate. Un código pertenece a los edificios públicos como iglesias, castillos, palacios mientras que otro código es para los edificios de vivienda.

Los edificios públicos, o singulares de un lugar sirven como punto de referencia, son a menudo de piedra local o enlucidos con morteros miméticos realizados con las tierras del entorno, de colores propios y diferentes según la comarca.

En las viviendas en cambio, se busca el contraste con el entorno, y la diferenciación con el vecino (Figura 44), el color tiene como finalidad delimitar la propiedad en fachadas adosadas, así como de dotar de limpieza y estética con colores blancos y ocre, en contraste con el uso en los adornos con colores más vivos.

Los zócalos, por norma general, son más oscuros que el resto de la fachada, y cuya función principal es disimular las manchas de humedad.



Figura 44: Delimitación de fachadas mediante el color

### Colores básicos

A lo largo de la Comunidad Valenciana es evidente el uso de tres colores que predominan sobre el resto. Estos tres colores actúan como base de la gama de colores junto con el blanco de cal, incluso combinados entre ellos, creando así una armonía dominante a lo largo de la Comunidad.

La paleta de colores de la Comunidad Valenciana (Figura 45), está compuesta por el azul o añil (parte superior), el ocre (parte central) y el almagra (parte inferior).

El **azul o añil** predomina en la parte norte de la Comunidad Valenciana y suele mezclarse con blanco para lograr distintas tonalidades así como con el ocre.

El **ocre** junto con el blanco se encuentra por igual en toda la Comunidad, y es frecuente mezclarlo con el blanco hasta lograr el blanco puro, también es frecuente la mezcla con añil para formar tonos verdosos o con la almagra para lograr colores de tierra.

La **almagra** predomina en la parte sur de la Comunidad Valenciana y suele mezclarse con blanco para lograr distintas tonalidades así como con el ocre.

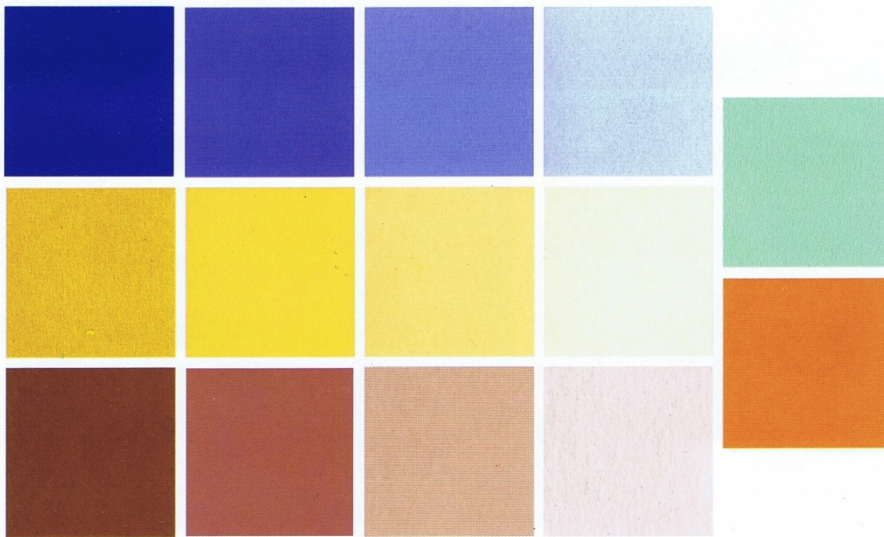


Figura 45: Paleta de colores empleados en la C.V. (Bordils y Seva, 1999)

Las aportaciones coloristas no solo vienen dadas por el color de las fachadas o el contraste con los detalles o molduras. En la Comunidad Valenciana desde tiempo atrás se han constituido por medio de los azulejos u otros elementos cerámicos una serie de elementos tanto en el interior como del exterior de las viviendas. Estos son localizados en forma de cenefas, frisos, dinteles, quicios de puertas o ventanas, bajo de balcones aéreos, imágenes religiosas, relojes de sol, chirimbolos, numero de las viviendas, nombre de las calles, y un sinfín de elementos que aportan un toque de color dentro del conjunto de la decoración de las viviendas.

## 2.4.2 EL COLOR EN LA CIUDAD DE VALENCIA

En el momento de analizar el cromatismo en la ciudad de Valencia es necesario distinguir de qué tipo de arquitectura se trata, ya que, a lo largo de su historia la ciudad se ha visto sometida a diversas ampliaciones absorbiendo en ellas a otras poblaciones colindantes a la ciudad.

A continuación se muestra un plano de 1808 de la Ciudad de Valencia (Figura 46) en el que se aprecia estas poblaciones que a día de hoy pertenecen a Valencia, algunas de ellas son el Arrabal de Ruzafa, El Grao, El Cabañal, Benimaclet, Orriols, San Antonio, Benicalap, Benirerri, Campanar y muchos otros más.

Estas son algunas de las poblaciones que disponían de cierta importancia en la zona, por ello, tanto su arquitectura como su cromatismo no evolucionaron igual que la ciudad de Valencia.

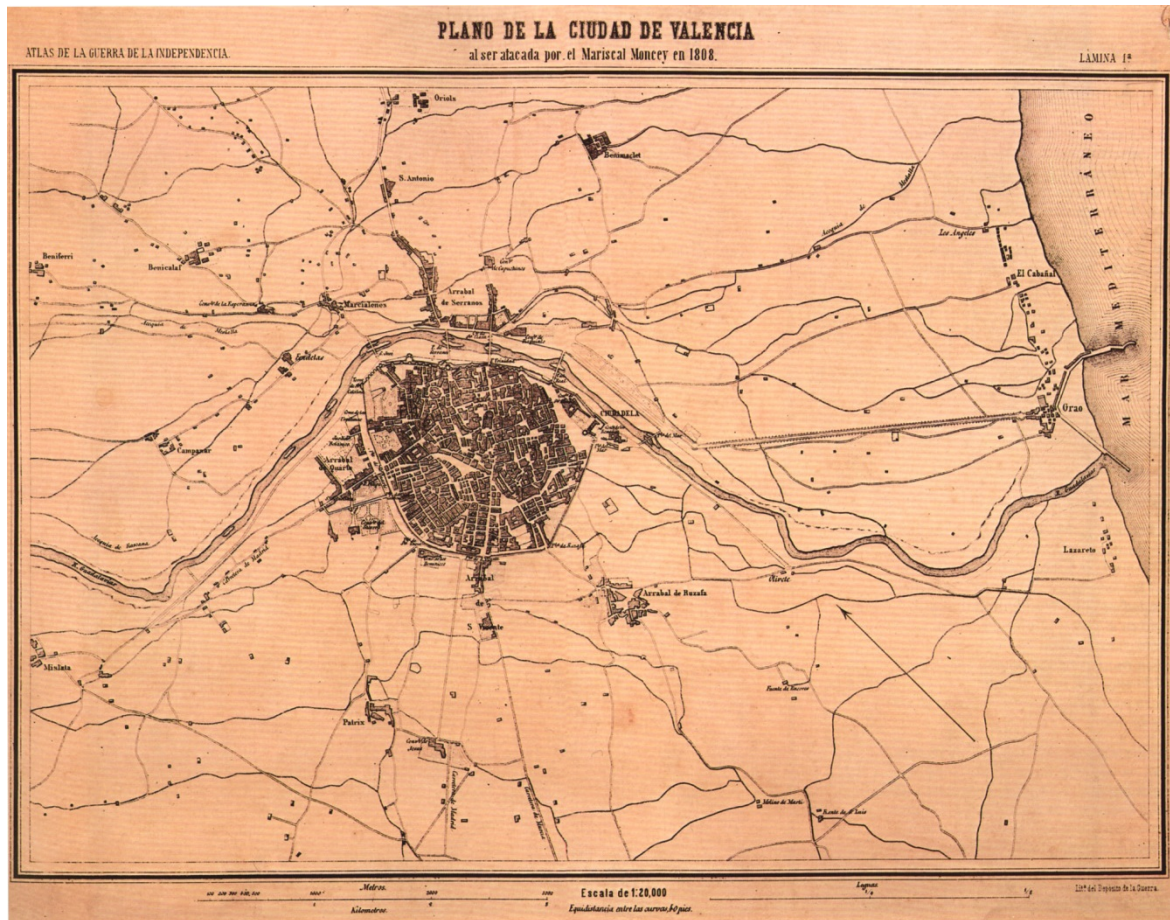


Figura 46: Plano de la Ciudad de Valencia 1808

A día de hoy estos barrios, antiguamente poblaciones independientes, siguen manteniendo su esencia inicial en cuanto al cromatismo de sus fachadas se refiere, por este motivo, cuando se habla del color en una ciudad como Valencia es importante especificar la zona de estudio ya que la diferencia entre unas zonas y otras varia adquiriendo matices característicos de su evolución.

### L' Horta de Valencia

Se denomina L' Horta (huerta en Castellano), a la comarca que rodea la ciudad de Valencia (Figura 47), llanura ocupada por el delta del Turia, tierra fértil regada por siete acequias. En ella se encuentran tres tipos de construcciones que constituyen el arquetipo de la arquitectura tradicional valenciana, estas son la barraca, la alquería y la vivienda policroma.

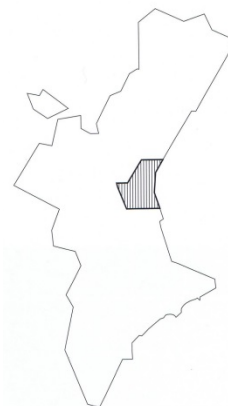


Figura 47: L' Horta de Valencia

El color de la barraca (Figura 48) está condicionado por la gran masa de su cubierta, esta se compone por gramíneas de color marrón pajizo, que contrasta con el color blanco de su fachada, los zócalos grises o azules y las jambas de puertas y ventanas en azul o verde.



Figura 48: Barraca valenciana

La alquería (Figura 49) normalmente estaba construida con piedra o ladrillo cara vista, aunque en algunas ocasiones se muestran con mortero a modo de revoco, en estos casos el color predominante era el blanco de la cal que junto con el agua formaba la pintura que se aplicaba a los paramentos.



Alquería con mampostería y ladrillo



Alquería de ladrillo



Alquería revestida con cal

Figura 49: Alquería típica valenciana

La vivienda policroma (Figura 50) estaba pintada con varios colores claros, incorporando ornamentos de escayola y azulejos a modo de decoración en la fachada principal. Se caracterizan por el cambio de cromatismo en los zócalos y ornamentación con respecto al resto de la fachada. Los zócalos suelen realizarse con diferenciación de color o con azulejo cerámico.



Figura 50: Vivienda policroma valenciana

Existen variantes de la vivienda policromada, es habitual encontrarla en núcleos de edificaciones o antiguos pueblos que hoy día forman parte de la ciudad de Valencia.

Estas edificaciones se caracterizan por la exuberancia de los colores, además de la riqueza y variedad de los antepechos que sirven de remate frontal de las fachadas, con ornamentos de escayola, balaustradas, chirimbolos a modo de peinetas con adornos cerámicos que ocultan la vista de las tejas hacia la fachada principal, y en algunas ocasiones sirve de pretil de las azoteas (Figura 51).



Figura 51: Vivienda policromada en núcleo urbano con pretil

Existe una gran variedad de colores en este tipo de edificaciones, esta viene dada por el uso de azulejos que se empleaban tanto en la decoración de elementos ornamentales como en la zona del zócalo (Figura 52).

En el caso de los zócalos (Figura 53), predominan el color azul en todas sus variantes, una gran gama de verdes y los amarillos que llegan desde el marrón hasta el limón y amarillo Nápoles, así como los blancos teñidos. En contraposición existe poca variedad de rojos apagados y una ausencia casi total del rojo bermellón y sus derivados.

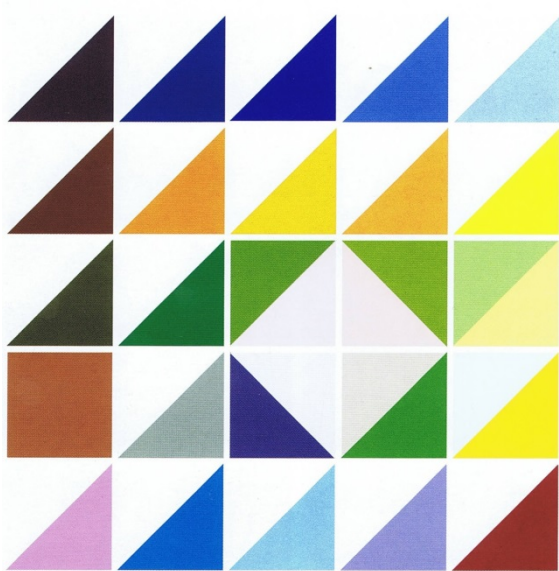


Figura 52: Paleta de colores de los azulejos de L' Horta (Bordils y Seva, 1999)



Figura 53: Paleta de colores de los zócalos de L' Horta (Bordils y Seva, 1999)

En las fachadas en la L' Horta de Valencia (Figura 54), predominan los colores claros, principalmente se solían usar los colores ocre, tierra y blancos así como variantes claras de azul y verde. Se obtenían contrastes jugando con las tonalidades de los zócalos y las ornamentaciones, de modo que estos resaltasen con respecto al paramento de la fachada ya que solían alternarse los tonos claros y oscuros.



Figura 54: Paleta de colores de las fachadas de L' Horta (Bordils y Seva, 1999)



## La ciudad de Valencia

Es conocido por el estudio de muchos investigadores que el color predominante en la ciudad de Valencia era el ocre. A la gran variedad de la gama de los ocres se suma aunque en menor medida, pero con una gran presencia, las almagras, perteneciendo ambos a la familia de los óxidos.

El blanco azulado se encuentra con presencia generalizada pero en mucha menor medida que los anteriores. Este color se aprecia en ciertas zonas de poca intensidad y en pequeñas áreas ornamentadas, reduciéndose básicamente a encintados y recerco de huecos.

Los motivos ornamentales también era frecuente el uso de tonalidades verdes aunque en menor medida que los azules.

Durante el periodo del eclecticismo aumento la presencia de los azules y los verdes, ambos en tonos claros, aunque sin llegar a la importancia de los ocres y las almagras predominando en todas las épocas como colores protagonistas de la ciudad de Valencia.

Debido a que los colores predominantes de la ciudad de Valencia son el ocre y la almagra, siendo estos de procedencia óxidos y tierras se ha llevado a cabo el estudio del color por medio del Sistema Munsell (Figura 55).

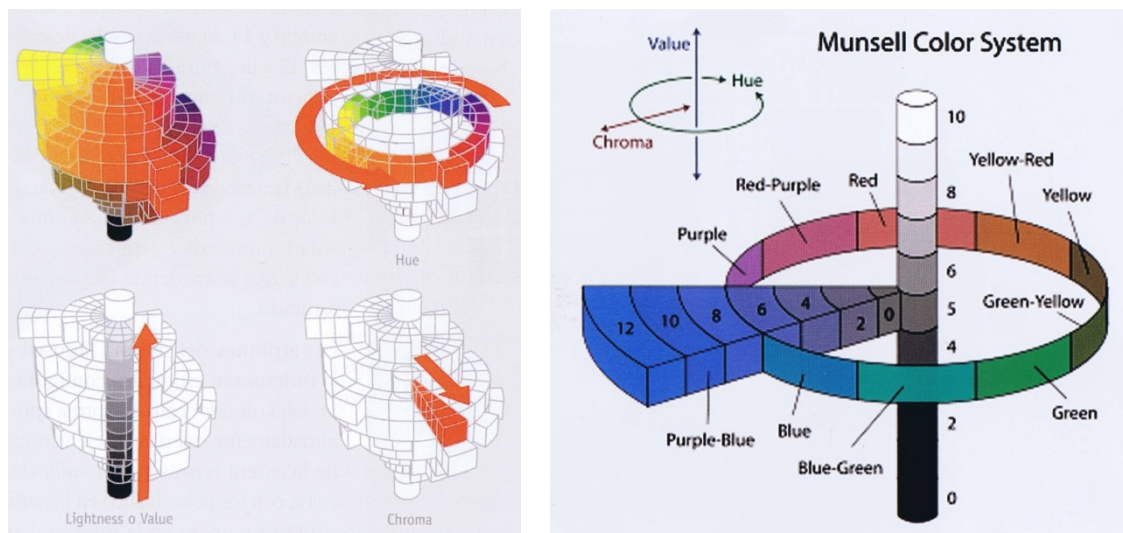


Figura 55: Cuerpo y esquema de la carta de color del Sistema Munsell (Bordils y Seva, 1999)

Con lo explicado anteriormente se extrae que la paleta de colores de la ciudad de Valencia durante la evolución histórica consta de dos colores principales que son el ocre y la almagra, y de dos colores secundarios que son el azul claro y el verde claro, con esto y teniendo en cuenta que se ha empleado el Sistema Munsell para la obtención de la paleta de colores se obtiene una muestra del cromatismo de la ciudad de Valencia sin tener en cuenta el tono de color por su amplia variedad.

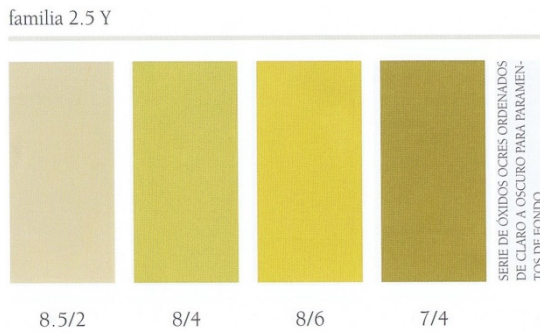


Figura 56: Paleta de tonos ocre de la ciudad de Valencia (Bordils y Seva, 1999)

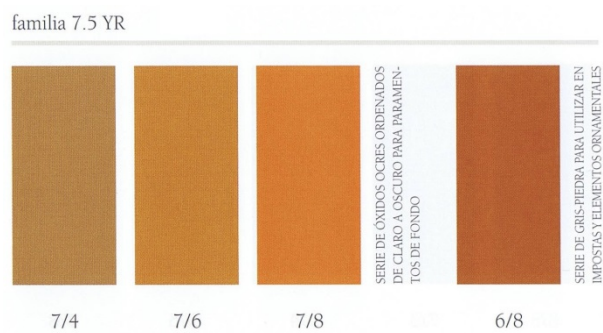


Figura 57: Paleta de tonos almagra de la ciudad de Valencia (Bordils y Seva, 1999)

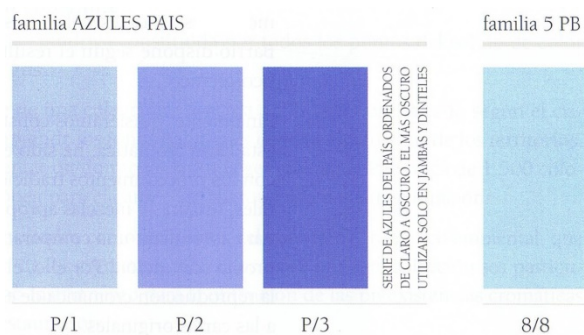


Figura 58: Paleta de tonos azul claro de la ciudad de Valencia (Bordils y Seva, 1999)

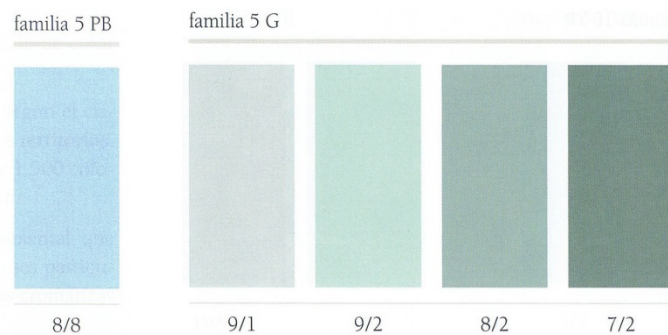


Figura 59: Paleta de tonos verde claro de la ciudad de Valencia (Bordils y Seva, 1999)

## 2.5 PRINCIPIOS DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA

### Introducción

Se denomina infrarrojo a la banda de radiación electromagnética que se encuentra más allá del extremo rojo del espectro visible.

Se encuentra estrechamente asociado con el calor radiante, ya que su principal característica consiste en producir un aumento de temperatura en los materiales que lo absorben.

Por ello, cualquier material que se encuentra a una temperatura superior al cero absoluto produce radiación infrarroja. Cualquier cuerpo que absorba radiación infrarroja se convierte él mismo en un radiador, pero con longitud de onda más larga que el incidente, es decir, tiene siempre una temperatura más baja que el primario.

La termografía infrarroja se ha convertido en un elemento de aplicación en la industria tanto en los campos de investigación como en desarrollo, ya que forma parte de los

llamados ensayos no destructivos, con ellos podemos percibir aspectos que a simple vista escapan de la percepción del ojo humano.

La termografía infrarroja se ha convertido en uno de los avances de la última década, ya que han ayudado a muchos de los campos de la industria, por ello, cada vez es mayor el uso de este tipo de aparatos en campos como la edificación o la medicina. En concreto en la edificación es de gran ayuda en las intervenciones de rehabilitación ya que gracias a él podemos observar elementos que escapan de nuestro campo de visión como son el paso de instalaciones, la presencia de humedades, la identificación de los materiales de un paramento o la pérdida energética de un edificio.

### 2.5.1 RADIACIÓN INFRARROJA

La radiación infrarroja en el campo de la física se la describe como ondas electromagnéticas (EM), estas ondas son perturbaciones periódicas que mantienen su forma mientras avanzan en el espacio.

De acuerdo con la perturbación ondulatoria se definen dos tipos de ondas, estas corresponden a una serie de movimientos que realizan estas. Las ondas longitudinales son las perturbaciones en el mismo sentido de la onda. Y las ondas transversales son las que la perturbación es perpendicular a la onda. Estos dos tipos de perturbaciones se pueden dar en un mismo caso como ocurre en el ejemplo de los muelles llamándose a esta propiedad polarización.

Existen gran variedad de ondas diferentes (Figura 60), en este espectro se recogen desde los rayos gamma hasta las ondas radar. Dentro de este espectro se muestran la luz visible que tiene una longitud de onda que va desde 380 a 780 nm y a continuación desde 780nm hasta 1mm se encuentra el infrarrojo.

El campo correspondiente al infrarrojo (IR) (Figura 61) está compuesto por tres rangos espectrales, la onda corta (SW) que va desde 0,9 a 1,7  $\mu\text{m}$ , la onda media (MW) comprende de 3 a 5  $\mu\text{m}$ , y la onda larga (LW) que va de 7 a 14  $\mu\text{m}$ .

Gracias a las cámaras termográficas que miden dentro del infrarrojo llamado térmico podemos decir que casi cualquier objeto puede ser estudiado ya que partimos de que todos los cuerpos que estén a una temperatura mayor de 0°K (-273,15°C) emiten radiación electromagnética (EM). La cantidad de radiación y su distribución en función de la longitud de onda depende de la temperatura y de las propiedades del material.

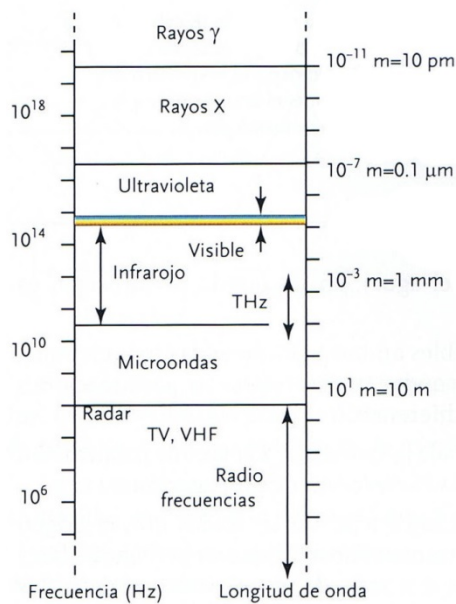


Figura 60: Tipos de ondas electromagnéticas (Vollmer y Möllmann, 2013)

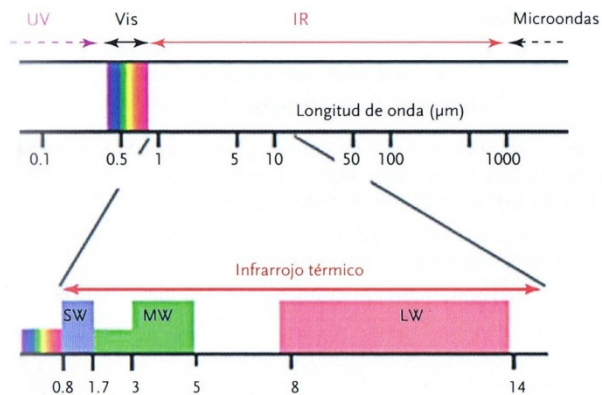


Figura 61: Vista expansiva del infrarrojo térmico (Vollmer y Möllmann, 2013)

## 2.5.2 EMISIVIDAD

Según se extrae del libro “Termografía infrarroja: fundamentos, investigación y aplicaciones” define la emisividad de un cuerpo como: “Cociente entre la radiación realmente emitida desde la superficie y la emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura”. (Vollmer y Möllmann, 2013)

Según la Ley de Kirchhoff’s se establece que la cantidad de radiación absorbida por un objeto es igual a la cantidad de radiación que emite ( $\epsilon = \alpha$ ) donde  $\epsilon$  es la emisividad y  $\alpha$  la absorptividad.

Esto muestra que cualquier radiación incidente en un objeto puede ser reflejada por este, aunque esto no es del todo cierto ya que en la absorción de un cuerpo hay que tener en cuenta la fracción de la radiación incidente por lo que ( $1 = R + t + \alpha$ ) donde R y t denotan la fracción de la radiación que es reflejada o transmitida.

Lo habitual es encontrarnos objetos solidos opacos por lo que  $t = 0$  por lo que la ecuación se reduce a ( $1 = R + \alpha$ ) por lo que ( $\alpha = 1 - R$ ). Si volvemos a la ecuación de la Ley de Kirchhoff’s y despejamos los resultados obtenemos que  $\epsilon = 1 - R$  por lo que la emisividad está relacionada directamente con la reflectividad total.

Gracias a esta ecuación se pueden estimar valores de emisividad de los materiales conociendo el valor de reflectividad como ocurre en los vidrios, así bien, en el caso de los

metales con reflectividades altas por lo tanto emisividades bajas dificultan la medición por medio de la imagen de infrarrojos haciéndola casi imposible.

El **material** del objeto a medir es fundamental ya que dependiendo de la naturaleza de este podrá dificultar o no la medición. Generalmente se establecen en dos grupos los metales y los no metales, puesto que los no metales suelen tener unos valores de emisividad alto, por encima de 0,8.

Por otro lado los metales en particular los metales pulidos generan problemas debido a los bajos valores de emisividad estando estos por debajo de 0,2.

### 2.5.3 TRANSFERENCIA DE CALOR

En termodinámica, cualquier transferencia de calor entre dos cuerpos es debida a la diferencia de temperatura entre el sistema y sus alrededores, a este efecto se le denomina flujo de calor. Para ello se distinguen tres tipos de flujos de calor: conducción, convección y radiación.

#### Conducción

La convección se refiere al flujo de calor en un sólido o fluido que está em reposo. Más concretamente, a la diferencia de temperatura que se produce entre los extremos de sus paredes, creando una variación de temperatura lineal ( $Q$ ) con respecto a la distancia ( $\Delta x$ ).

Cuando se calcula el coeficiente de transferencia de calor de conducción es necesario tener en cuenta la geometría así como el espesor del objeto ya que estos hacen variar el valor resultante, siendo la conducción inversamente proporcional al aumento de espesor debido a la variación lineal de temperatura.

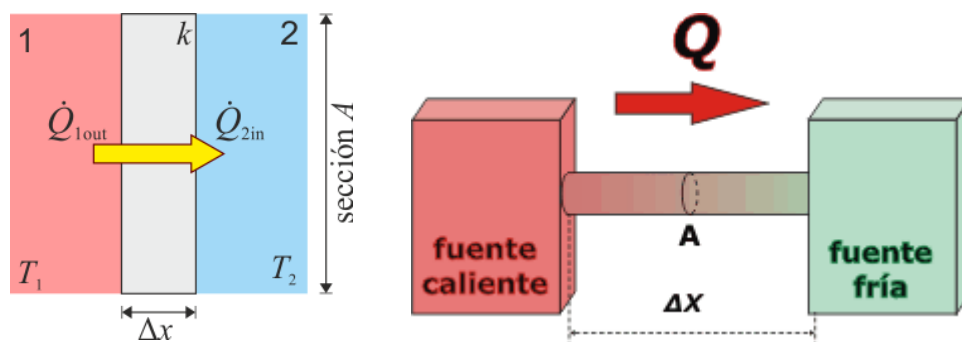


Figura 62: Transferencia de calor por conducción

Al igual que ocurre con un sólido, la transferencia de calor también se puede producir en gases y líquidos, en el caso de los gases las partículas se mueven libremente produciendo un intercambio de energía y velocidad al chocar unas con otras. En el caso de los líquidos ocurre del mismo modo a diferencia de que las distancias moleculares son mucho más cortas por lo que la transmisión entre ellas será más rápida.

### Convección

La convección se refiere al flujo de calor entre un sólido y un fluido en movimiento, para ello es importante el tipo de fluido que actúa ya que cada material tiene un coeficiente de transferencia distinto.

Existen dos tipos de convecciones la natural y la forzada, en el caso de la natural el movimiento del fluido es debido a las diferencias de temperatura que existen entre el objeto y el fluido mientras que en la convección forzada la corriente del fluido es debida a fuerzas externas o diferencias de presión.

Los valores típicos para los coeficientes de transferencia de calor por convección natural entre aire y sólido se encuentran entre 2 y 25  $W (m^2 K)^{-1}$  mientras que para los líquidos se encuentra entre 50 y 10000  $W (m^2 K)^{-1}$ .

La transferencia de calor por convección es debida a la conducción del calor entre la superficie del objeto y la capa de líquido más cercana a su superficie. El movimiento de los átomos del fluido cerca de la capa límite barren el calor que se transfiere por conducción desde la superficie.

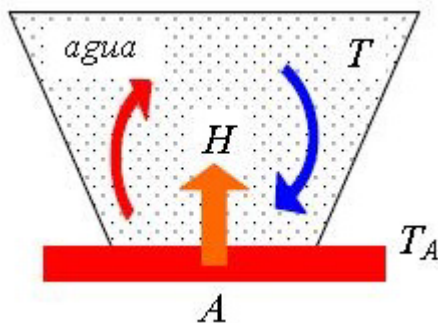


Figura 63: Transferencia de calor por convección

## Radiación

La radiación es energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura dada, se produce directamente desde la fuente hacia el exterior en todas las direcciones, haciendo que todos los cuerpos emitan radiación en condiciones naturales.

Esta energía es producida por los cambios en la configuración electrónica de los átomos y transportada por las ondas electromagnéticas. La radiación electromagnética es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes y perpendiculares entre sí, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.

La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección, las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por el vacío, o bien que no exista materia entre ellas.

En **conclusión** la conducción es la transferencia de calor que se produce en un cuerpo por transmisión de sus partículas generando una progresión de calor lineal, la **convección** es la transmisión de calor que se produce por medio de un fluido de modo que los átomos que lo componen se calientan y aumentan su actividad de movimiento dejando espacio a los átomos más fríos y por ultimo esta la **radiación** que se basa en la emisión de calor por parte de un cuerpo en forma de ondas absorbiendo este calor otro cuerpo sin necesidad de contacto.

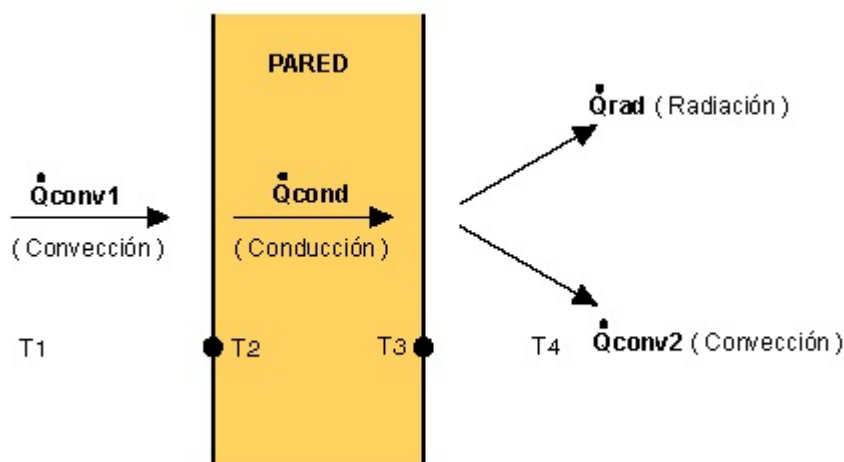


Figura 64: Resumen de transferencia de calor

## 2.5.4 INTERPRETACIÓN DE LA IMAGEN INFRARROJA

La simple medición de temperatura de una superficie por sí sola no significa nada, ya que en una medición intervienen muchos otros factores externos al propio objeto a medir, en este caso habrá que tener en cuenta tanto los factores ambientales como otro tipo de factores que puedan influir directamente en la medición de una superficie.

Se ha de tener claro que la imagen térmica, a diferencia de la imagen real, es una imagen de intensidades de radiación térmica, no de la distribución de temperaturas captadas.

Una diferencia en intensidades de radiación no se traduce en diferencias de temperatura, esto quiere decir, que un mismo objeto sobre el que se está trabajando puede estar a la misma temperatura, pero con distintas emisividades, por tanto, la imagen térmica aparecerá con un contraste reflejado en la paleta de colores que puede hacer pensar que tiene diferentes temperaturas.

Hay que tener en cuenta la radiación saliente de una zona reflejada ya que a efectos de valor de radiación no discrimina si la fuente de radiación es el propio objeto o el reflejo que se produce en el mismo.

Dependiendo del grado de análisis que se quiera hacer de una imagen térmica se pueden llevar a cabo dos tipos de análisis, el cualitativo y el cuantitativo.

El **análisis cualitativo** es el primero que se realiza en cualquier tipo de análisis, en él, el termógrafo pone en manifiesto las anomalías de distintas magnitudes, localizarlas y evaluar el nivel de gravedad.

El **análisis cuantitativo** determina la temperatura o temperaturas de las partes de la imagen térmica que interesa, para a partir de ella, extraer las conclusiones sobre las anomalías detectadas y sus soluciones a adoptar.

## 2.5.5 TRATAMIENTO DE LA IMAGEN INFRARROJA

En el uso de la cámara termográfica hay que tener en cuenta que no se pueden modificar parámetros como el enfoque, el encuadre ni el campo, pero si hay otras herramientas que permiten modificar la imagen y hacerla más clara de cara a la interpretación.

Estas modificaciones se pueden llevar a cabo directamente desde la cámara termográfica o con el software para analizar las imágenes que desarrolla cada casa comercial, a continuación se muestran algunas de estas acciones.



### Gradiente térmico

Se denomina gradiente térmico a la variación de temperatura por unidad de distancia. Cuando se trabaja con una imagen infrarroja es habitual observar una variación gradual de la temperatura, esto viene dado por una transferencia de calor desde el cuerpo más caliente hacia el cuerpo más frío.

El gradiente térmico revela deficiencias importantes por medio de la diferenciación de colores. Para interpretar la gama de colores que muestra la imagen las cámaras representan una escala de colores que ayudan a entender el comportamiento de cada zona de la imagen.

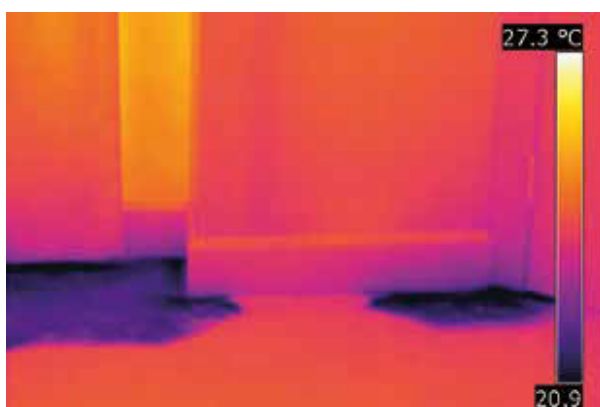


Figura 65: Imagen con escala de gradiente térmico

### Datos de temperatura

Una vez realizada la imagen, por medio del software adecuado para cada tipo de cámara se puede trabajar tomando datos directamente desde la imagen, para ello existen dos herramientas de gran utilidad que son el puntero y el área.

El **puntero** se coloca sobre la imagen y se selecciona el punto exacto del cual se quieren obtener datos, pudiéndose obtener de forma rápida la información exacta de cualquier punto.

El **área** ayuda a cuantificar rápidamente la temperatura máxima, mínima y la media del área seleccionada. A la hora de seleccionar un área es importante hacerlo con exactitud y no coger en ella zonas de medida que no interesen ya que desvirtuará enormemente los datos de la medida que se quiere obtener.

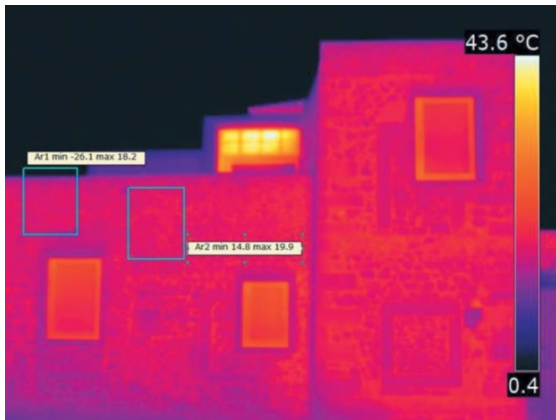


Figura 66: Imagen infrarroja medida con área

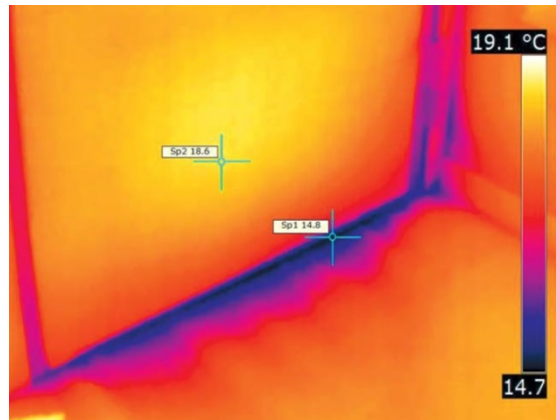


Figura 67: Imagen infrarroja medida con punto

### Paleta de colores

La paleta de colores es una herramienta útil que, en función de la que se seleccione, asignará distintos colores a una misma temperatura aparente. Así se conseguirán diferentes efectos y contrastes y se acentuará más un posible fallo con un color que con otro.

No existe un criterio fijo para esto, es el propio termógrafo el que decide que paleta usar para cada análisis, existe la posibilidad de elegir entre la paleta de rojos, la arco iris y la paleta de blanco y negro.

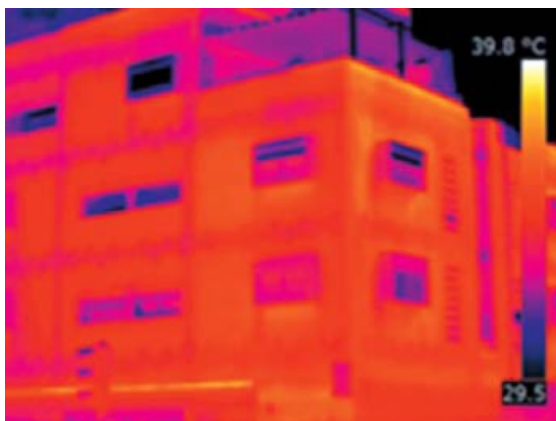


Figura 68: Imagen en paleta de colores rojos

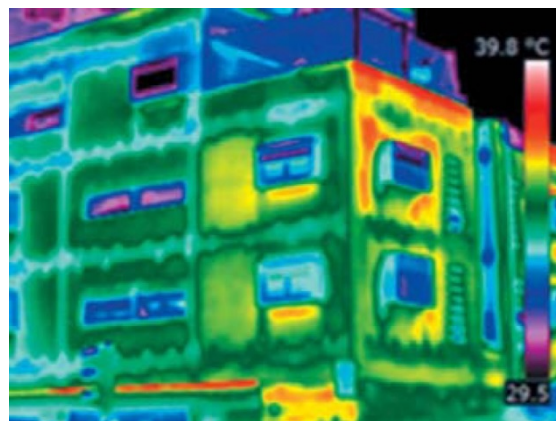


Figura 69: Imagen en paleta de colores iris

### La isoterma

Es una de las herramientas que mejor se deben manejar, es importante el conocimiento del termógrafo para la buena aplicación. La isoterma cambia algunos colores de la escala de la imagen por otro fijo (suele ser gris o verde) para así marcar un intervalo de igual temperatura aparente.

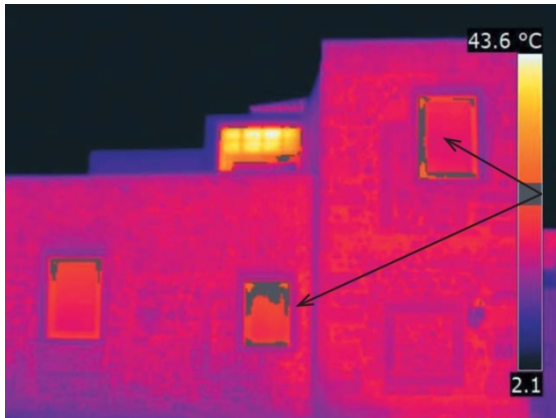


Figura 70: Imagen con intervalo de isoterma

### Ajuste térmico

Al igual que la opción anterior es de gran importancia ya que se puede resaltar la zona de estudio. Permite ajustar la escala de colores al objeto sobre el que se está midiendo, aumentando el contraste del objeto y eliminando zonas que no interesan.

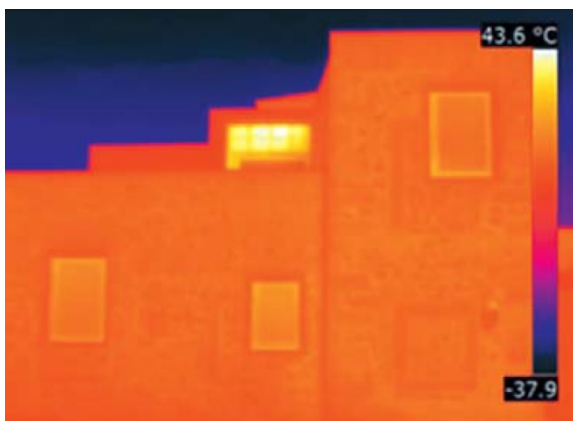


Figura 71: Imagen sin ajuste térmico  
(-37.9°C – 43.6°C)

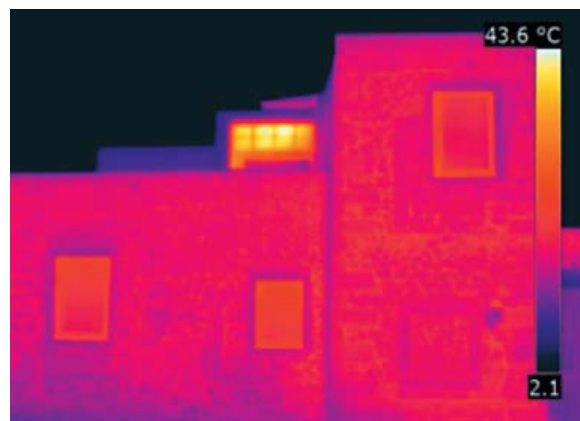


Figura 72: Imagen con ajuste térmico  
(2.1°C – 43.6°C)

### Perfil de temperatura

Esta herramienta muestra la evolución de la temperatura a lo largo de una línea recta trazada sobre la imagen, el resultado es una gráfica con la temperatura en uno de los ejes, y la distancia en el otro eje.

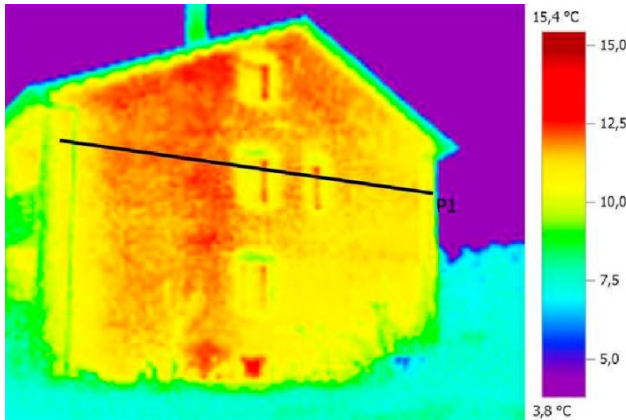


Figura 73: Imagen con perfil de temperatura P1

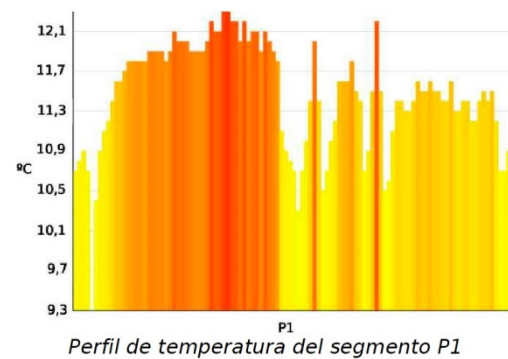


Figura 74: Perfil de temperatura P1

### Video

Algunas cámaras permiten grabar en video termográfico, además algunas de ellas son radiométricas. Esto quiere decir que si no son radiométricas simplemente se tendrá un video termográfico, pero no se podrá realizar ningún trabajo cuantitativo sobre él, solo se podrá hacer cualitativo. A diferencia del radiométrico donde se puede hacer trabajos con mayor información. Por lo tanto definiremos a estos videos como:

Video IR: son secuencias de imagen infrarrojas en formato de vídeo digital estándar para visualizar imágenes.

Video radiométrico IR: son secuencias de imagen infrarrojas con valores de medida en cada pixel en formato de video digital para visualizar y analizar valores de medida.

### Fusión de imagen infrarroja con imagen real

Mediante esta técnica se puede incluir la imagen real en la imagen infrarroja para facilitar la lectura e interpretación del objeto a estudiar.

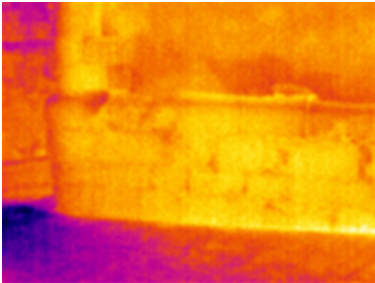


Figura 75: Imagen infrarroja



Figura 76: Imagen real

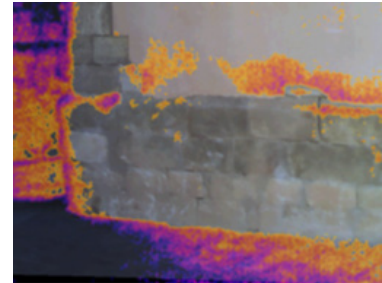


Figura 77: Fusión de imágenes



### **3. ESTUDIO EXPERIMENTAL**





### 3. ESTUDIO EXPERIMENTAL

El siguiente estudio se plantea con el fin de analizar el comportamiento térmico de los distintos revestimientos tradicionales en la ciudad de Valencia. Con él se plantea llegar a una conclusión clara de la influencia de cada uno de los distintos tipos de enlucidos, así como del tipo de acabado superficial, la tonalidad y el tipo de la pintura que se suele aplicar en esta ciudad.

Tomando los datos obtenidos por Vincenzina la Spina en su obra “Los Enlucidos Históricos en la Valencia Intramuros: Estudio y Caracterización” se muestra el porcentaje del uso de cada uno de los morteros para enlucidos según el barrio de Valencia estudiado. De dicho estudio se extrae que el material para revestimientos continuos predominante en las zonas estudiadas es el yeso, ya que, durante el periodo de evolución de dicha parte de la ciudad el material mayoritario para su uso era el de las canteras más cercanas, y en mayor cantidad predominaban las de yeso con respecto a las de cal.

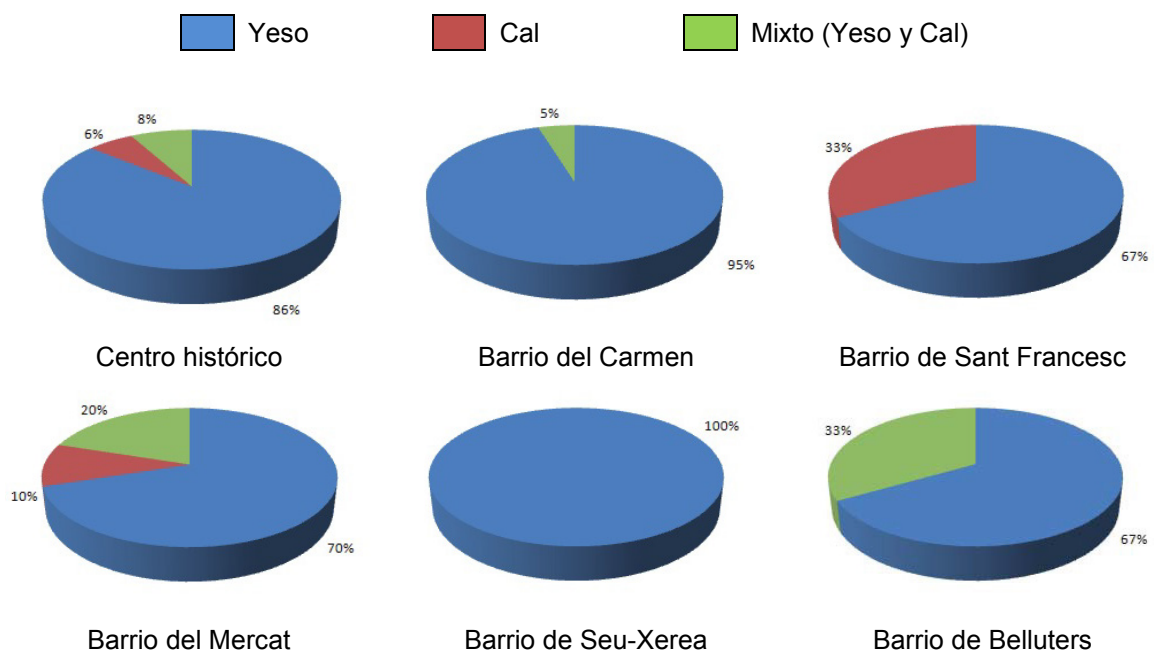


Figura 78: Gráfico del tipo de mortero en los enlucidos de Valencia (La Espina, 2011)

Por otro lado haciendo referencia a los datos obtenidos por Vincenzina la Spina en su obra “Los Enlucidos Históricos en la Valencia Intramuros: Estudio y Caracterización” se muestra el porcentaje global de la tipología de los enlucidos de la ciudad de Valencia. Con una gran diferencia con respecto al resto, el revoco liso predomina en comparación con el resto de revocos estudiados.

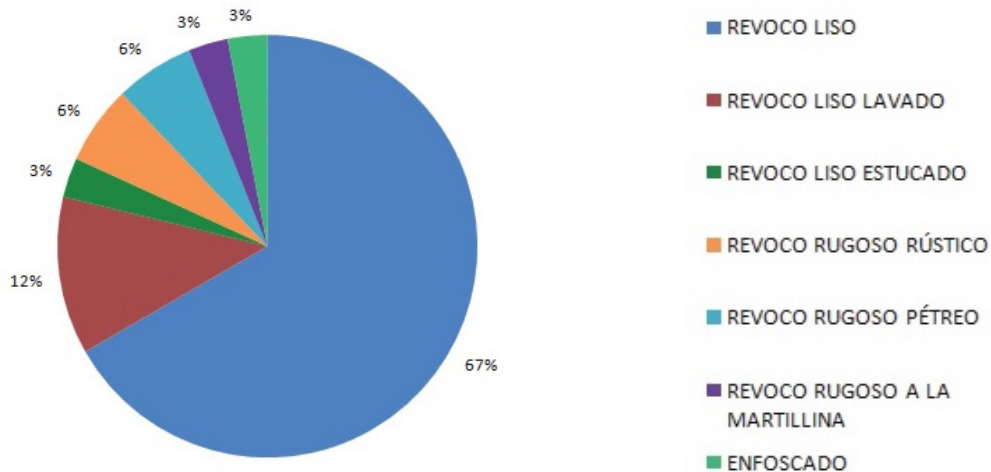


Figura 79: Gráfico de la tipología de fachadas en los edificios de Valencia (La Espina, 2011)

### 3.1 TRABAJOS PREVIOS

Con el fin de realizar el estudio de la manera más científicamente posible y dotándolo de la mayor rigurosidad posible se han consultado diversas normativas referentes a la utilización de morteros como son la UNE-EN 998-1:2010 (Especificaciones de los morteros para albañilería), UNE-EN 1015-1:1999 y UNE-EN 1015-2:1999/A1:2007 (Métodos de ensayo de los morteros para albañilería). También se han consultado las correspondientes a pinturas y barnices UNE-EN ISO 1513:2010 (Pinturas y barnices. Examen y preparación de las muestras para ensayo) y UNE-EN ISO 1514:2006 (Pinturas y barnices. Probetas normalizadas para ensayo).

Con todo ello, las normativas consultadas referentes a los ensayos de probetas de morteros, principalmente tratan sobre el cálculo de resistencia y otros tipos de ensayos relacionados con las propiedades mecánicas de los materiales, por lo que no se ajustan a la información deseada para este tipo de investigación.

Debido a que no existe normativa de referencia para llevar a cabo este tipo de ensayos se ha decidido realizar unas probetas de dimensiones suficientes para la lectura térmica de la probeta, siendo estas de 20 x 20 cm.

Por lo que respecta a la pintura, la normativa consultada tampoco recogen directrices directas para este tipo de ensayos por lo que se ha decidido seguir las recomendaciones de aplicación de la casa comercial realizándose así la aplicación de dos capas de pintura aplicadas de modo perpendicular entre ellas.

## 3.2 MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales que a continuación se enumeran son los empleados para la fabricación de las probetas necesarias para el estudio. El agua y el árido son los mismos para todas las probetas, mientras que el material conglomerante, yeso, cal y cemento serán usados en las que así lo requieran. En el caso de las pinturas se emplearán para dotar del color y las propiedades de cada tipo de pintura.

### 3.2.1 AGUA

El agua empleada para la fabricación de probetas para el estudio ha sido la obtenida directamente del grifo de la ciudad de Valencia, esta agua tiene un pH de 8,2 (agua muy alcalina), y una conductividad de 948 microsiemens por centímetro (este dato depende de la cantidad de sales minerales disueltas en el agua). Por lo tanto el tipo de agua de Valencia es de las catalogadas como duras debido a la concentración de compuestos minerales como las sales de magnesio o el calcio.

### 3.2.2 ÁRIDOS

El árido empleado es arena repasada amarilla de la casa comercial Pardo. Dicha empresa dispone de varias canteras de las que extrae sus productos. El árido empleado para el estudio se extrae de una de sus canteras del municipio de Chinchilla de Monte Aragón (Albacete).

El árido tiene una granulometría arenosa, con un contenido de finos que no supera el 7%, con una geometría angulosa y mineralogía mayoritariamente compuesta por cuarzo feldespático. Su color varía de amarillento a ocre claro.

### 3.2.3 CAL

La cal empleado para el estudio es de la casa Pascual. En concreto se trata de lechada cálcica, para ellos se hidrata con abundante agua la cal aérea que se encuentra en estado de cal viva.

Su suele usar para aplicaciones interiores o exteriores, como anclajes, asentar ladrillos, fijar baldosas y azulejos así como elemento para realizar revocos.



Figura 80: Cal Pascual  
([www.calespascual.com](http://www.calespascual.com))

### 3.2.4 YESO

El yeso empleado para el estudio es de la casa Placo Saint-Gobain, su característica principal es que se trata de un yeso de fraguado controlado (Longips).

El fabricante lo define como: "Producto a base de yeso para guarnecidos de divisiones interiores, tanto horizontales como verticales; también se usa como elemento ligante en el levantado de tabiquería interior".

#### Características del producto:

- Índice de pureza: >75%
- Granulometría: 0-1 mm
- Dureza superficial:  $\geq 45$  (unidades shore C)
- Resistencia mecánica a compresión:  $\geq 2 \text{ N/mm}^2$
- Resistencia mecánica a flexión:  $\geq 2 \text{ N/mm}^2$
- Adherencia:  $> 0,1 \text{ N/mm}^2$
- PH: >6



Figura 81: Yeso Placo Sain-Gobain  
Longips ([www.placo.es](http://www.placo.es))

### 3.2.5 CEMENTO

El cemento empleado para el estudio es de la casa Cemex, en particular, el producto tiene la designación por la casa comercial CEM II/B-M (V-LL) 42,5 R.

Según el fabricante, es un cemento adicionado con cenizas volantes y caliza, las cenizas son una adición puzolánica que confiere unas características únicas mejorando la trabajabilidad, aumentando la durabilidad y ofreciendo un desarrollo de resistencia continuada en el tiempo a largas edades.

#### Características del producto:

- Clinker: 65 a 79%
- Ceniza Volante silícea y Ceniza LL: 21 a 35%
- Componentes minoritarios: 0 a 5%
- Anhídrido Sulfúrico (SO<sub>3</sub>): ≤4,0%
- Cloruros (Cl): ≤0,1%
- Principio de fraguado: ≥60 minutos
- Expansión Le Chatelier: ≤10 nm
- Resistencia a compresión 2 días: ≥20,0MPa
- Resistencia a compresión 28 días: ≥42,5MPa y ≤62,5MPa



Figura 82: Cemento Cemex  
(www.cemex.es)

### 3.2.6 PINTURAS

El proceso de pintado de las muestras se ha realizado con arreglo a las directrices del estudio, para ello se ha empleado pintura plástica y pintura a la cal, a continuación se explica cuál ha sido el modo de obtención de cada una de ellas.

#### Pintura plástica

La pintura plástica se ha obtenido directamente por la compra de pintura con propiedades plásticas con los colores deseados para el estudio (ocre y almagra) definidos por la gama de colores del fabricante.

### **Pintura a la cal**

Como base para realizar la pintura a la cal es preciso realizar el llamado blanco de cal, el cual se consigue diluyendo cal en un recipiente con agua hasta que esta se posa en el fondo del recipiente. Una vez dejada reposar se decanta el agua obteniendo así el blanco de cal.

Una vez obtenido el blanco de cal se ha mezclado con los pigmentos en polvo para obtener los colores deseados para realizar el estudio.



Pigmento color Ocre

Pigmento color Almagra

Figura 83: Pigmentos empleados en el estudio

## **3.3 EQUIPOS COMPLEMENTARIOS**

### **Balanza de precisión**

Balanza de laboratorio digital para medir los materiales que se emplean en la fabricación de las probetas. Este tipo de instrumento consta con una pantalla digital que indica la cantidad que se está pesando, el peso máximo que se puede medir oscila dependiendo de la precisión que se desee y del tipo de máquina empleada, para el estudio es necesario una que pese hasta 3 Kg con una precisión de 1 gramo.

### **Mezcladora**

El mezclador mecánico para morteros es una herramienta útil para crear cantidades intermedias de mortero, cuando la cantidad de trabajo para una mezcla manual es elevada.

Se compone de una varilla hexagonal que se introduce en un elemento mecánico de acción gítoria como puede ser un taladro o un dispositivo especial para albergar estas varillas.

### Palustre

Se pueden emplear dos tipos distintos de palustre el de amasar y el de enlucir. El palustre para amasar tiene una mayor distancia entre la pala y el mango, su forma es perfecta para llegar a todos los recovecos del capazo para amasar uniformemente.

El palustre para enlucir tiene un vástago más corto para poder poner la mezcla con mayor fuerza y precisión y la pala más larga y fina

### Llana

La llana se usa para aplicar directamente la mezcla con ella, si ya se ha aplicado el mortero en el soporte se usa para alisar la mezcla, los albañiles también la usan como soporte para poner una pellada de mortero e ir tomando porciones con el palustre.



Mezcladora



Palustre



Llana

Figura 84: Equipos complementarios

## 3.4 METODOLOGÍA DE FABRICACIÓN DE PROBETAS

Se plantea realizar una serie de probetas que posteriormente se analizarán mediante el uso de la cámara termográfica para así realizar un estudio cuantitativo de las emisividades térmicas de cada una de las distintas combinaciones realizadas.

En primer lugar, se realizarán muestras con dos espesores distintos, para ello se tomarán de 0,8 - 1 cm y 1,5 - 1,7 cm para poder comparar el comportamiento de la emisividad con varios espesores, además de tener en cuenta el espesor se plantea el cambiar el tipo de material con el que se realiza el revestimiento, ya que, a lo largo de la historia han sido varios los materiales empleados.

Los materiales empleados para los revestimientos son la cal, el yeso, el cemento y un enlucido mixto de cal y cemento a partes iguales, teniendo cada uno de ellos un comportamiento térmico distinto.

Una vez establecido el revestimiento base es habitual encontrarse los paramentos verticales con un acabado superficial que ayuda a proteger el mortero, por lo que las probetas también serán tratadas con diversos acabados superficiales. En cada uno de los juegos de probetas podremos encontrar una sin revestimiento para comparar con las que si lo llevan y otras con acabado de pintura.

Las que tengan acabado de pintura se realizarán con pintura a la cal y pintura plástica y en ambos casos se realizará en dos tonalidades distintas con dos de los colores más representativos de la ciudad de valencia como son el ocre y la almagra.

Con todo ello se crearán 8 juegos de probetas que contengan cada una de estas especificaciones (5 variantes por juego de probetas) por lo que se realizaran 40 probetas en total.

Con el fin de no tener ningún tipo de pérdida de calor en la probeta, se recubrirán las caras laterales y la posterior con placas de poliestireno expandido de espesor 2cm, dejando libre solo su cara frontal de la cual se obtendrán los datos.

### 3.4.1 DOSIFICACIÓN

En cuanto a las dosificaciones Celia Barahona en su obra "Revestimientos Continuos en la Arquitectura Tradicional Española" habla sobre las dosificaciones de más uso a lo largo de la historia recogidas en obras de diversos autores. En este trabajo se recogen algunas de las expuestas en dicha obra como más útiles para el estudio que nos compete (Barahona, 1992).

#### **Mortero de Cal**

- Cal aérea
  - 1 de Cal
  - 3 de Arena de cava
  - Agua
  
- Cal hidráulica
  - 1 de Cal hidráulica
  - 3 de Arena de trituración de rocas
  - Agua



**Mortero de Yeso**

1 de Yeso  
2-3 de Arena  
Agua

**Mortero de Cemento**

1 de Cemento  
3 de Arena de río, de machaqueo o mezcla de ellas  
Agua

**Mortero de Cal y Cemento**

- Cal aérea

1 de Cemento  
1 de Cal grasa  
6 de Arena artificial  
Agua

- Cal hidráulica

1/2 de Cemento  
3 de Cal hidráulica  
5 de Arena artificial  
Agua

Con el fin de homogeneizar en todas nuestras mezclas para que el análisis cuantitativo sea lo más ajustado en la comparación de las probetas y puesto que la dosificación más repetida entre las expuestas anteriormente es la dosificación 1/3 (1 de conglomerante por 3 de aglomerante), será esta la empleada para las muestras de nuestro estudio.

### 3.4.2 PROCESO DE ELABORACIÓN

Para realizar las probetas ha sido necesario el uso del laboratorio de construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, así como la ayuda de los técnicos dispuestos para el funcionamiento de dicho laboratorio.

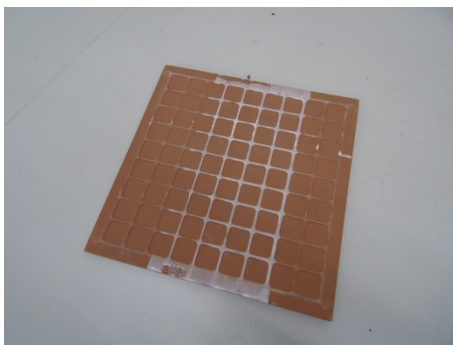
Para poder llevar a cabo la elaboración de las probetas ha sido necesario el uso de una base a modo de elemento de contención de los morteros, este elemento al ser igual en todas las muestras será despreciable a la hora de estudiar el comportamiento térmico.

Se dispuso de todo el material necesario para la elaboración de las probetas, el cual, se acopio en el laboratorio en un lugar de fácil acceso durante el periodo de trabajo y que no dificultara el funcionamiento del laboratorio.



Figura 85: Acopio de los materiales

El elemento empleado como base es una pieza cerámica para alicatado de 20 x 20 centímetros con una de las caras rugosa que es la que se empleará para adherir el mortero y otra lacada en blanco.



Parte trasera de la base



Parte delantera de la base

Figura 86: Pieza cerámica de 20 x 20cm

En una primera fase se han realizado las probetas de conglomerante a base de cal, para ello y teniendo en cuenta que la dosificación en todas las muestras va a ser de 1/3 se ha dispuesto un recipiente con el cual medir en volumen la cantidad a mezclar para la masa.



Unidad de volumen de cal

Unidad de volumen de arena

Volumen a mezclar

Figura 87: Material para mortero de Cal

Una vez realizada la pasta se prepara el soporte (pieza cerámica) humedeciéndolo para que no absorba el agua de la mezcla, y se vierte el material para enlucido. El material se extiende de cómo uniforme por todo el soporte con los dos espesores deseados para el ensayo siendo estos de 0,8 - 1 cm y 1,5 – 1,7 cm, con el fin de que unas muestras tengan el doble de espesor que las otras para interpolar los datos.



Soporte parcialmente humedecido

Mortero de cal sobre soporte

Muestras terminadas de cal

Figura 88: proceso de elaboración de una probeta

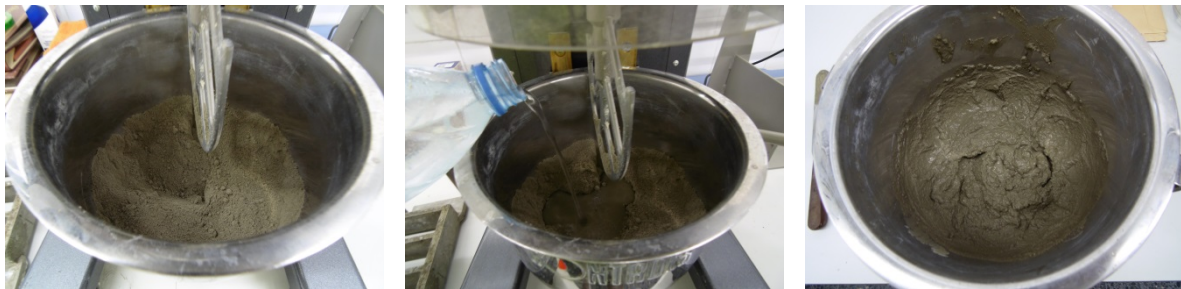
Del mismo modo que se han realizado las probetas de cal se han ejecutado las de yeso y de cemento, tomando como dosificación 1/3 y llevando a cabo el mismo proceso mezcla de los componentes, aporte de agua para crear el mortero, humectación del soporte, vertido del material y enlucido en los dos espesores del estudio.



Unidad de volumen de cemento

Volumen de arena necesaria

Vertido del cemento en la cubeta



Volumen mezclado

Hidratación de la pasta

Mortero de cemento

Figura 89: Proceso de elaboración de una probeta de Cemento

La elaboración de las probetas de yeso es igual que la del cemento o la cal con la excepción de que debido a la velocidad con la que el yeso endurece se han realizado hidrataciones del material en pequeñas tongadas.



Unidad de volumen de yeso

Unidad de volumen de arena

Volumen a mezclar



Volumen mezclado

Hidratación de la pasta

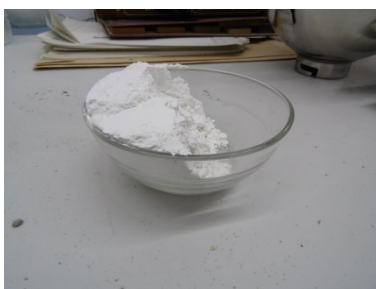
Muestra terminada de yeso

Figura 90: Proceso de elaboración de una probeta de Yeso

En el caso de las probetas de mortero bastardo de Cemento y Cal el proceso de elaboración es el mismo que en el resto de probetas solo que hay que tener en cuenta que la dosificación 1/3, en este caso el conglomerante empleado en vez de ser uno son dos por lo que el volumen a usar en la mezcla se divide entre los dos conglomerantes, de este modo la dosificación queda de la siguiente manera: 0,5 de cemento, 0,5 de cal y 3 partes de arena.



Unidad de volumen de cemento



Unidad de volumen de cal



Unidad de volumen de arena



Volumen a mezclar



Volumen mezclado



Mortero bastardo



Mortero bastardo sobre soporte



Muestra terminada



Comprobación de espesor

Figura 91: Proceso de elaboración de una probeta de mortero bastardo (Cemento y Cal)

Una vez realizadas las muestras se coloca sobre una superficie plana donde poder llevar a cabo el curado de las mismas mediante aportación de agua en la superficie del mismo modo que se haría en un enlucido tradicional.

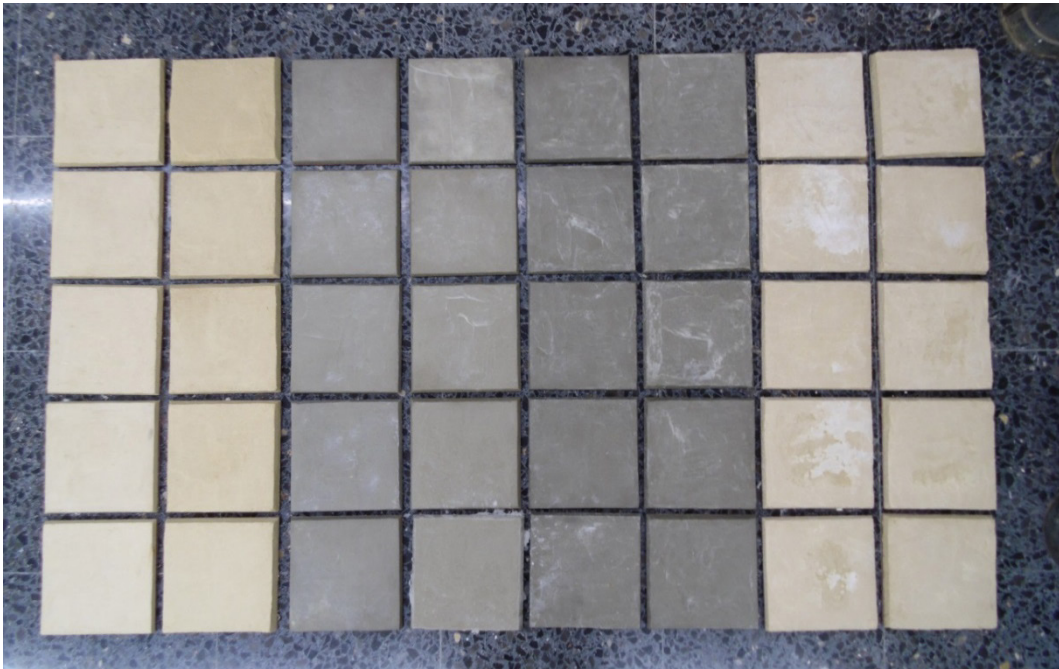


Figura 92: Probetas dispuestas para su curado

Para dar color a las muestras se ha comprado pintura plástica de los colores deseados y se ha aplicado con brocha directamente sobre las muestras, se han aplicado dos manos de pintura cambiando la dirección del aplicado.



Bote de pintura ocre



Proceso de pintado



Probeta pintada

Figura 93: Pintado de las probetas con pintura plástica color ocre



Bote de pintura almagra



Proceso de pintado



Probeta pintada

Figura 94: Pintado de las probetas con pintura plástica color almagra

En la pintura a la cal, primero se ha creado el blanco de cal, para ello se ha colocado en un recipiente una cantidad de agua y se ha espolvoreado la misma cal que para realizar las probetas para que se hidrate con el agua. Una vez realizada esta tarea se le han añadido los pigmentos y se ha mezclado hasta lograr homogeneidad en el color.



Cal

Cal y agua mezclados

Blanco de cal

Figura 95: Proceso de elaboración del blanco de cal



Pigmento ocre

Ocre sobre blanco de cal

Pintura ocre a la cal

Figura 96: Proceso de elaboración de la pintura a la cal ocre



Pigmento almagra

Almagra sobre blanco de cal

Pintura almagra a la cal

Figura 97: Proceso de elaboración de la pintura a la cal almagra

Al igual que con la pintura plástica se ha aplicado la pintura a la cal coloreada con brocha, aplicando varias manos de pintura previo secado de las anteriores



Proceso de pintado ocre



Proceso de pintado almagra

Figura 98: Pintado de las probetas con blanco de cal y pigmentos

Una vez terminadas las probetas el resultado obtenido entre la tonalidad de los colores no es exactamente la misma pero el resultado deseado era tener dos colores, uno claro y otro oscuro, y eso si se ha obtenido en el resultado final.



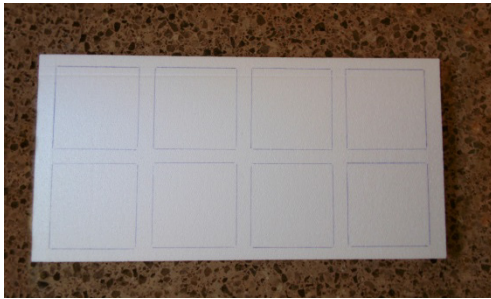
Figura 99: Probetas terminadas

Como elemento para albergar las probetas se ha diseñado un cajeadado compuesto por dos placas de porexpán de 3 cm que cubre todas sus caras a excepción de la que está enlucida y por consiguiente la que se expone a la intemperie.

Este cajeadado se crea con el fin de contener las probetas y eliminar cualquier tipo de transmisión entre la probeta y el aire que rodea las mismas, así se mantiene todo el calor captado por la superficie de modo que solo se pueda captar o transferir por la cara que medimos mediante la cámara termográfica.

El elemento empleado es poliestireno expandido en placas de 50x100x3 centímetros, con una resistencia al fuego catalogada como E y una resistencia térmica de 0,7 m<sup>2</sup>\*k/w.

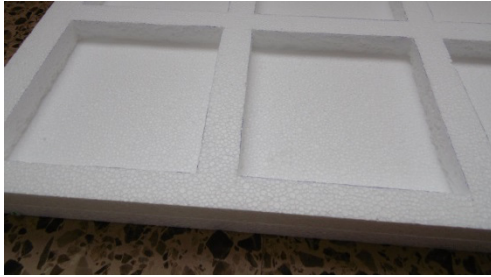




Replanteo de las probetas



Corte del recuadro



Montaje del soporte



Montaje del soporte

Figura 100: Proceso de elaboración del cajeadado de porexpán



## **4. RESULTADOS OBTENIDOS**



#### 4. RESULTADOS OBTENIDOS

Para llevar a cabo el análisis se ha realizado un montaje en el que se disponen las muestras en cinco grupos de ocho probetas cada uno, estos están compuestos por las probetas que no se les ha aplicado ningún tipo de pintura, las que se han pintado con cal de color ocre, las de cal de color almagra, las plásticas de color ocre y las plásticas de color almagra. En todas ellas se disponen los materiales yeso, cal, cemento y cemento y cal así como los espesores de 10mm y 15mm.



Figura 101: Disposición de las muestras para el ensayo

Las muestras se han colocado con un ángulo de  $70^\circ$  con respecto a la horizontal del terreno para aumentar la incidencia de los rayos del sol, además la orientación de las muestras es a Sur para aumentar el periodo de tiempo de radiación sobre ellas.

Por otro lado, la cámara infrarroja se ha colocado a 8 metros de distancia de las muestras y una altura de 1,20 metros desde el plano del terreno.



Figura 102: Cámara termográfica tomando datos

El ensayo comienza el día 21/05/2015 a las 6:50 horas, aun el sol no empieza a incidir en las muestras hasta las 9:25 horas, desde este momento hasta las 11:10 las muestras tienen una zona de radiación directa y otra en sombra producida por el porexpán. A partir de esta hora la radiación es directa en toda la superficie a ensayar hasta las 17:45 cuando comienzan a aparecer de nuevo sombras en el lado opuesto a las producidas al amanecer también producidas por el porexpán. Hasta las 20:15 no se muestra la sombra completa en las muestras. El estudio se realiza hasta las 2:00 del día 22/05/2015 habiéndose considerado que las muestras ya han perdido todo el calor que habían captado a lo largo del día y se encuentran a temperatura ambiente.

Una vez realizado el estudio se comienzan a tratar los datos obtenidos con la cámara termográfica, para ello se utiliza el software ThermaCAM Researcher Pro 2.10 facilitado por la propia casa comercial FLIR en su página web.

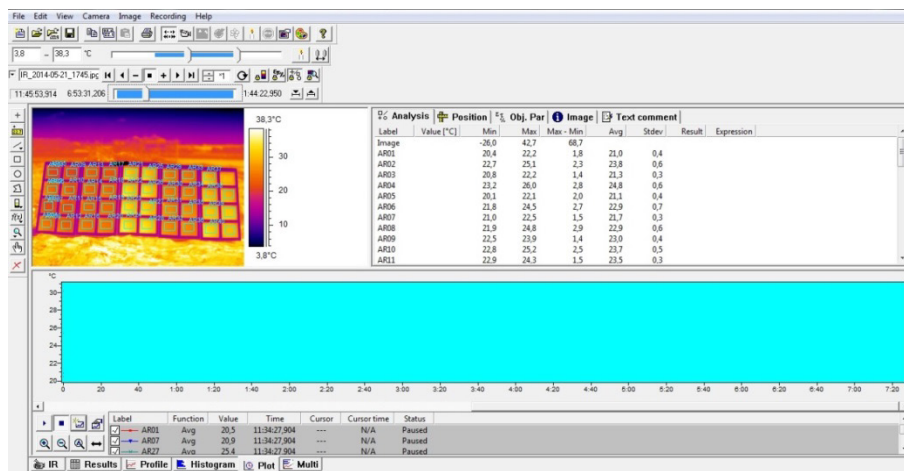


Figura 103: Software de FLIR durante un análisis

Como trabajo previo, se ha realizado una caracterización de la emisividad de cada uno de los materiales, para ello se ha colocado un trozo de cinta aislante negra de la cual se conoce la emisividad 0,95 (valor que va entre 0 y 1). Además ayudándonos de papel de plata se ha calculado el infrarrojo reflejado, también necesario para calcular la emisividad de las muestras.

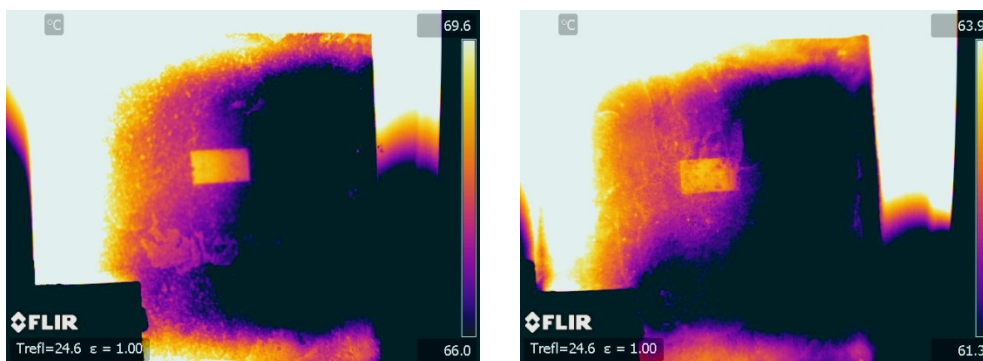


Figura 104: Caracterización de emisividad de las muestras

Tras realizar esta caracterización se ha determinado que las muestras estudiadas tienen la siguiente emisividad, valor que deberemos tener en cuenta para realizar los posteriores estudios de las muestras.

	Emisividad ( $\epsilon$ )	Reflejado ( $^{\circ}\text{C}$ )		Emisividad ( $\epsilon$ )	Reflejado ( $^{\circ}\text{C}$ )
<b>Y/10/N</b>	0.954	76,7	<b>Y/15/N</b>	0.934	66,8
<b>C/10/N</b>	0.954	67,4	<b>C/15/N</b>	0.938	66,3
<b>CEM/10/N</b>	0.922	86,6	<b>CEM/15/N</b>	0.918	68,0
<b>CEM-C/10/N</b>	0.925	54,8	<b>CEM-C/15/N</b>	0.905	70,6

Figura 105: Emisividad y Temperatura reflejada de las muestras

Una vez realizado el cálculo de estos datos ya se puede llevar a cabo el análisis de las probetas con la seguridad de que los valores obtenidos son fiables.

En el estudio inicial se plantea obtener una comparativa entre las muestras dependiendo del color, el material empleado y el espesor de la muestra.

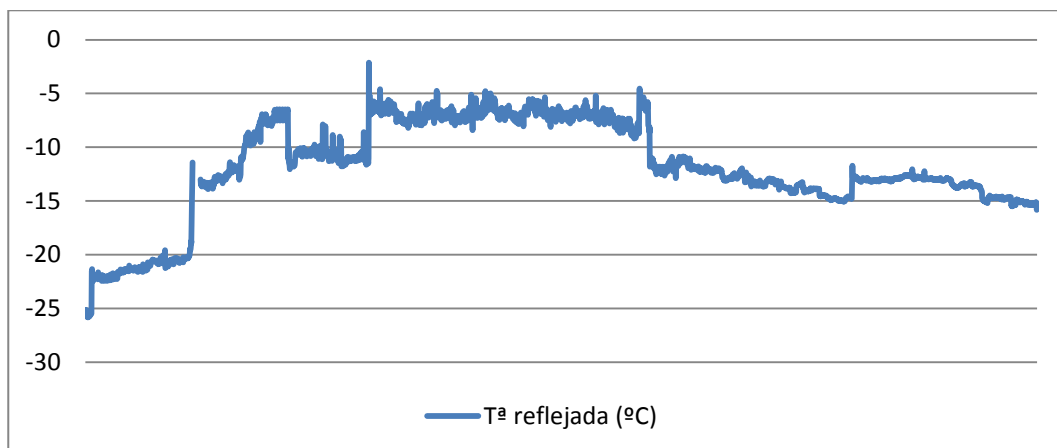


Figura 106: Temperatura reflejada durante el ensayo

Los códigos de las probetas se han realizado a partir de una composición de letras y números con la siguiente estructura:

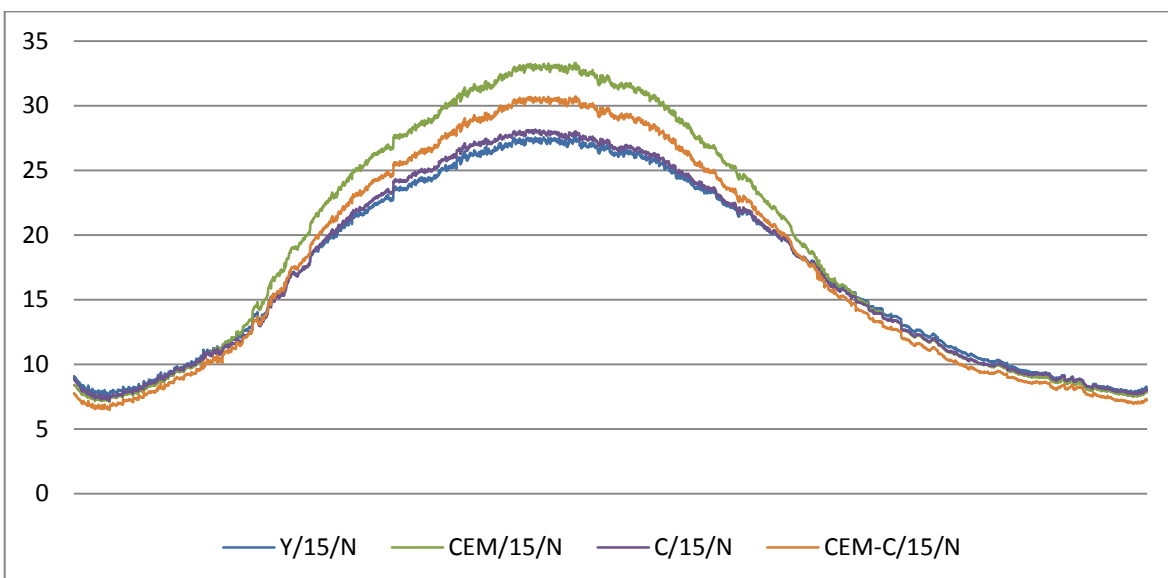
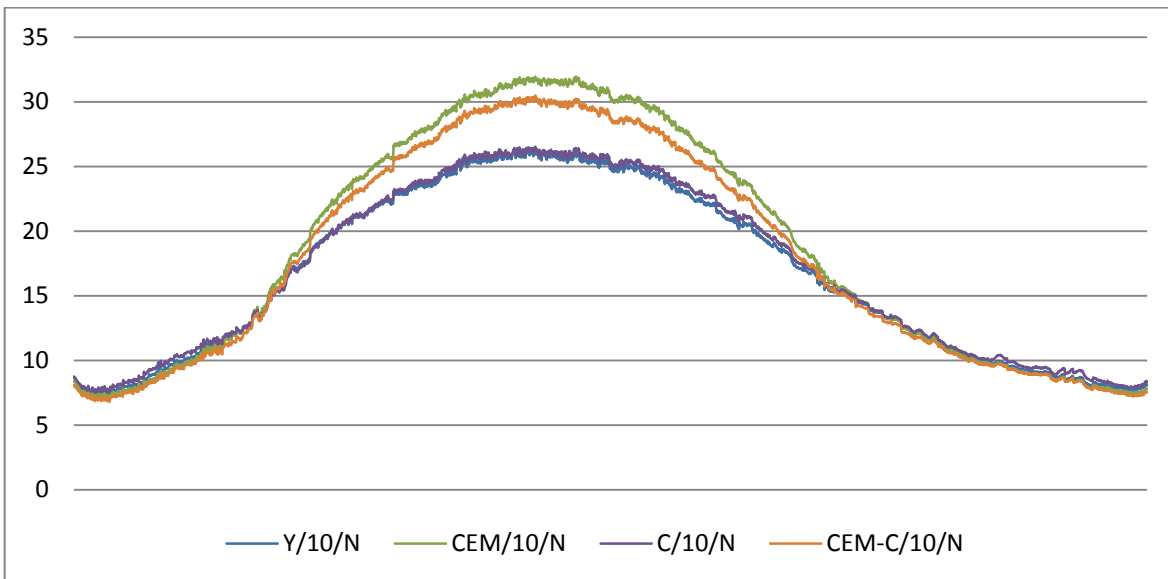
#### CONGLOMERANTE / ESPESOR DEL ENLUCIDO / TIPO DE PINTURA / COLOR

<b>CONGLOMERANTE</b>	<b>Y:</b> Yeso; <b>C:</b> Cal; <b>CEM:</b> Cemento; <b>CEM-C:</b> Cemento y Cal
<b>ESPESOR DEL ENLUCIDO</b>	<b>10:</b> 10mm; <b>15:</b> 15mm
<b>TIPO DE PINTURA</b>	<b>N:</b> Sin pintura; <b>P:</b> Pintura Plástica; <b>C:</b> Pintura a la Cal
<b>COLOR DE LA PINTURA</b>	<b>O:</b> Ocre; <b>A:</b> Almagra

## 4.1 COMPARATIVA SEGÚN EL TIPO DE MATERIAL

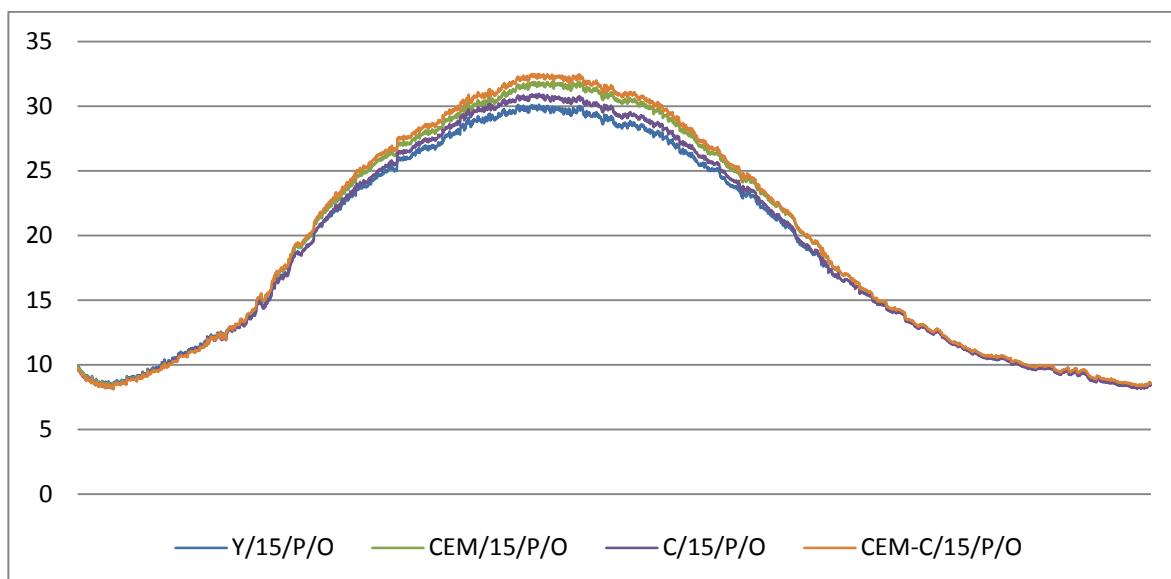
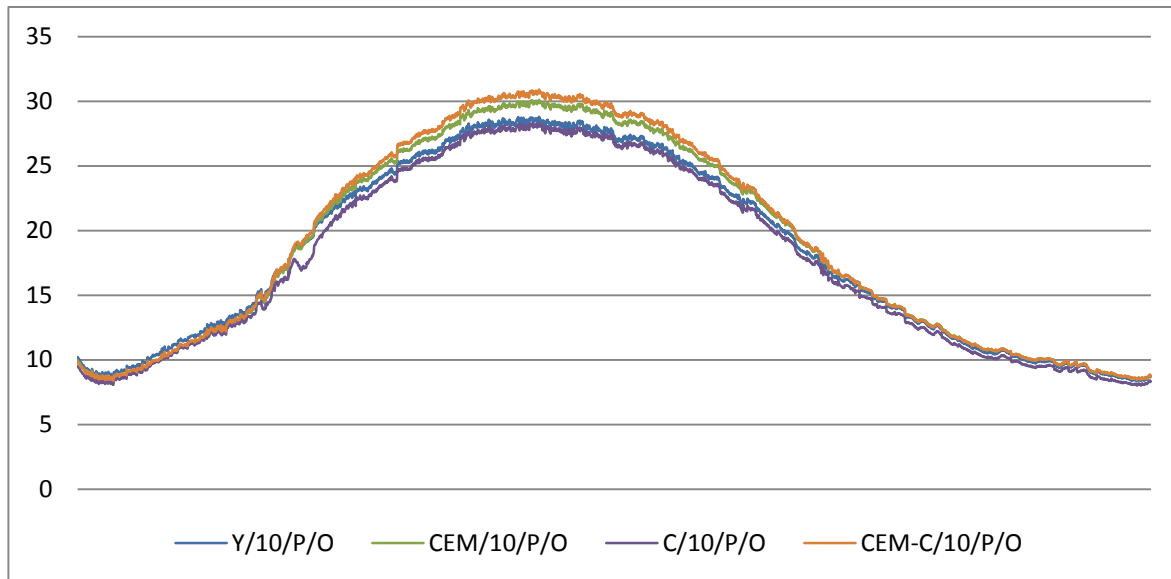
Para comparar el material se representan las probetas con las mismas características a diferencia del cambio de material para mostrar cómo se comporta cada una de ellas.

### Probetas sin pintura



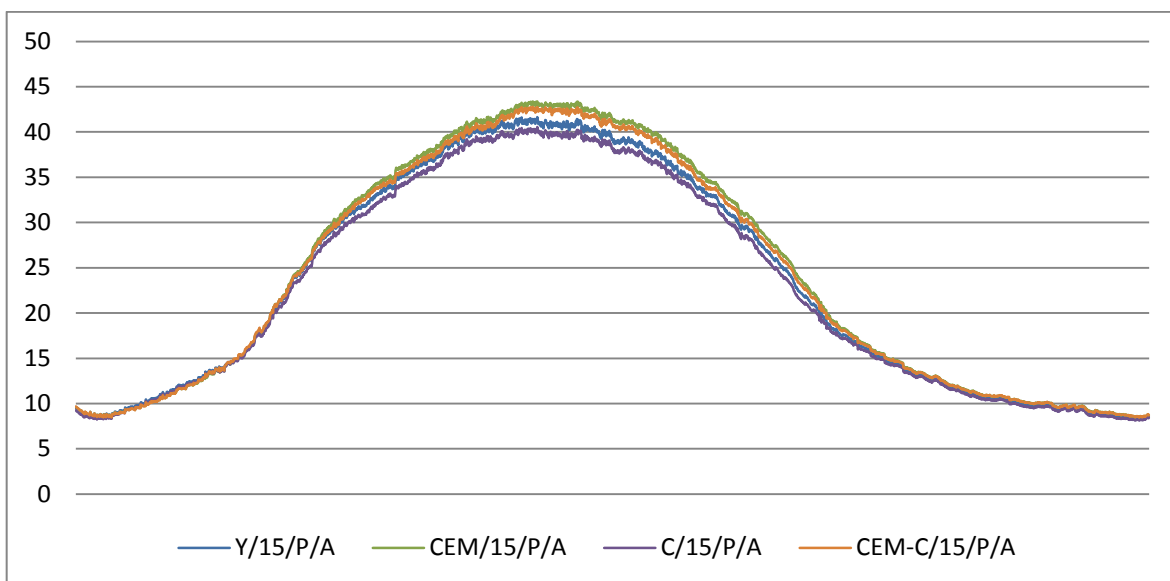
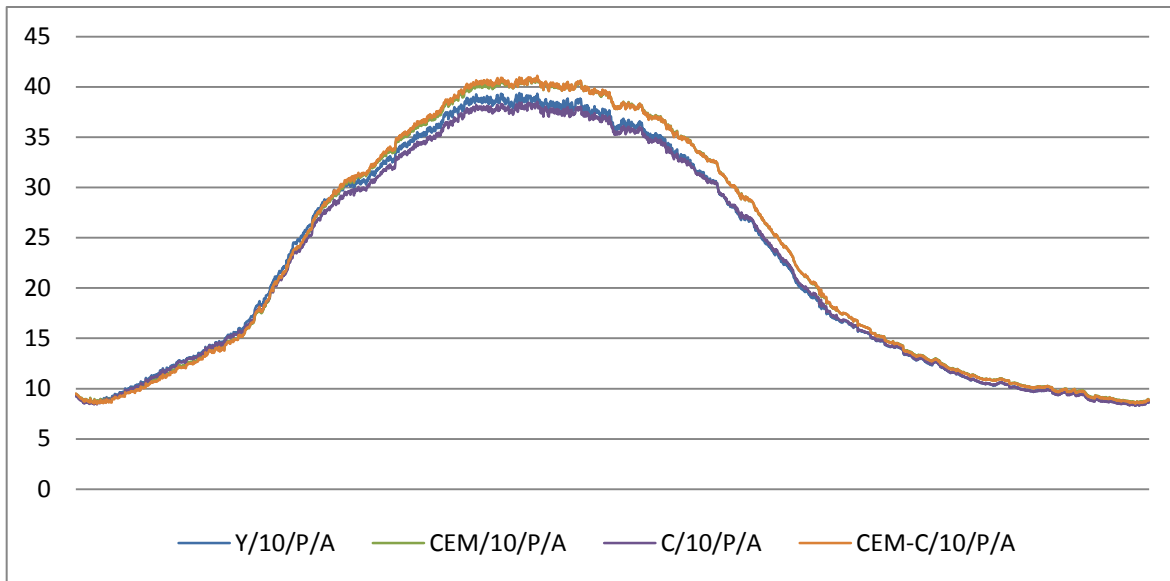
En las probetas que no se han pintado se muestra como los materiales yeso y cal tienen un comportamiento frente a la absorción de calor parecida mientras que la probeta que tiene cemento y cal tiene un aumento de temperatura colocándose entre los valores de cal y los de cemento, por último el cemento es la que más radiación presenta con respecto a las demás.



**Probetas pintura plástica color Ocre**

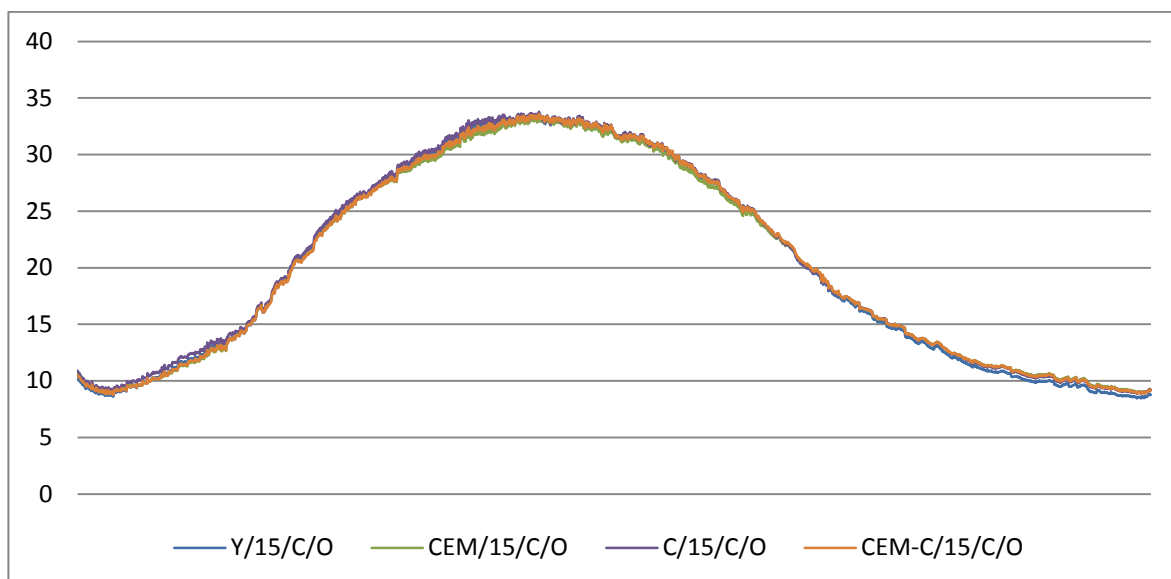
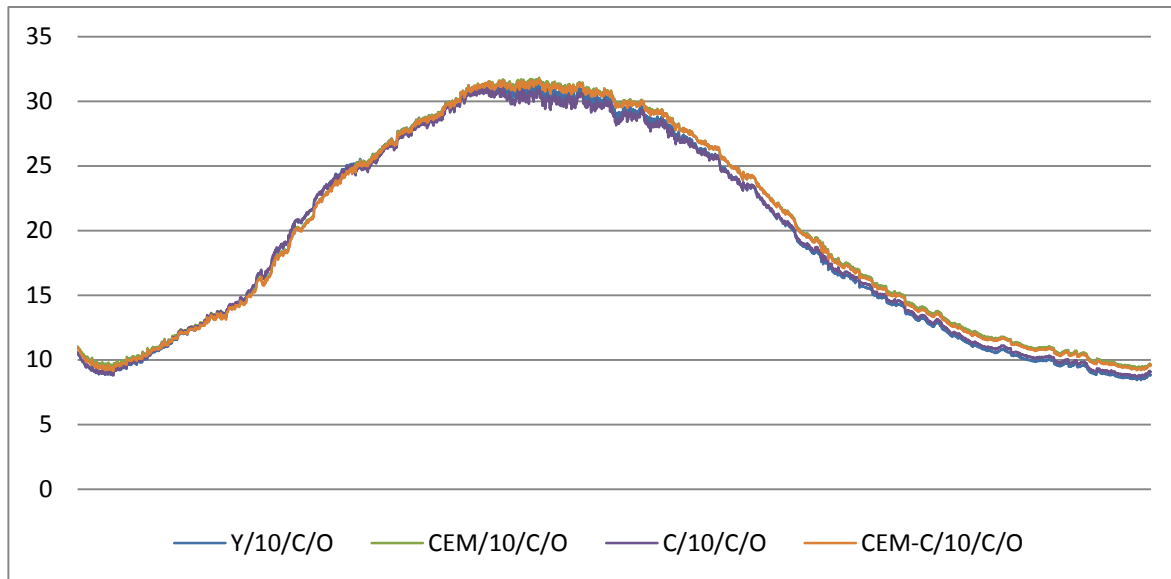
En el caso de la pintura plástica en color ocre el comportamiento de todas las muestras es muy parecido habiendo un pequeño intervalo de menos de 5°C entre el yeso el material más frío con el cemento-cal que es el más caliente, nos hace pensar que la pintura plástica afecta en el resultado.

**Probetas pintura plástica color Almagra**



Al igual que ocurre con la pintura plástica de color ocre, el color almagra mantiene la misma composición geométrica en cuanto al comportamiento de los materiales, las muestras que llevan cemento aumentan un poco el valor de temperatura pero se siguen manteniendo los 5°C con respecto al yeso. No se muestra gran diferencia entre los valores de 10mm con los de 15mm, solo un leve aumento de temperatura en las de mayor espesor.

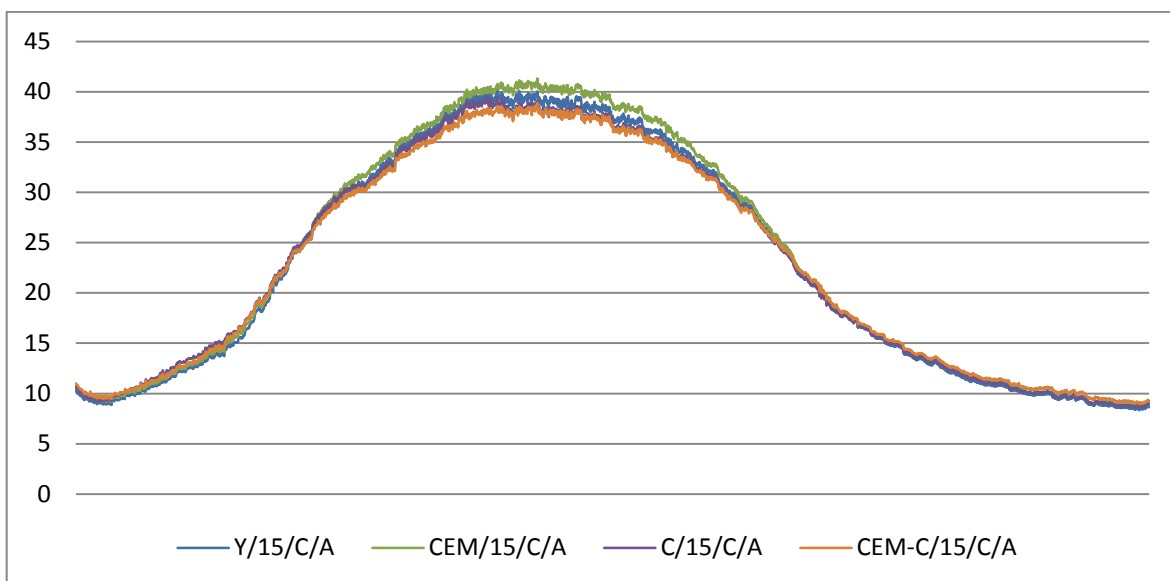
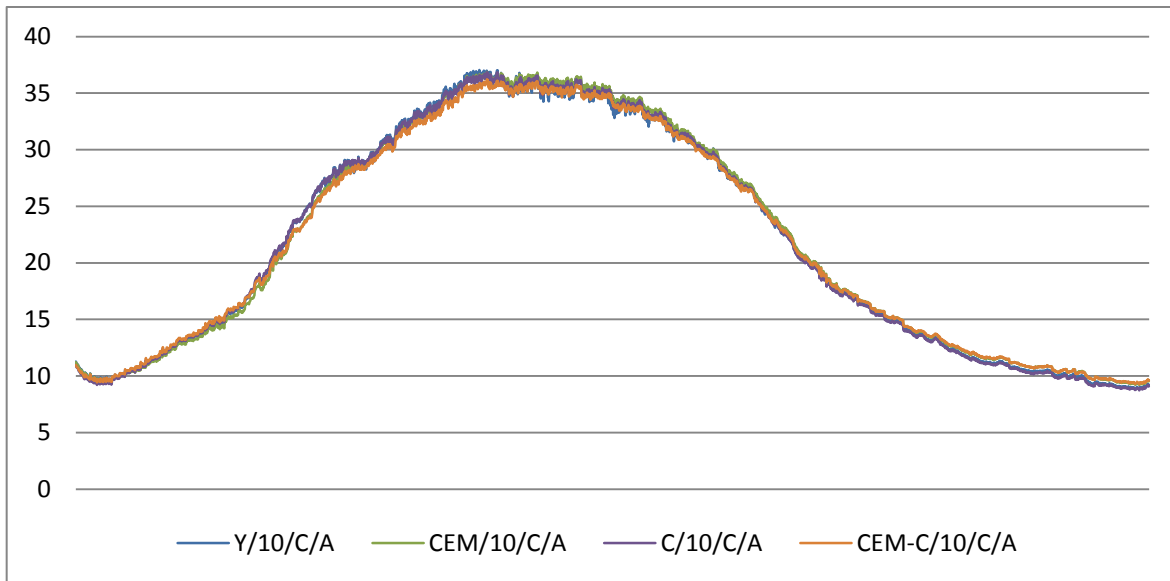
Comparando los dos colores la diferencia de forma es mínima, la única variación es un aumento de temperatura en el color almagra de 10°C con respecto al color ocre.

**Probetas pintura a la cal color Ocre**

En la pintura a la cal se produce un fenómeno que no se había dado hasta ahora, en el espesor 10mm el yeso y la cal aumentan más rápido de temperatura que las que contienen cemento, pero estas últimas llegan a alcanzar mayor temperatura. El yeso y la cal también se enfrían con mayor rapidez manteniéndose el descenso equilibrado con las que contienen cemento.

En el espesor 15mm ocurre lo mismo solo que en las muestras de 10mm solo que el aumento y los descensos de temperatura son más homogéneos en todos los materiales, habiendo tan solo una diferencia entre materiales de menos de 1°C.

**Probetas pintura a la cal color Almagra**



Con la pintura color almagra de espesor 10mm ocurre lo mismo que en el caso anterior, con la única salvedad de que al ser un color más oscuro los valores máximos pasan de 31°C a 36°C. Se muestra como dentro del pequeño intervalo de temperaturas entre los materiales, la cal y el cemento-cal son los que menor valor de temperatura muestran.

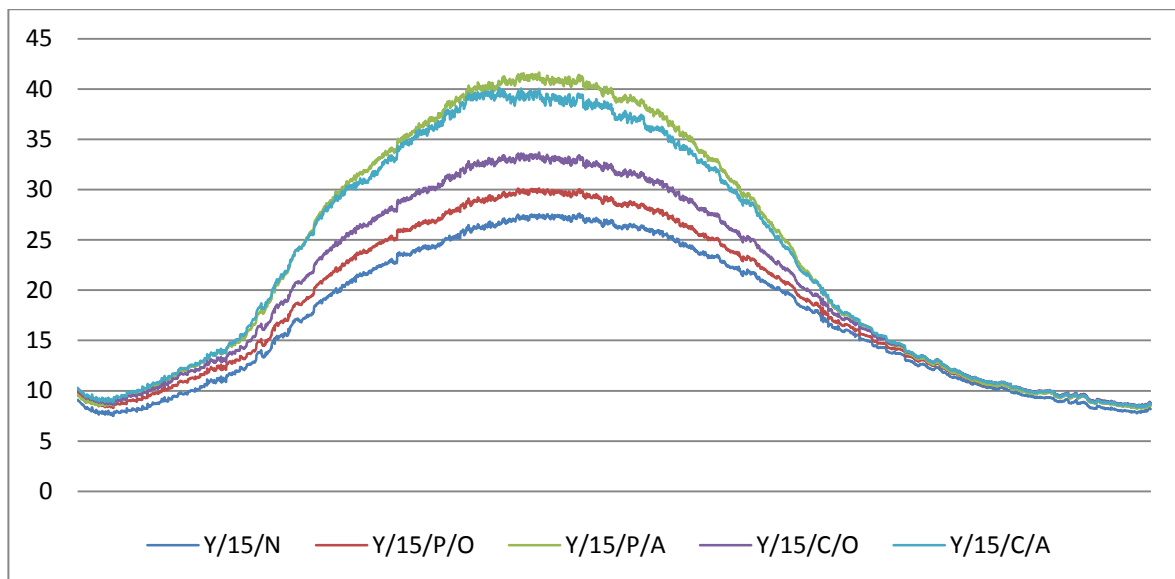
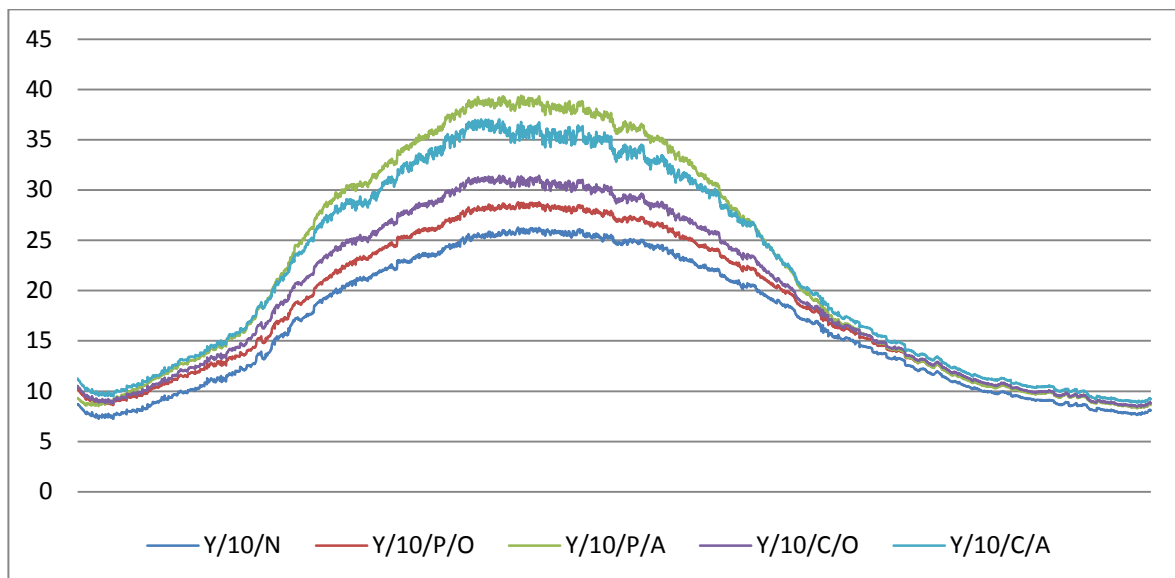
Así bien no ocurre lo mismo en el espesor 15mm, en este caso las probetas de cal y cemento-cal tienen claramente valores inferiores que el cemento, y el yeso se mantiene entre el intervalo de las otras dos gráficas, aun así el valor máximo entre materiales no supera los 3°C de diferencia.

El espesor influye en la temperatura máxima siendo de 36°C en las probetas de 10mm y de 41°C en las de 15mm.

## 4.2 COMPARATIVA SEGÚN EL TIPO Y COLOR DE LA PINTURA

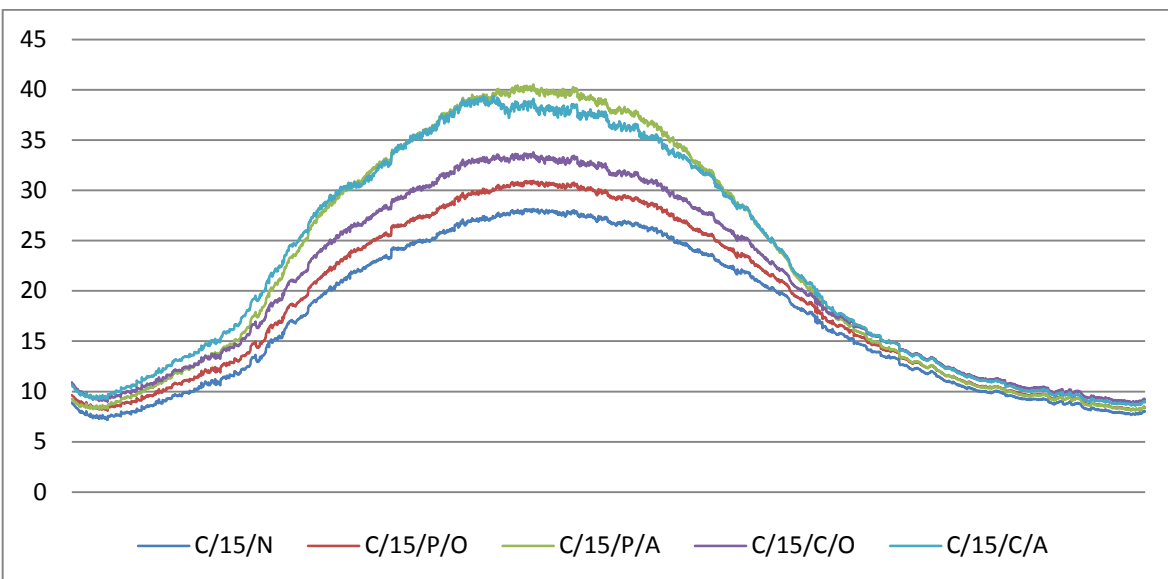
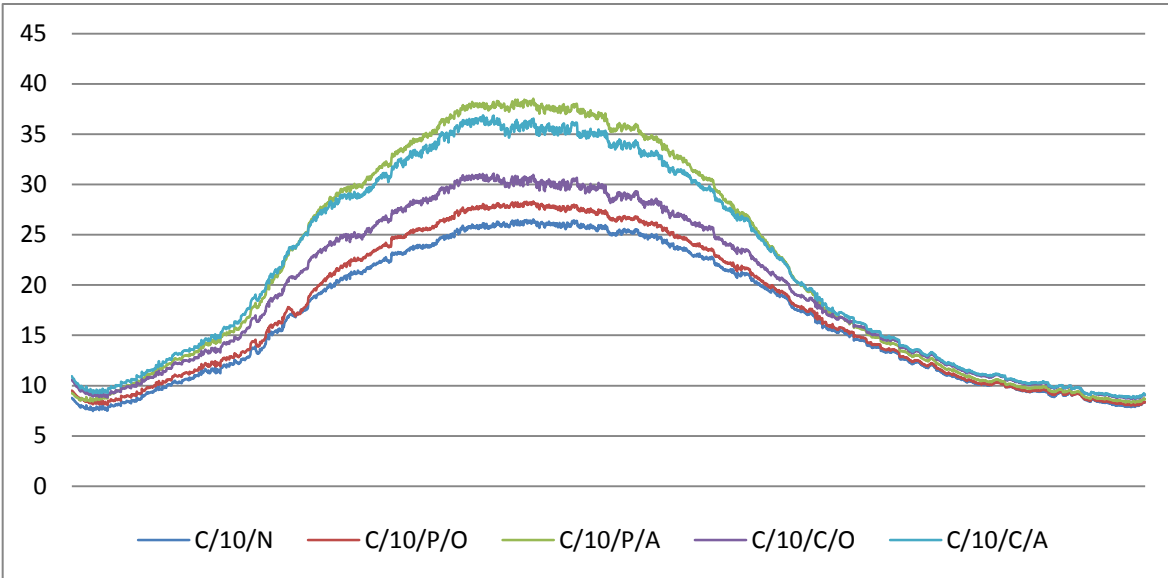
En la siguiente comparativa se muestran las gráficas agrupadas por material y espesor, en las que se representan cómo se comporta la misma muestra dependiendo del tipo y el color de la pintura que esta tenga.

### Probetas de Yeso



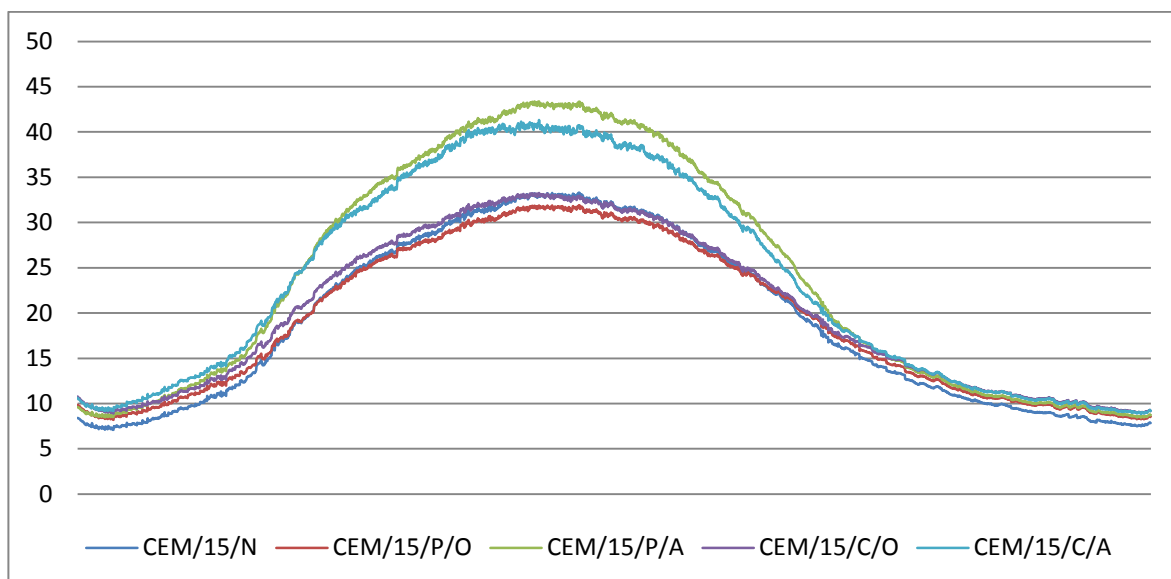
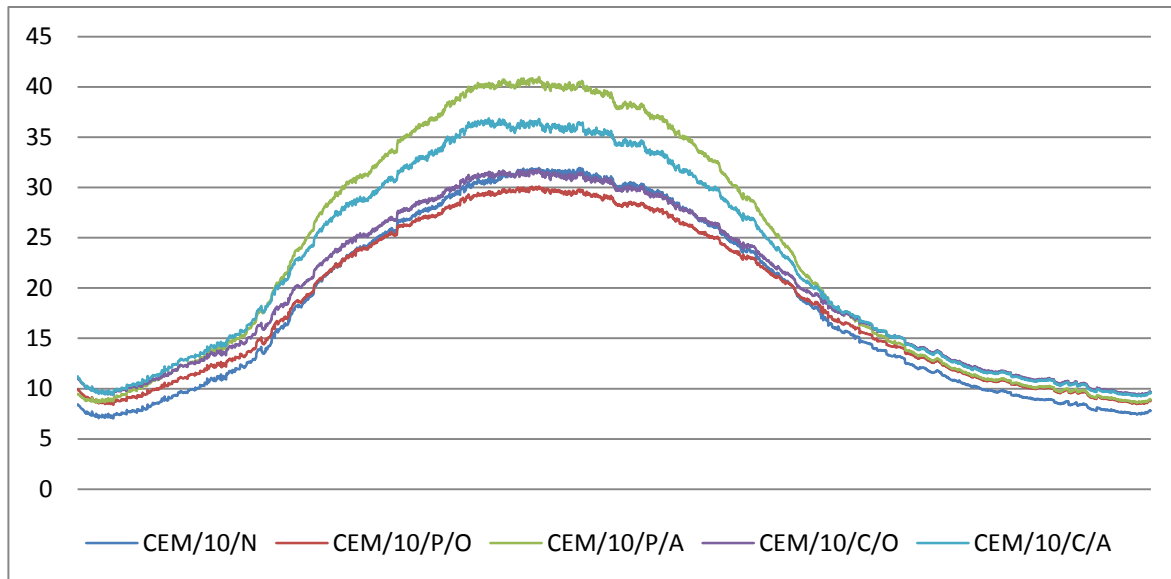
Se aprecia como la muestra que no está pintada es la que menos temperatura tiene durante todo el ciclo, y como las que tienen el color almagra aumentan mucho más de temperatura que el resto.

**Probetas de Cal**



El comportamiento del mortero de cal es casi el mismo que el del yeso, al igual que ocurre en el otro caso hay que destacar que el comportamiento entre tipo de pintura no es igual en los dos casos, se aprecia como en la pintura de color almagra la que alcanza mayor temperatura es la plástica mientras que en el color ocre es la pintura a la cal.

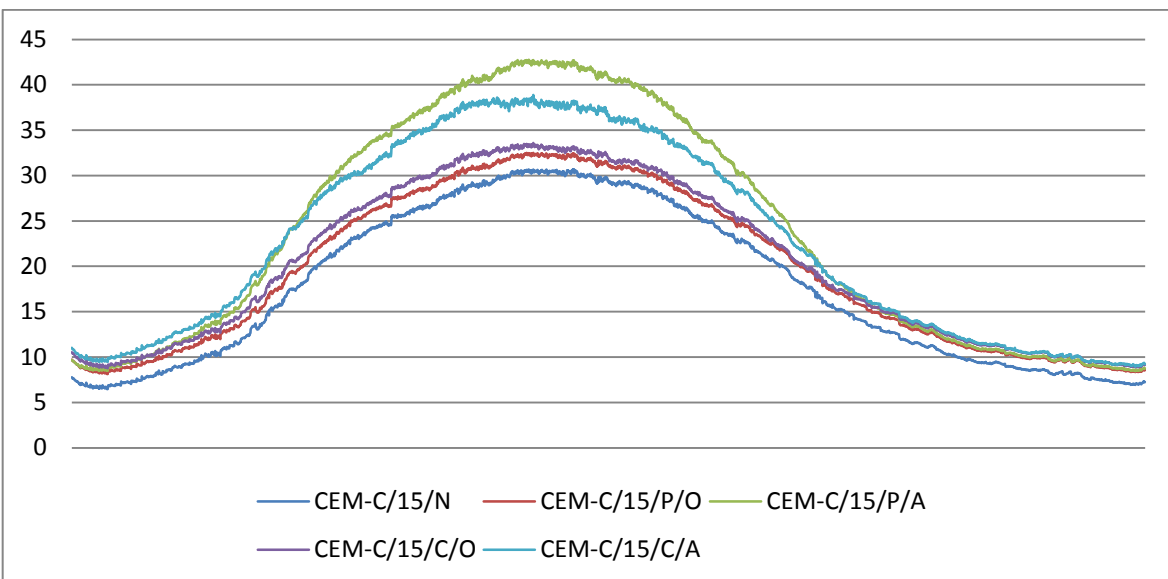
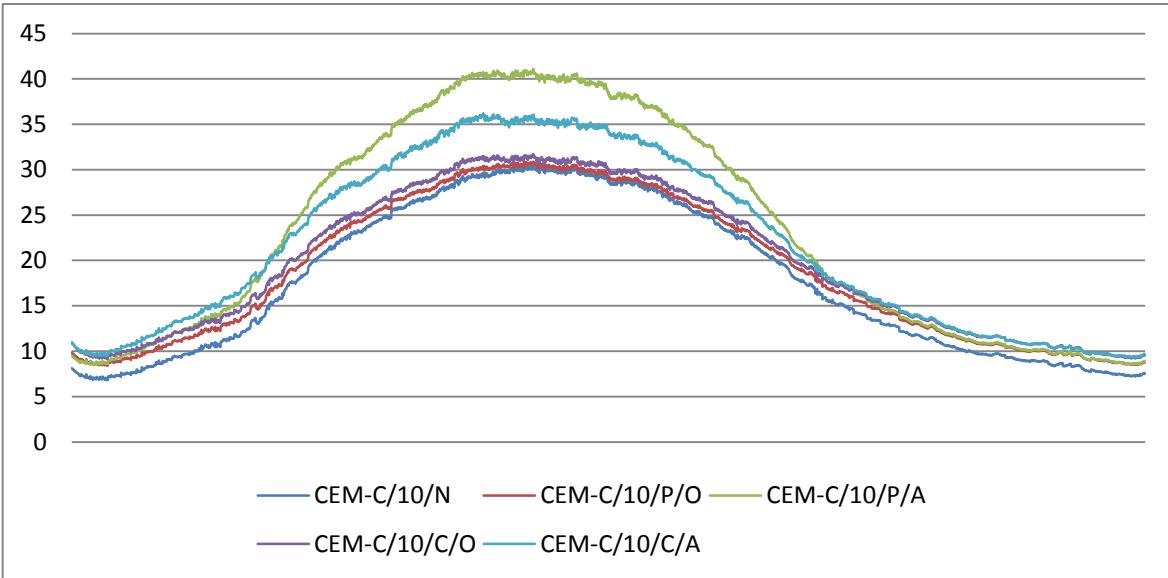
El espesor solo influye en la temperatura alcanzada siendo la forma de la curva la misma en ambos casos.

**Probetas de Cemento**

En el comportamiento sobre cemento ya empezamos a ver cambios con respecto a los enlucidos de yeso y cal, en este caso la que no está pintada y las que están pintadas de color ocre tienen un comportamiento casi igual, mientras que las de color almagra tanto plástica como a la cal tienen una absorción de temperatura mayor por encima de los 10°C en la muestra de 15mm.

En la muestra de 10mm, las curvas de color almagra se comportan del mismo modo aumentando de temperatura, pero, mientras la pintura plástica se comporta exactamente igual, la de pintura a la cal en comparación, no llega a alcanzar tanta temperatura como ocurre en el otro espesor.

**Probetas de Cemento-Cal**



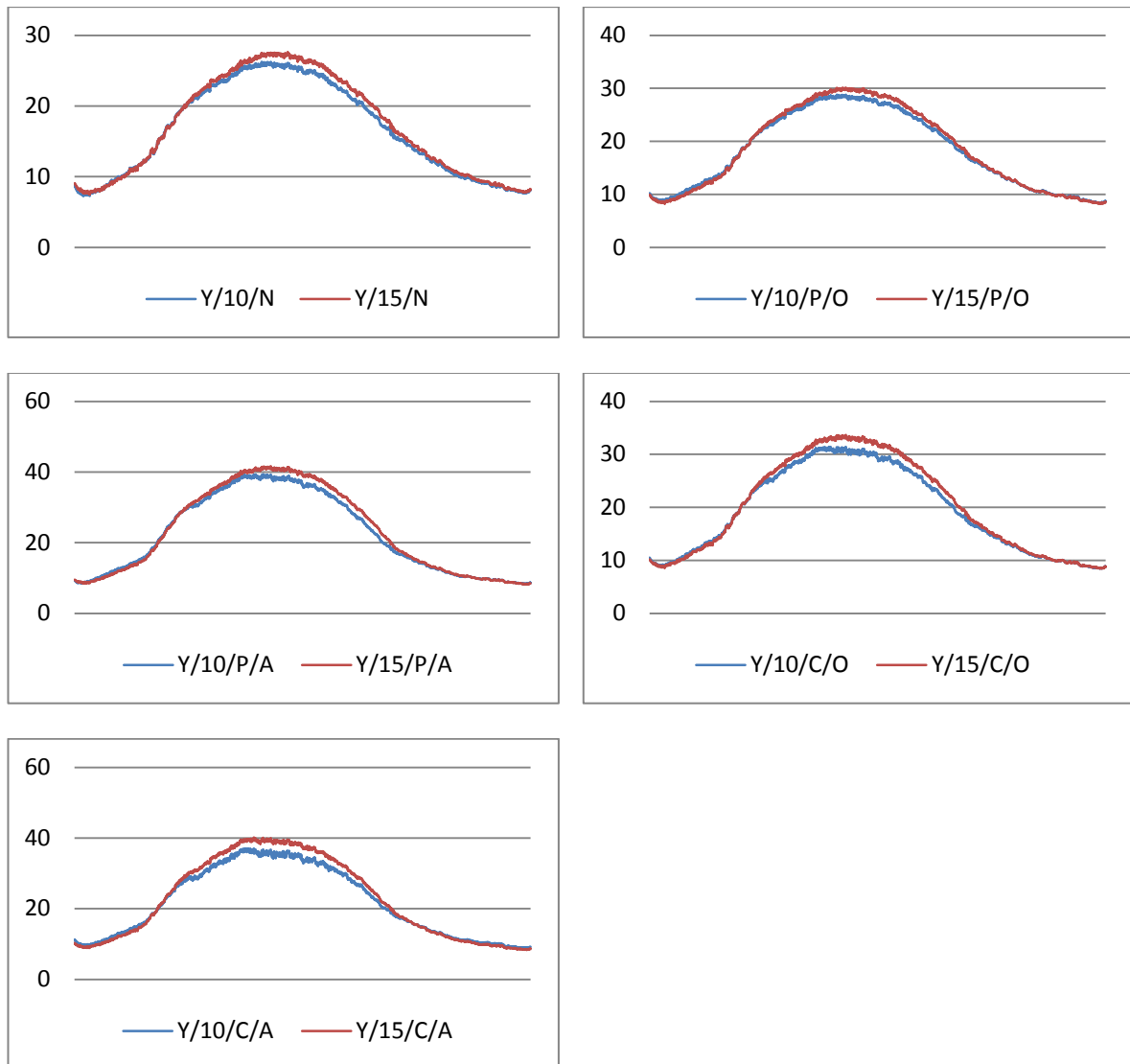
En este caso el comportamiento es el mismo que en las probetas de cemento de 10mm, se muestra una igualdad en los colores ocre y la que no está pintada, y aumenta bastante las de pintura de color almagra, la de pintura a la cal se sigue manteniendo por debajo de la de pintura plástica.



### 4.3 COMPARATIVA SEGÚN EL ESPESOR DEL ENLUCIDO

Para realizar esta comparativa se muestran las gráficas en cuatro grupos dependiendo del material conglomerante con el que está resuelto el revestimiento. En cada grupo se comparan las muestras que tienen las mismas propiedades entre sí, bien sea por el tipo de pintura o el color empleado, con la única diferencia del espesor.

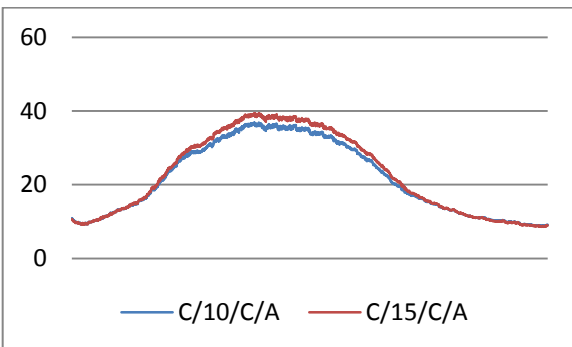
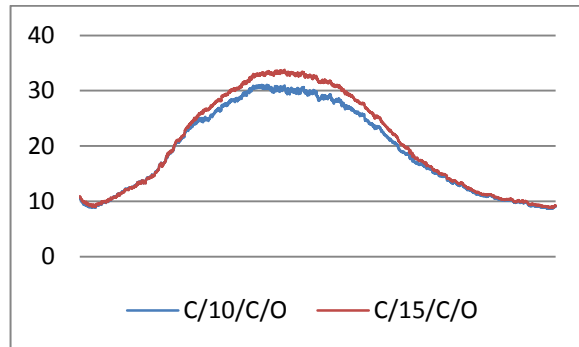
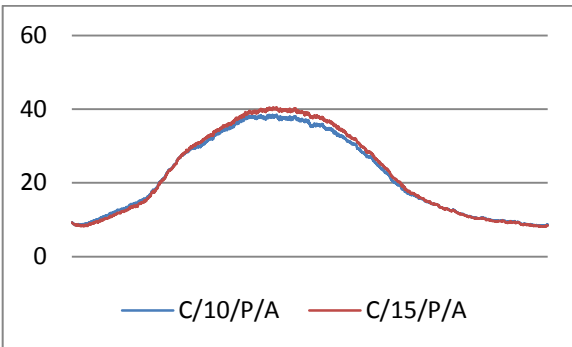
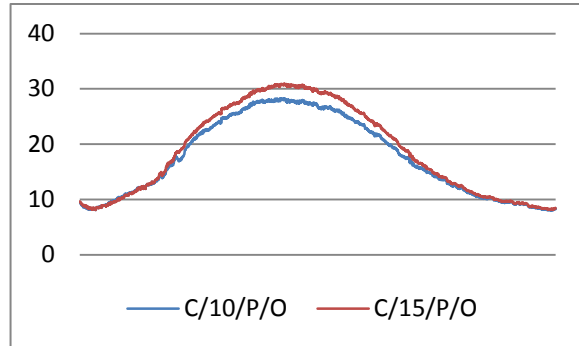
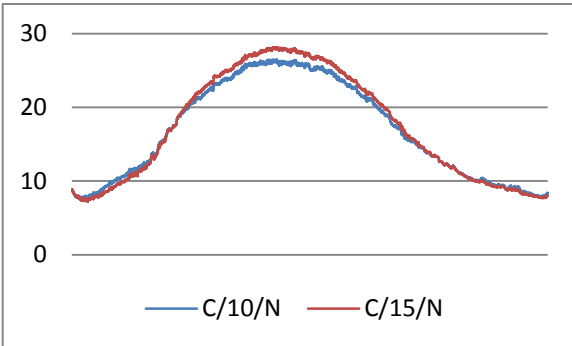
#### Probetas de Yeso



En la muestra que no está pintada hay muy poca diferencia entre los dos espesores no siendo superior a 1°C por lo que el comportamiento es casi el mismo.

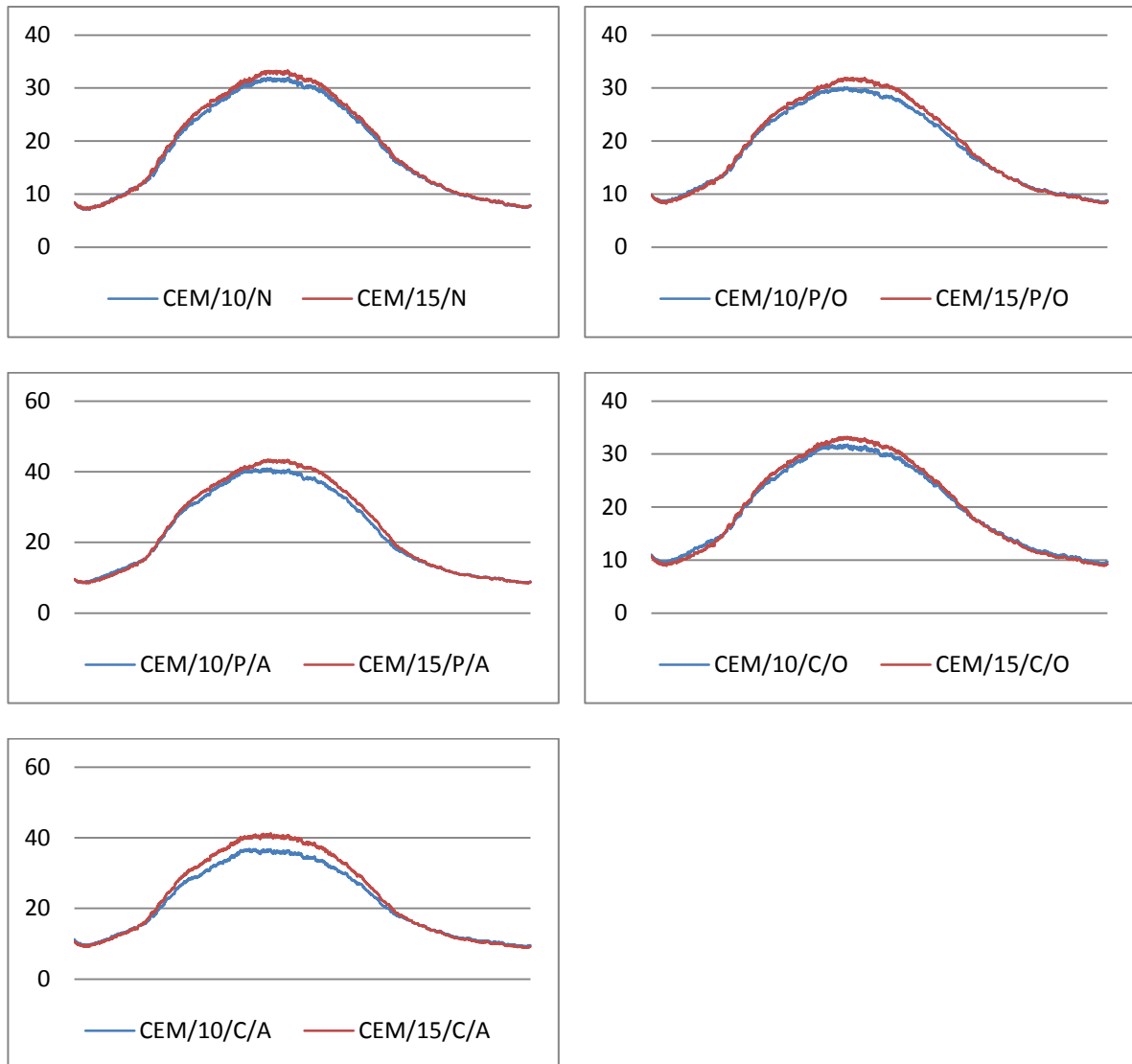
Esto mismo ocurre en las muestras que si están pintadas, se mantiene el grado de diferencia entre ellas aumentando únicamente las temperaturas influidas por el color aplicado.

**Probetas de Cal**



En el caso de la cal, ya se empiezan a ver variaciones de temperatura mayores que las del yeso, en este caso, en el punto máximo la diferencia de temperatura entre espesores oscila los 3°C, reflejando esa diferencia de espesor a la hora de absorber la radiación solar.

También se muestra que en un mismo periodo de tiempo las muestras de color almagra han aumentado más de temperatura que el resto, absorbiendo más radiación y llegando a temperaturas más altas en su punto máximo.

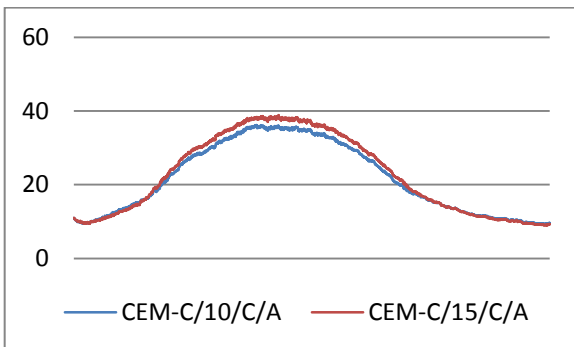
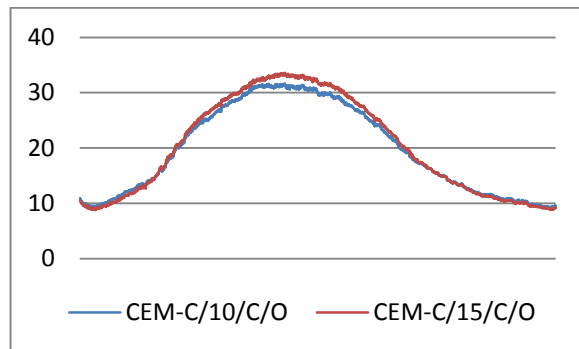
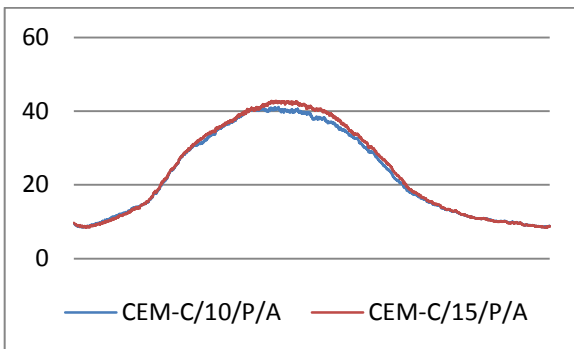
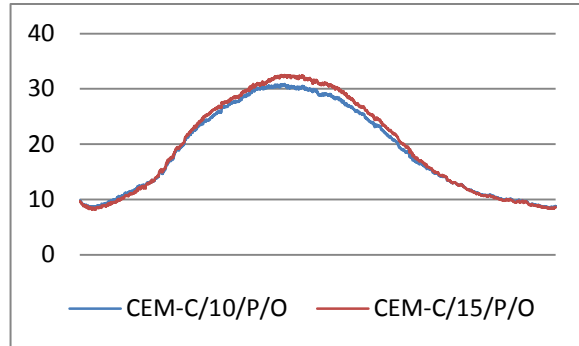
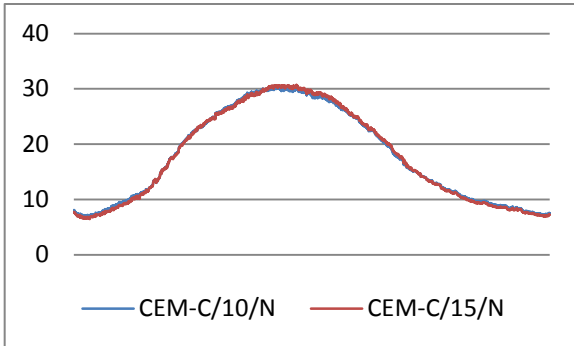
**Probetas de Cemento**

Al igual que ha ocurrido en el resto de casos, la temperatura entre espesores no es muy elevada, se mantiene en un rango de 1°C en los casos de no llevar pintura y de pinturas color ocre.

Por otro lado los de color almagra tienen una diferencia de temperatura entre espesores mayor, siendo de 3°C en la pintura plástica y de 5°C en la pintura a la cal.

Por ello el hecho de aplicar un color oscuro a la muestra hace que aumente la temperatura cuanto mayor sea el espesor que es lo que ocurre en estos dos casos.

**Probetas de Cemento-Cal**



En comportamiento en la probeta que no tiene puntura es exactamente el mismo, con la única diferencia que el espesor 10mm se calienta antes que el de 15mm pero también comienza a enfriarse antes ya que el de 15mm mantiene durante más tiempo el calor residual.

El resto de probetas que si están pintadas se comportan de un modo parecido al resto de casos en los que cambia el material conglomerante, existiendo unas diferencias de temperatura entre los dos espesores de unos 2°C, por lo que cuanto mayor es el espesor más aumenta la temperatura máxima por el calor que mantiene en su interior pero este no es proporcional con el espesor del enlucido.

## **5. CONCLUSIONES**



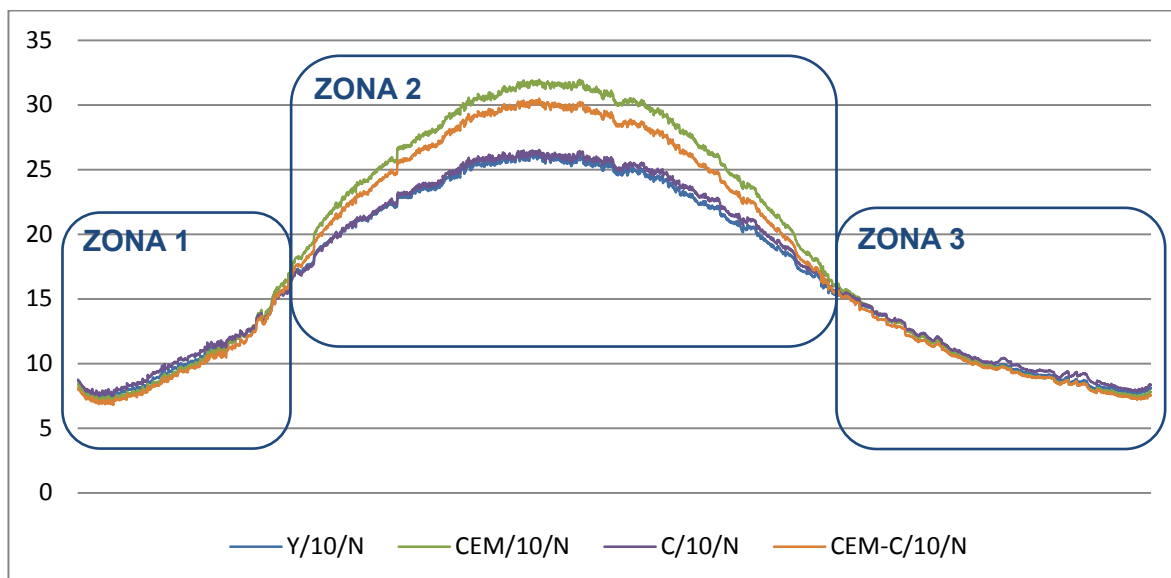
## 5. CONCLUSIONES

### Comportamiento según el tipo de material

A lo largo del estudio se ha podido comprobar que los materiales con los cuales se han realizado las muestras tienen un comportamiento distinto entre sí, como se muestra en la siguiente gráfica, el yeso y la cal tienen un aumento de temperatura mayor a primeras horas del día (zona 1) que las muestras realizadas con cemento y cemento-cal, del mismo modo, en las últimas horas de día (zona 3) el comportamiento es igual pero descendiendo la temperatura.

Si bien, en la parte central del día (zona 2) cuando la radiación del sol es mayor y más directa, se realiza un cambio, siendo las muestras que contienen cemento las que alcanzan una mayor temperatura.

Esto se produce por el comportamiento térmico de cada material, en el caso del yeso y de la cal aumentan de temperatura más rápido y luego le cuesta más perder el calor, mientras que las probetas que se realizaron con cemento y cemento-cal son más cambiantes, acoplándose antes a las condiciones atmosféricas, haciéndolo un material frío por la noche y caliente durante el día.



En el momento en el que las condiciones superficiales del enlucido varían, ya sean por medio de pintura plástica o a la cal los resultados del ensayo ya no son los mismos.

Cuando se aplica pintura plástica la forma de calentarse y enfriarse ya no es fiel al resultado anterior cuando no tenía ningún tipo de pintura, en este caso las temperaturas de todos los materiales se comportan de modo parecido. Al igual que ocurría antes en las horas de máxima radiación sigue habiendo un aumento de temperatura en las muestras que contienen cemento pero no es tan elevado.

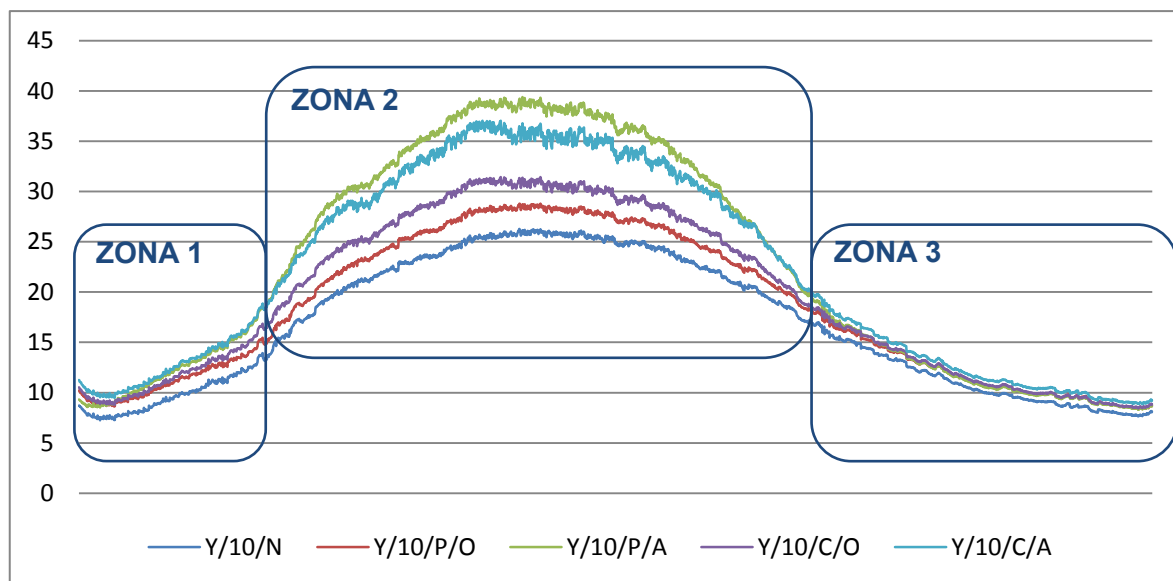
En cuanto al comportamiento entre los dos colores de pintura plástica el comportamiento es prácticamente el mismo en los dos casos, pero si cabe destacar que la temperatura máxima que alcanza el color almagra es mucho más elevada que el ocre, en las mismas franjas horarias llegan a haber más de 10°C de diferencia debido a la tonalidad del color.

En el uso de la pintura a la cal no se puede determinar ninguna diferencia aparente entre los materiales empleados, las gráficas representadas por los datos son prácticamente iguales tanto en la variante de color ocre como la almagra. Como único dato de relevancia se puede decir que las temperaturas alcanzadas por la pintura a la cal son levemente inferiores que las producidas por la pintura plástica.

### Comportamiento según el tipo y color de la pintura

Como primer análisis de esta parte del estudio y viendo el comportamiento de las muestras, cabe destacar la existencia de una clara diferenciación entre los colores empleados, habiendo un gran salto de temperatura entre el color ocre y la almagra.

En particular, en las probetas de yeso y cal, se analizaran en conjunto ya que el comportamiento es el mismo en ambos casos. En el comienzo del estudio la progresión es bastante parecida en todos los casos aunque vemos como el hecho de que no tenga ningún tipo de pintura afecta a la temperatura en unos 2°C al comienzo del día (zona 1). Según avanza el estudio se aprecia un aumento en las muestras que tienen pinturas de color almagra (zona 2) desmarcándose claramente del resto que mantienen una temperatura más baja, creándose diferencias de hasta 10°C.



Al final del día (zona 3) se vuelve a ver como se agrupan de nuevo las gráficas, esto nos indica que en horas en la que la radiación solar comienza a escasear el comportamiento de todas ellas es muy parecido pero en el periodo de radiación solar algunas se desmarcan con respecto al resto.



Por otro lado al igual que ocurría en los casos de yeso y cal ocurre lo mismo con las muestras de cemento y cemento-cal. Las muestras que contienen cemento mantienen una diferenciación mucho menor entre las probetas pintadas con pintura de color ocre siendo prácticamente iguales y muy diferenciadas de las que están pintadas con color almagra.

Las temperaturas alcanzadas dependiendo del material es casi la misma, alcanzando una temperatura máxima de 38°C en las probetas de yeso y cal y de 40°C en las de cemento y cemento-cal en las muestras de 10mm. Mientras que en el espesor 15mm se han alcanzado 41°C en las de yeso y cal y de 43°C en las de cemento y cemento-cal.

Un dato relevante que se muestra en la gráfica anterior es que el comportamiento entre la pintura plástica y la pintura a la cal no es homogéneo, este fenómeno se da en todas las gráficas sin importar el material del enlucido, en ellas se aprecia como la gráfica que menos temperatura tiene es la plástica de color ocre, seguida por la de cal de color ocre, la de cal de color almagra y por último con mayor temperatura la plástica de color almagra. Con esta secuencia se hace raro que las temperaturas alcanzadas por las muestras con pintura a la cal se encuentran entre medias de las dos gráficas de las que están pintadas con pintura plástica.

### **Comportamiento según es espesor del enlucido**

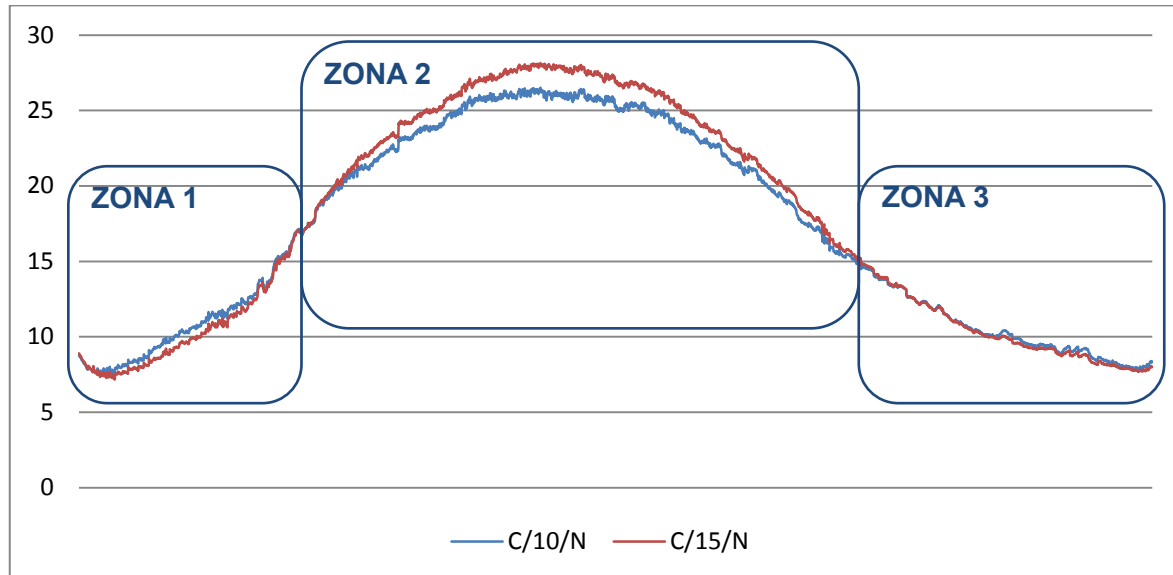
Antes de entrar en la conclusión del estudio es necesario dejar constancia de que las probetas denominadas 10mm y 15mm en realidad lo que se ha buscado es que un enlucido sea aproximadamente el doble que el otro, para ello las muestras se mueven entre un intervalo de 0,8 – 1 cm y 1,5 – 1,7 cm, con ello se busca comprobar que aumento de temperatura se produce al doblar el espesor del enlucido.

Una vez realizado el estudio se ha podido demostrar que, el espesor del enlucido si influye en el comportamiento térmico que este tiene durante el proceso. En un primer momento (zona1) las muestras de 10mm aumentar más rápido de temperatura que las de 15mm, esto es debido que al tener menos volumen de mortero el tiempo que transcurre para calentarse es menor por lo que enseguida aumenta de temperatura. En las muestras de 15mm este aumento es progresivo según va penetrando el calor a lo largo del mortero.

En el momento en que la temperatura de la muestra de 15mm se iguala con la de 10mm (zona 2) se produce un aumento mucho mayor de las muestras de mayor espesor debido a que al tener mayor volumen hay más espacio para albergar ese calor y el diferencial de temperatura entre la cara expuesta y la cara más interna del enlucido puede ser mayor por la cantidad de masa que tiene entre ellas.

Cuando la radiación solar comienza a descender y con ellos las temperaturas, se produce un descenso progresivo de los dos tipos de espesores hasta llegar un punto en el que la temperatura superficial se iguala en ambos casos (zona 3).

Una vez que la radiación solar desaparece las dos muestras se comportan del mismo modo ya que la temperatura superficial que es la que nosotros medimos se empieza a equiparar con la ambiental hasta llegar a igualarse.



En cuanto a la diferencia de temperatura que se produce dependiendo del tipo de material empleado, hemos de decir que no es mucha la diferencia existente entre ellos. En los casos en que las muestras no están pintadas o están pintadas con pintura ocre la diferencia de temperatura entre espesores no supera los 2°C, mientras que cuando se trata de pintura color almagra se producen mayores diferencias de temperatura entre ellos.

Cuando la pintura empleada es plástica de color almagra se llegan a alcanzar diferencias de temperatura de 3°C, en cambio en el caso en el que la pintura es a la cal la diferencia de temperatura es mayor, llegando a alcanzad los 5°C de diferencia.

Con todo lo anteriormente expuesto en el hipotético casos en el que por las condiciones del edificio la reforma nos permita sustituir el revestimiento y las condiciones que queramos adquirir sean de una captación de radiación máxima, según los valores obtenidos la mejor combinación es la de revestimiento de cemento de 15mm de espesor con un acabado final de pintura plástica de color almagra, si bien el uso del cemento y la pintura plástica no son del todo recomendables en edificaciones patrimoniales si los criterios de intervención son conservadores.

Si lo que deseamos es mantener unos criterios conservacionistas, los materiales empleados deben ser el yeso o la cal ya que su comportamiento es muy parecido, el espesor es recomendable el de 15mm y el tipo de pintura debe ser a la cal, el color elegido dependerá del aspecto deseado pero el color almagra al tener mayor captación de radiación aumenta más de temperatura.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**



## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1 MONOGRAFÍA

**Andrea Palladio, V.** (1797) *Los cuatro libros de arquitectura*, Traducido y comentado por Joseph Ortiz y Sanz. Madrid. Imprenta Real

**Aznar, J.B.; Pitarch, A.M. y J.M. Valiente** (2010) *Materiales de construcción: Yesos, Cales y Cementos: Fundamentos*. Valencia. Editorial Universidad Politécnica de Valencia

**Bacón, E.** (1988) *Historia de las Civilizaciones*. Madrid. Alianza Editorial/Labor

**Barahona Rodríguez, C.** (1992) *Revestimientos Continuos en la Arquitectura Tradicional Española*. Madrid. Ministerio de Obras Públicas y Transportes Dirección General para la Vivienda y Arquitectura

**Barberot, E.** (1927) *Tratado práctico de Edificación*, Traducido y comentado por Lino Álvarez Valdés. Barcelona. Editor Gustavo Gili

**Bordils, X.; Seva, S.** (1999) *El color en la arquitectura tradicional valenciana*. Valencia. Editorial Bancaja

**Caparrós, L.M.; Giménez, R. y C. Vivó** (2001) *La Cal y el Yeso: Revestimientos continuos en la arquitectura tradicional valenciana*. Valencia. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Valencia

**De Fontenay, M.** (1858) *Novilísimo manual práctico de las Construcciones rústicas*, Traducido y comentado por Joseph Ortiz y Sanz. Madrid. Calleja, López y Rivadeneyra Editores

**Fernández Cánovas, M.** (2007) *Hormigón*. Madrid. Editorial Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

**Garate Rojas, I.** (1999) *Artes de los yesos. Yesería y Estucos*. Madrid. Editorial Munilla-Lería

**Garate Rojas, I.** (2002) *Artes de la Cal*. Madrid. Editorial Munilla-Lería

**García, A.; Llopis, J.; Torres, A. y R. Villaplana** (2012) *El color de Valencia el centro histórico*. Valencia. LAIMPRESA CG

**Gran Enciclopedia Larousse.** (1975) *Gran Enciclopedia Larousse*. 3ª edición. Barcelona. Editorial Planeta

**Ministerio de Fomento.** (2009) *Instrucción de Hormigón Estructural. EHE-08*. 2ª edición. Madrid. Editorial Centro de Publicaciones Secretaria General Técnica del Ministerio de Fomento

**Real Academia Española.** (2014) *Diccionario de la lengua española*. 23ª edición. Madrid. Real Academia Española

**Rubio Domene, R.** (2011) *Yeserías de la Alhambra: Historia, Técnica y Conservación*. Granada. Editorial Universidad de Granada

**Valea Pérez, A.; Alonso Girón, J.M.** (1998) *Radiación infrarroja y ultravioleta: tecnología y aplicación*. Madrid. Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España D.L.

**Vitruvio Polión, M.** (1583) *De arquitectura*, Traducido y comentado por Miguel Urrea. Alcalá de Henares. Imprenta Juan Gracián

**Vitruvio Polión, M.** (1787) *Los diez libros de arquitectura*, Traducido y comentado por Joseph Ortiz y Sanz. Madrid. Imprenta Real

**Vollmer, M.; Möllmann, K.P.** (2013) *Termografía infrarroja. Fundamentos, investigación y aplicaciones*, Traducido por Rafael Royo Pastor. Valencia. Editorial Universidad Politécnica de Valencia

## 6.2 FUENTES DOCUMENTALES

**Cusidó, J.A.; Devant, M. y J. Riba** (1996) “Aplicación de la termografía infrarroja y la espectrorradiometría en el estudio del deterioro del patrimonio arquitectónico nacional”. *Informes de la Construcción*. Vol. 48, nº 443. Mayo/Junio 1996. Pp. 15-26

**La Espina, V.** (2011) *Los enlucidos históricos externos en la valencia intramuros: estudio y caracterización*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

**La Espina, V. et al.** (2011 y 2012) “La aplicación de un sistema de información geográfica (SIG) para la conservación del patrimonio arquitectónico: El estudio de los revestimientos continuos tradicionales del centro histórico de Valencia”. *Revista ARCHÉ (Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia)*. Vol. 6 y 7. Pp. 323-332

**López Matéu, V.** (2014) *Apuntes asignatura Técnicas de Intervención*. Master Oficial en Conservación del Patrimonio Arquitectónico. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

**Miján, R.; Zalbidea, M<sup>a</sup>. A. y J. Serra** (2011 y 2012) “Revestimientos continuos tradicionales en el primer ensanche de la ciudad de Valencia”. *Revista ARCHÉ (Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia)*. Vol. 6 y 7. Pp. 293-302

**Sanz Arauz, D.** (2007) “Hornos tradicionales de yeso para construcción”. *Revista electrónica Recopar*. Vol. 5. Abril/Diciembre 2007. Pp. 76-84

**Sanz Arauz, D.** (2009) *Análisis del yeso empleado en revestimientos exteriores mediante técnicas geológicas*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

**Snow, J.; Torney, C.** (2014) "Lime Mortars in Traditional Buildings". Historic Scotland. *National Conservation Centre*. Febrero 2014.

**Tormo Esteve, S.** (2010) *Metodología de aplicación de la termografía para inspección y diagnóstico de materiales y sistemas constructivos de edificios históricos*. Proyecto final de carrera. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

**Zalbidea, M<sup>a</sup>. A.; San Marín, A.** (2011 y 2012) "El uso de la pintura a la Cal: Ventajas e inconvenientes de su aplicación (con aditivos como la caseína y el aceite) sobre morteros tradicionales". *Revista ARCHÉ (Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia)*. Vol. 6 y 7. Pp. 505-513

**Tormo Esteve, S.** (2014) *Apuntes asignatura Legislación, Economía y Ejecución de obras de construcción*. Master Oficial en Conservación del Patrimonio Arquitectónico. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

**Tormo Esteve, S.** (2014) *Apuntes asignatura Técnicas Constructivas y Materiales para la Conservación*. Master Oficial en Conservación del Patrimonio Arquitectónico. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

## 6.3 NORMATIVA

**UNE-EN 932-1:1997** Ensayos Para Determinar Las Propiedades Generales De Los Áridos. Parte 1: Métodos De Muestreo. (1997).

**UNE-EN 932-2:1999** Ensayos para Determinar las Propiedades Generales de los Áridos. Parte 2: Métodos para la Reducción de Muestras de Laboratorio. (1999).

**UNE-EN 932-5:2000** Ensayos para Determinar las Propiedades Generales de los Áridos. Parte 5: Equipo Común y Calibración. (2000).

**UNE-EN 933-2:1996** Ensayo para Determinar las Propiedades Geométricas de los Áridos. Parte 2: Determinación de la Granulometría de las Partículas. Tamices de Ensayo, Tamaño Nominal de las Aberturas. (1996).

**UNE-EN 933-2/1M:1999** Ensayos para Determinar las Propiedades Geométricas de los Áridos. Parte 2: Determinación de la Granulometría de las Partículas. Tamices de Ensayo, Tamaño Nominal de las Aberturas. (1999).

**UNE-EN 998-1:2010** Especificaciones de los Morteros para Albañilería. Parte 1: Morteros Para Revoco y Enlucido. (2010).

**UNE-EN 1015-2:1999** Métodos De Ensayo De Los Morteros Para Albañilería. Parte 2: Toma De Muestra Total De Morteros y Preparación De Los Morteros Para Ensayo. (1999).

**UNE-EN 1015-2:1999/A1:2007** Métodos de Ensayo de los Morteros para Albañilería. Parte 2: Toma de Muestra Total de Morteros y Preparación de los Morteros para Ensayo. (2007).

**UNE-EN 1097-6:2001** Ensayos Para Determinar Las Propiedades Mecánicas y Físicas De Los Áridos. Parte 6: Determinación De La Densidad De Partículas y La Absorción De Agua. (2001).

**UNE-EN 1097-6/AC:2003** Ensayos Para Determinar Las Propiedades Mecánicas y Físicas De Los Áridos. Parte 6: Determinación De La Densidad De Partículas y La Absorción De Agua. (2003).

**UNE-EN 1097-6:2001/A1:2006** Ensayos para Determinar las Propiedades Mecánicas y Físicas de los Áridos. Parte 6: Determinación de la Densidad de Partículas y la Absorción de Agua. (2006).

**UNE-EN ISO 1513:2010** Pinturas y Barnices. Examen y Preparación de las Muestras para Ensayo. (ISO 1513:2010). (2010).

**UNE-EN ISO 1514:2006** Pinturas y Barnices. Probetas Normalizadas para Ensayo. (ISO 1514:2004), (2006).



# ÍNDICE DE FIGURAS



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pintura egipcia al fresco	12
Figura 2: Templo griego decorado	12
Figura 3: Yesería islámica de la Alhambra (Granada)	14
Figura 4: Composición de la pasta y mortero	15
Figura. 5: Árido silíceo	17
Figura. 6: Árido arcilloso	17
Figura. 7: Árido puzolánico	17
Figura 8: Producción de la Cal	18
Figura 9: Horno artesanal.	19
Figura 10: Horno industrial continuo. (Fuente: <a href="http://www.alibaba.com">www.alibaba.com</a> )	19
Figura 11: Ciclo de la Cal	19
Figura 12: Composición de la Cal	21
Figura 13: Designación de las Cales de construcción	22
Figura 14: Mapas de los depósitos yesíferos de la Península Ibérica. (Sanz, 2009)	23
Figura 15: Proceso de fabricación del Yeso	25
Figura 16: Horno Circular.(Aznar et al, 2010)	25
Figura 17: Four Culée.	25
Figura 18: Horno de Caldera. (Aznar et al, 2010)	26
Figura 19: Horno de Marmita. (Aznar et al, 2010)	26
Figura 20: Horno Rotatorio.	26
Figura 21: Ciclo de la Cal	27
Figura 22: Yeso envasado en saco. (Fuente: <a href="http://www.yesosdiezibanez.com">www.yesosdiezibanez.com</a> )	28
Figura 23: Designación de los Yesos de construcción	30
Figura 24: Proceso de fabricación del Cemento	32
Figura 25: Preparación de la pasta por vía húmeda	33
Figura 26: Preparación de la pasta por vía seca	34

Figura 27: Gama de pigmentos minerales	35
Figura 28: Enfoscado	37
Figura 29: Revoco	38
Figura 30: Estuco	39
Figura 31: Acabado estuco	40
Figura 32: Revoco liso o bruñido	40
Figura 33: Revoco liso lavado	41
Figura 34: Revoco liso estucado	41
Figura 35: Revoco rugoso pétreo	42
Figura 36: Revoco rugoso rústico o labrado	42
Figura 37: Revoco rugoso a la martellina o abujardado	43
Figura 38: Revoco rugoso picado	43
Figura 39: Revoco imitación de fábrica de ladrillo	44
Figura 40: Revoco avitolado	45
Figura 41: Esgrafiado	46
Figura 42: Pintura al fresco	46
Figura 43: Espectro electromagnético (longitud de onda $\lambda$ en metros)	47
Figura 44: Delimitación de fachadas mediante el color	49
Figura 45: Paleta de colores empleados en la C.V. (Bordils y Seva, 1999)	50
Figura 46: Plano de la Ciudad de Valencia 1808	51
Figura 47: L' Horta de Valencia	51
Figura 48: Barraca valenciana	52
Figura 49: Alquilería típica valenciana	52
Figura 50: Vivienda policroma valenciana	53
Figura 51: Vivienda policromada en núcleo urbano con pretil	53
Figura 52: Paleta de colores de los azulejos de L' Horta (Bordils y Seva, 1999)	54
Figura 53: Paleta de colores de los zócalos de L' Horta (Bordils y Seva, 1999)	54

Figura 54: Paleta de colores de las fachadas de L' Horta (Bordils y Seva, 1999)	54
Figura 55: Cuerpo y esquema de la carta de color del Sistema Munsell	55
Figura 56: Paleta de tonos ocre de la ciudad de Valencia (Bordils y Seva, 1999)	56
Figura 57: Paleta de tonos almagra de la ciudad de Valencia (Bordils y Seva, 1999)	56
Figura 58: Paleta de tonos azul claro de la ciudad de Valencia (Bordils y Seva, 1999)	56
Figura 59: Paleta de tonos verde claro de la ciudad de Valencia (Bordils y Seva, 1999)	56
Figura 60: Tipos de ondas electromagnéticas (Vollmer y Möllmann, 2013)	58
Figura 61: Vista expansiva del infrarrojo térmico (Vollmer y Möllmann, 2013)	58
Figura 62: Transferencia de calor por conducción	59
Figura 63: Transferencia de calor por convección	60
Figura 64: Resumen de transferencia de calor	61
Figura 65: Imagen con escala de gradiente térmico	63
Figura 66: Imagen infrarroja medida con área	64
Figura 67: Imagen infrarroja medida con punto	64
Figura 68: Imagen en paleta de colores rojos	64
Figura 69: Imagen en paleta de colores iris	64
Figura 70: Imagen con intervalo de isoterma	65
Figura 71: Imagen sin ajuste térmico	65
Figura 72: Imagen con ajuste térmico	65
Figura 73: Imagen con perfil de temperatura P1	66
Figura 74: Perfil de temperatura P1	66
Figura 75: Imagen infrarroja	67
Figura 76: Imagen real	67
Figura 77: Fusión de imágenes	67
Figura 78: Gráfico del tipo de mortero en los enlucidos de Valencia (La Espina, 2011)	71
Figura 79: Grafico de la tipología de fachadas en los edificios de Valencia	72
Figura 80: Cal Pascual ( <a href="http://www.calespascual.com">www.calespascual.com</a> )	74

Figura 81: Yeso Placo Sain-Gobain Longips ( <a href="http://www.placo.es">www.placo.es</a> )	74
Figura 82: Cemento Cemex ( <a href="http://www.cemex.es">www.cemex.es</a> )	75
Figura 83: Pigmentos empleados en el estudio	76
Figura 84: Equipos complementarios	77
Figura 85: Acopio de los materiales	80
Figura 86: Pieza cerámica de 20 x 20cm	80
Figura 87: Material para mortero de Cal	81
Figura 88: proceso de elaboración de una probeta	81
Figura 89: Proceso de elaboración de una probeta de Cemento	82
Figura 90: Proceso de elaboración de una probeta de Yeso	82
Figura 91: Proceso de elaboración de una probeta de mortero bastardo	83
Figura 92: Probetas dispuestas para su curado	84
Figura 93: Pintado de las probetas con pintura plástica color ocre	84
Figura 94: Pintado de las probetas con pintura plástica color almagra	84
Figura 95: Proceso de elaboración del blanco de cal	85
Figura 96: Proceso de elaboración de la pintura a la cal ocre	85
Figura 97: Proceso de elaboración de la pintura a la cal almagra	85
Figura 98: Pintado de las probetas con blanco de cal y pigmentos	86
Figura 99: Probetas terminadas	86
Figura 100: Proceso de elaboración del cajeadado de porexpán	87
Figura 101: Disposición de las muestras para el ensayo	91
Figura 102: Cámara termográfica tomando datos	91
Figura 103: Software de FLIR durante un análisis	92
Figura 104: Caracterización de emisividad de las muestras	92
Figura 105: Emisividad y Temperatura reflejada de las muestras	93
Figura 106: Temperatura reflejada durante el ensayo	93

**ANEXOS**





## ANEXOS

En el presente anexo se muestran las fichas realizadas de cada de las probetas llevadas a cabo para el estudio de los revestimientos tradicionales.

A cada una de ellas se le ha asignado un código situado en la derecha del encabezado de cada ficha, con el fin de identificar de forma rápida el tipo de conglomerante empleado para el revestimiento, el espesor en milímetros del enlucido, el tipo de pintura y el color de la misma.

Para ello, se ha realizado una composición de letras y números con la siguiente estructura:

### CONGLOMERANTE / ESPESOR DEL ENLUCIDO / TIPO DE PINTURA / COLOR

<p><b>CONGLOMERANTE</b> (letra)</p> <p><b>Y:</b> Yeso  <b>C:</b> Cal  <b>CEM:</b> Cemento  <b>CEM-C:</b> Cemento y Cal</p>	<p><b>ESPESOR DEL ENLUCIDO</b> (número)</p> <p><b>10:</b> 10mm  <b>15:</b> 15mm</p>
<p><b>TIPO DE PINTURA</b> (letra)</p> <p><b>N:</b> Sin pintura  <b>P:</b> Pintura Plástica  <b>C:</b> Pintura a la Cal</p>	<p><b>COLOR DE LA PINTURA</b> (letra)</p> <p><b>O:</b> Ocre  <b>A:</b> Almagra</p>

**Ejemplos: Y/10/P/O; Y/15/C/A; C/10/C/A; C/15/N; CEM/10/N; CEM-C/15/C/O**

El resto de ficha se divide en seis apartados independientes, en ellos se recogen los datos de los materiales empleados para la ejecución de las probetas así como el tratamiento realizado a las imágenes para la extracción de los datos, del mismo modo, una vez recopilados los datos se representa mediante graficas los resultados obtenidos en apartado correspondiente.

## **1\_Datos generales**

Forma parte junto con el código de identificación, muestra los datos necesarios para identificar cuáles son los materiales empleados y característica de la muestra en sí. En él se muestran campos como el tipo de base, espesor de enlucido, tipo de conglomerante, tipo de árido, tipo de recubrimiento, color de la pintura y dosificación.

## **2\_Imagen real de la muestra**

Es un apartado en el que se muestra la fotografía de la muestra obtenida con la cámara fotográfica en la que se ve el aspecto de cada una de las muestras.

## **3\_Desarrollo termográfico de la muestra**

En él se recogen datos obtenidos durante el proceso de estudio de la muestra, tomando como valores representativos los de las horas 7:00, 11:00, 16:00, 20:00 y 24:00 horas, en cada uno de ellos se han tomado los datos de temperatura máxima, mínima y media de cada muestra para así después poderlos realizar una comparación entre ellas.

## **4\_Datos estación meteorológica**

Durante el periodo de medición con la cámara termográfica se ha podido tomar datos con una estación meteorológica situada en el mismo lugar donde se ha realizado el estudio, los datos que se recogen en este apartado son los de temperatura atmosférica, humedad relativa y velocidad del viento, útiles para el estudio del comportamiento de nuestras muestras.

## **5\_Resultados**

Después de obtener todos los datos y con el ciclo de mediciones terminado, se realiza una gráfica en la que se representa la temperatura media de cada una de las probetas en cada periodo de medición, con la cual se ve el proceso evolutivo que se ha producido a lo largo del ciclo.

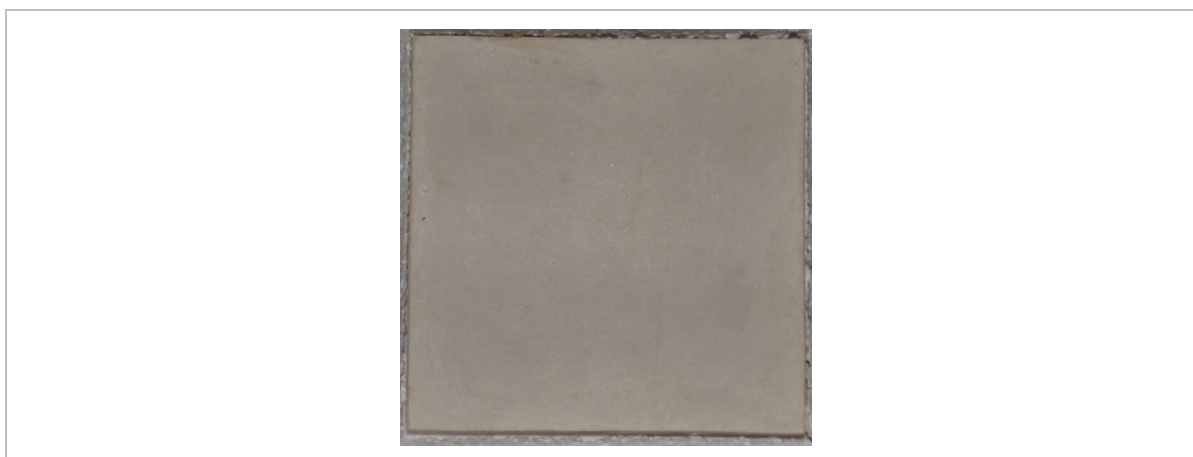
**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**Y/10/N**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Yeso
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	---
Color de la pintura	---
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

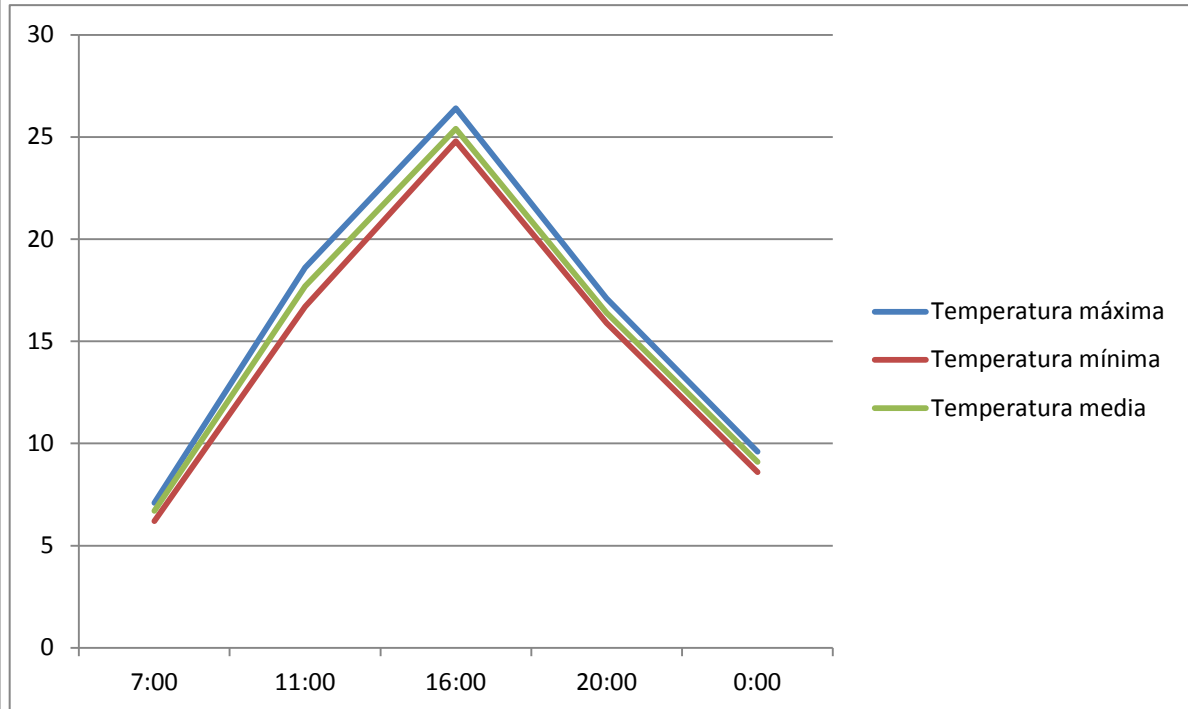
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	7.1	18.6	26.4	17.1	9.6
Temperatura mínima	6.2	16.7	24.8	15.9	8.6
Temperatura media	6.7	17.7	25.4	16.4	9.1

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

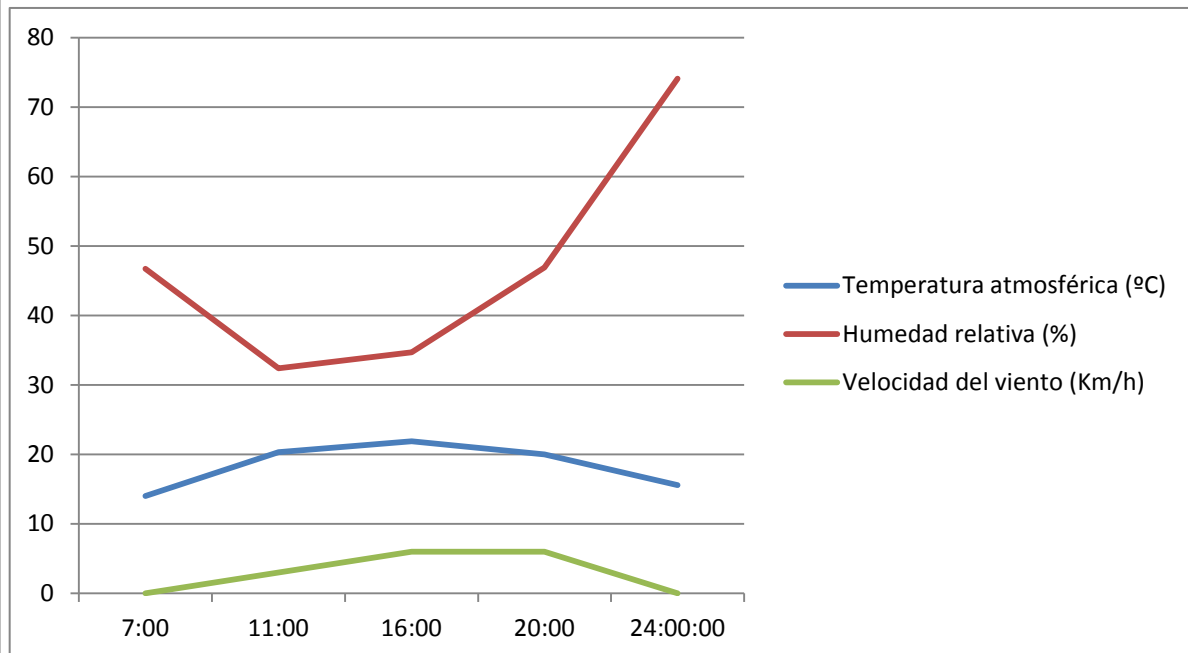
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

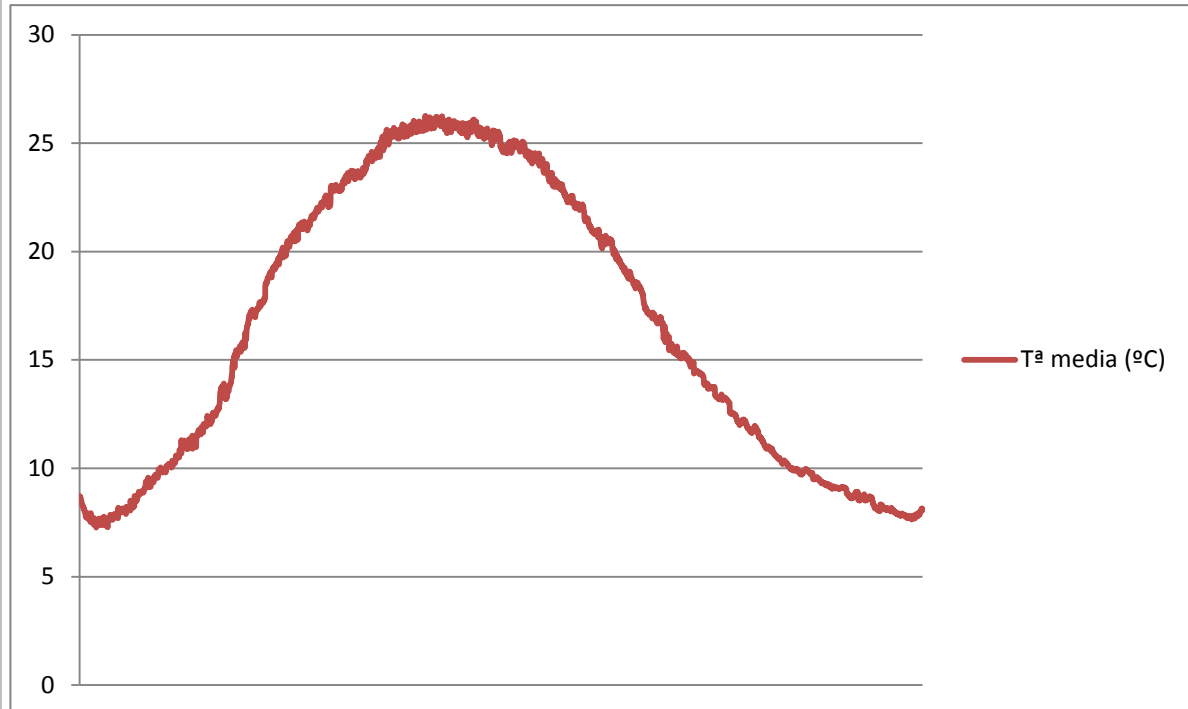


### Datos estación meteorológica

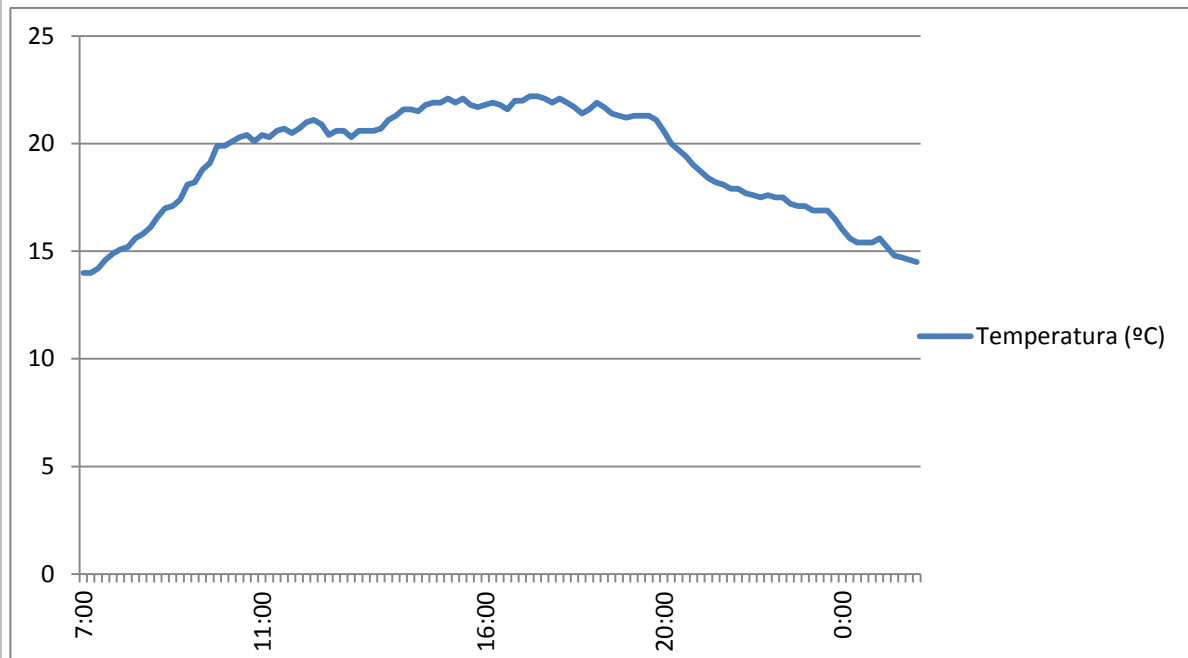


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





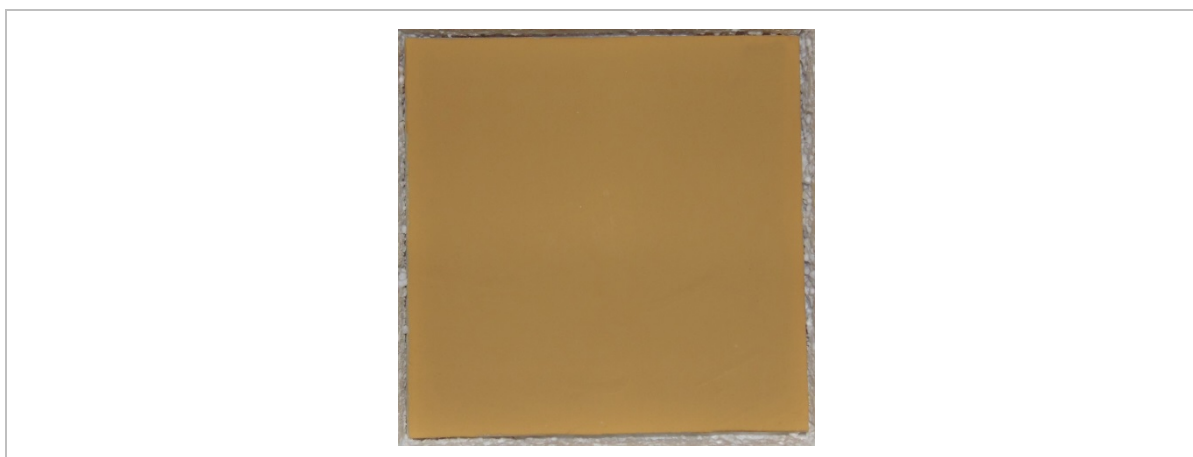
## REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA

Y/10/P/O

### 1\_DATOS GENERALES

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Yeso
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

### 2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA



### 3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA

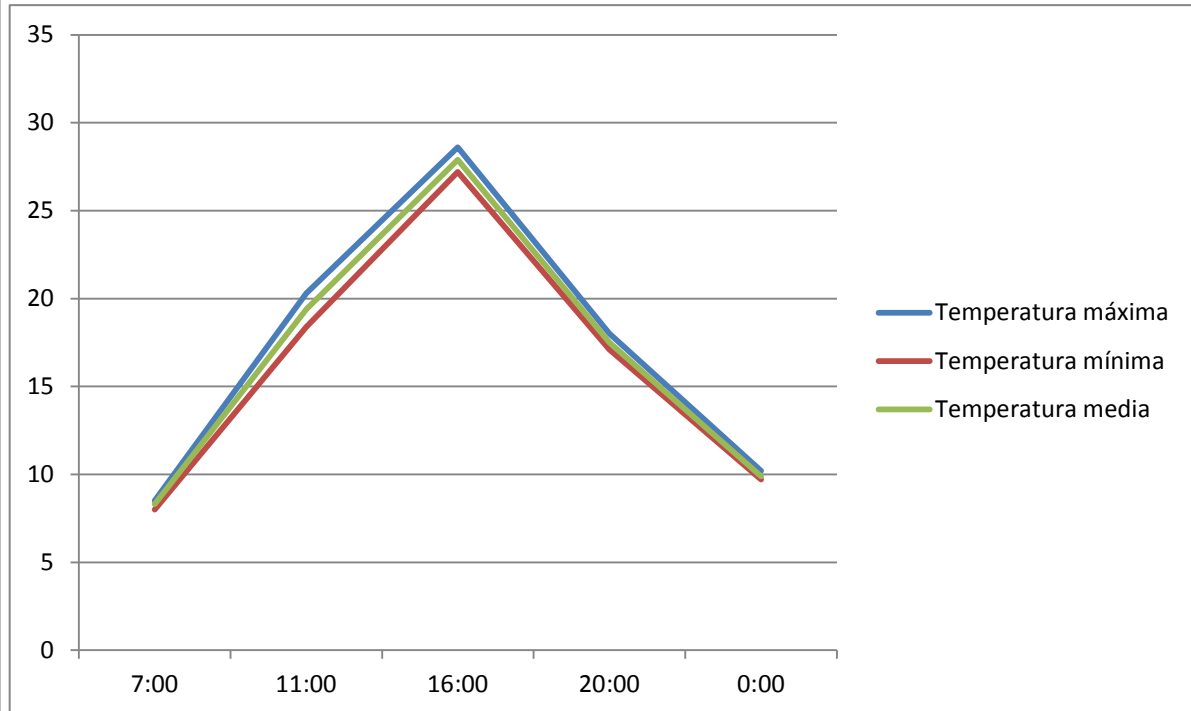
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.5	20.3	28.6	18.0	10.2
Temperatura mínima	8.0	18.4	27.2	17.1	9.7
Temperatura media	8.3	19.4	27.9	17.5	9.9

### 4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA

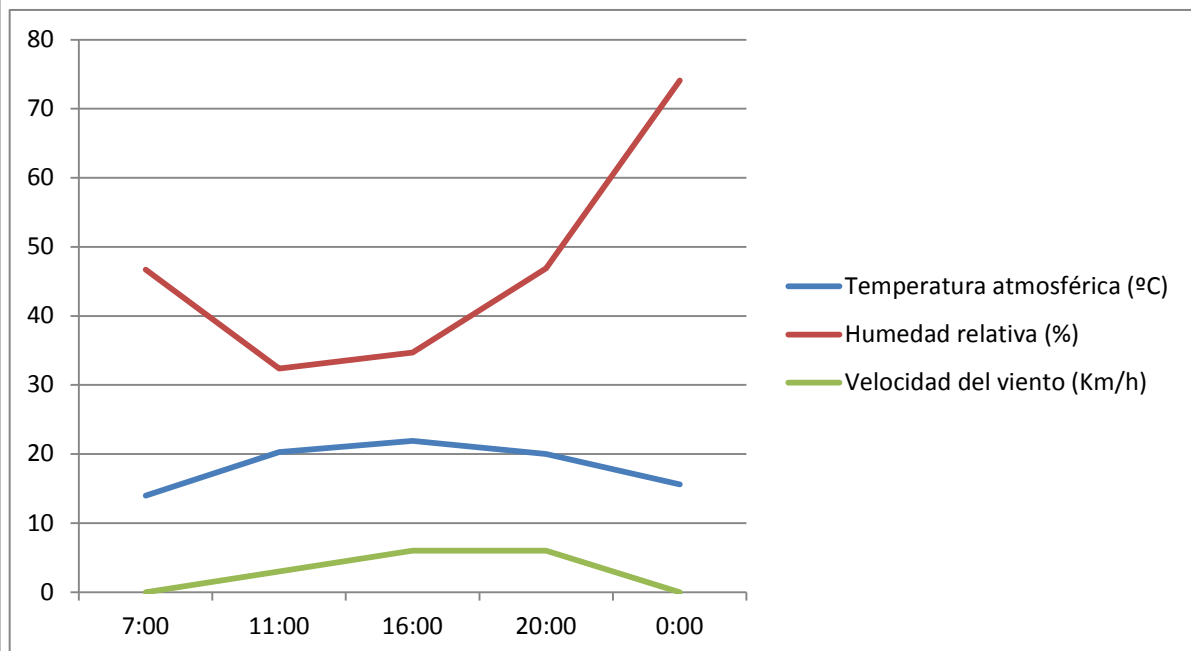
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



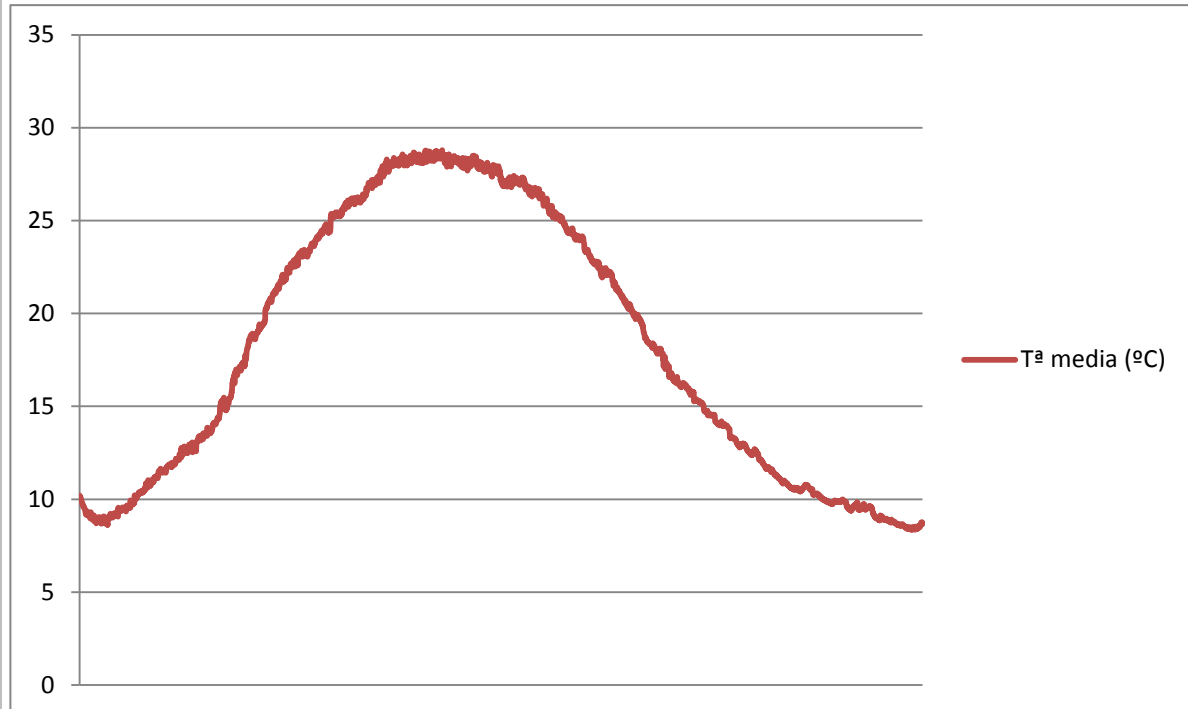
### Datos estación meteorológica



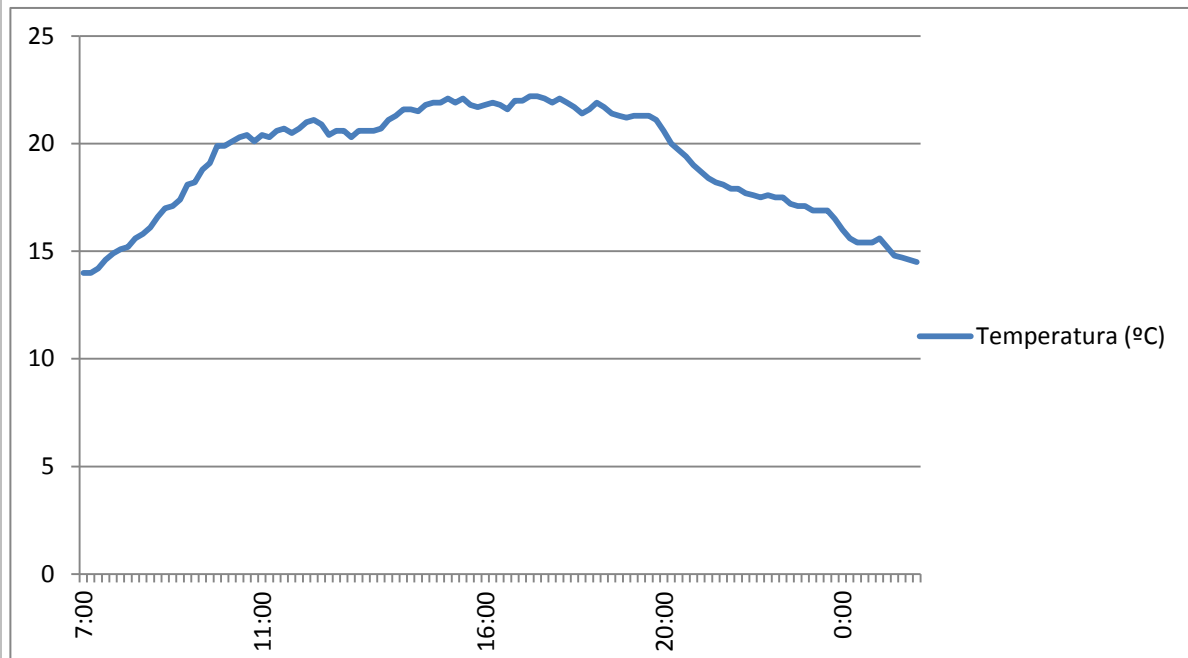


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





## REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA

Y/10/P/A

## 1\_DATOS GENERALES

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Yeso
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

## 2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA



## 3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA

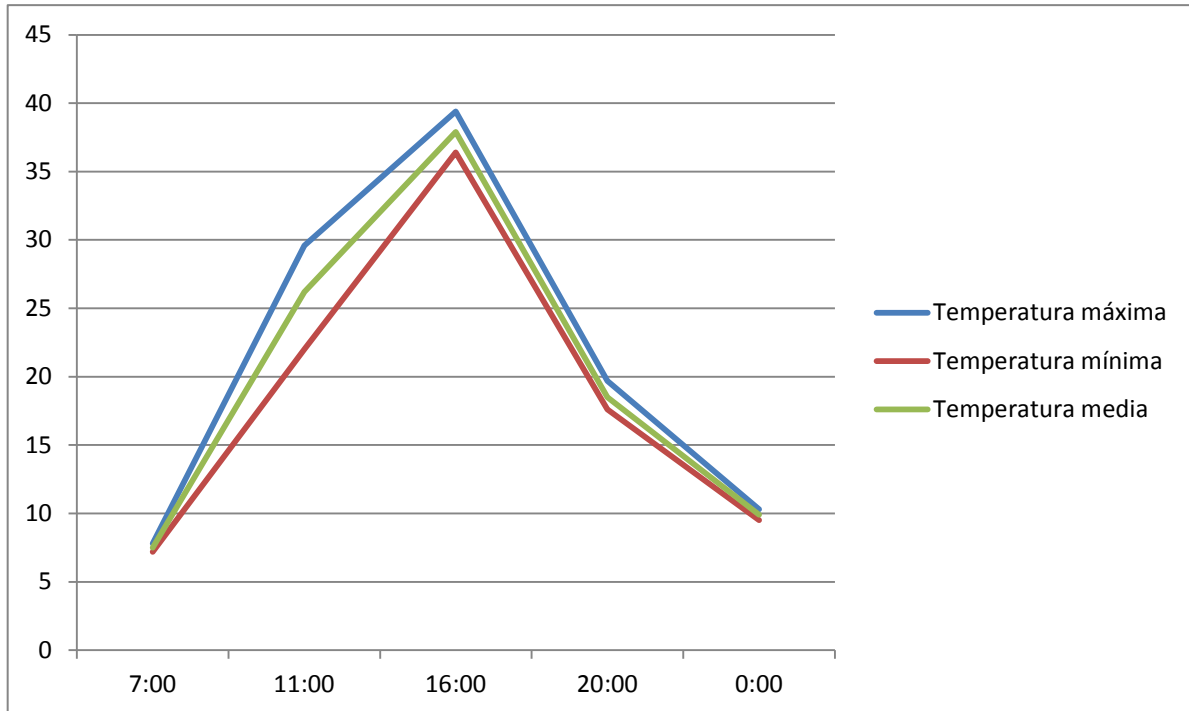
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	7.8	29.6	39.4	19.7	10.3
Temperatura mínima	7.2	22.0	36.4	17.6	9.5
Temperatura media	7.5	26.2	37.9	18.5	9.9

## 4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA

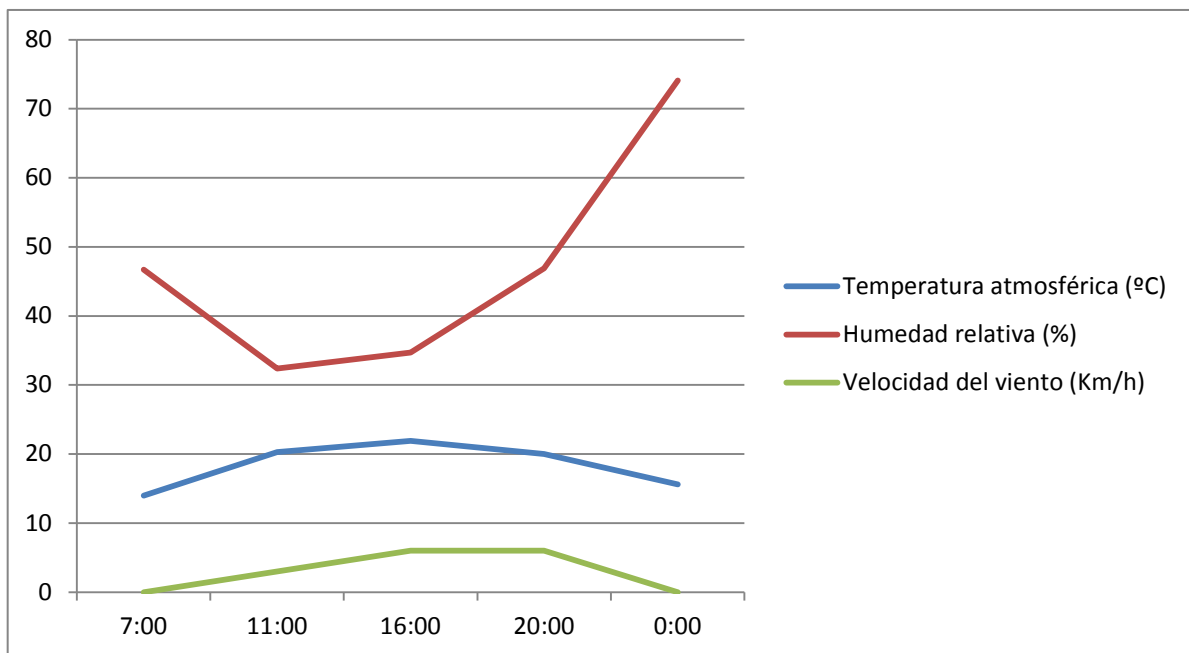
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

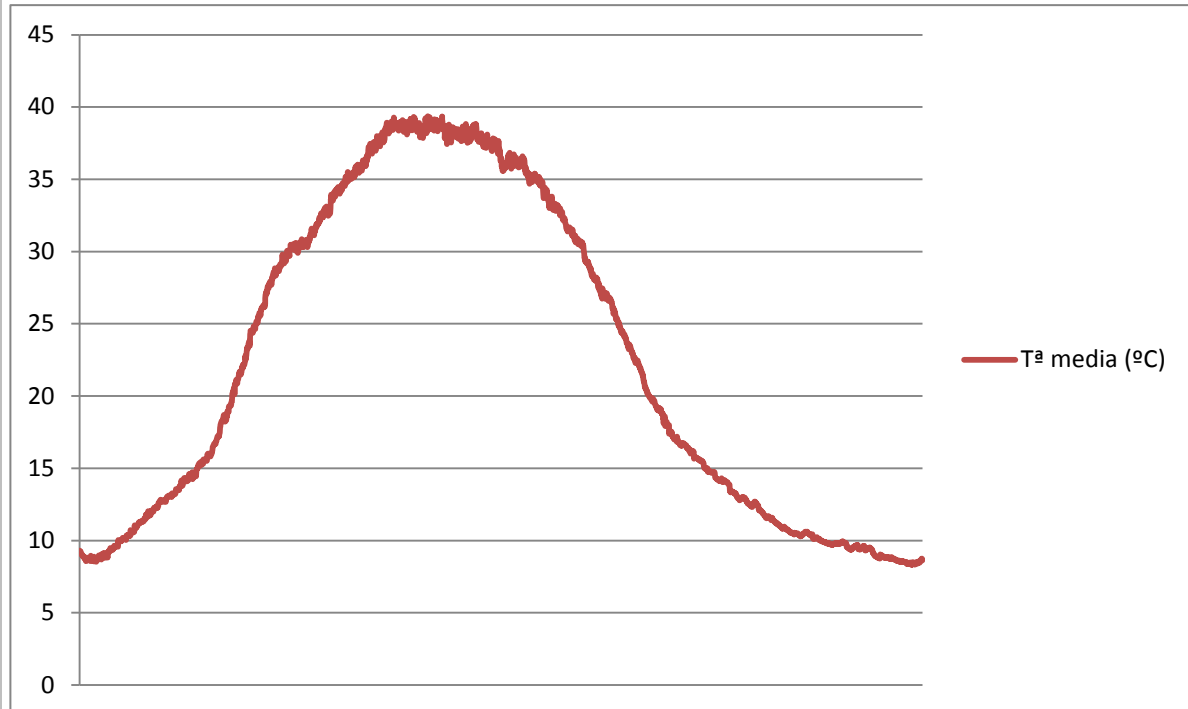


### Datos estación meteorológica

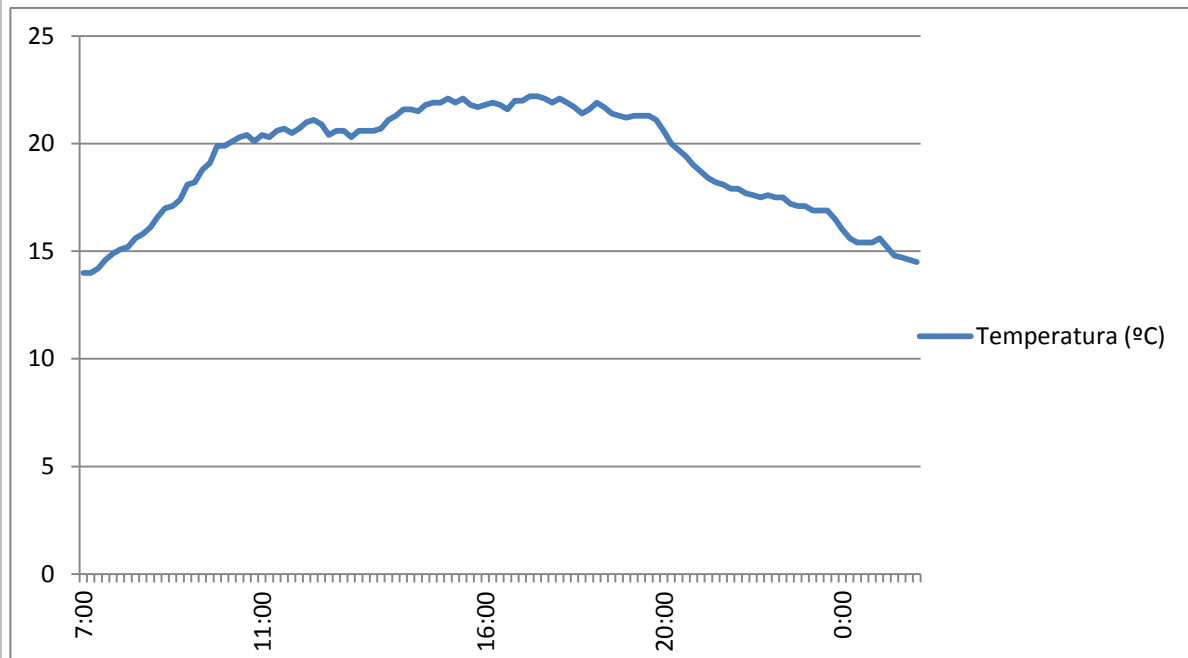


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**Y/10/C/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Yeso
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

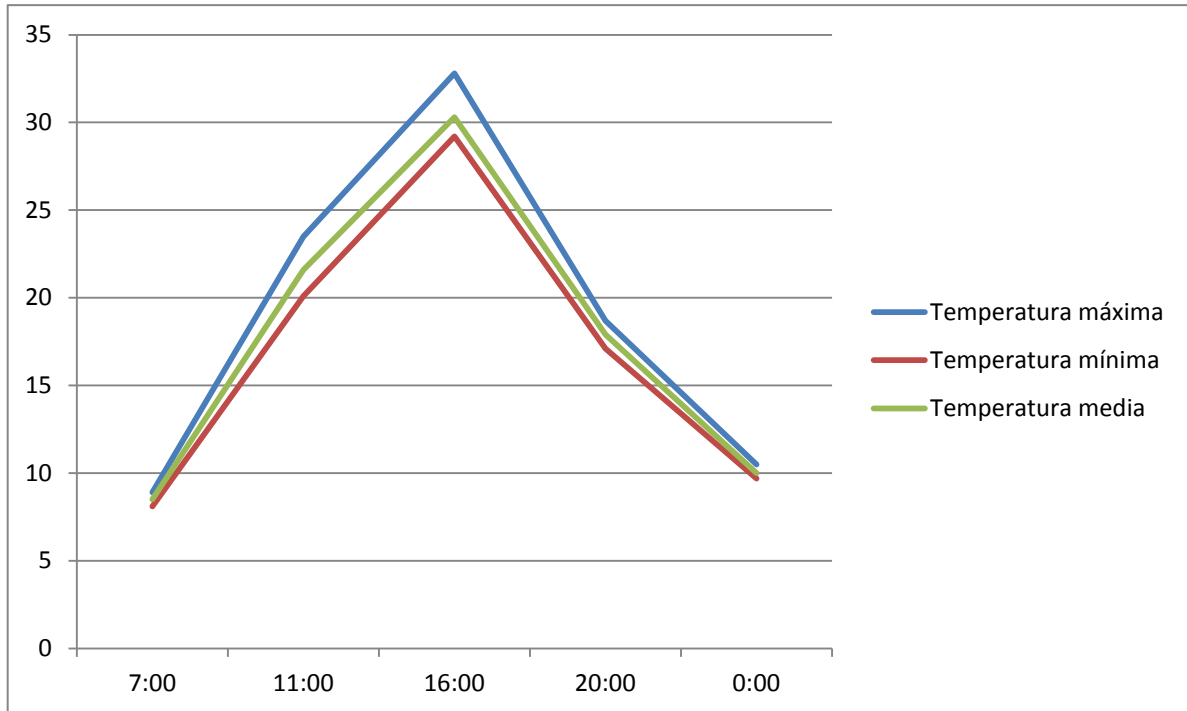
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.9	23.5	32.8	18.7	10.5
Temperatura mínima	8.1	20.1	29.2	17.1	9.7
Temperatura media	8.5	21.6	30.3	17.9	10.0

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

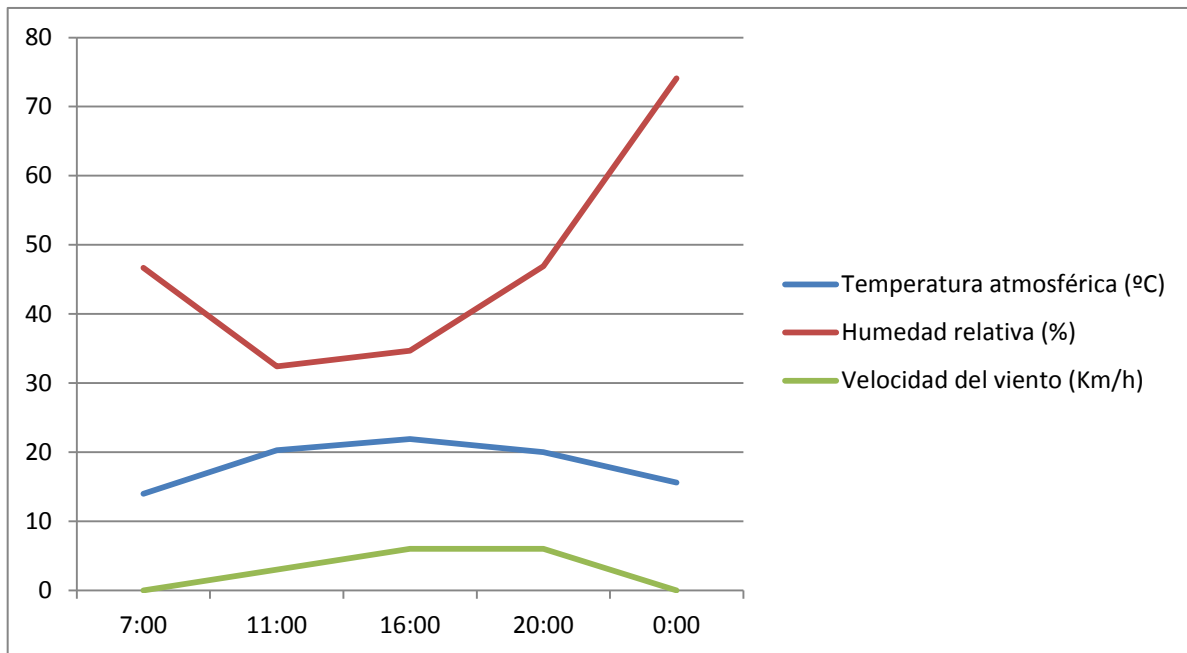
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



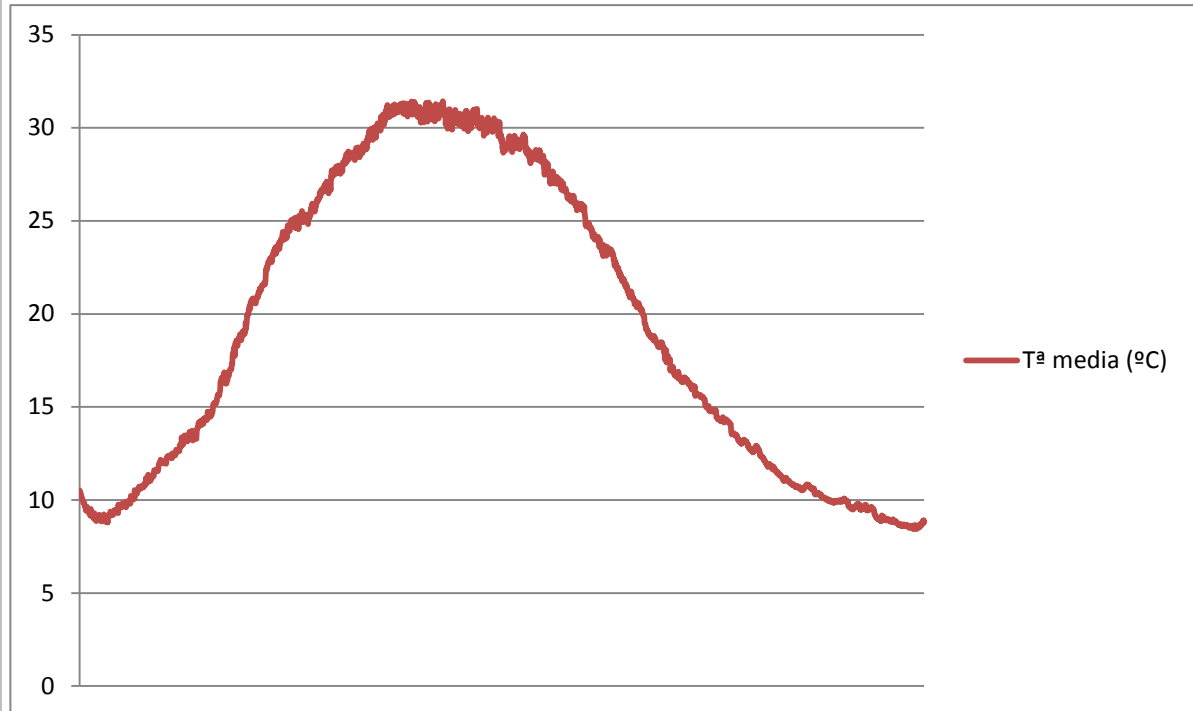
### Datos estación meteorológica



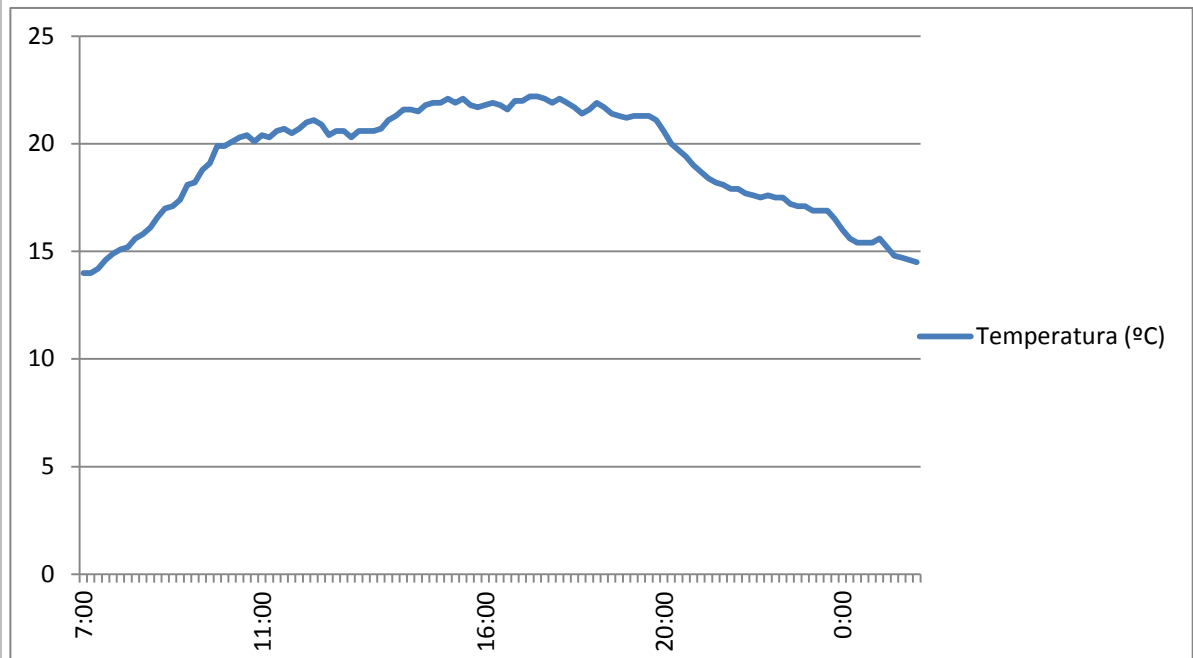


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**Y/10/C/A**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Yeso
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

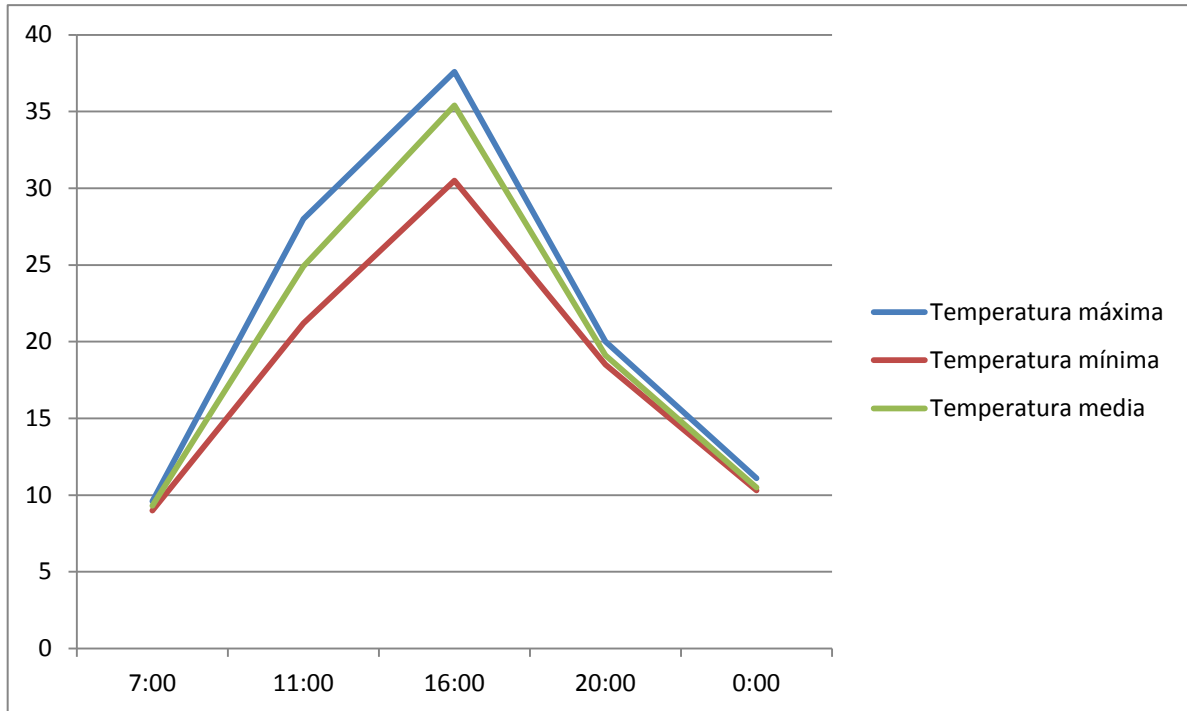
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	9.6	28.0	37.6	20.0	11.1
Temperatura mínima	9.0	21.2	30.5	18.5	10.3
Temperatura media	9.3	24.9	35.4	19.1	10.5

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

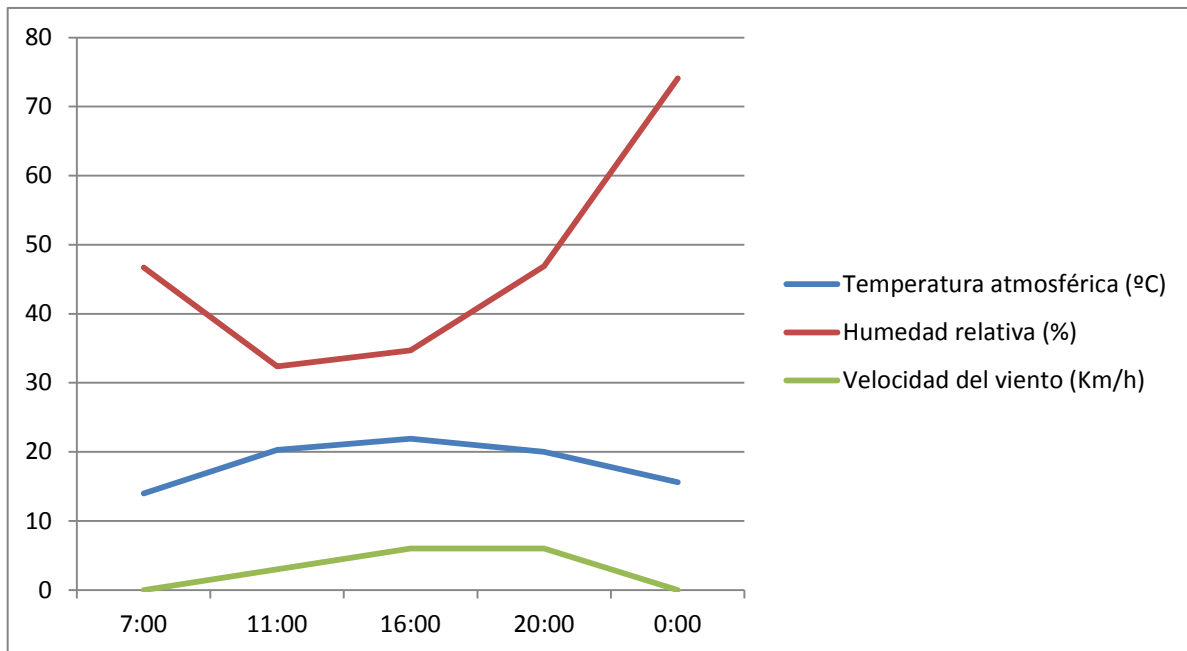
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

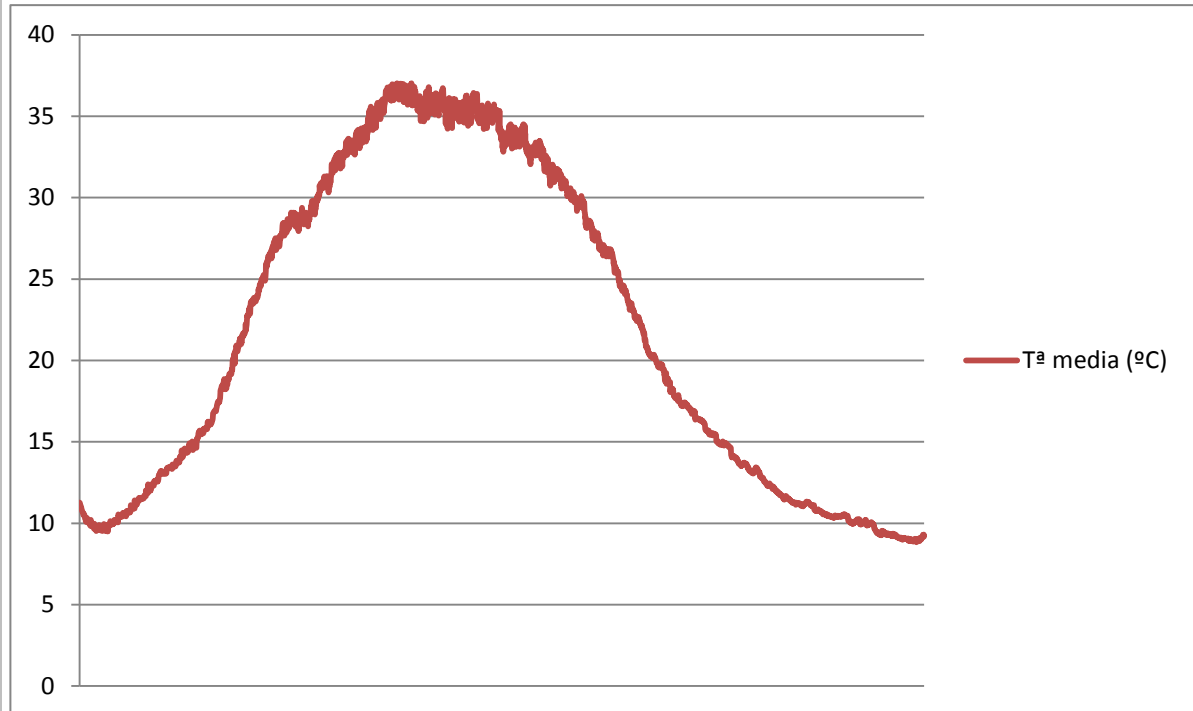


### Datos estación meteorológica

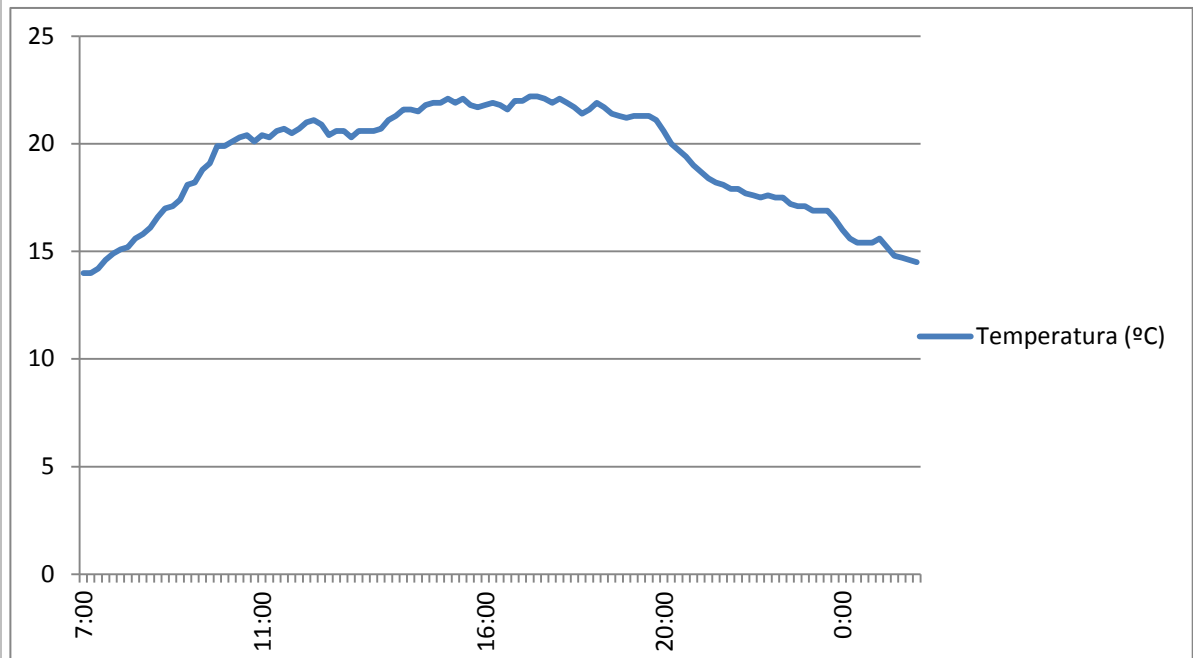


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





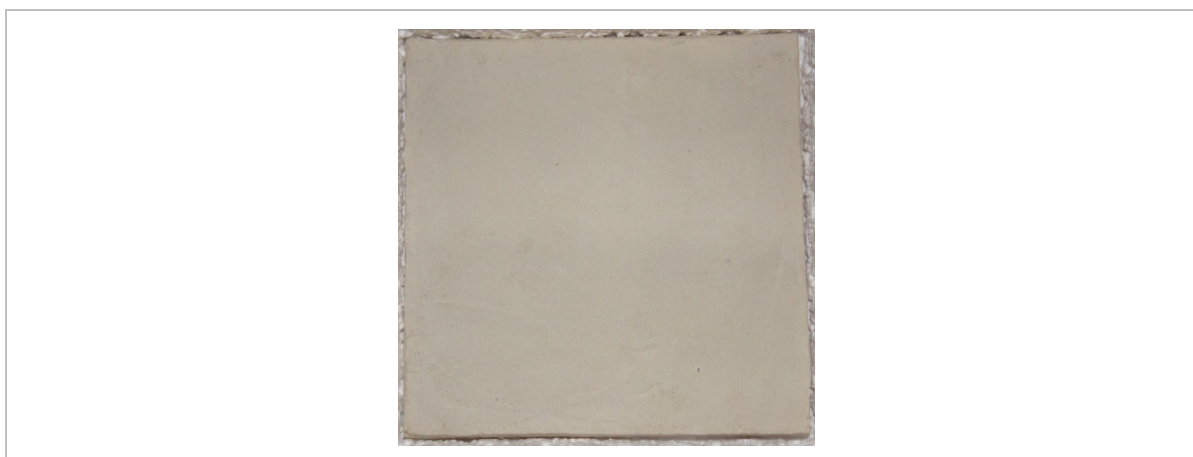
**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**Y/15/N**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Yeso
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	---
Color de la pintura	---
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

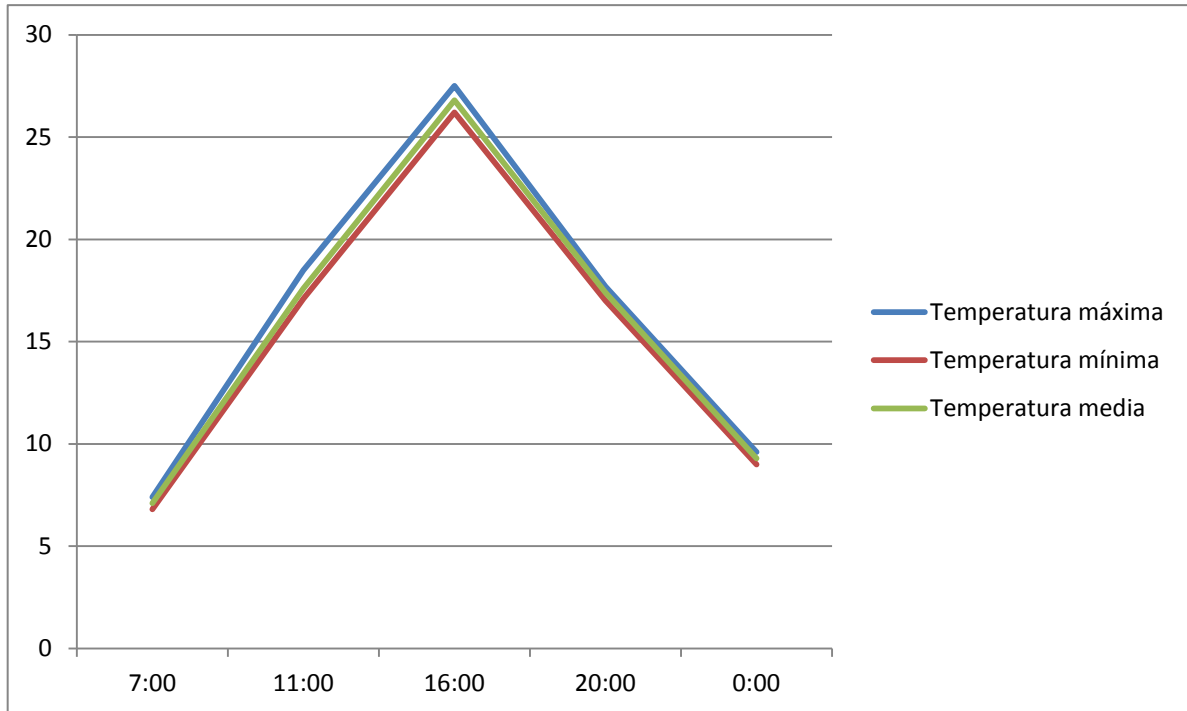
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	7.4	18.5	27.5	17.7	9.6
Temperatura mínima	6.8	17.1	26.2	17.0	9.0
Temperatura media	7.1	17.6	26.8	17.4	9.3

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

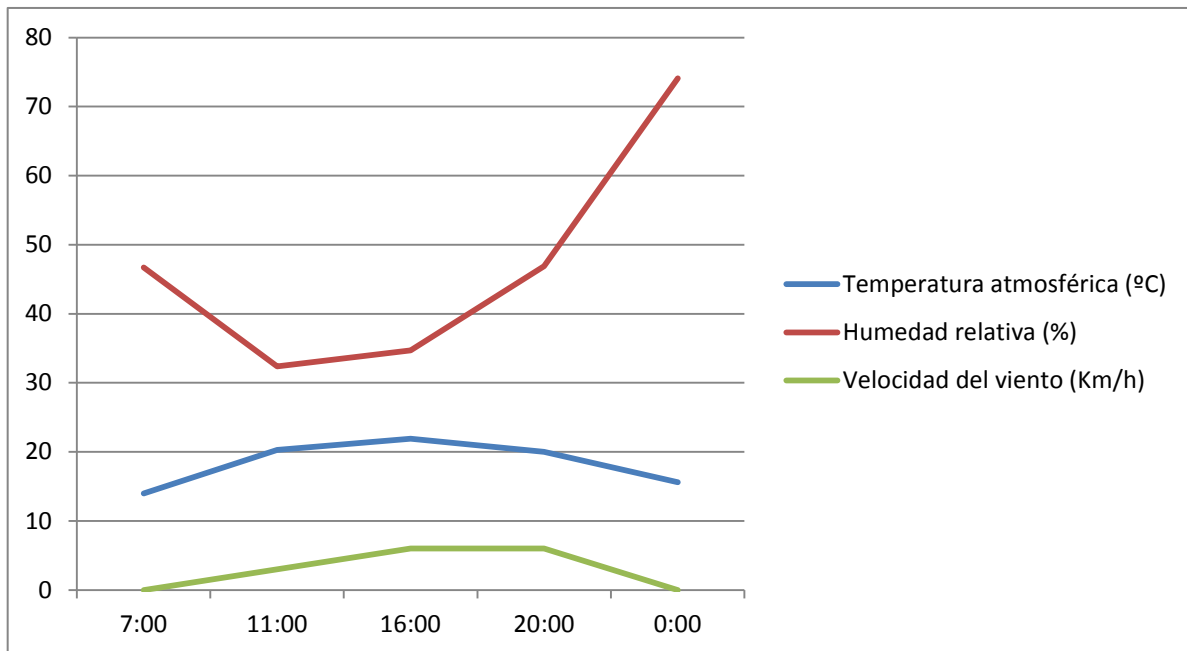
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



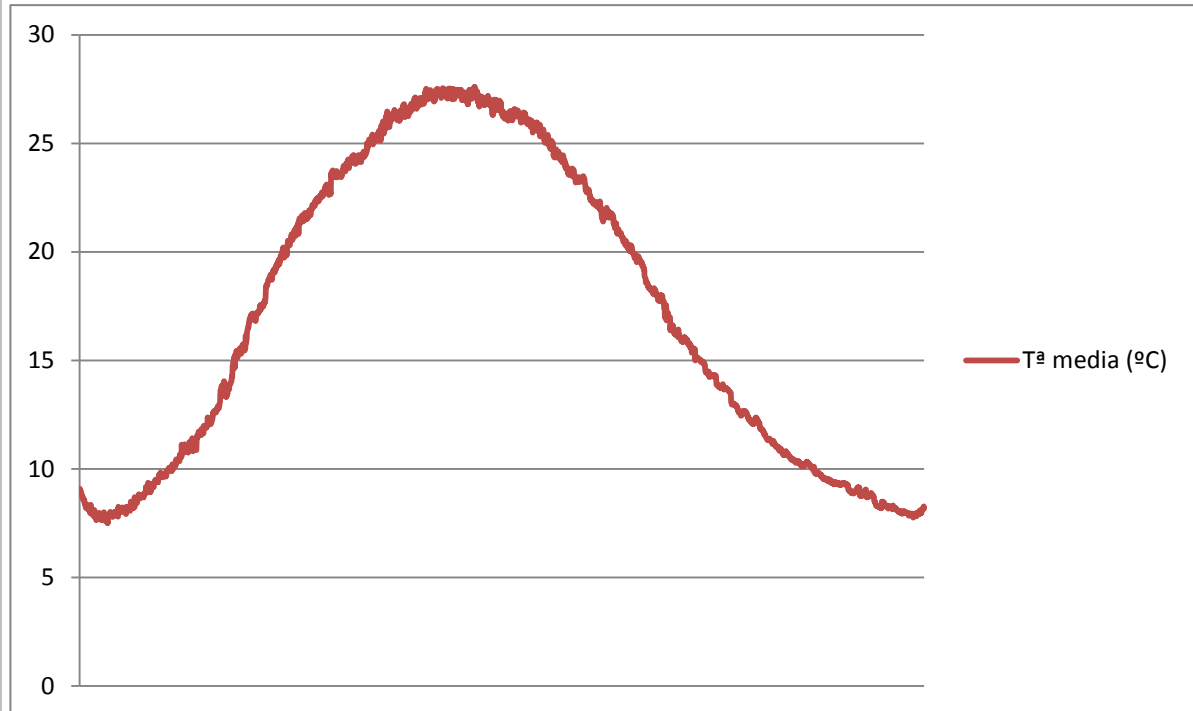
### Datos estación meteorológica



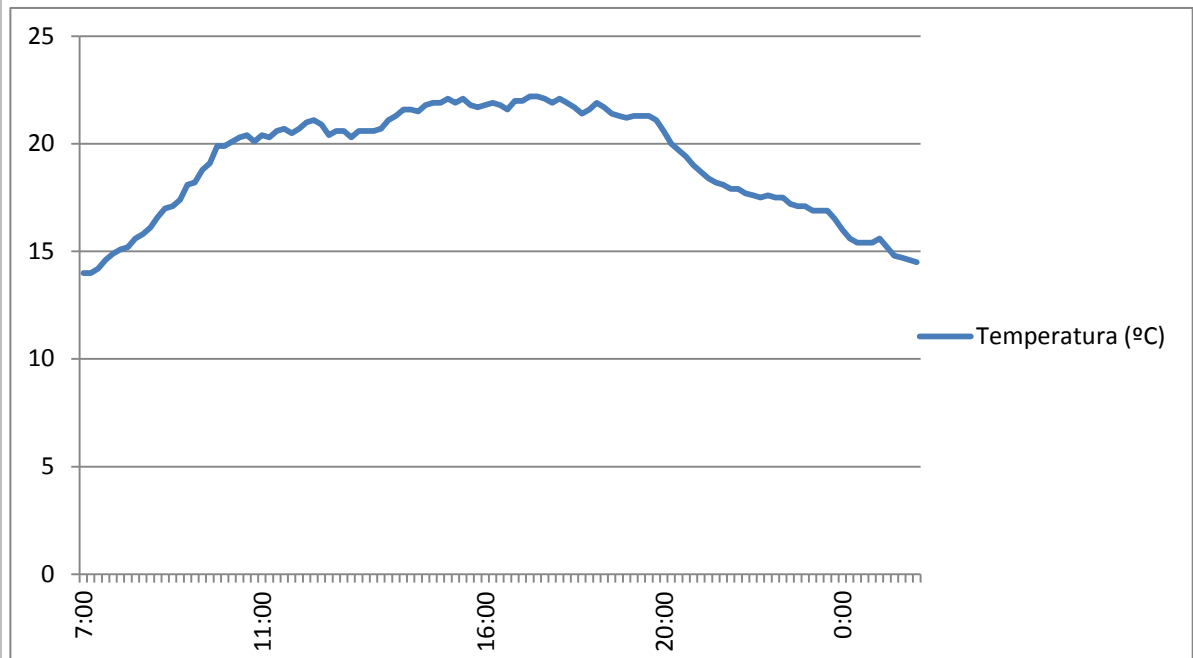


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**Y/15/P/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Yeso
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

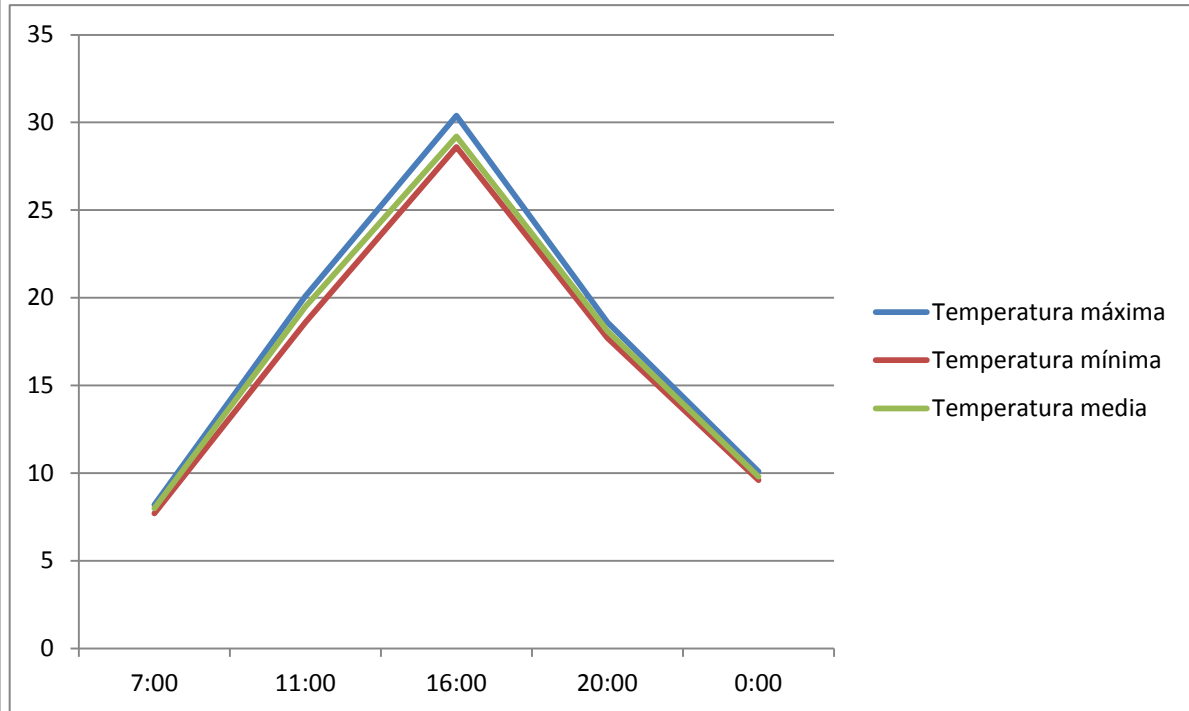
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.2	20.1	30.4	18.6	10.1
Temperatura mínima	7.7	18.6	28.6	17.7	9.6
Temperatura media	8.0	19.5	29.2	18.1	9.8

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

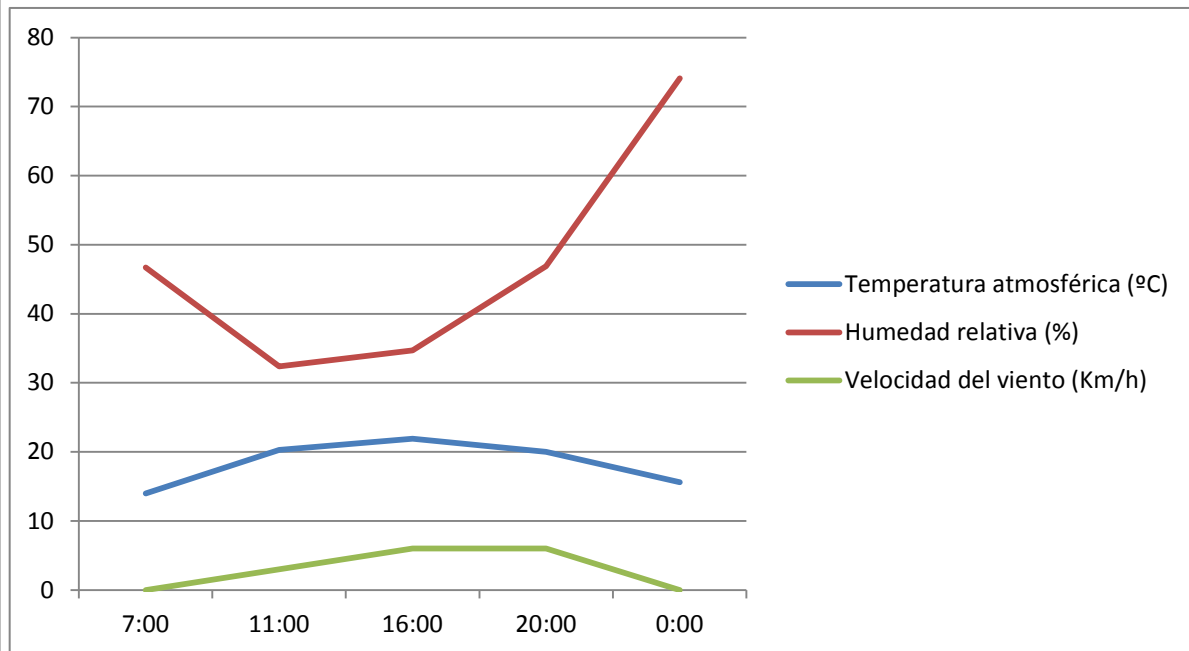
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

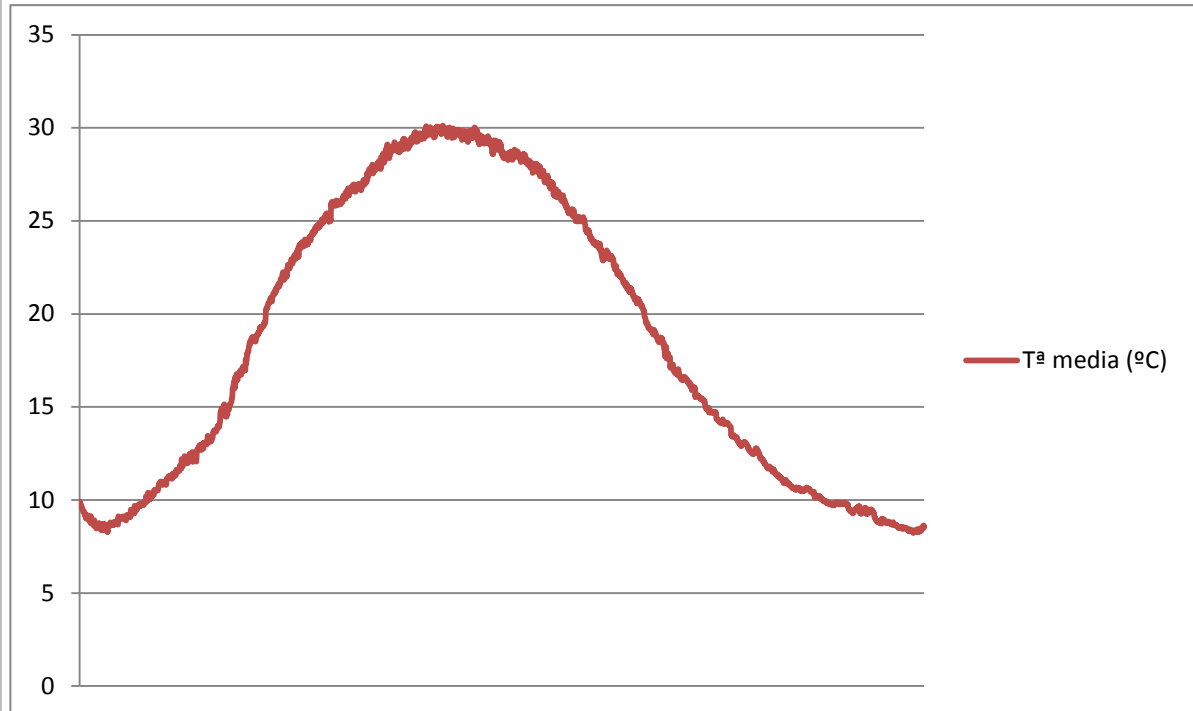


### Datos estación meteorológica

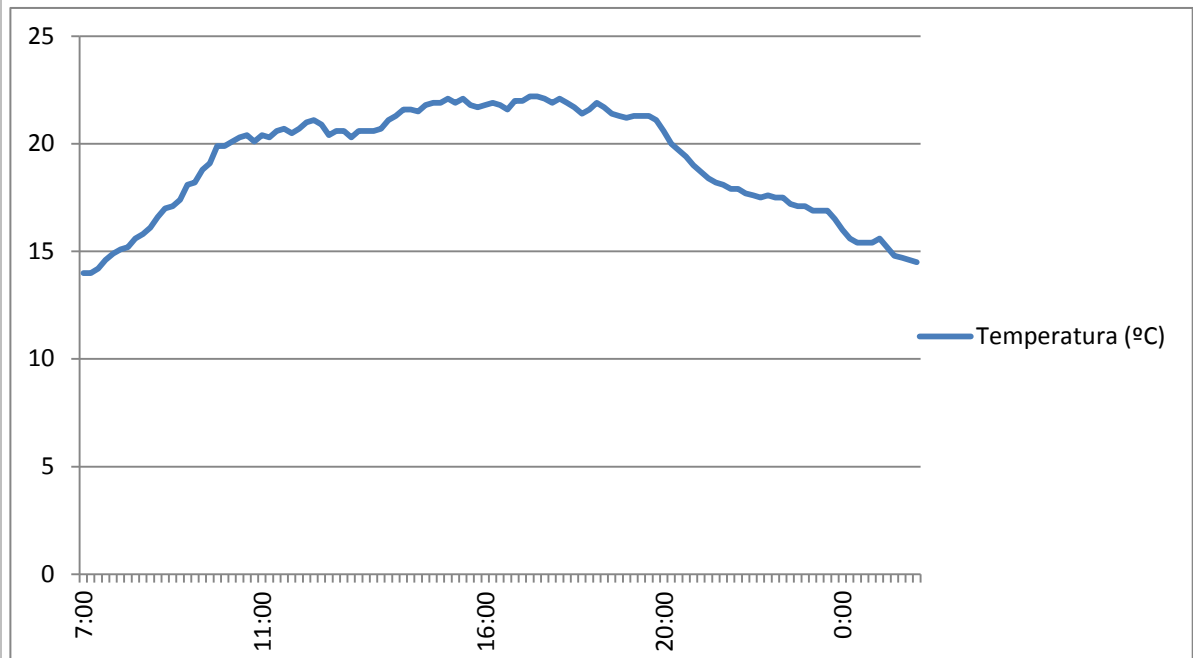


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





## REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA

Y/15/P/A

## 1\_DATOS GENERALES

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Yeso
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

## 2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA



## 3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA

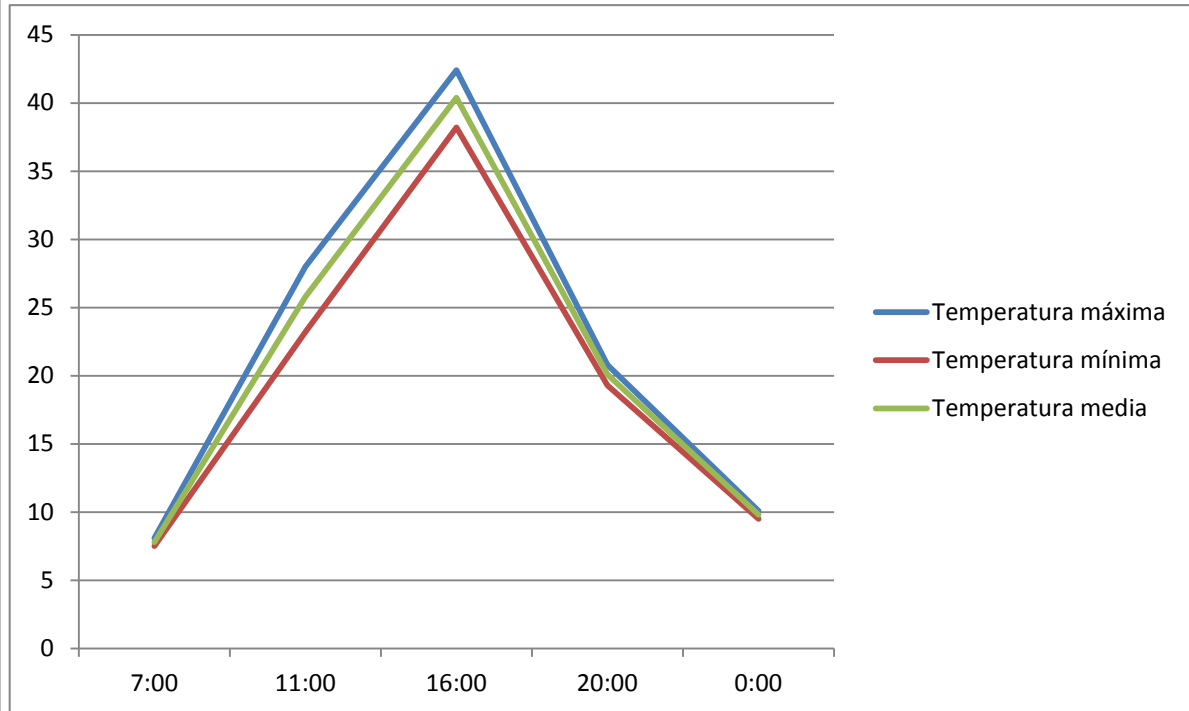
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.1	28.0	42.4	20.8	10.1
Temperatura mínima	7.5	23.2	38.2	19.3	9.5
Temperatura media	7.8	25.8	40.4	20.1	9.8

## 4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA

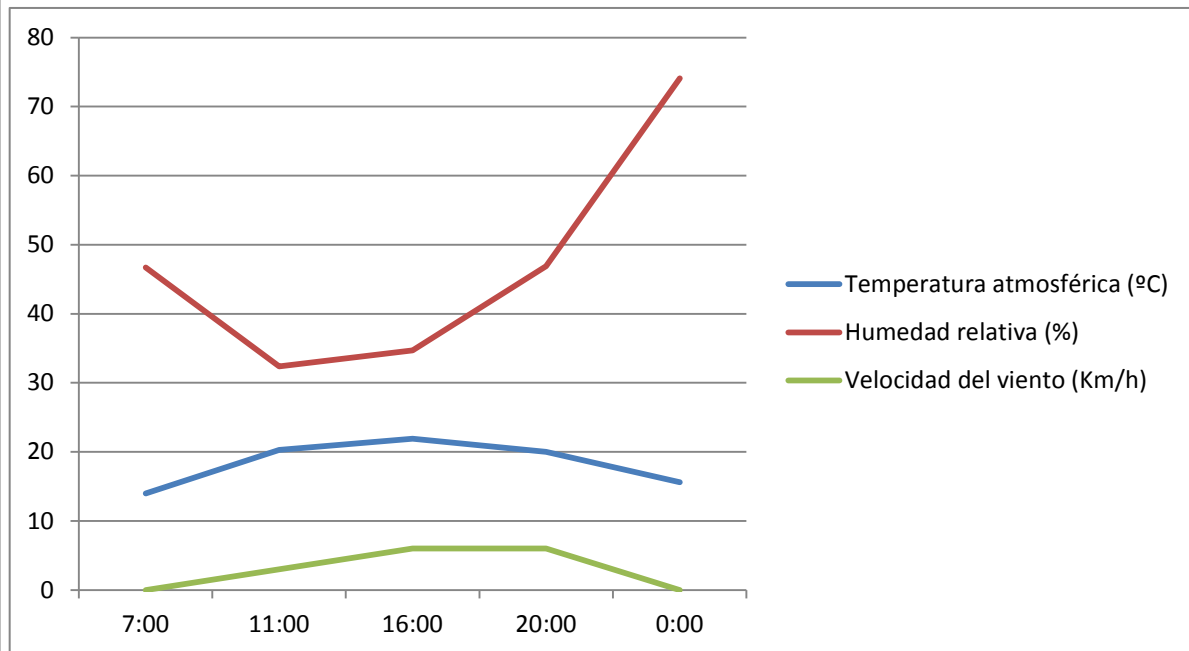
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



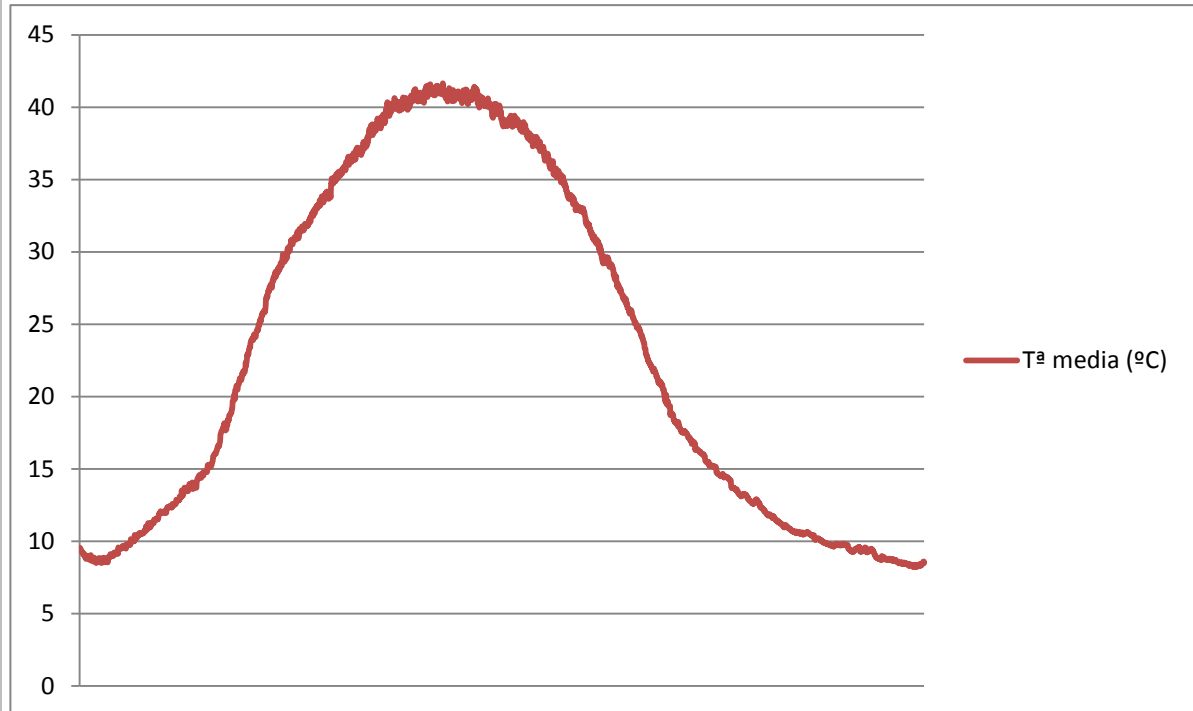
### Datos estación meteorológica



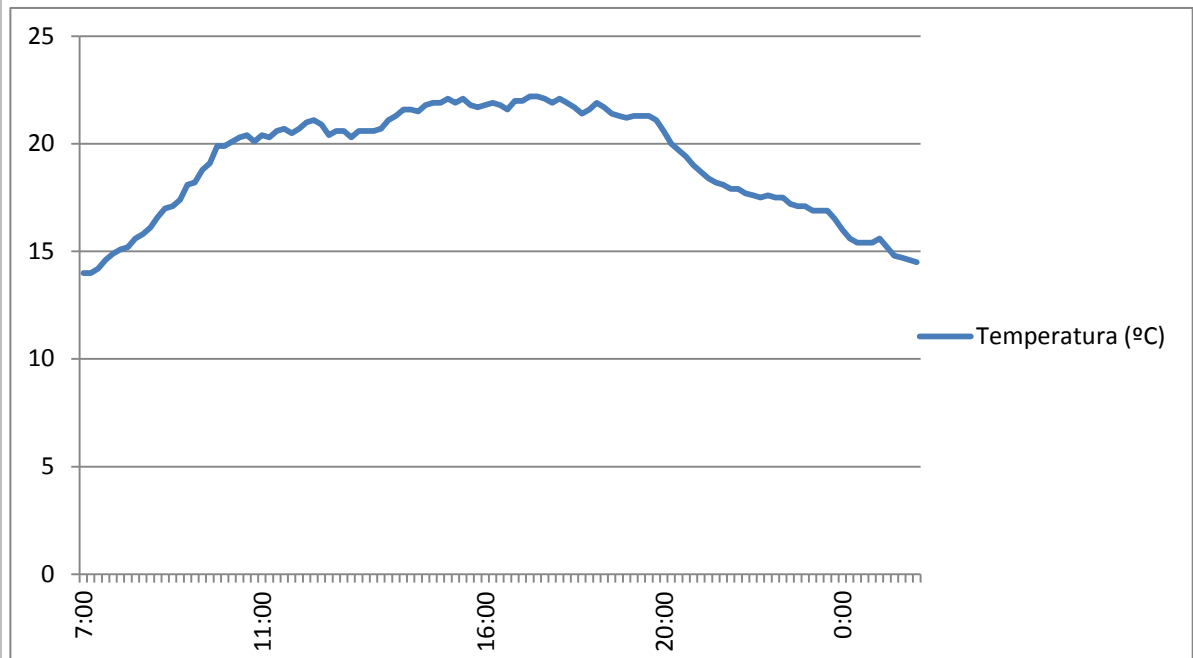


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**Y/15/C/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Yeso
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

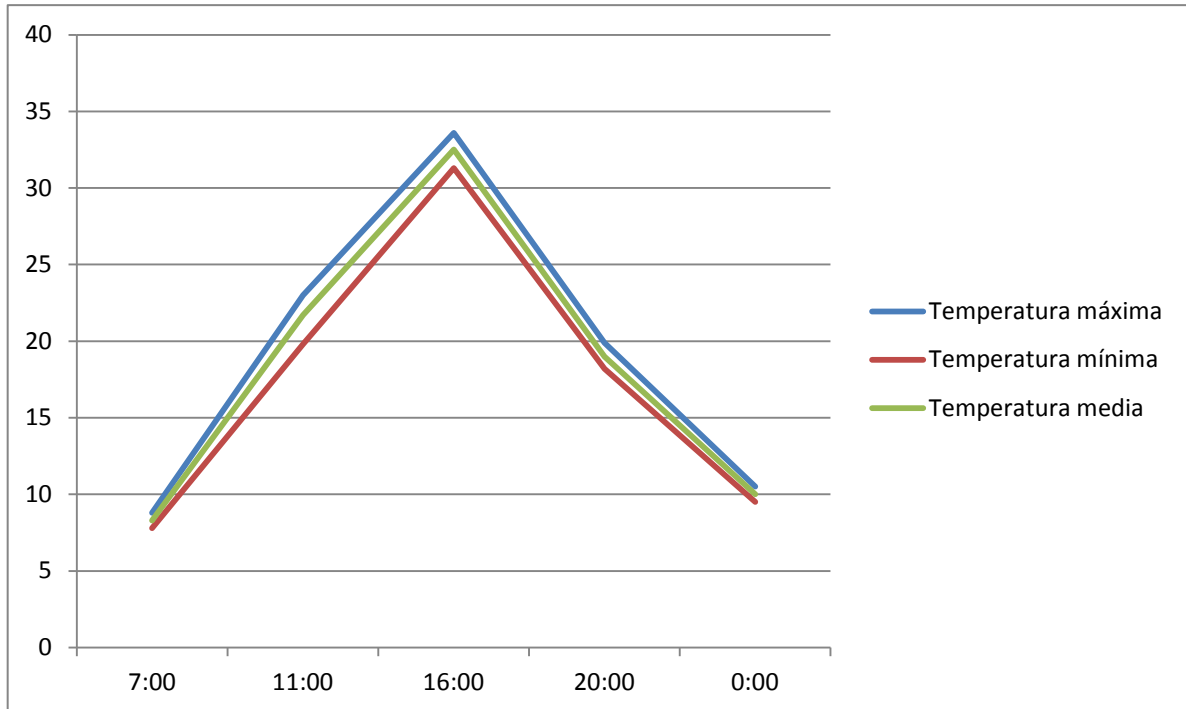
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.8	23.0	33.6	19.9	10.5
Temperatura mínima	7.8	19.8	31.3	18.2	9.5
Temperatura media	8.3	21.7	32.5	19.0	10.0

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

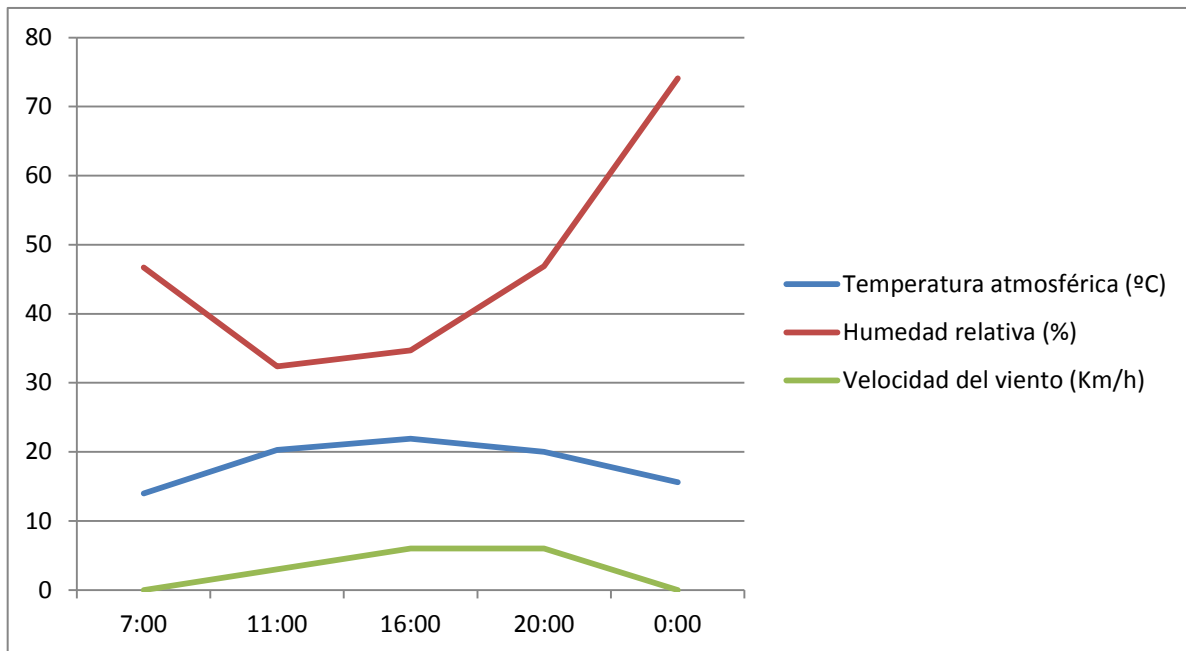
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

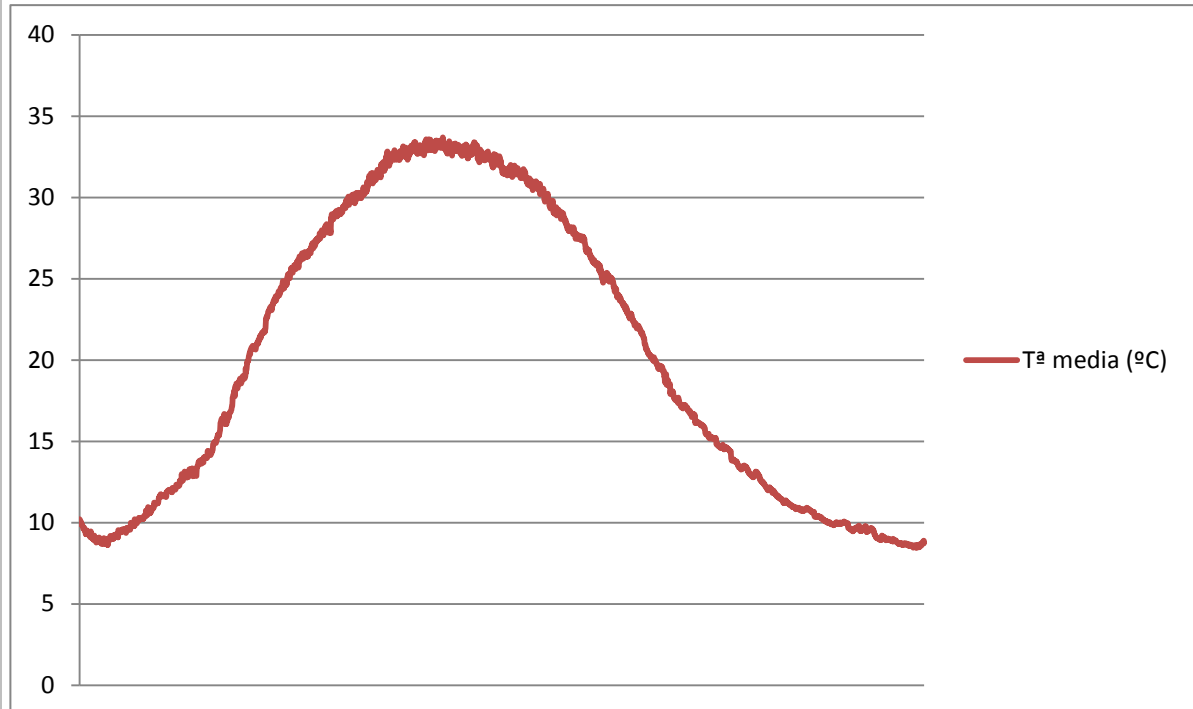


### Datos estación meteorológica

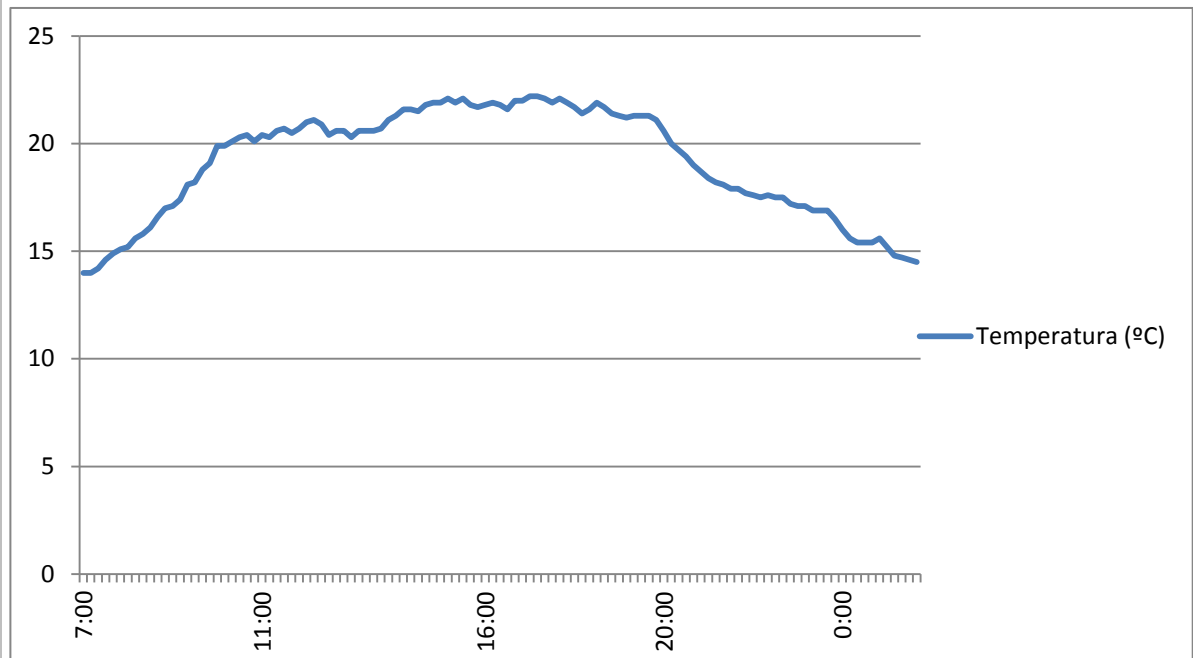


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





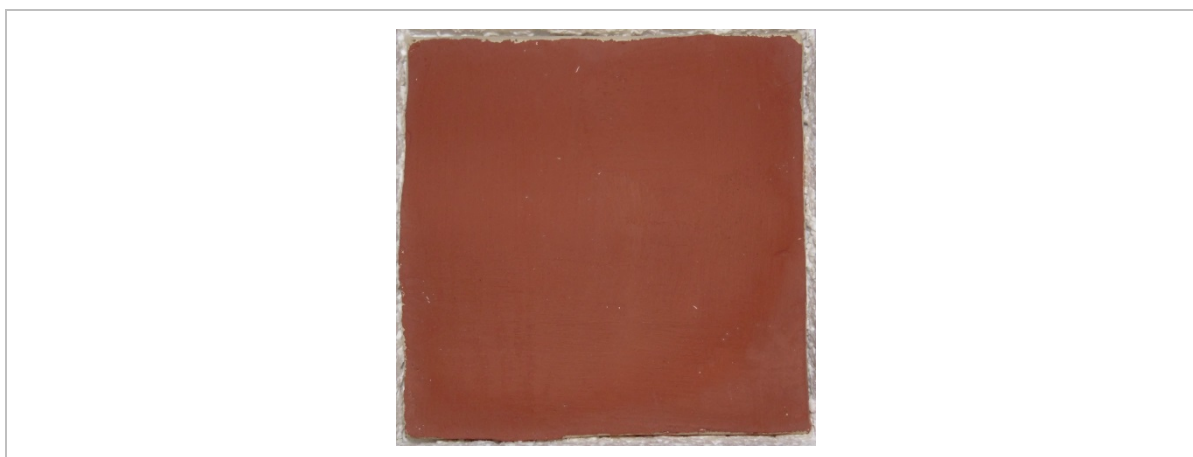
**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**Y/15/C/A**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Yeso
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

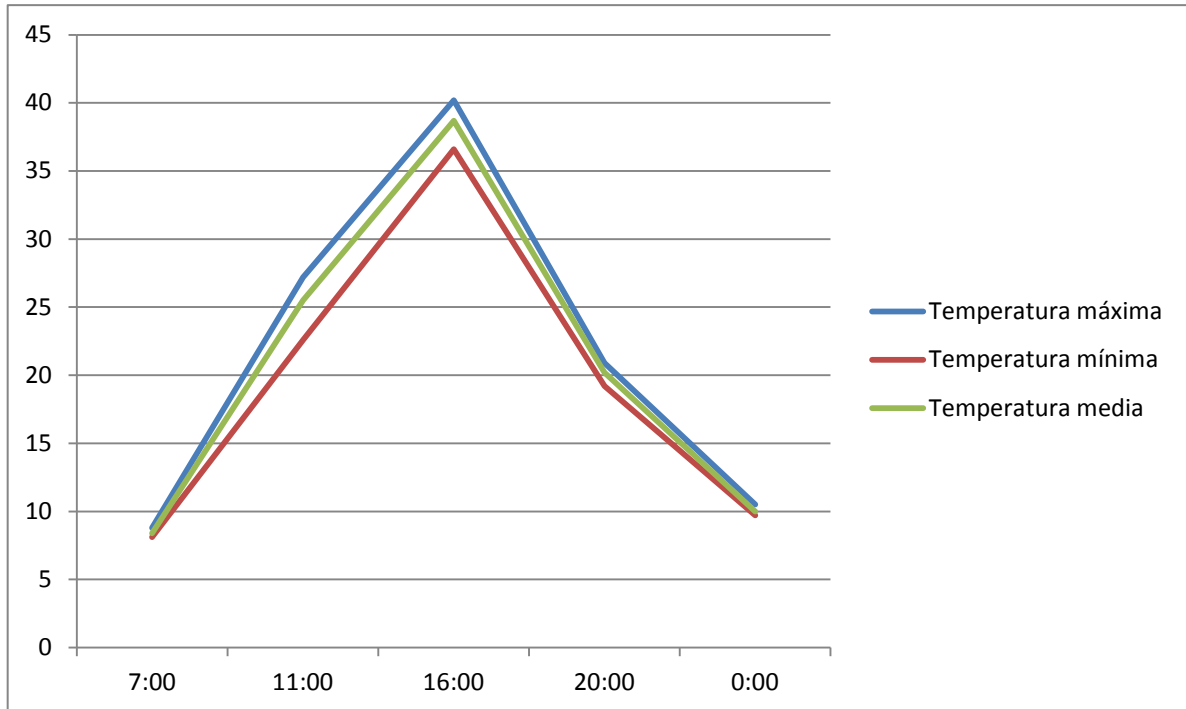
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.8	27.2	40.2	20.9	10.5
Temperatura mínima	8.1	22.6	36.6	19.2	9.7
Temperatura media	8.4	25.5	38.7	20.2	10.0

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

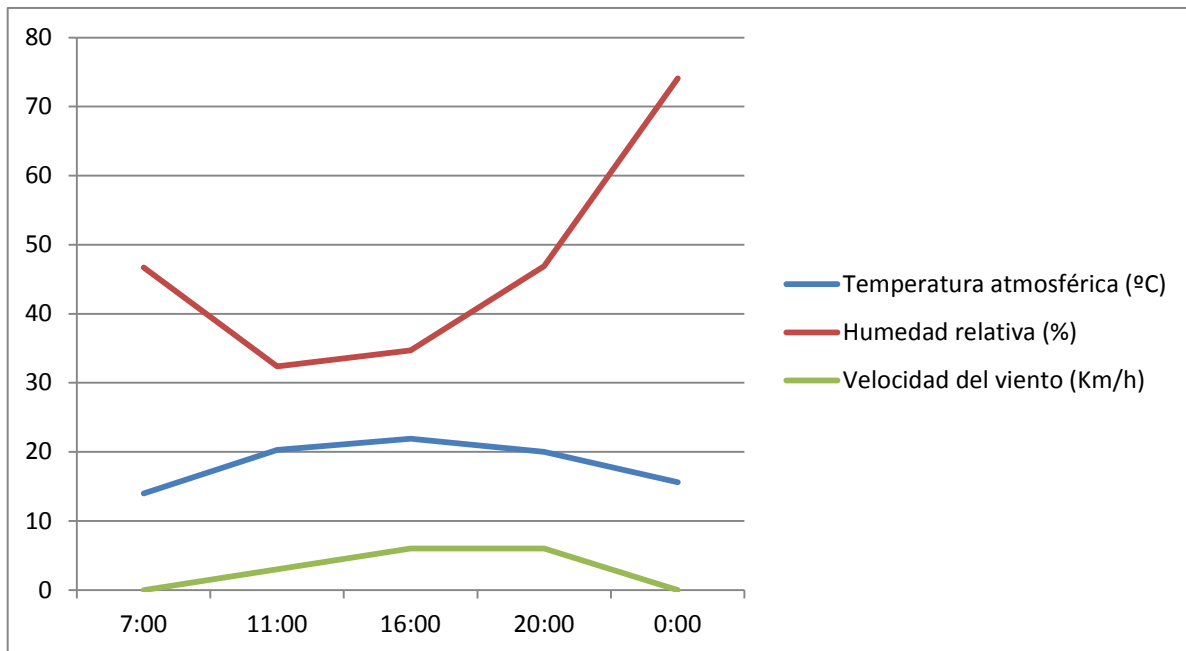
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



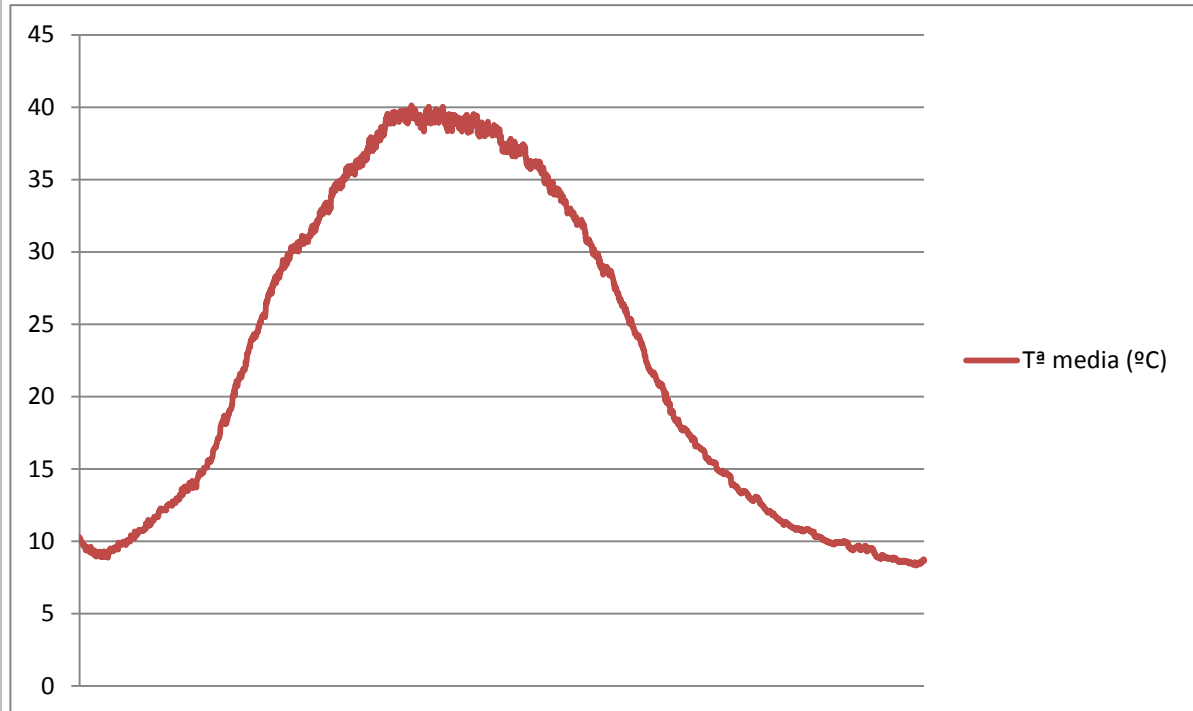
### Datos estación meteorológica



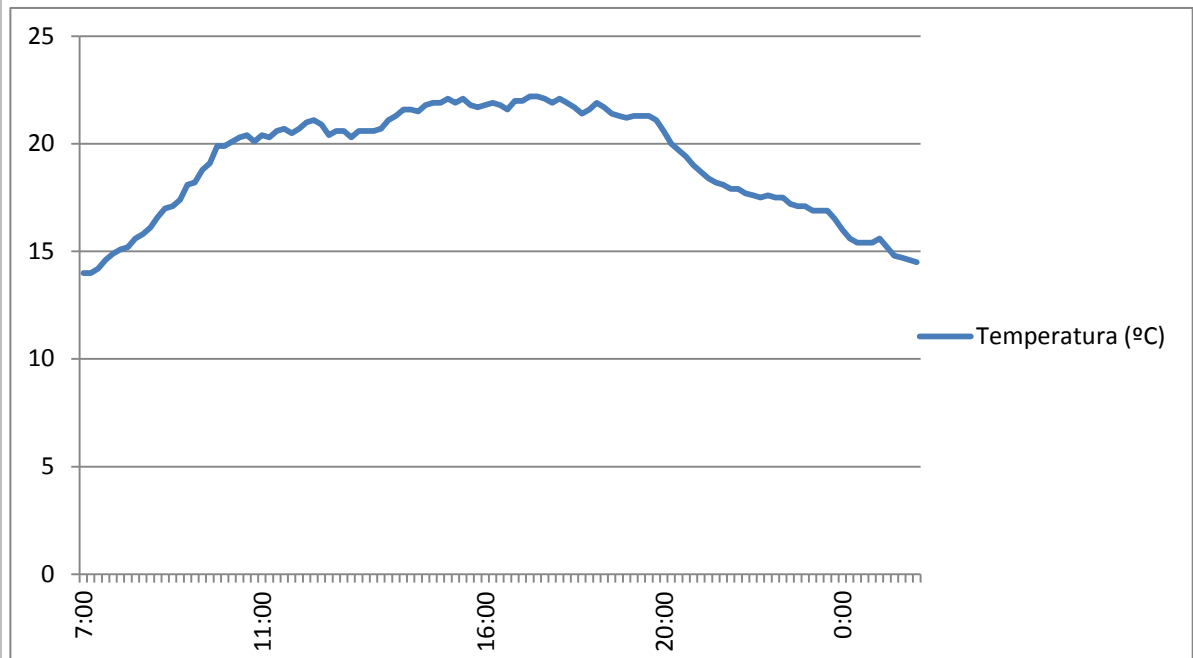


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**C/10/N**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	---
Color de la pintura	---
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

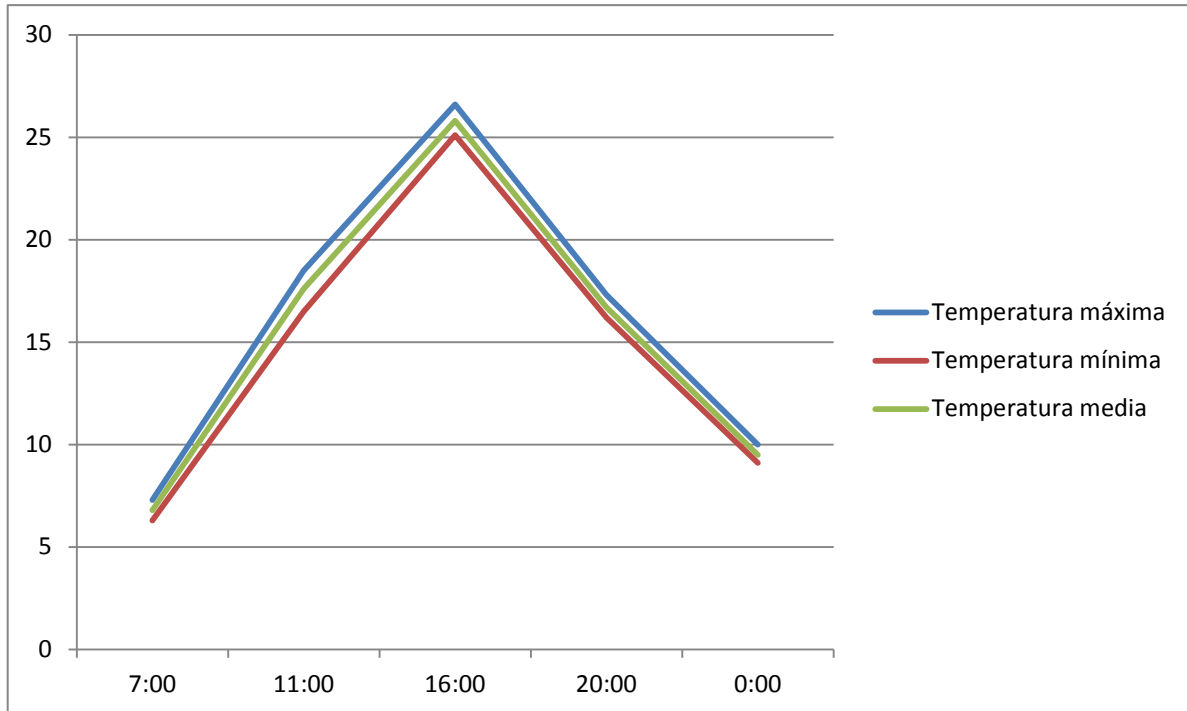
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	7.3	18.5	26.6	17.3	10.0
Temperatura mínima	6.3	16.5	25.1	16.2	9.1
Temperatura media	6.8	17.6	25.8	16.7	9.5

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

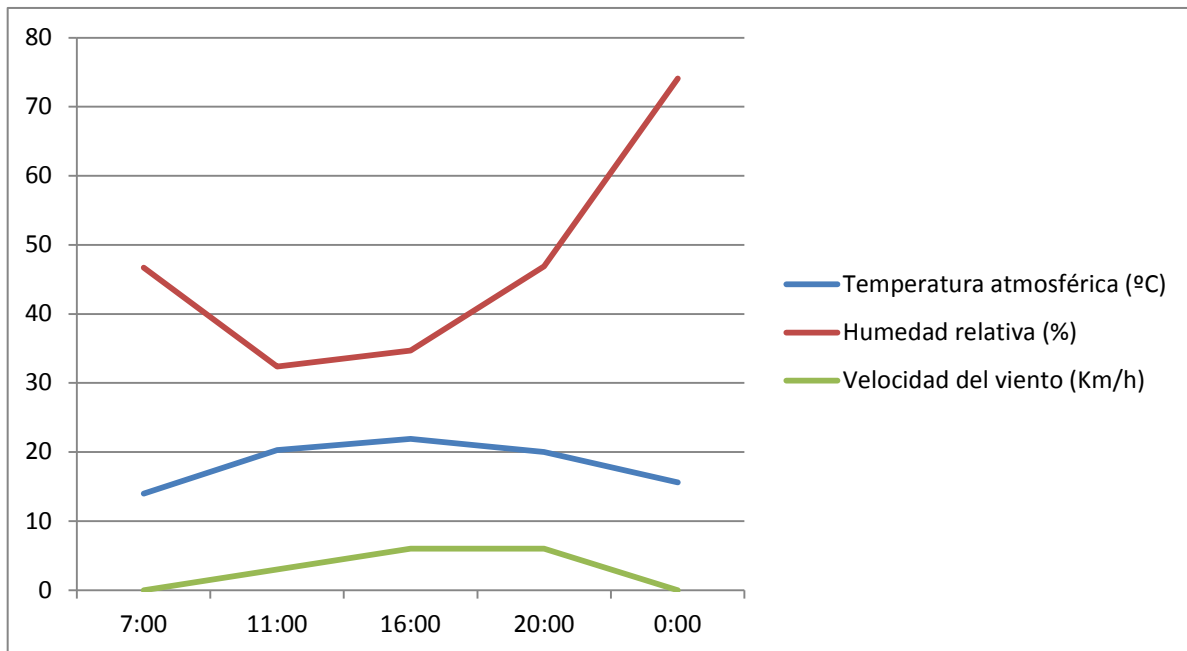
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

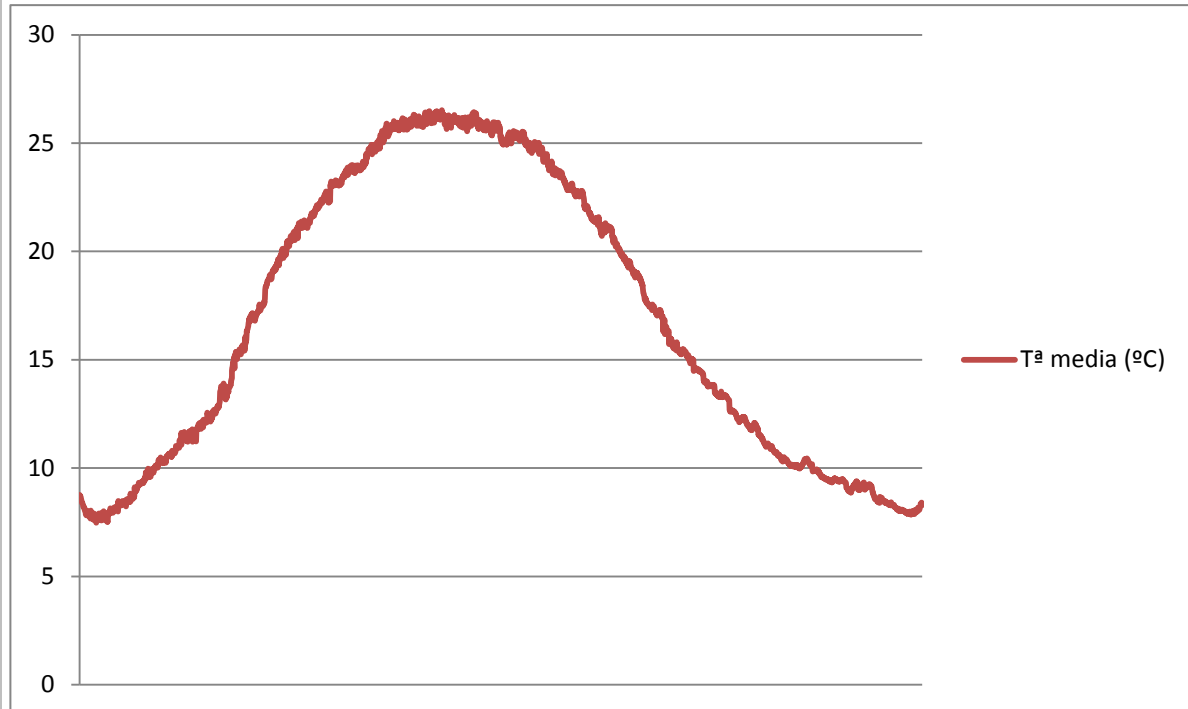


### Datos estación meteorológica

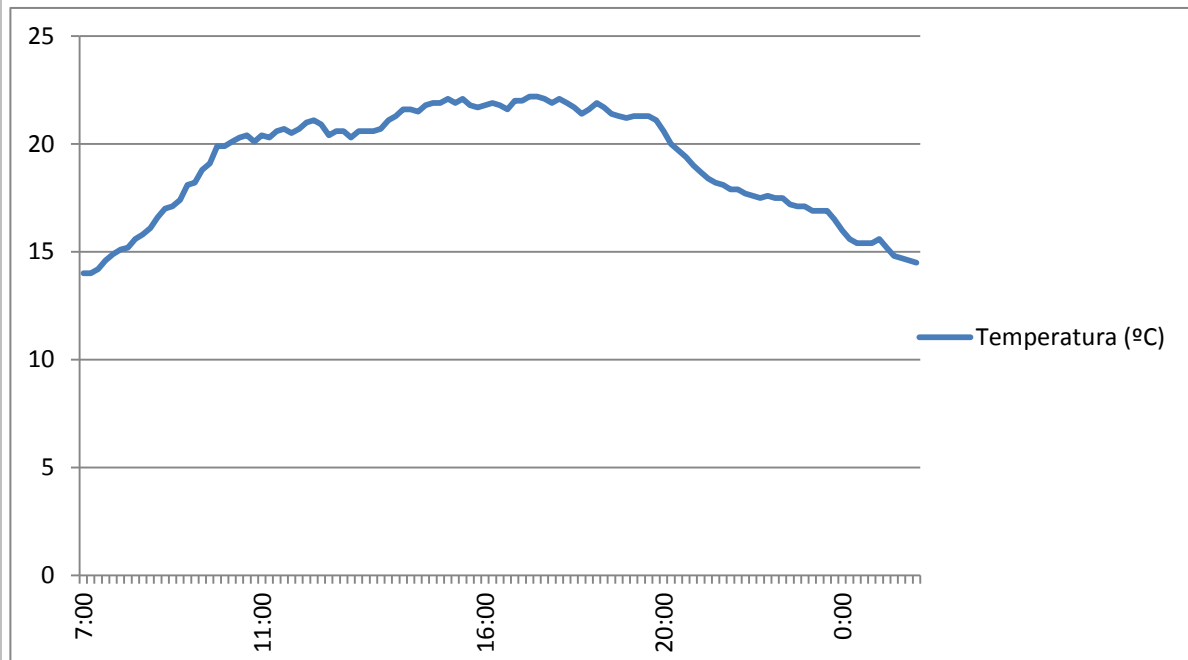


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





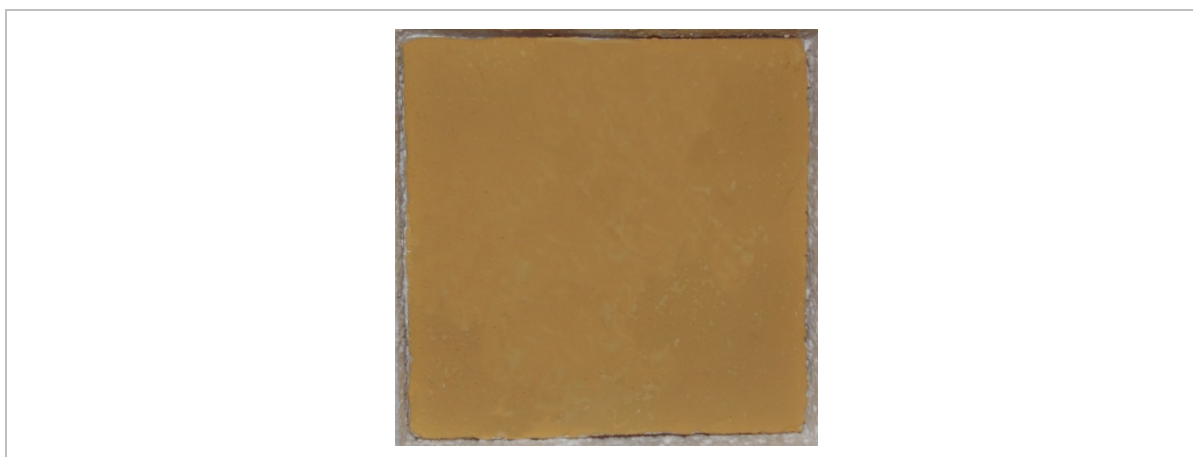
## REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA

C/10/P/O

### 1\_DATOS GENERALES

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

### 2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA



### 3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA

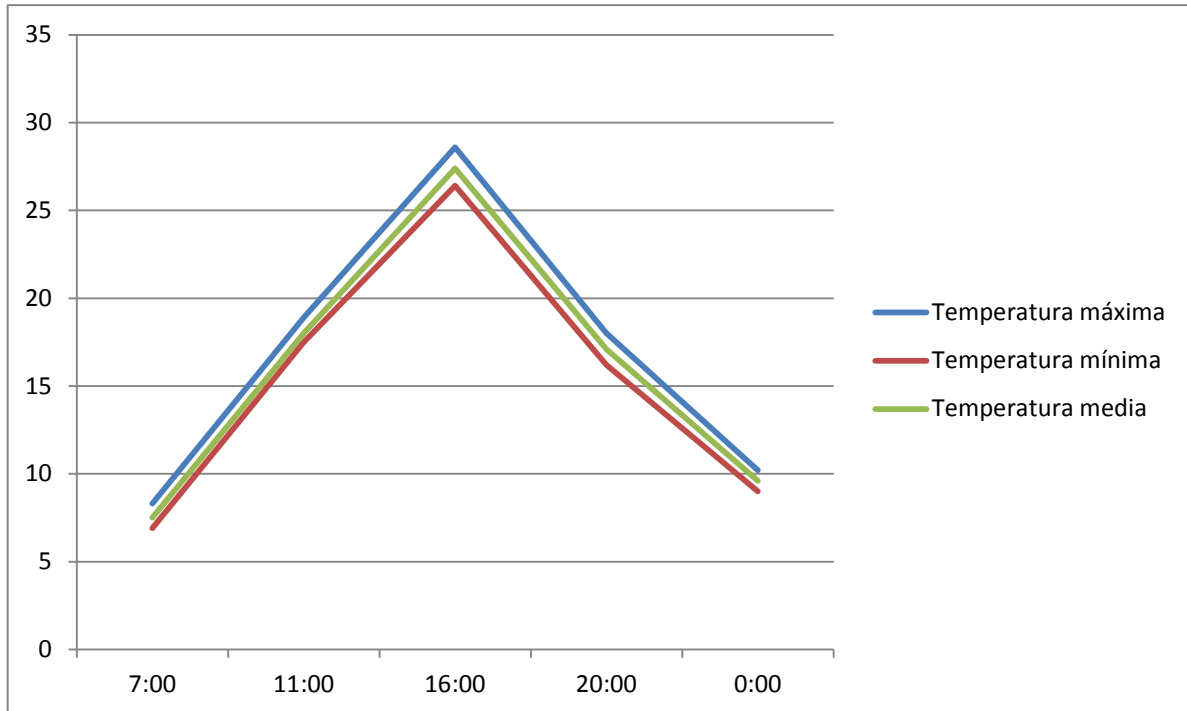
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.3	18.9	28.6	18.0	10.2
Temperatura mínima	6.9	17.5	26.4	16.2	9.0
Temperatura media	7.5	18.0	27.4	17.1	9.6

### 4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA

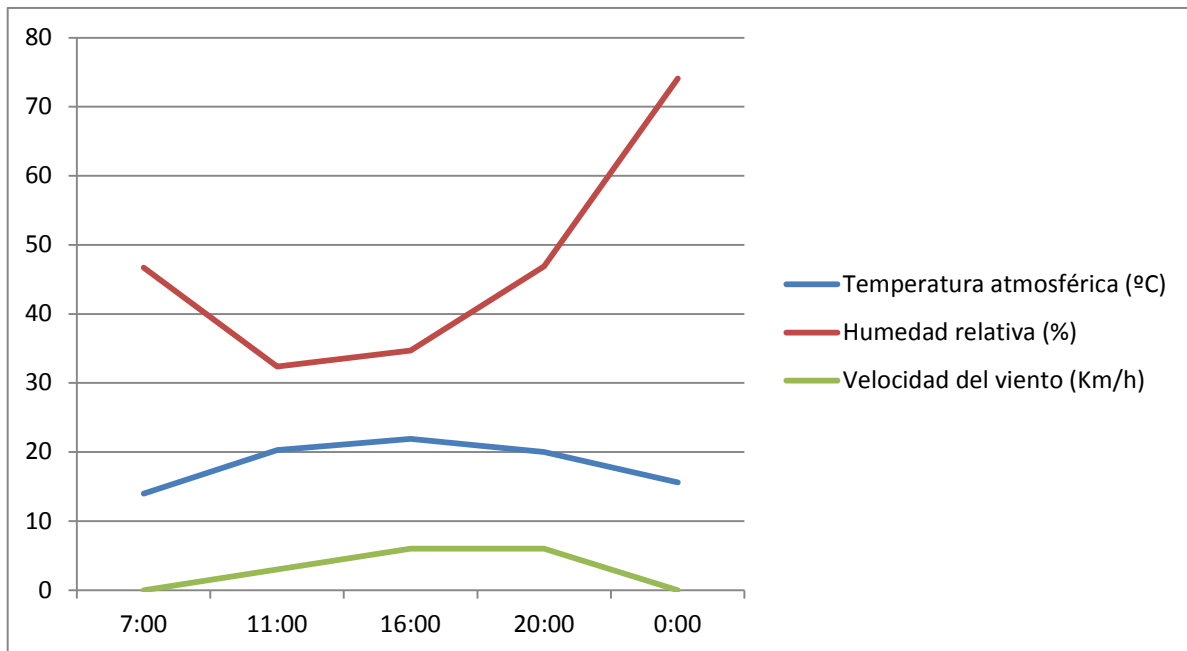
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



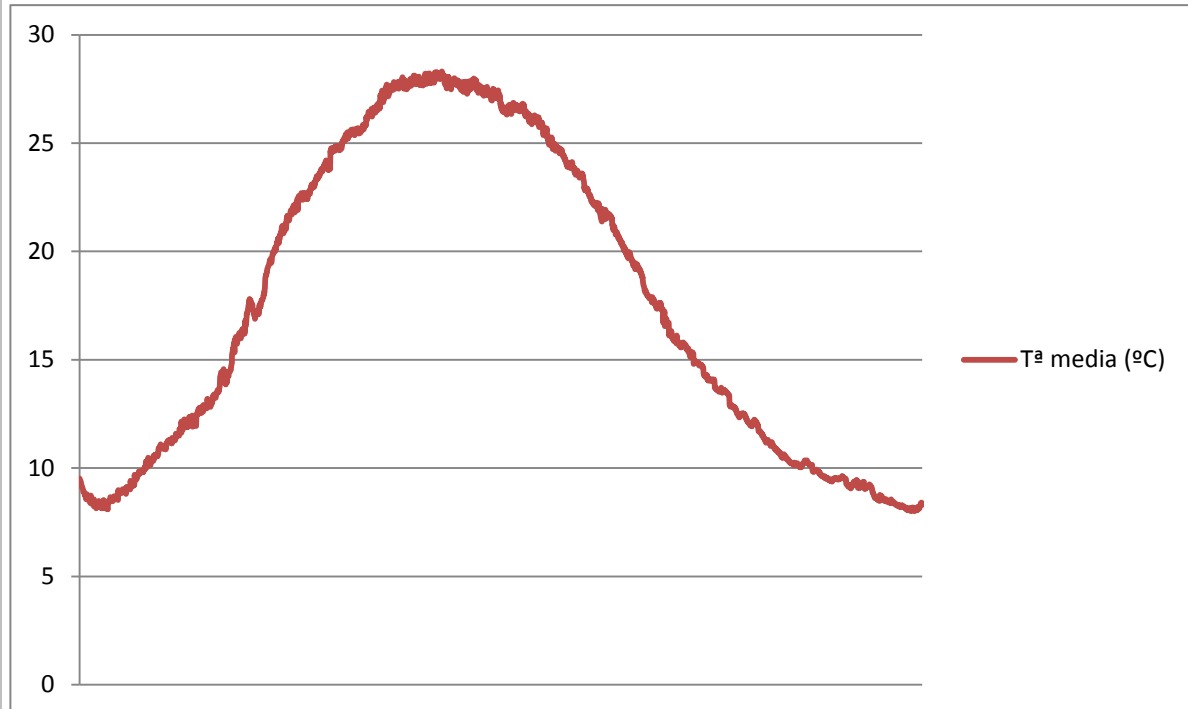
### Datos estación meteorológica



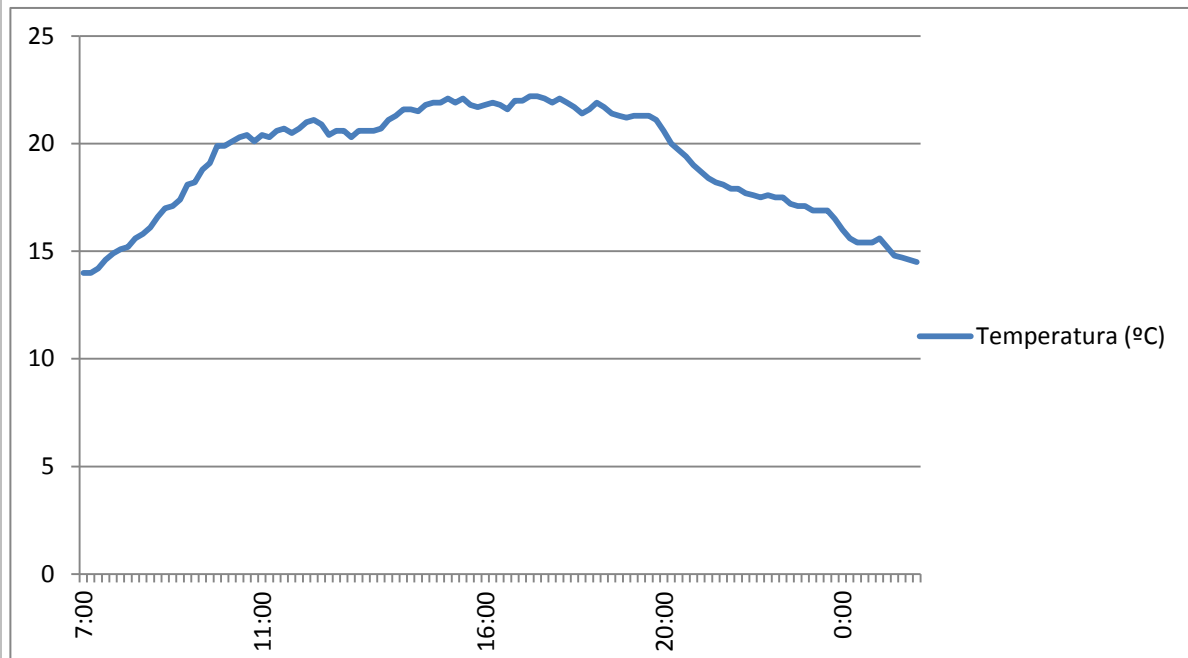


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**C/10/P/A**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

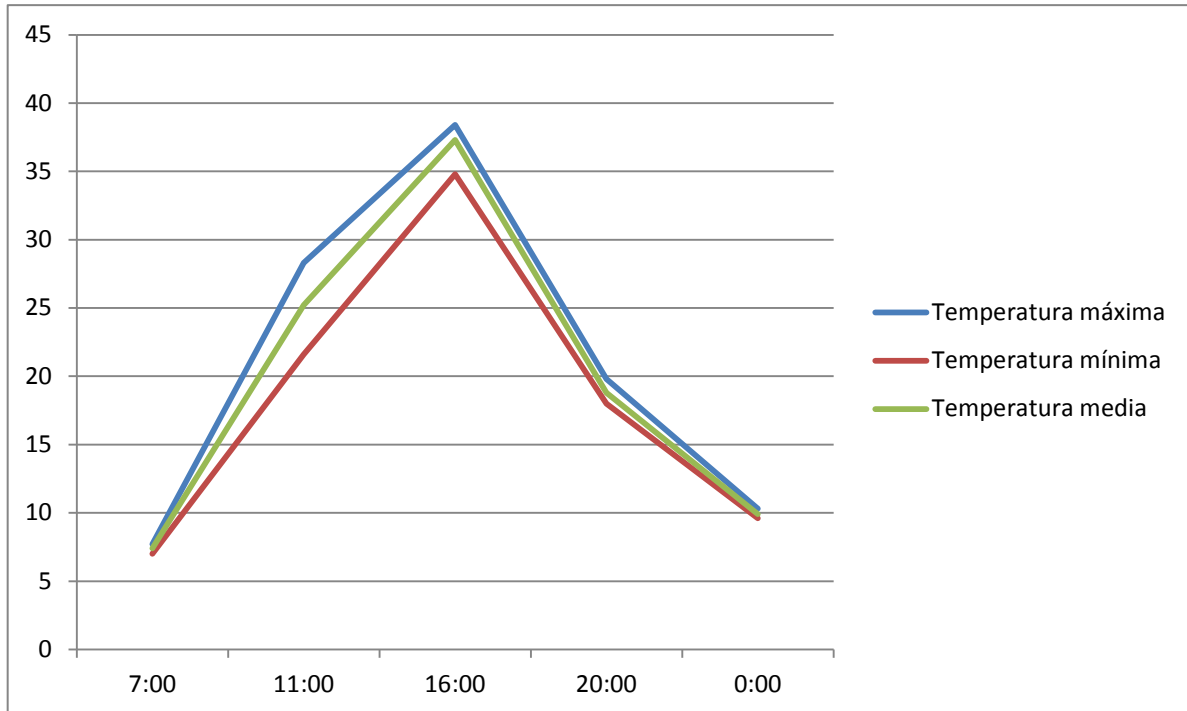
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	7.7	28.3	38.4	19.8	10.3
Temperatura mínima	7.0	21.6	34.8	18.0	9.6
Temperatura media	7.4	25.2	37.3	18.8	9.9

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

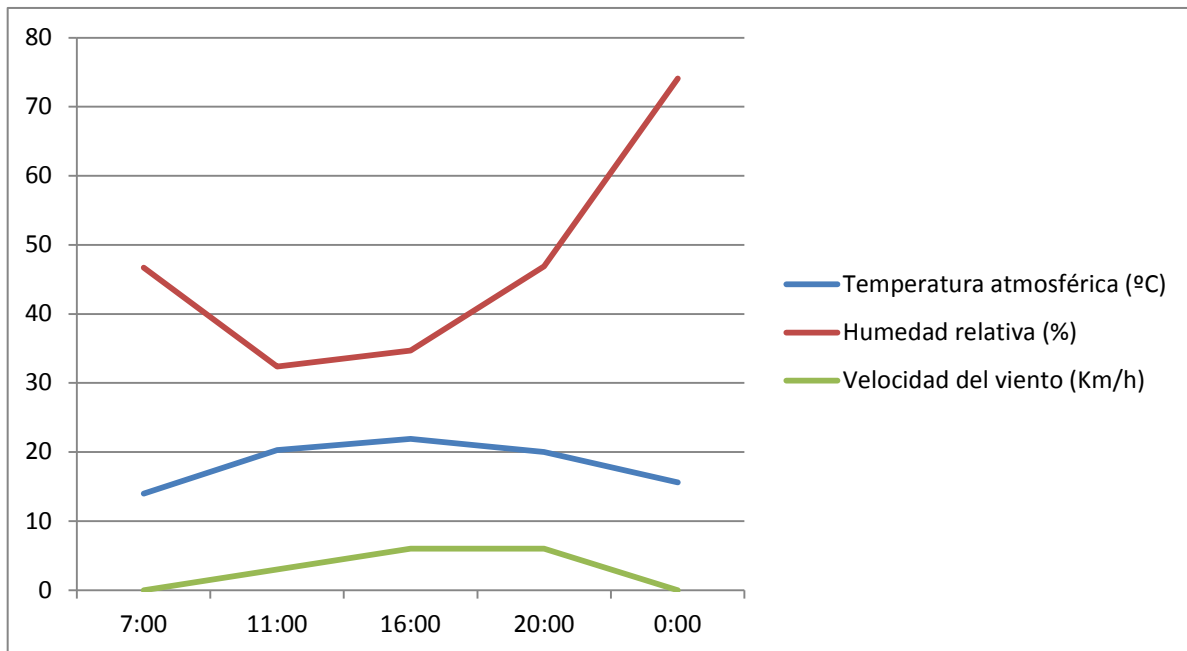
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

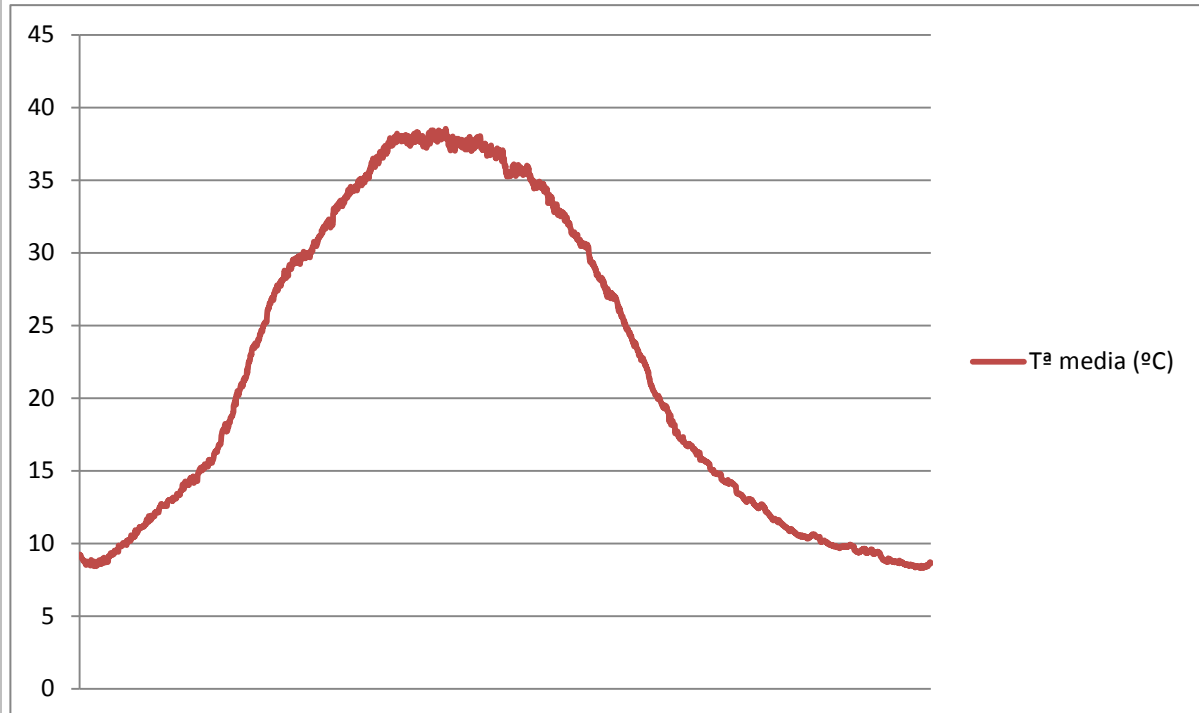


### Datos estación meteorológica

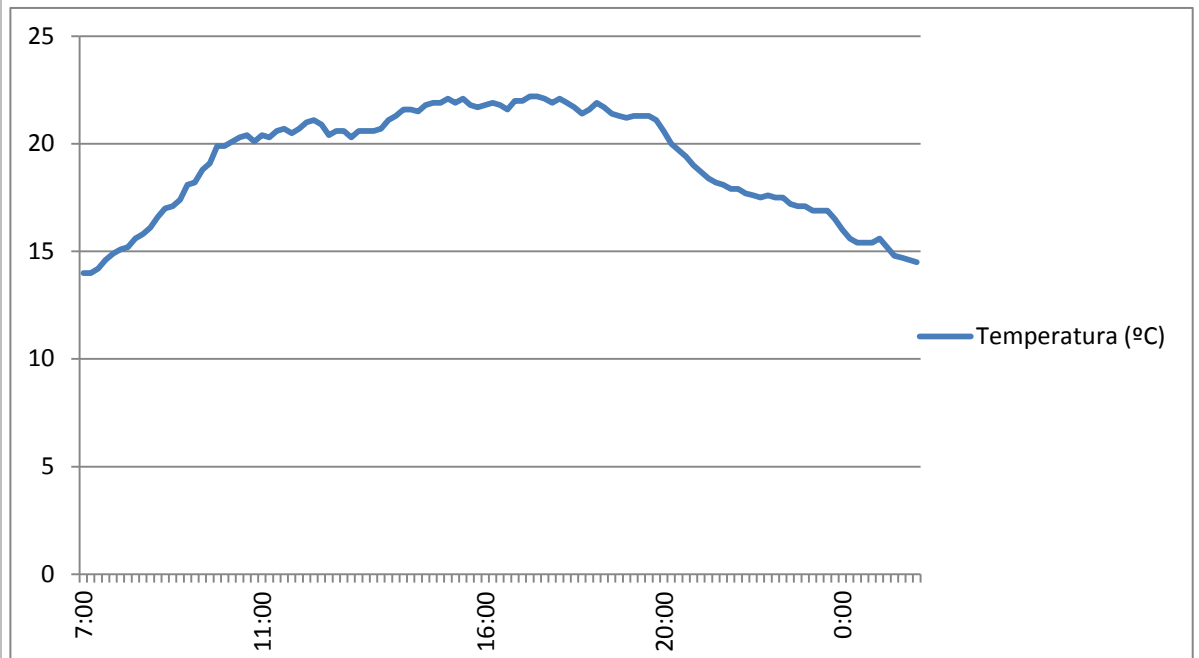


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**C/10/C/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

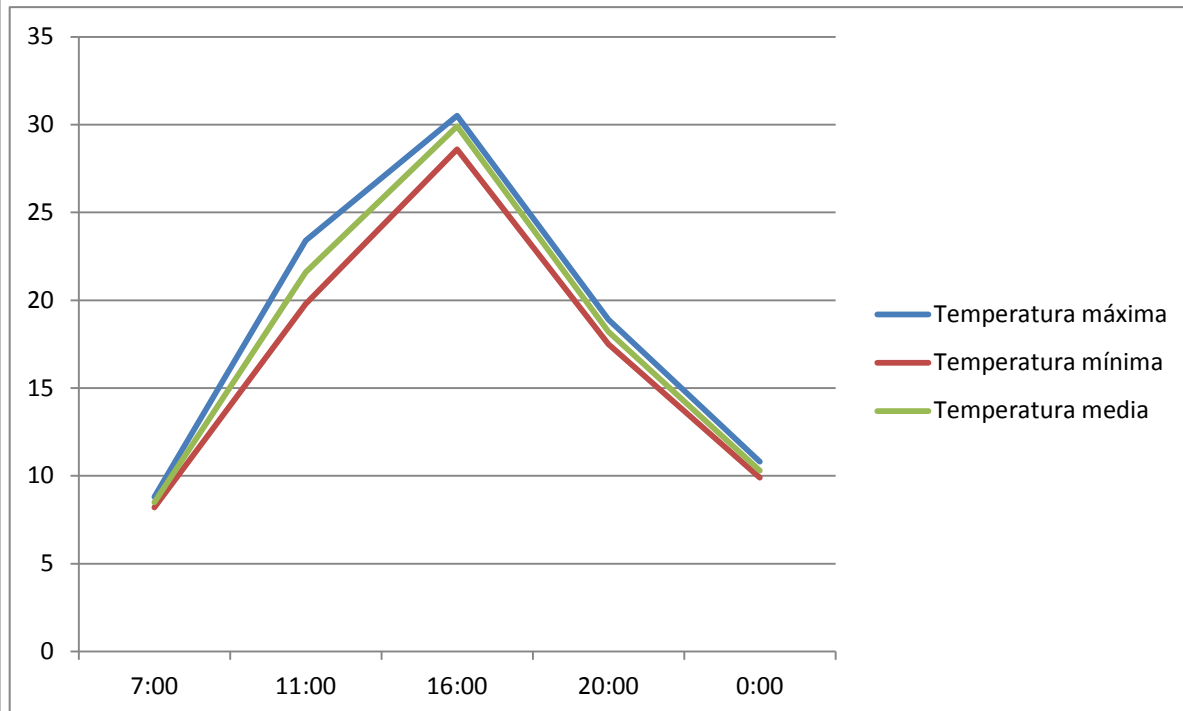
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.8	23.4	30.5	18.9	10.8
Temperatura mínima	8.2	19.8	28.6	17.5	9.9
Temperatura media	8.5	21.6	29.9	18.2	10.3

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

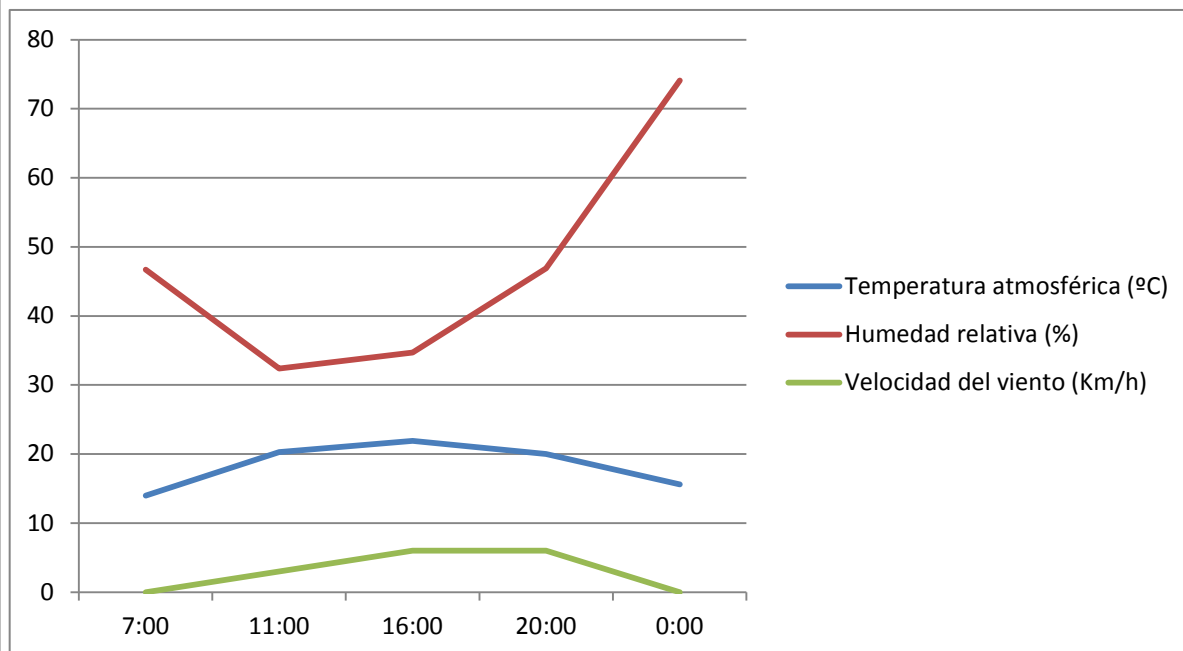
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



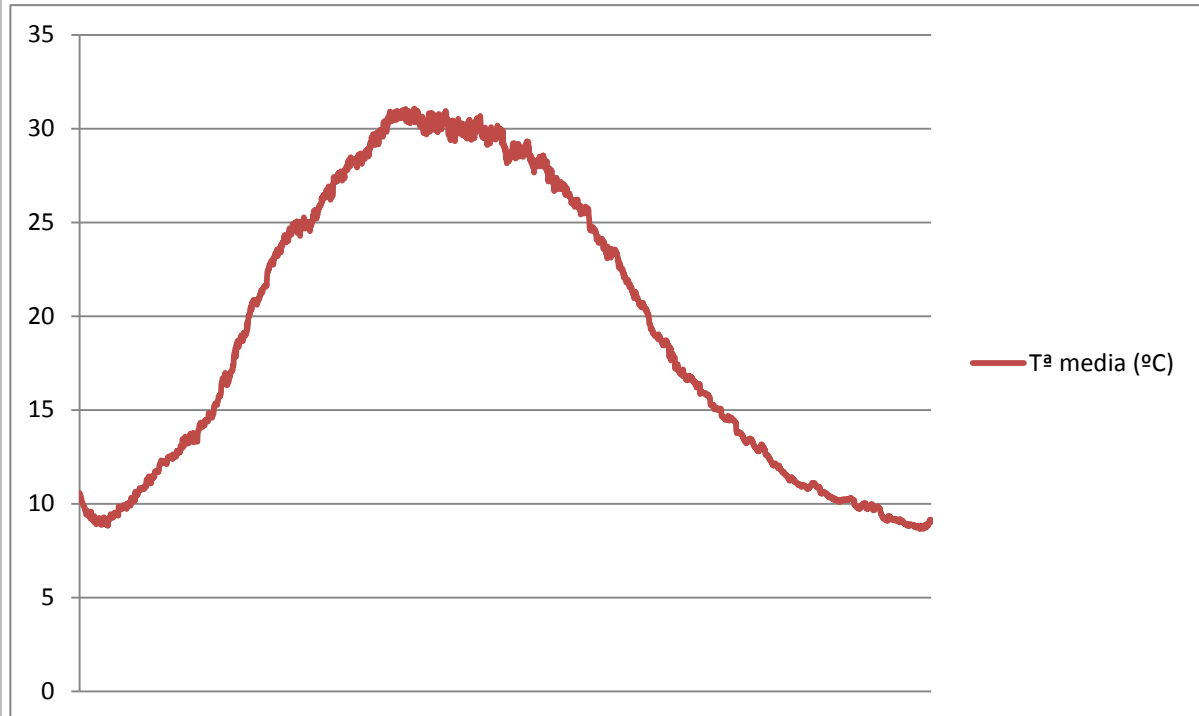
### Datos estación meteorológica



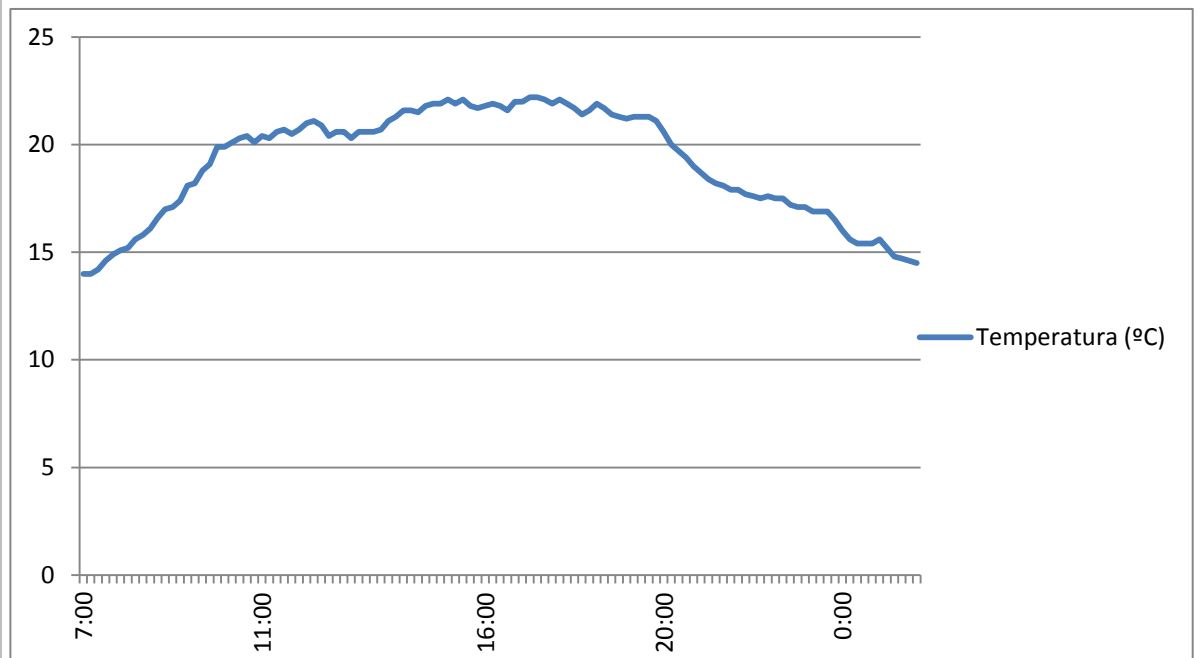


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**C/10/C/A**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

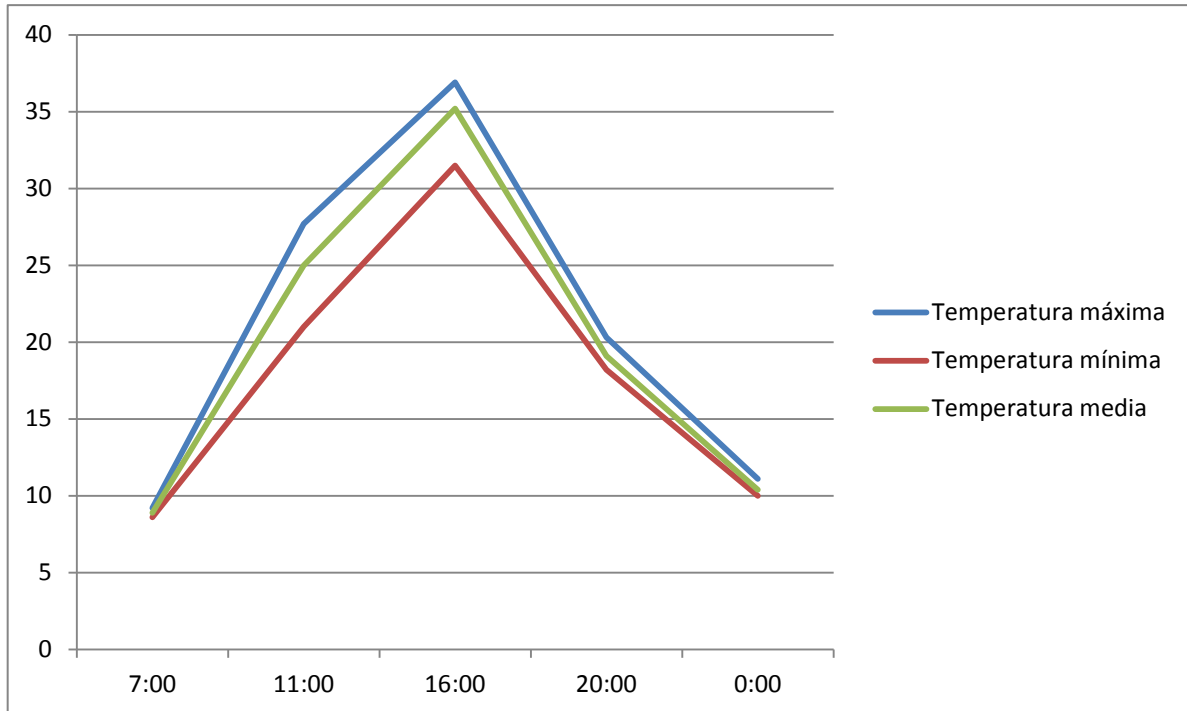
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	9.2	27.7	36.9	20.3	11.1
Temperatura mínima	8.6	21.0	31.5	18.2	10.0
Temperatura media	8.9	25.0	35.2	19.1	10.4

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

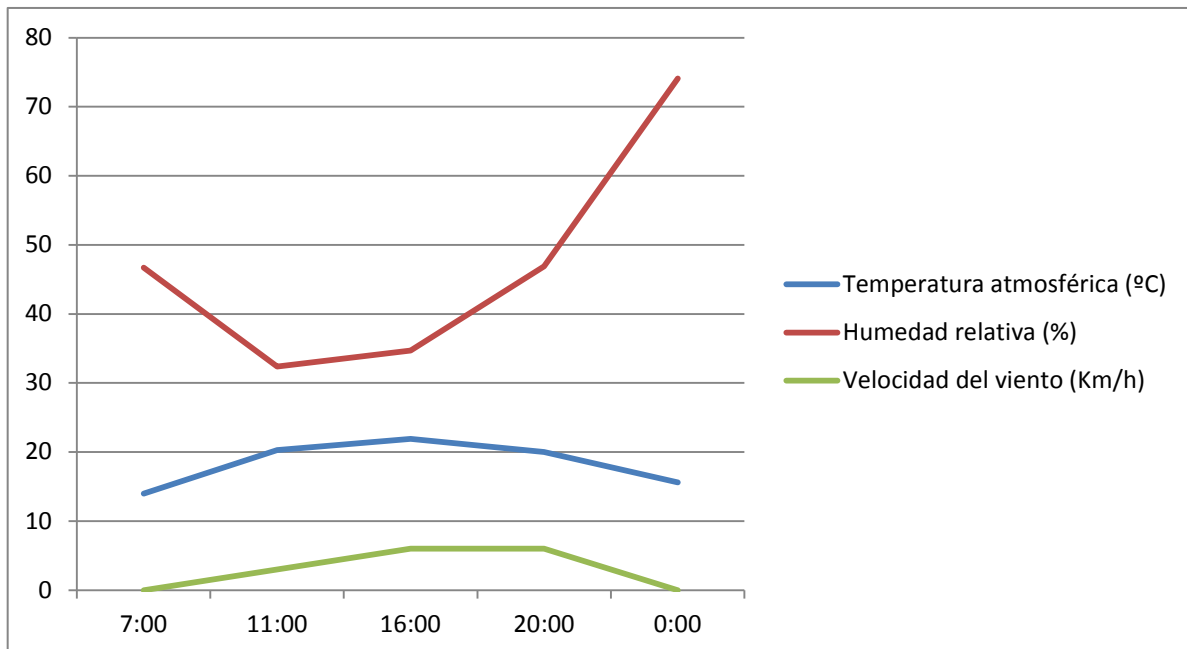
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

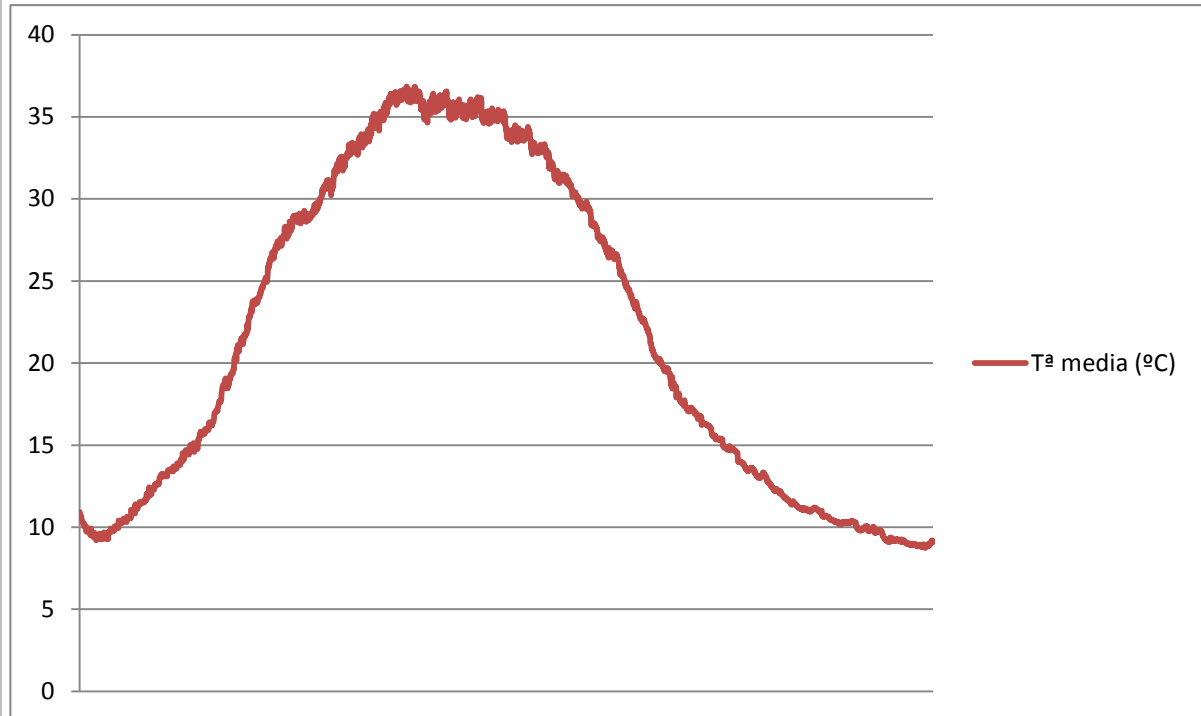


### Datos estación meteorológica

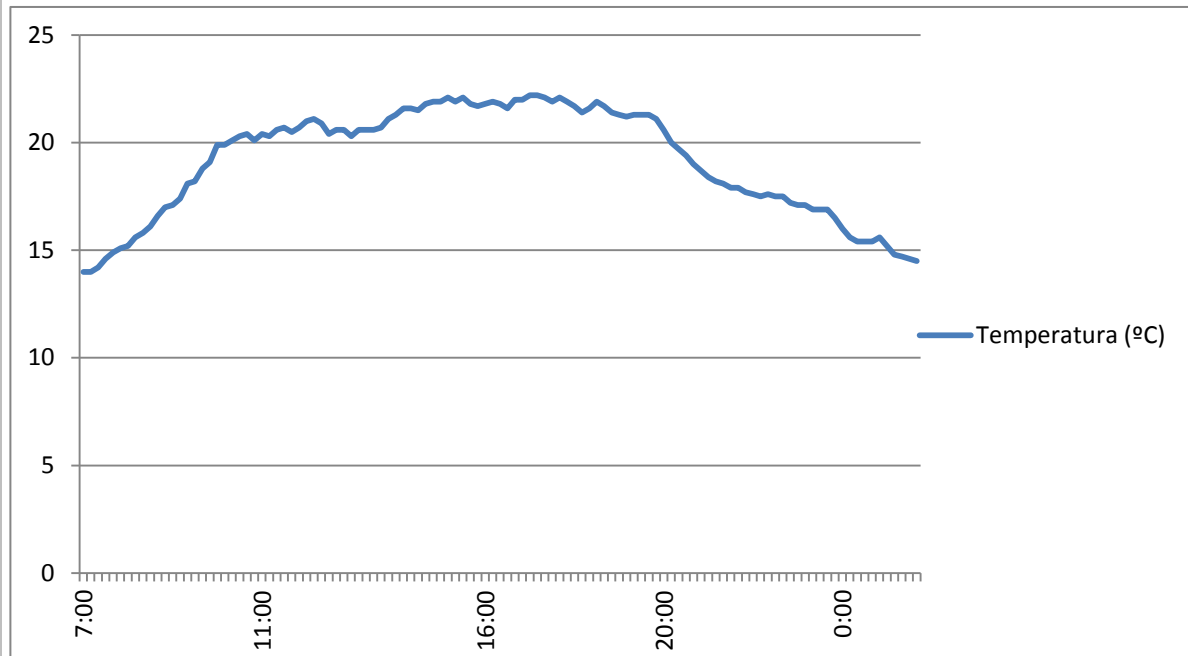


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**C/15/N**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	---
Color de la pintura	---
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

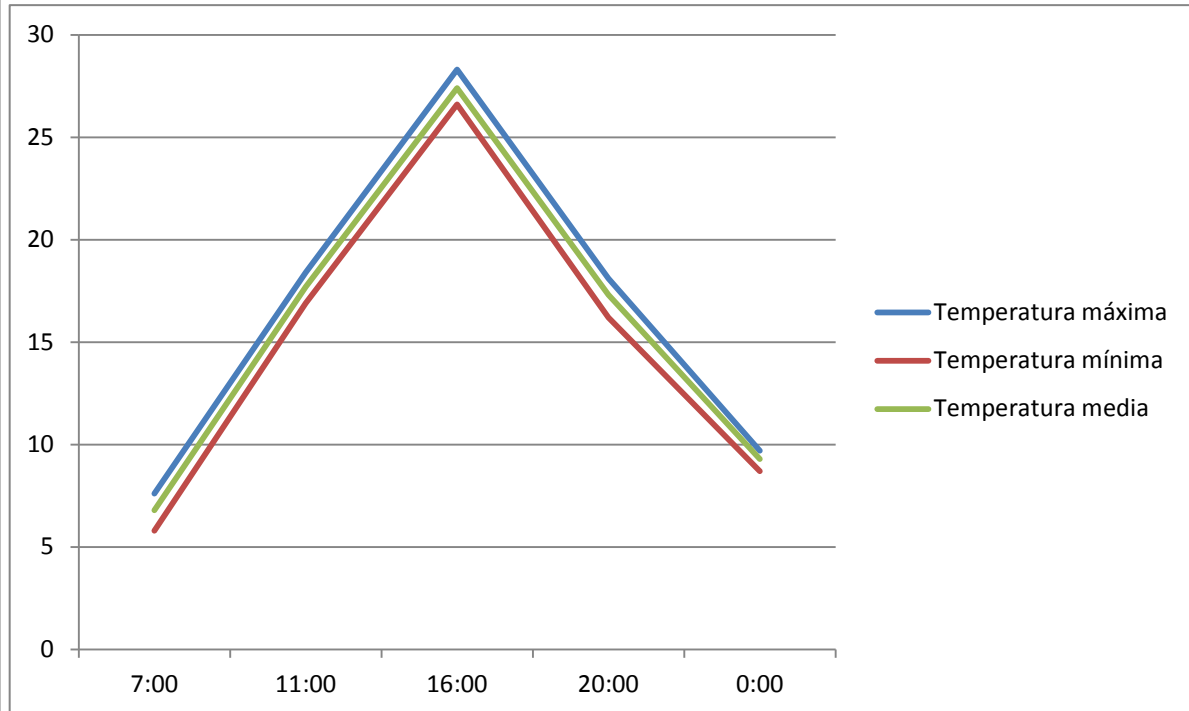
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	7.6	18.4	28.3	18.1	9.7
Temperatura mínima	5.8	16.9	26.6	16.2	8.7
Temperatura media	6.8	17.7	27.4	17.3	9.3

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

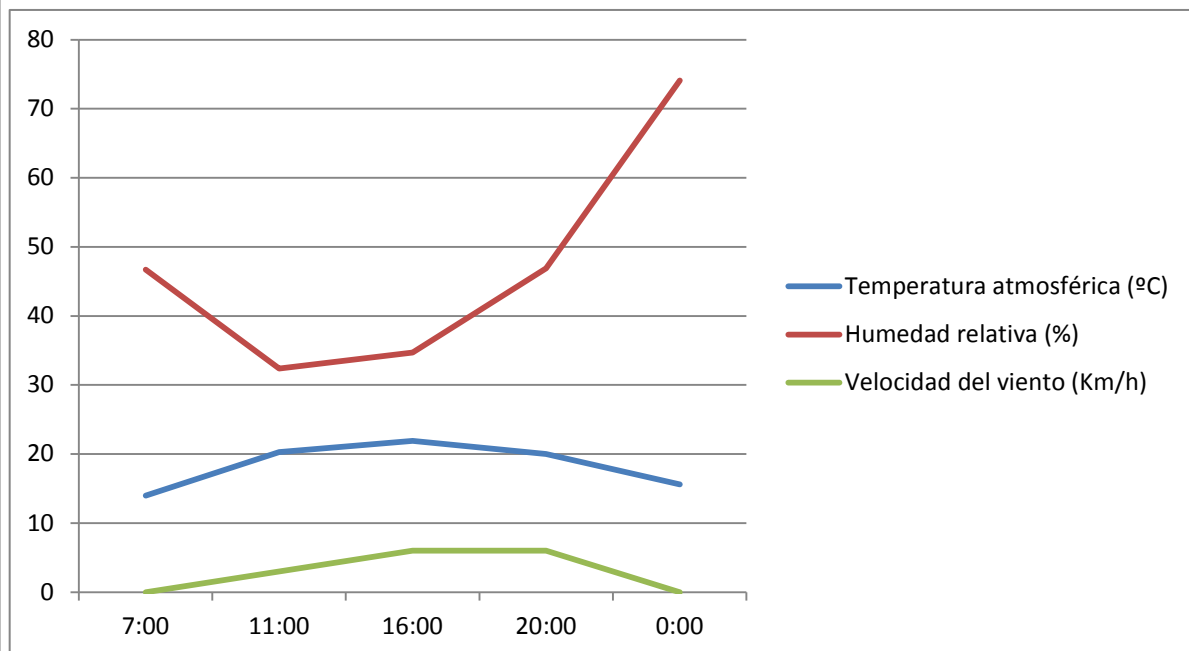
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



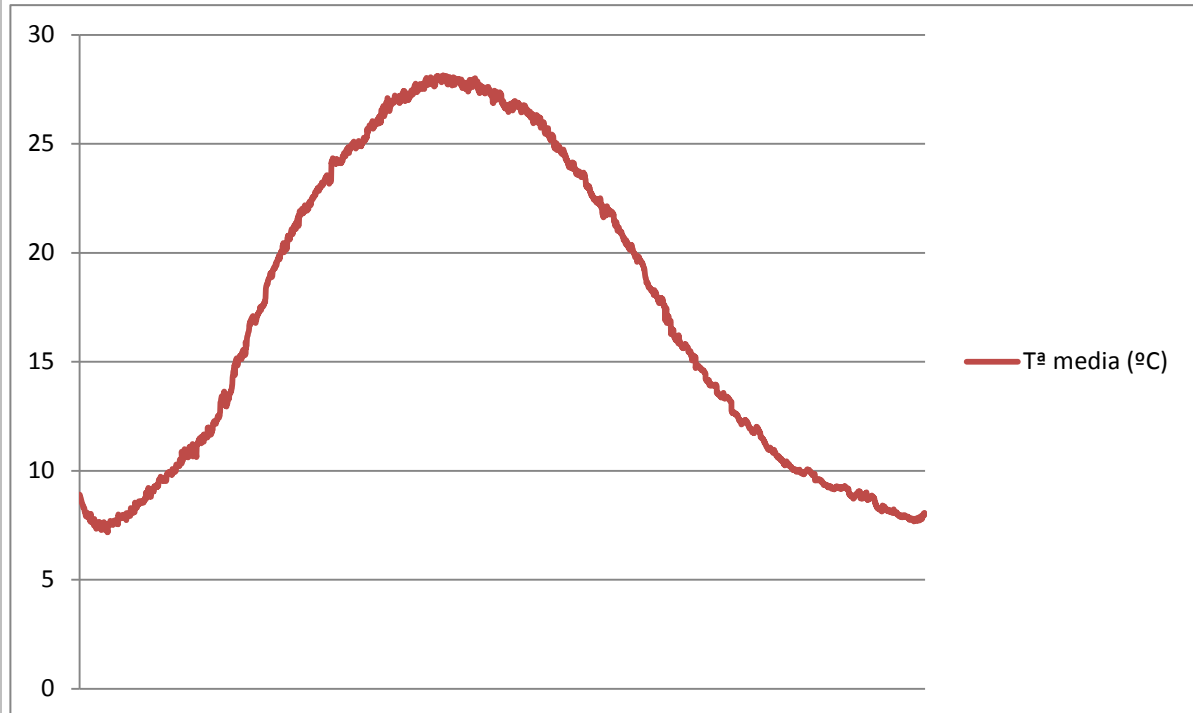
### Datos estación meteorológica



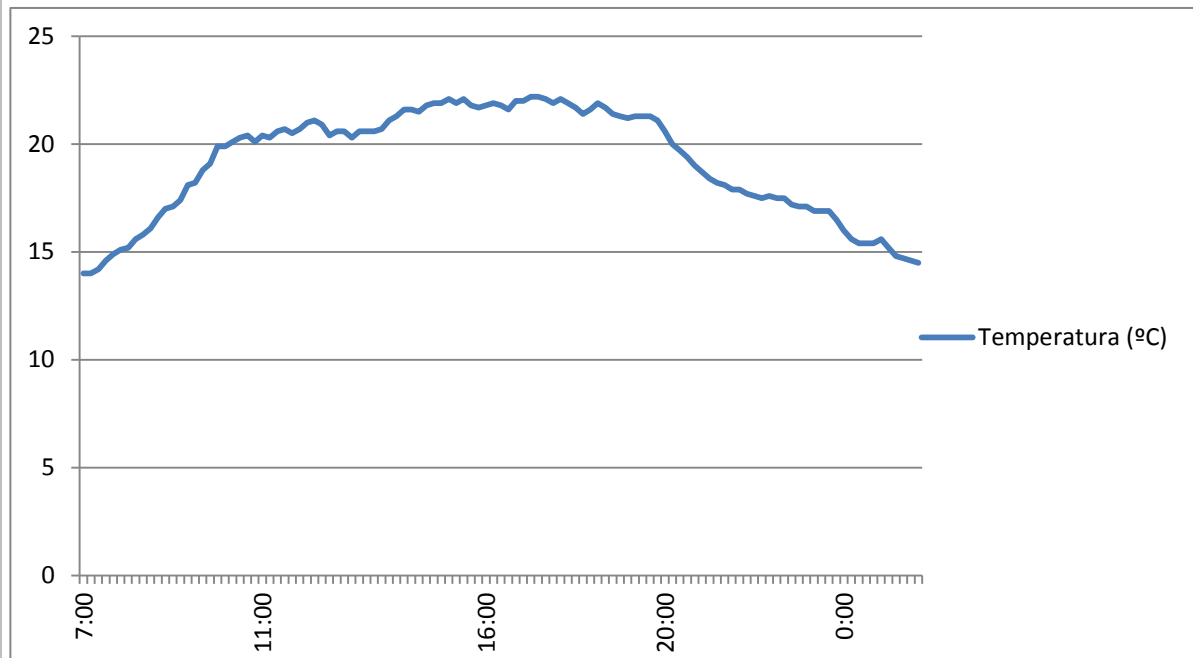


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**C/15/P/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

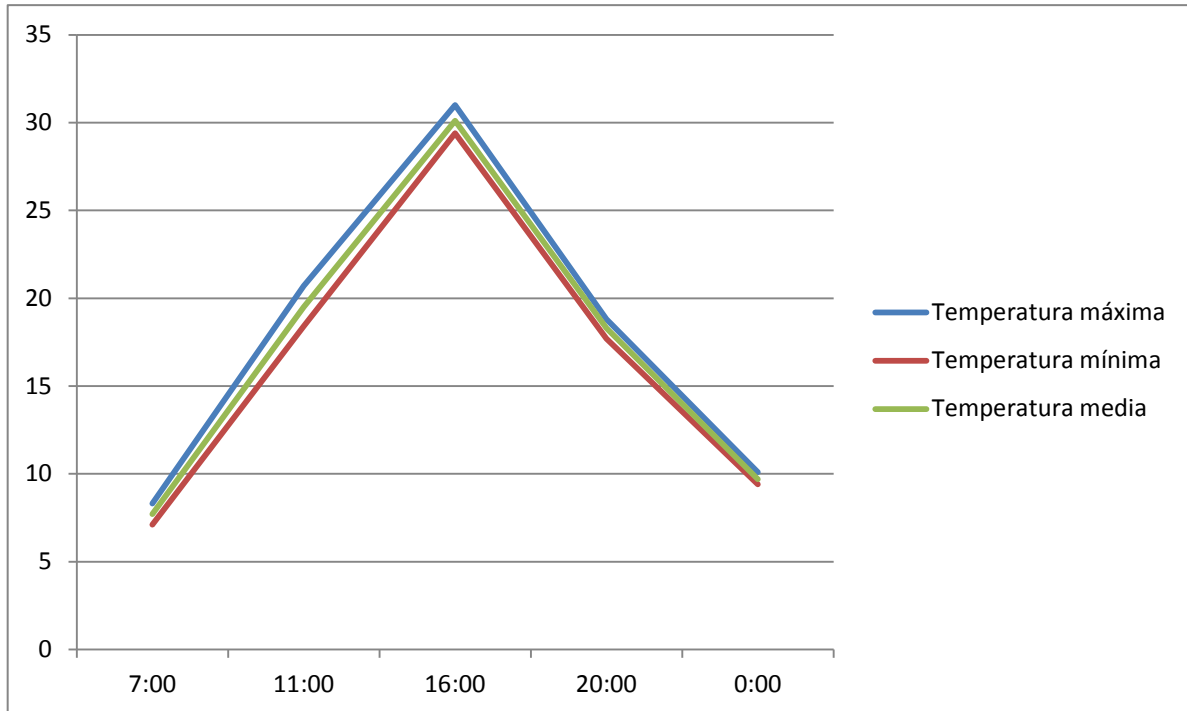
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.3	20.7	31.0	18.8	10.1
Temperatura mínima	7.1	18.4	29.4	17.7	9.4
Temperatura media	7.7	19.5	30.1	18.3	9.7

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

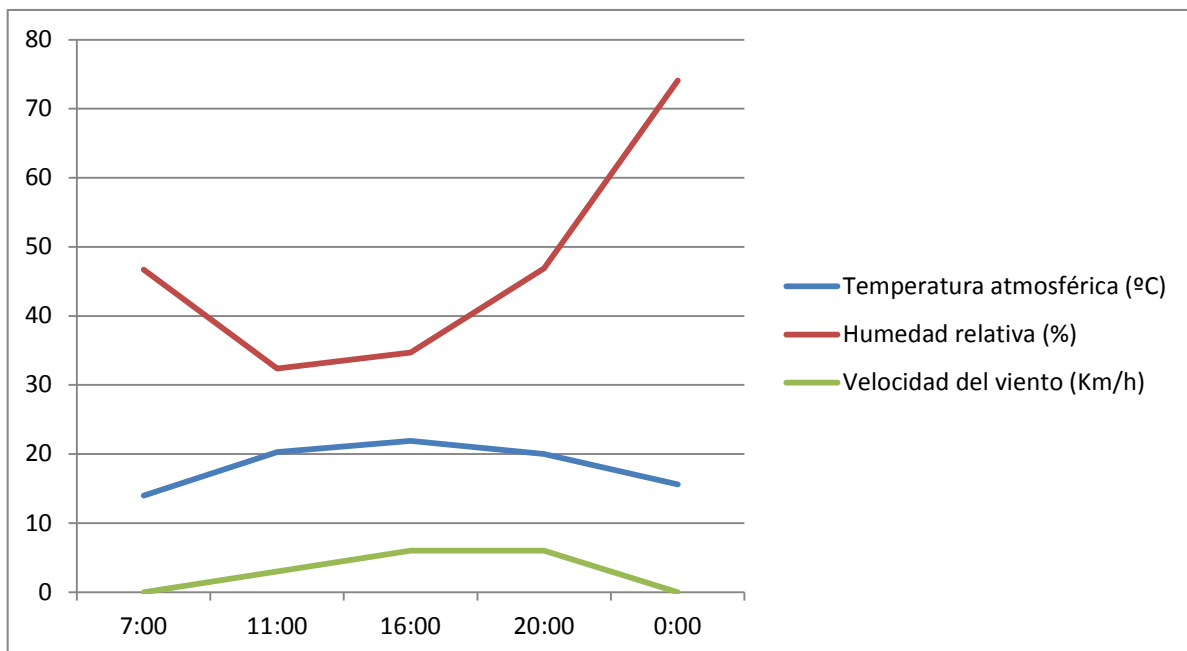
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

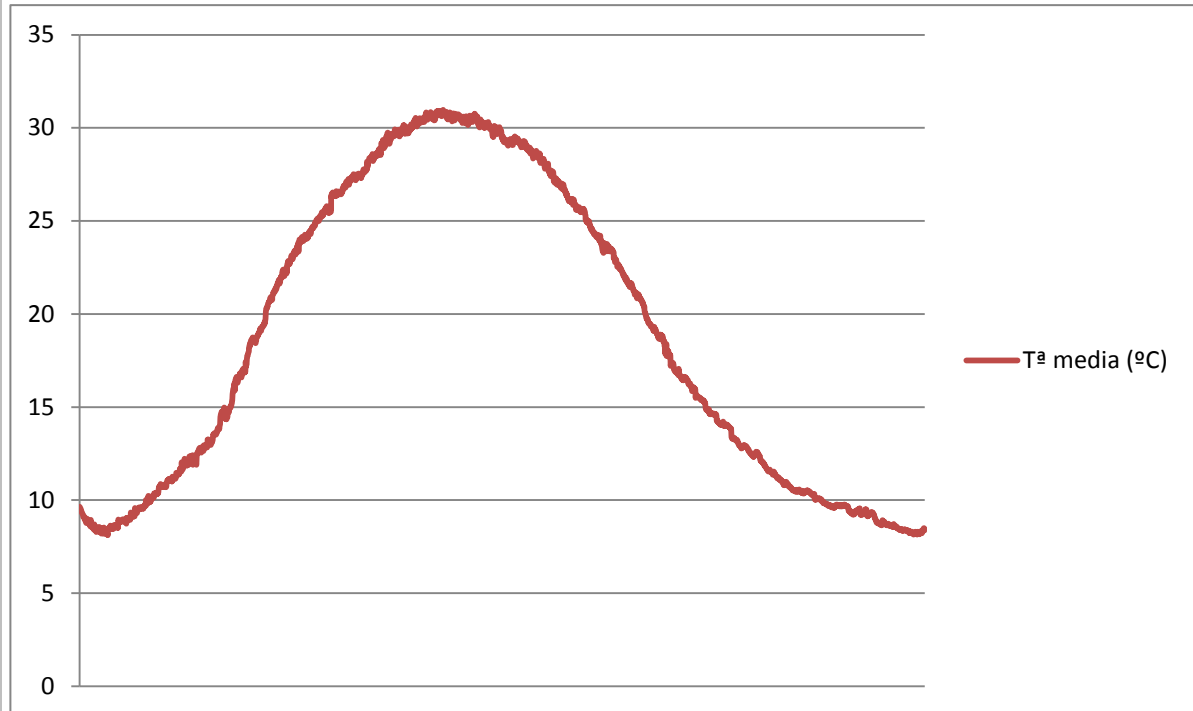


### Datos estación meteorológica

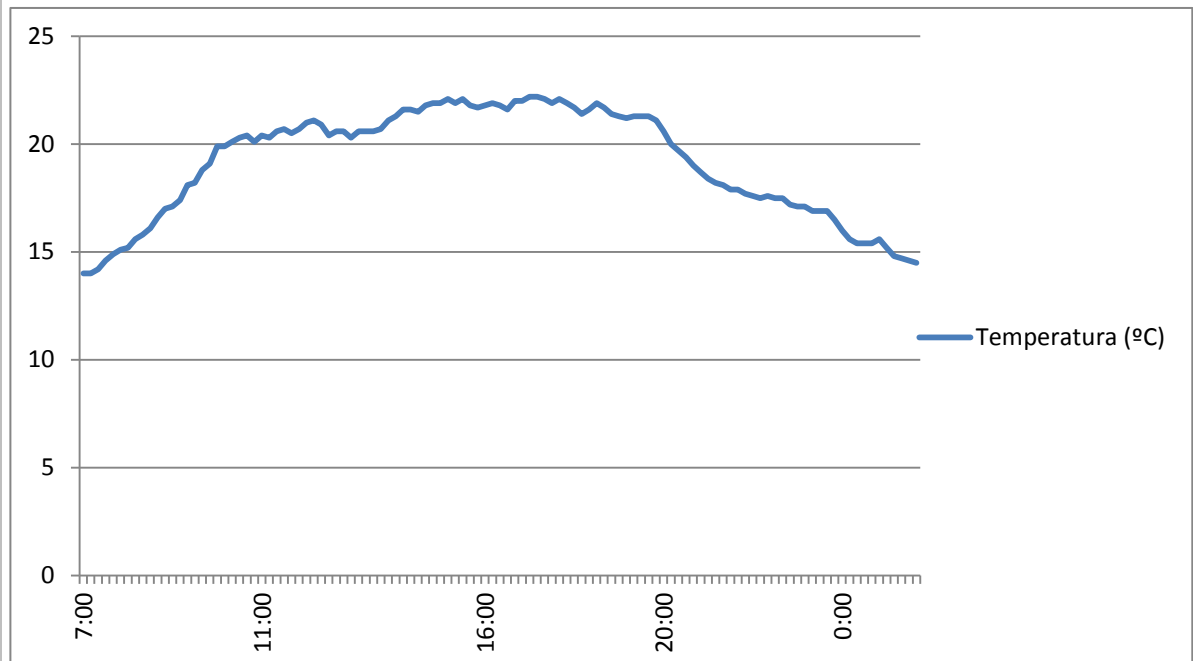


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





## REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA

C/15/P/A

## 1\_DATOS GENERALES

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

## 2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA



## 3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA

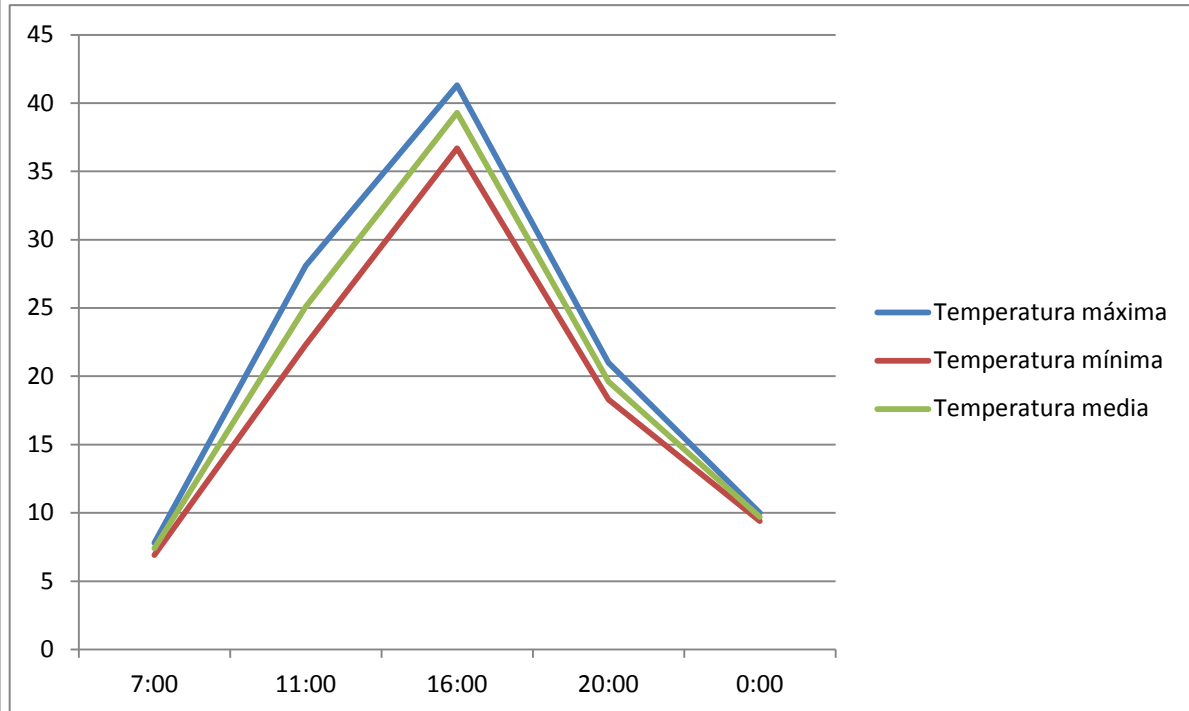
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	7.8	28.1	41.3	21.0	10.0
Temperatura mínima	6.9	22.3	36.7	18.3	9.4
Temperatura media	7.4	25.1	39.3	19.6	9.7

## 4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA

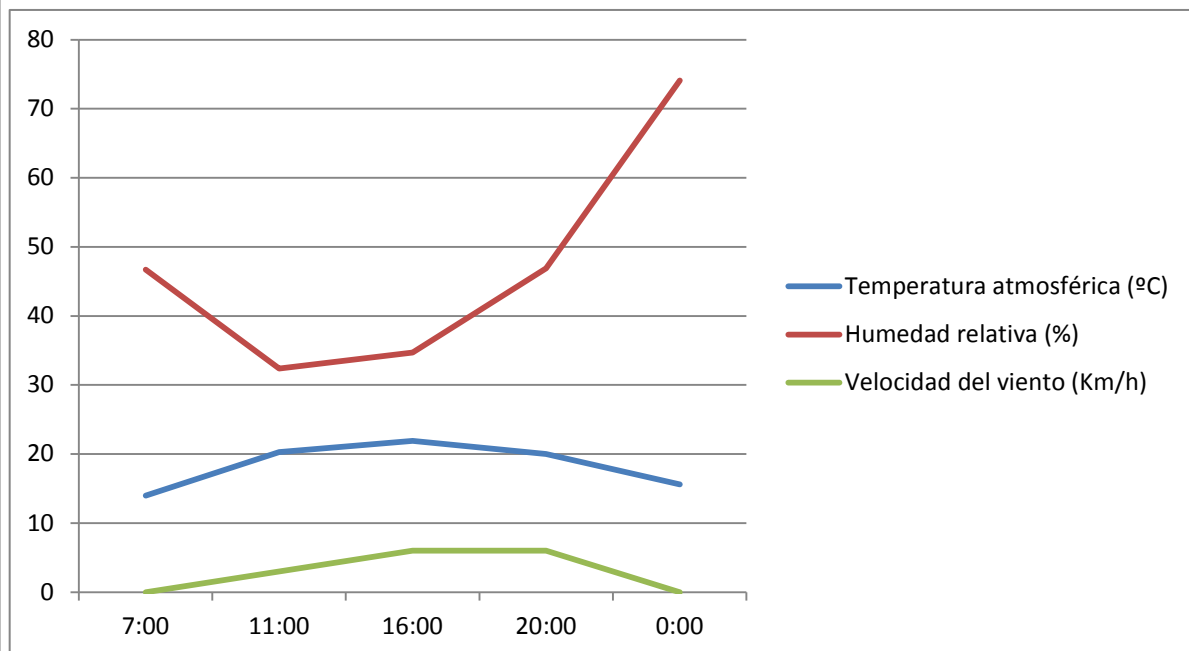
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



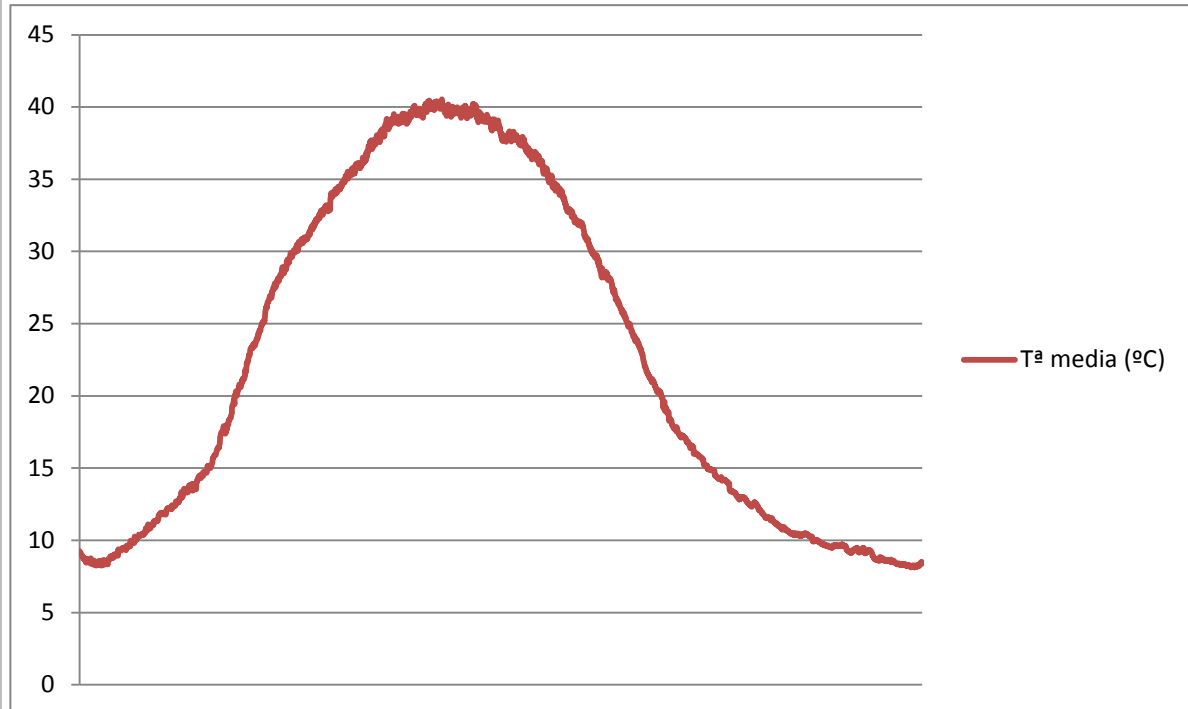
### Datos estación meteorológica



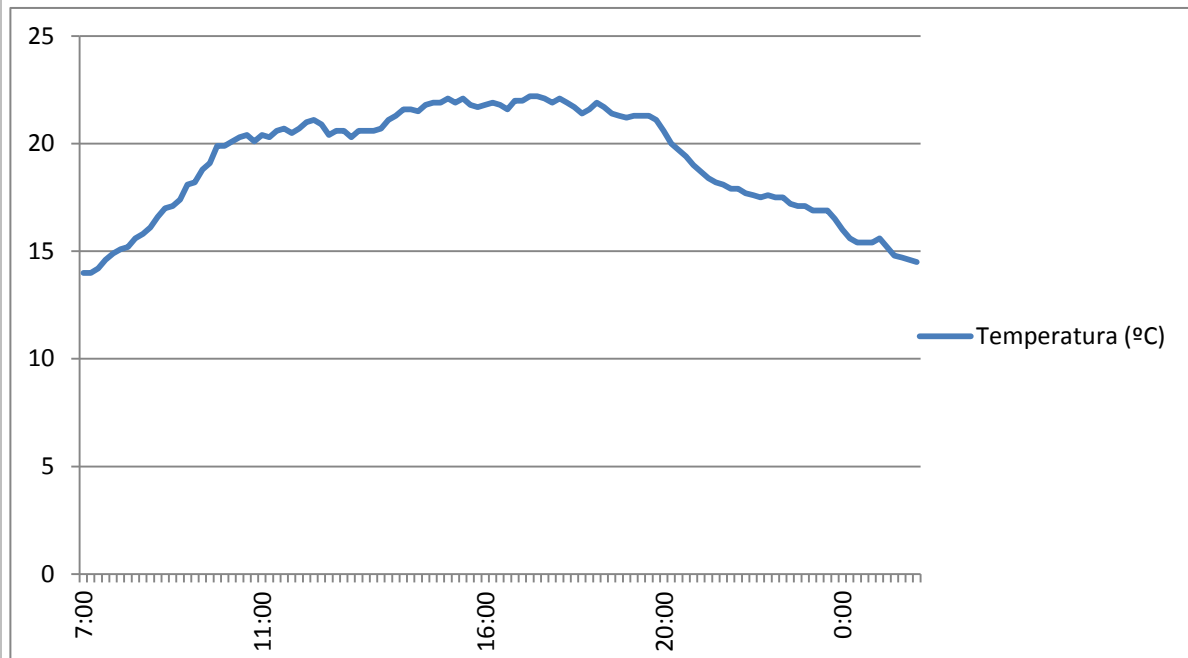


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





## REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA

C/15/C/O

### 1\_DATOS GENERALES

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

### 2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA



### 3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA

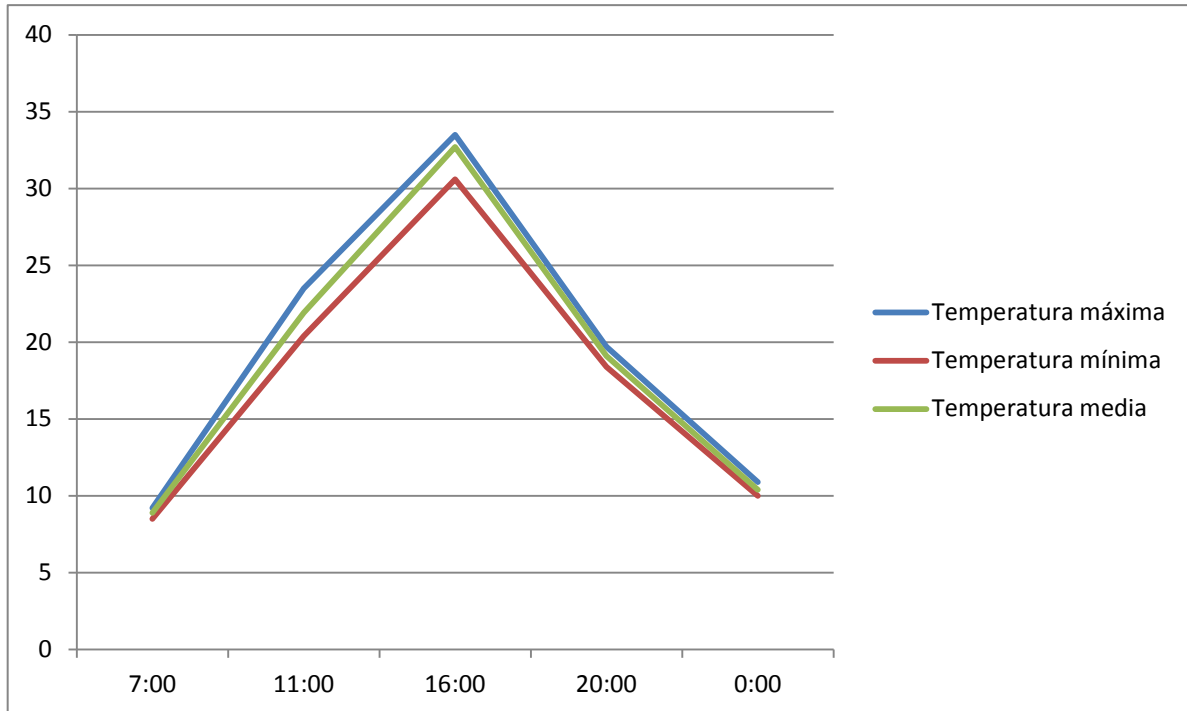
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	9.2	23.5	33.5	19.7	10.9
Temperatura mínima	8.5	20.4	30.6	18.4	10.0
Temperatura media	8.9	21.9	32.7	19.1	10.4

### 4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA

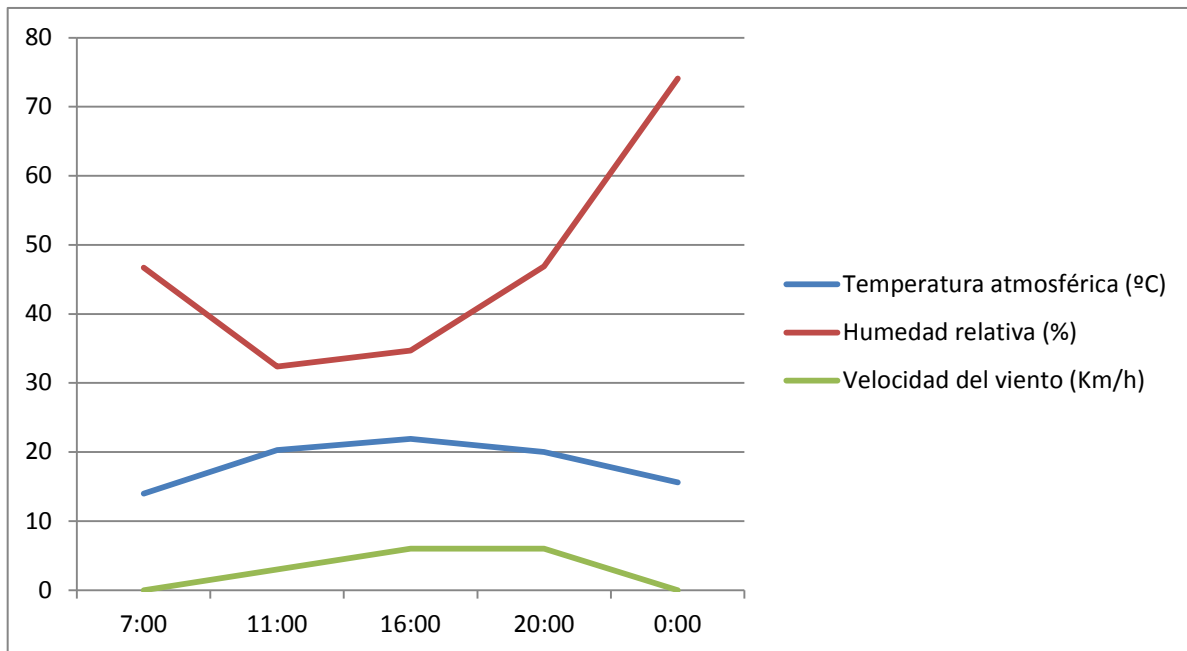
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

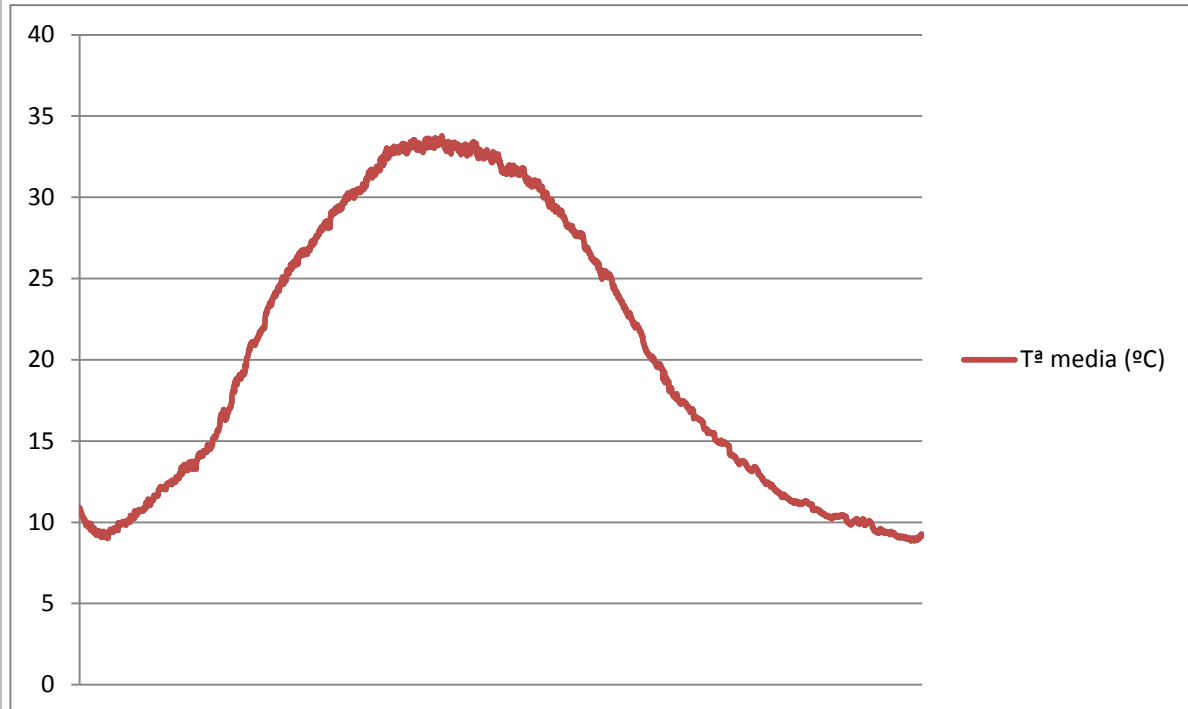


### Datos estación meteorológica

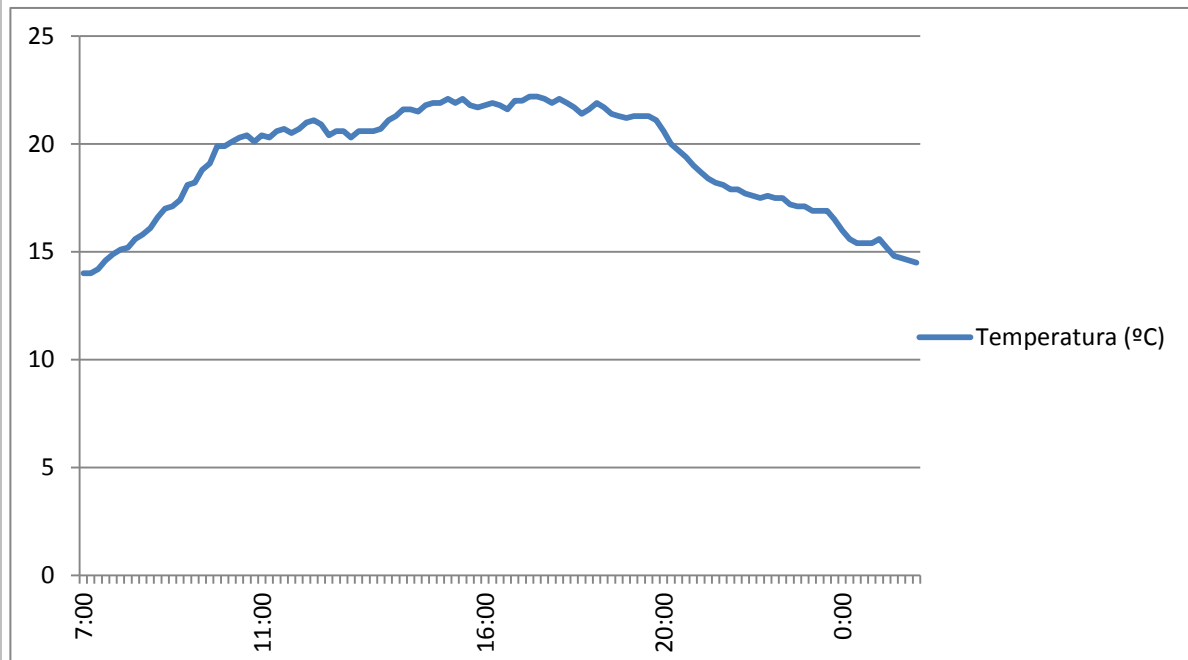


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**C/15/C/A**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

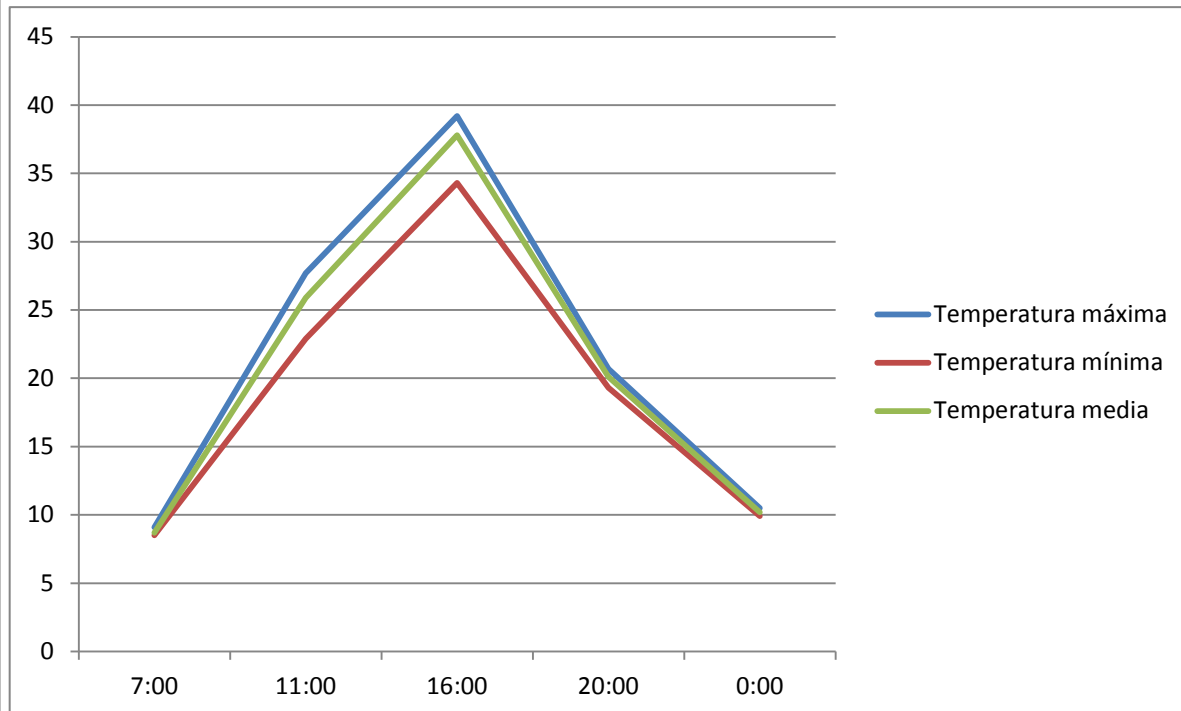
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	9.1	27.7	39.2	20.7	10.5
Temperatura mínima	8.5	22.9	34.3	19.3	9.9
Temperatura media	8.7	25.9	37.8	20.1	10.2

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

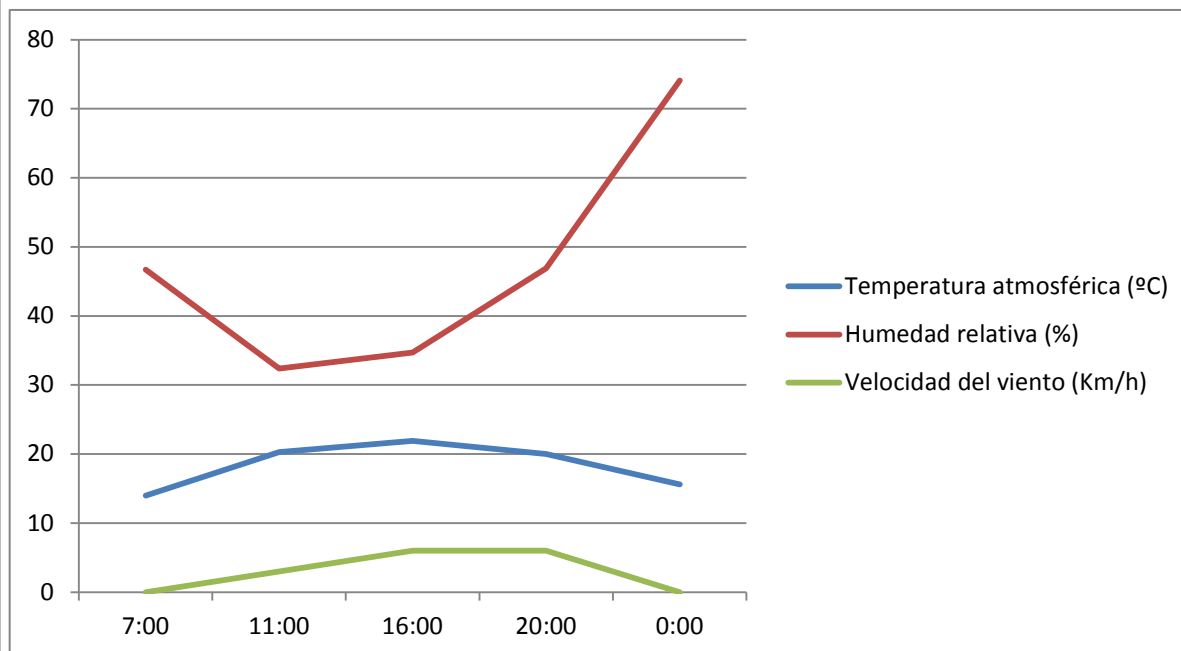
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



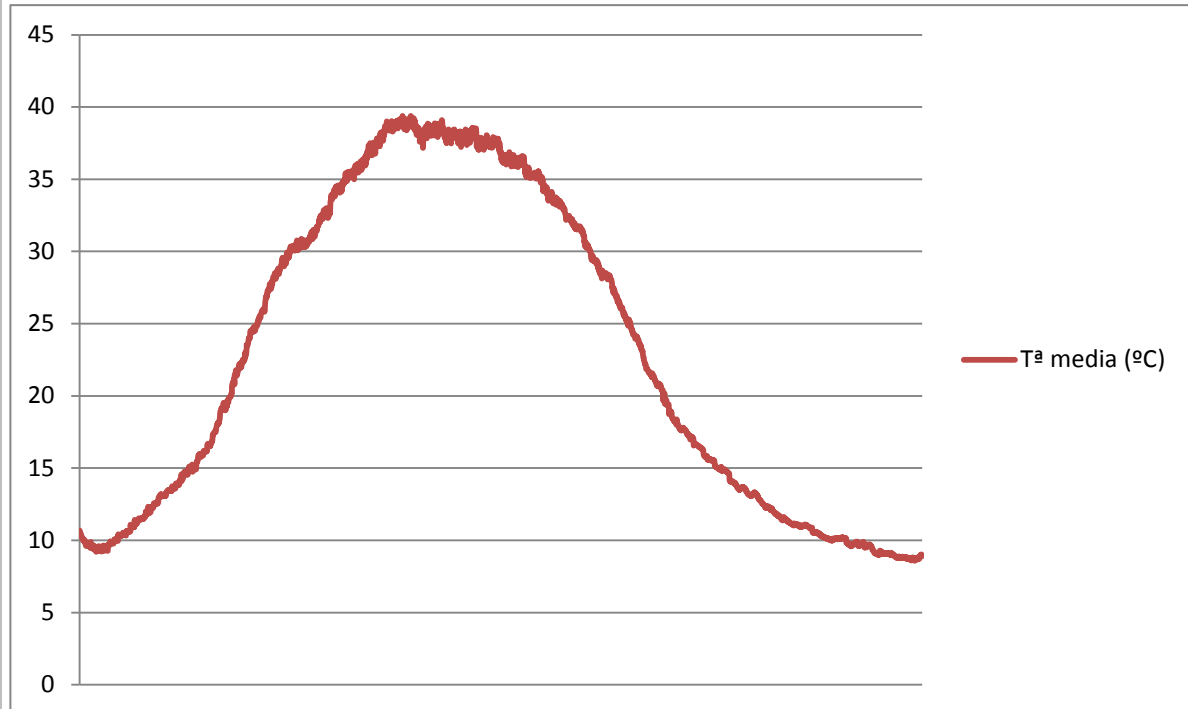
### Datos estación meteorológica



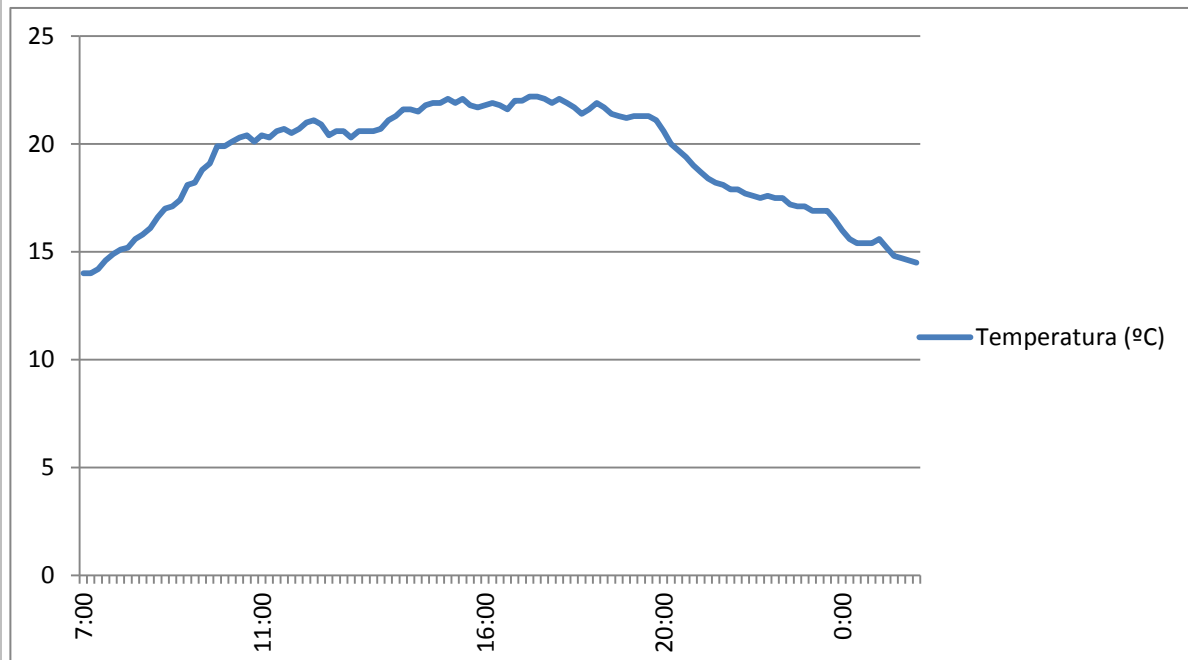


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM/10/N**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cemento
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	---
Color de la pintura	---
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

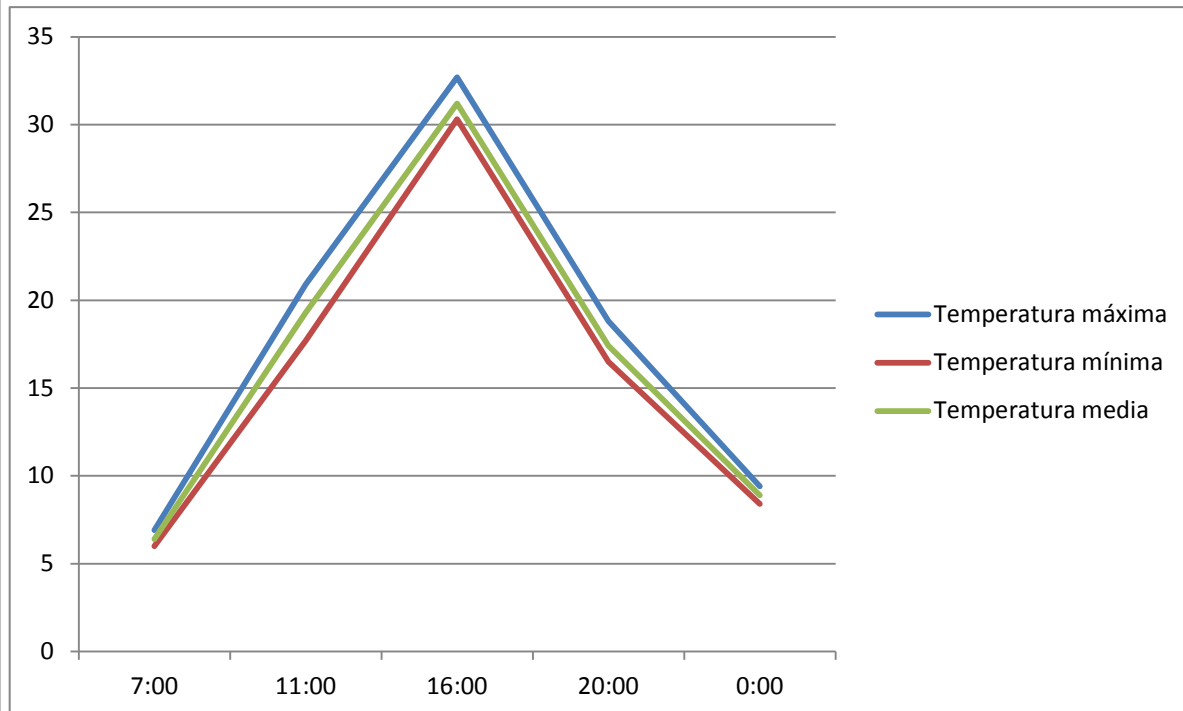
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	6.9	20.9	32.7	18.8	9.4
Temperatura mínima	6.0	17.7	30.3	16.5	8.4
Temperatura media	6.4	19.3	31.2	17.4	8.9

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

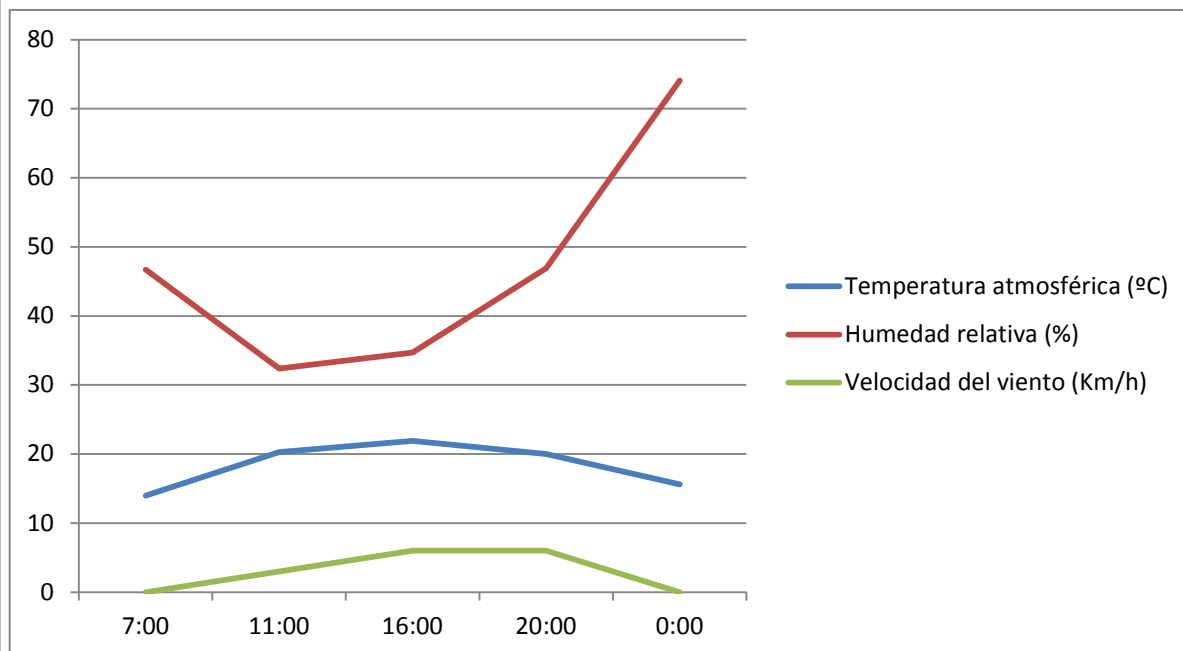
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

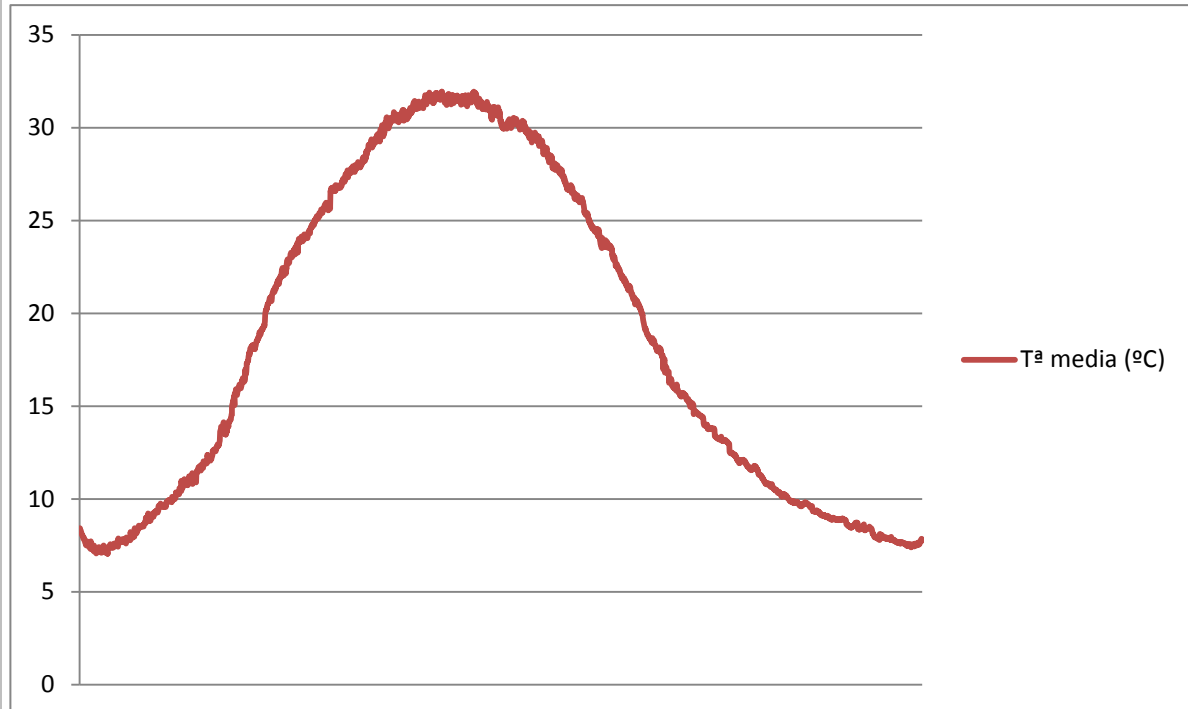


### Datos estación meteorológica

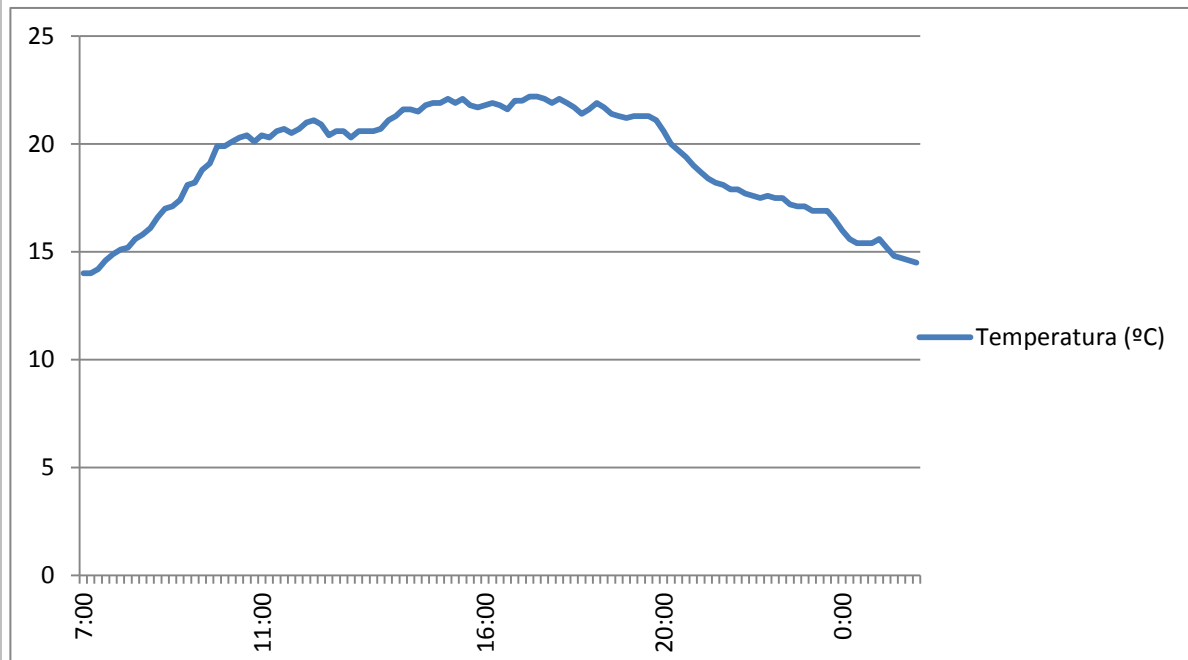


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





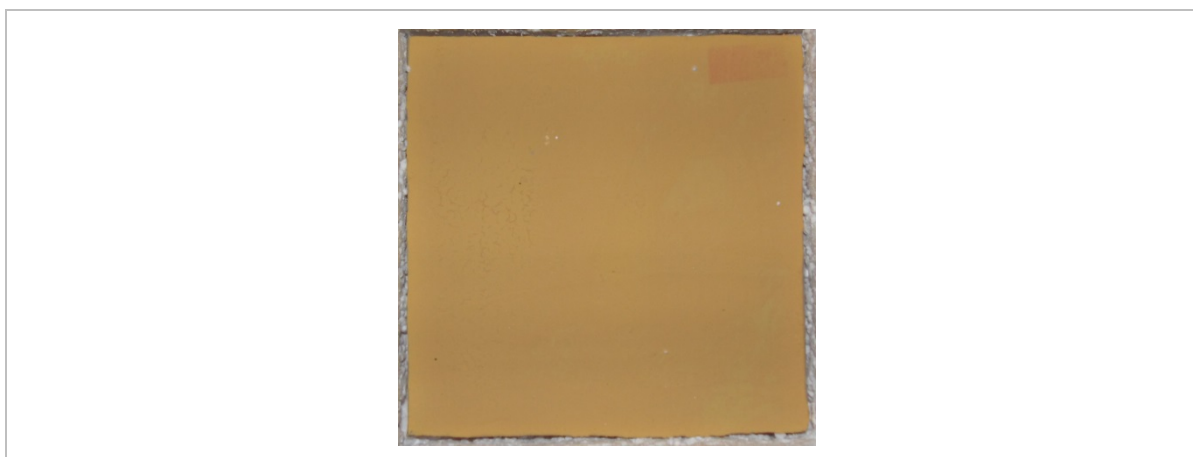
**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM/10/P/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cemento
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

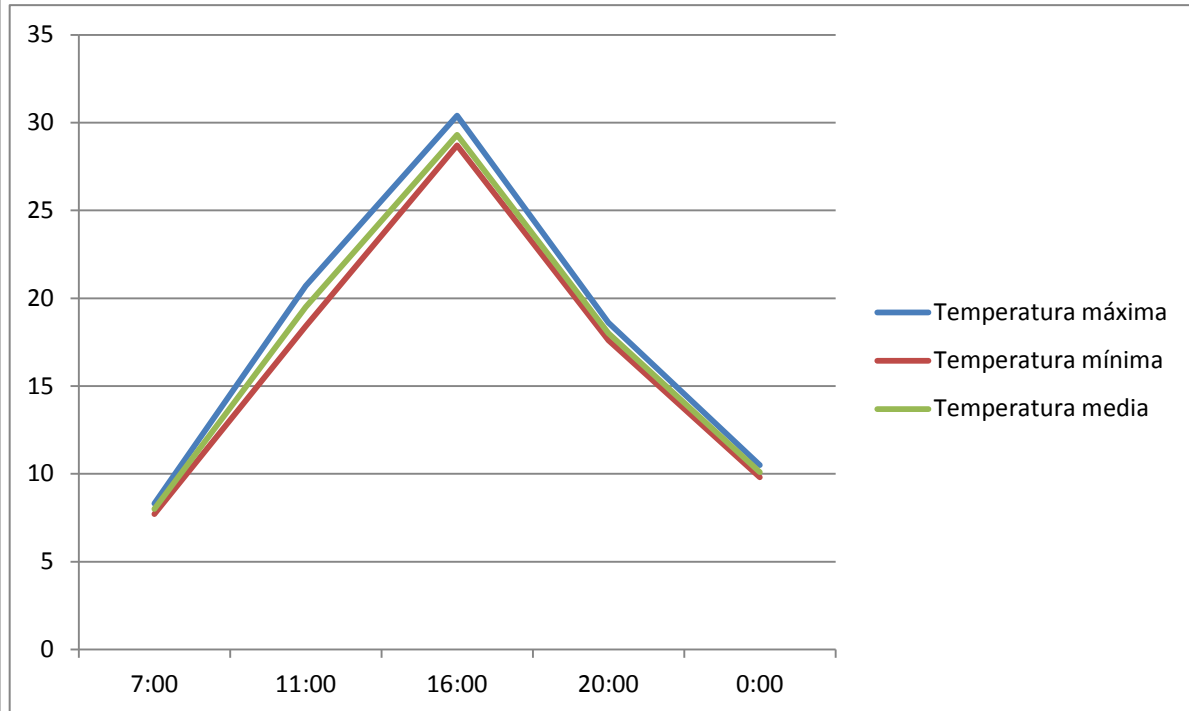
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.3	20.7	30.4	18.6	10.5
Temperatura mínima	7.7	18.4	28.7	17.6	9.8
Temperatura media	8.0	19.5	29.3	18.0	10.1

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

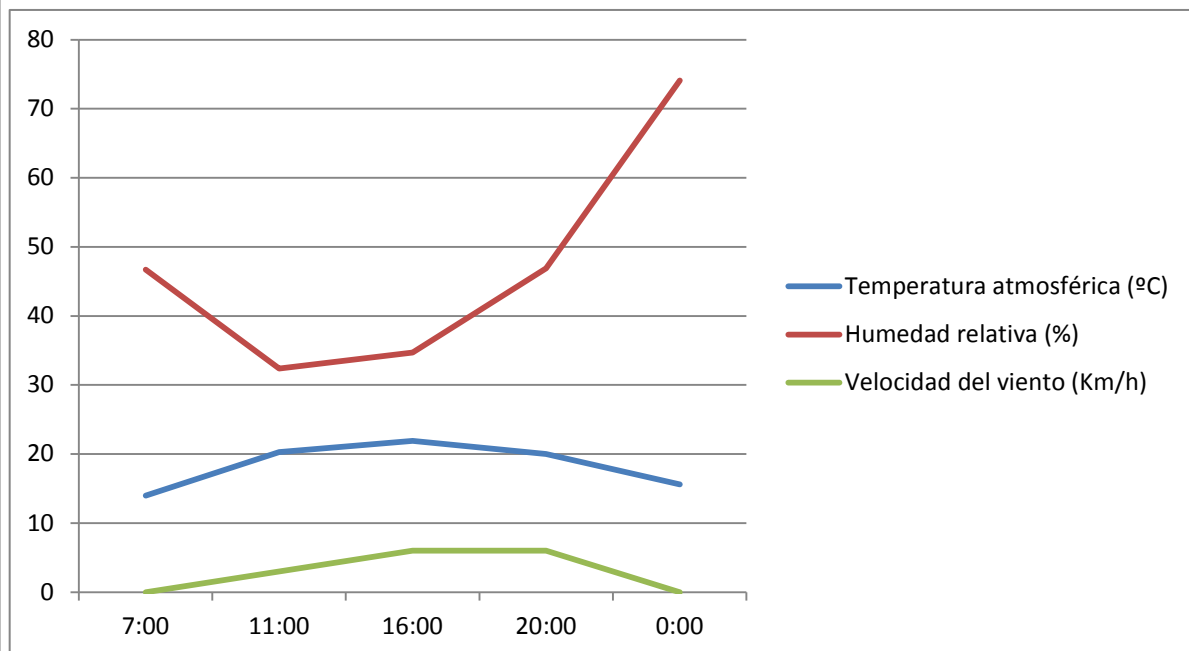
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



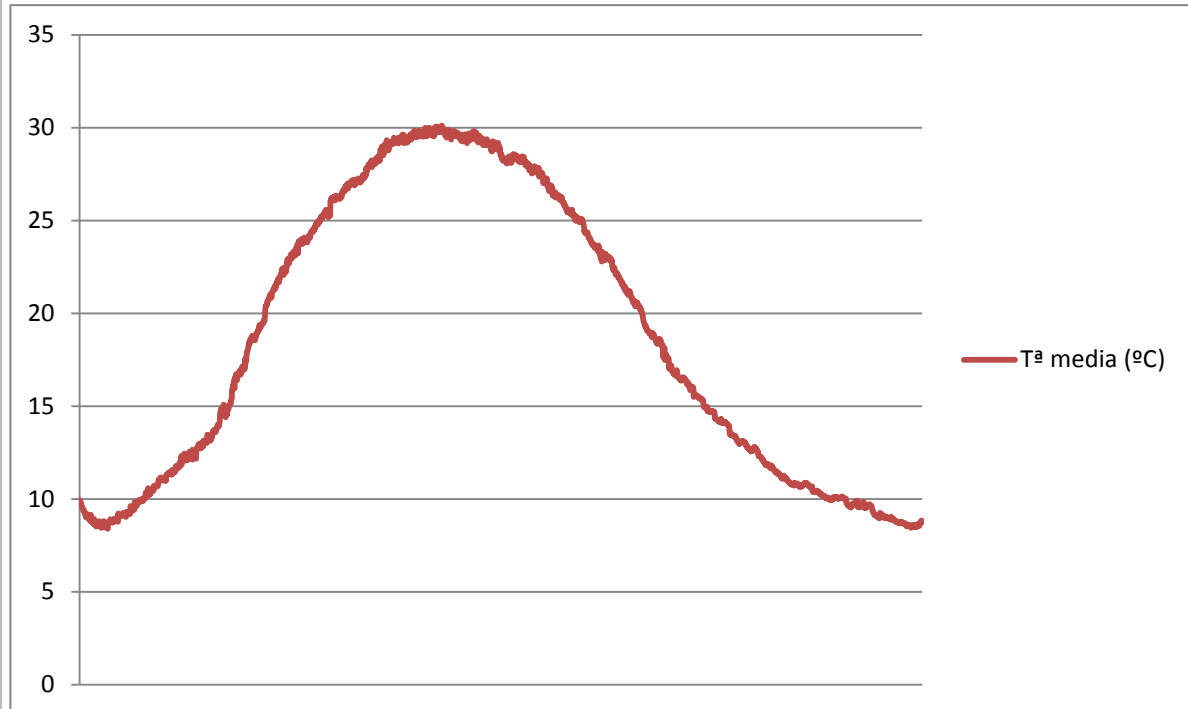
### Datos estación meteorológica



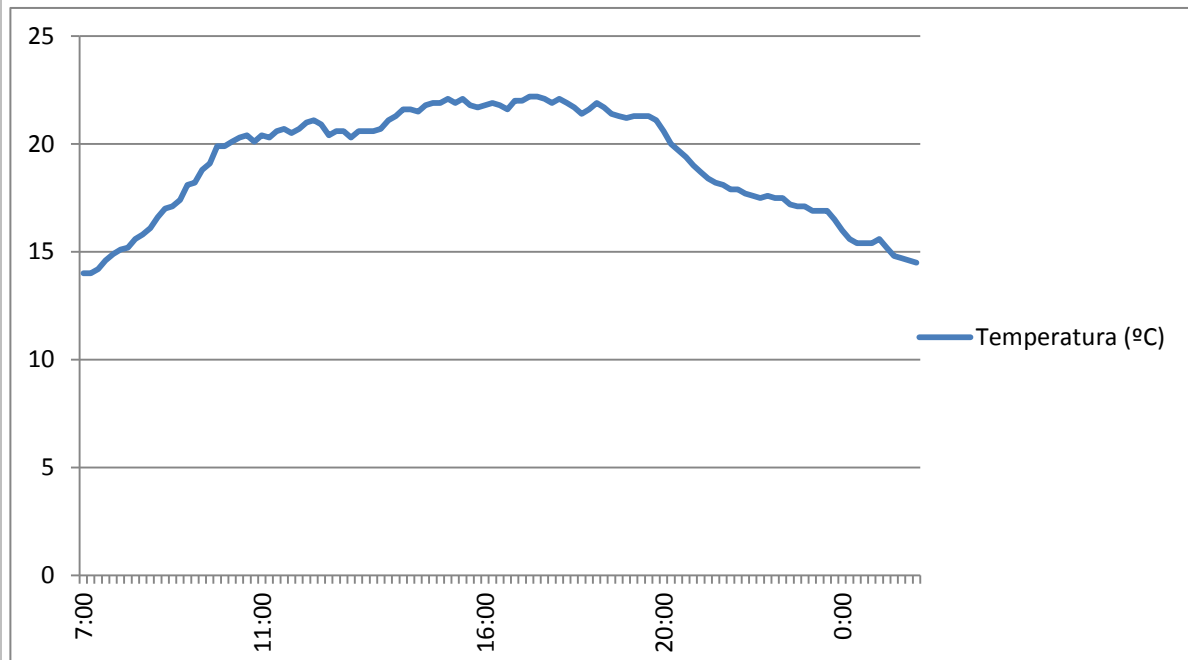


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





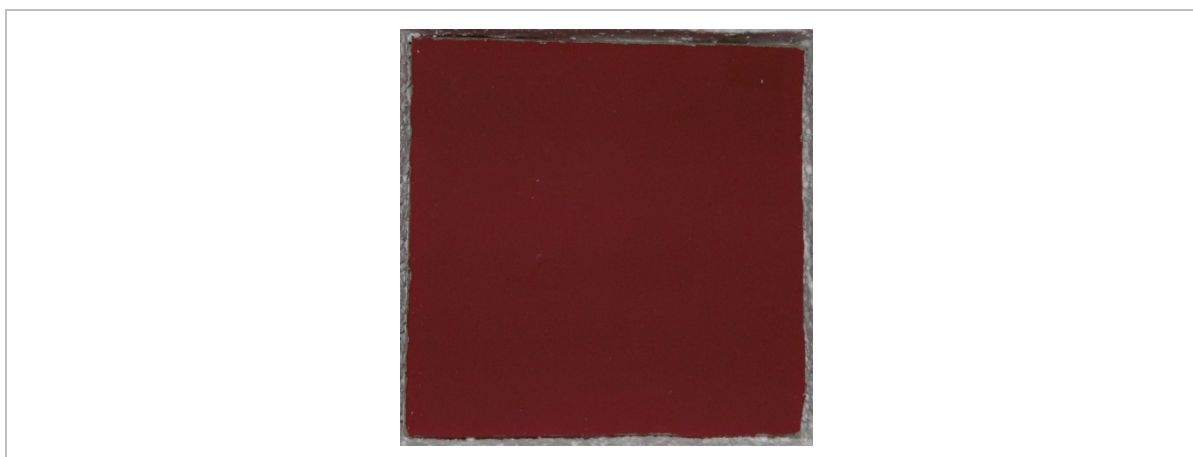
**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM/10/P/A**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cemento
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

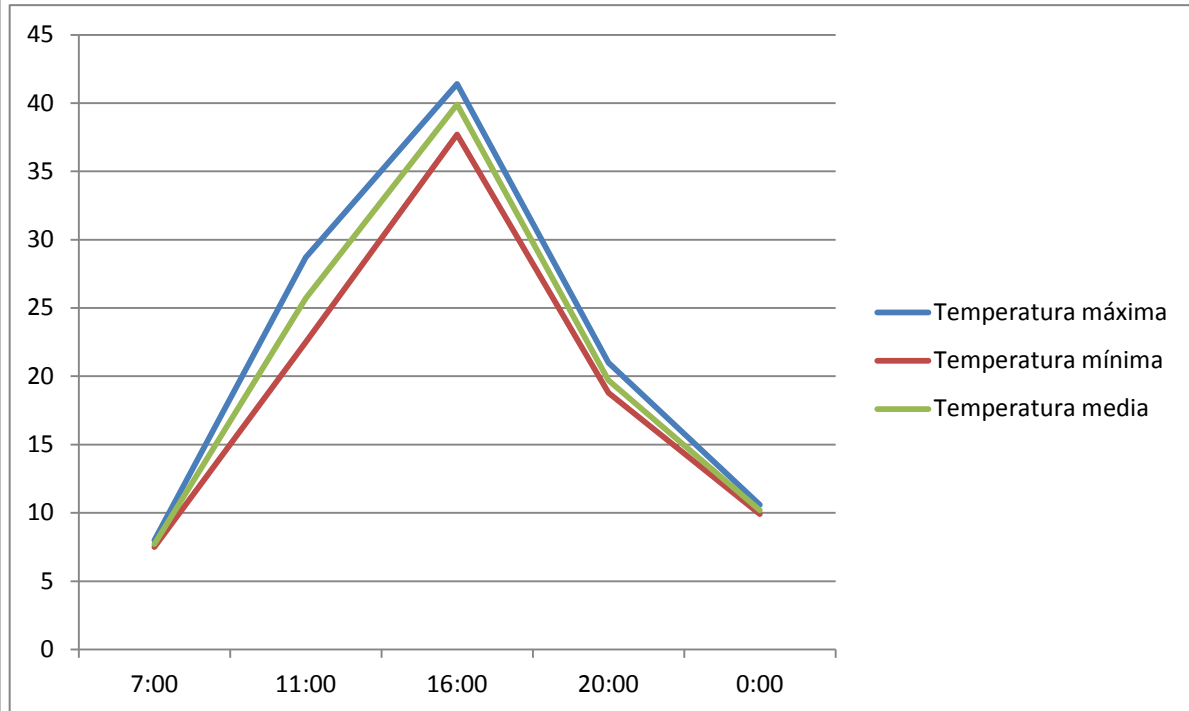
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.0	28.7	41.4	21.0	10.6
Temperatura mínima	7.5	22.5	37.7	18.8	9.9
Temperatura media	7.7	25.7	39.9	19.7	10.2

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

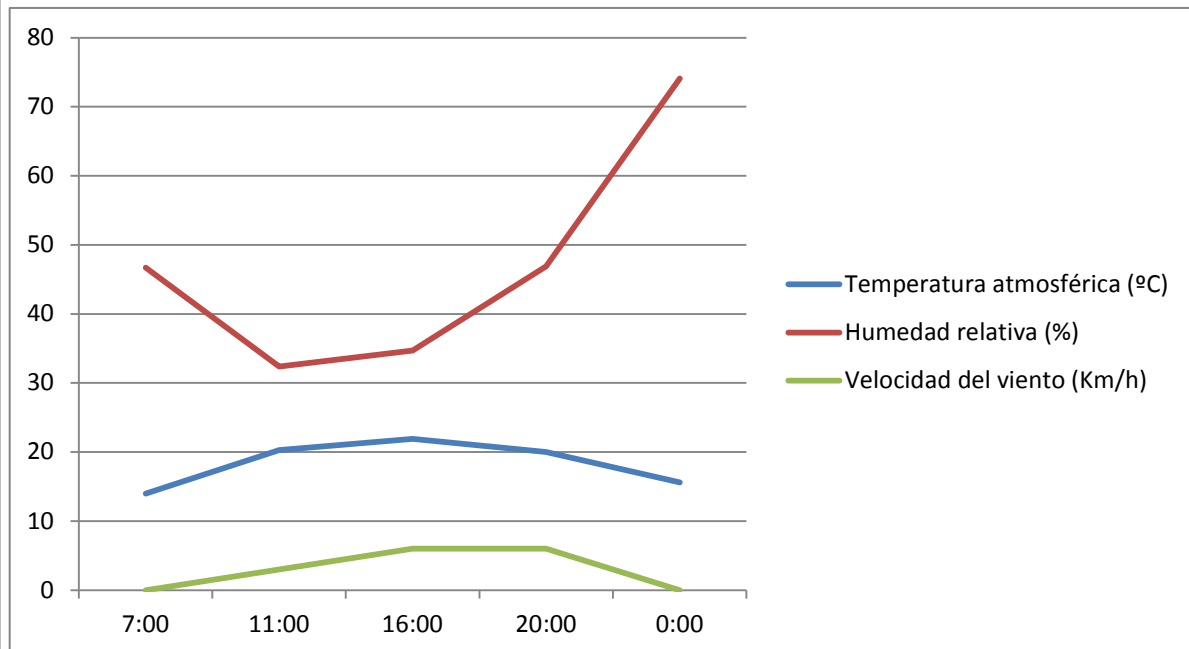
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

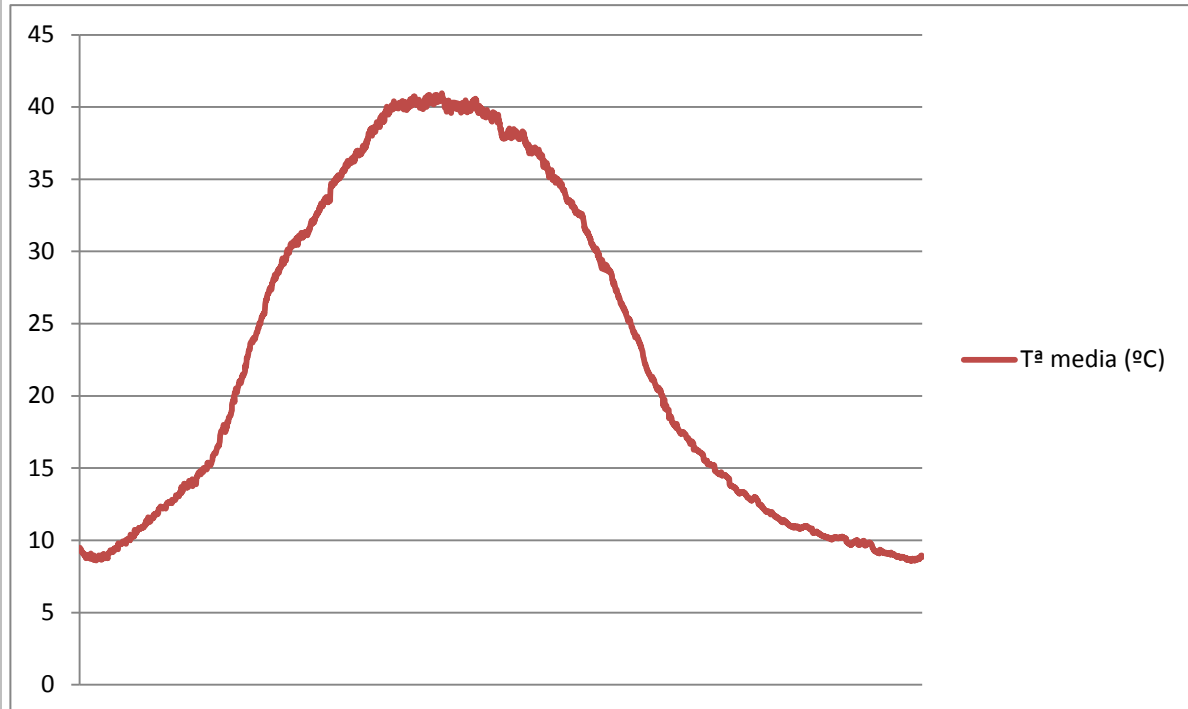


### Datos estación meteorológica

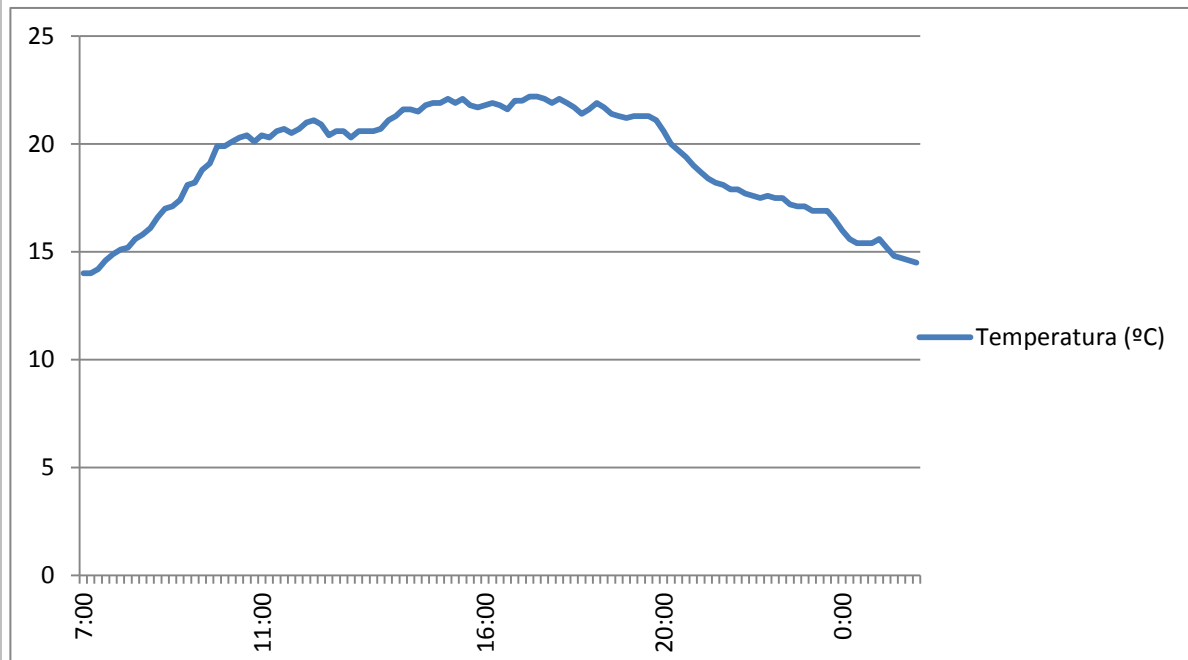


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM/10/C/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cemento
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

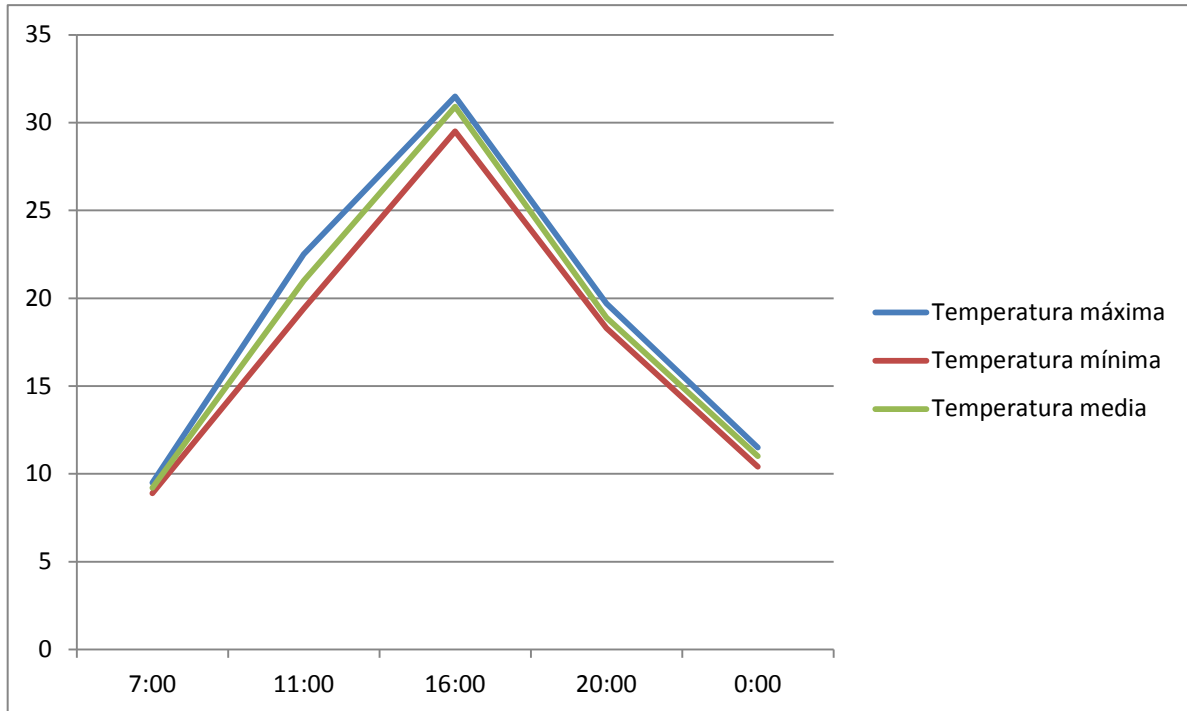
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	9.5	22.5	31.5	19.7	11.5
Temperatura mínima	8.9	19.4	29.5	18.3	10.4
Temperatura media	9.2	21.0	30.9	18.9	11.0

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

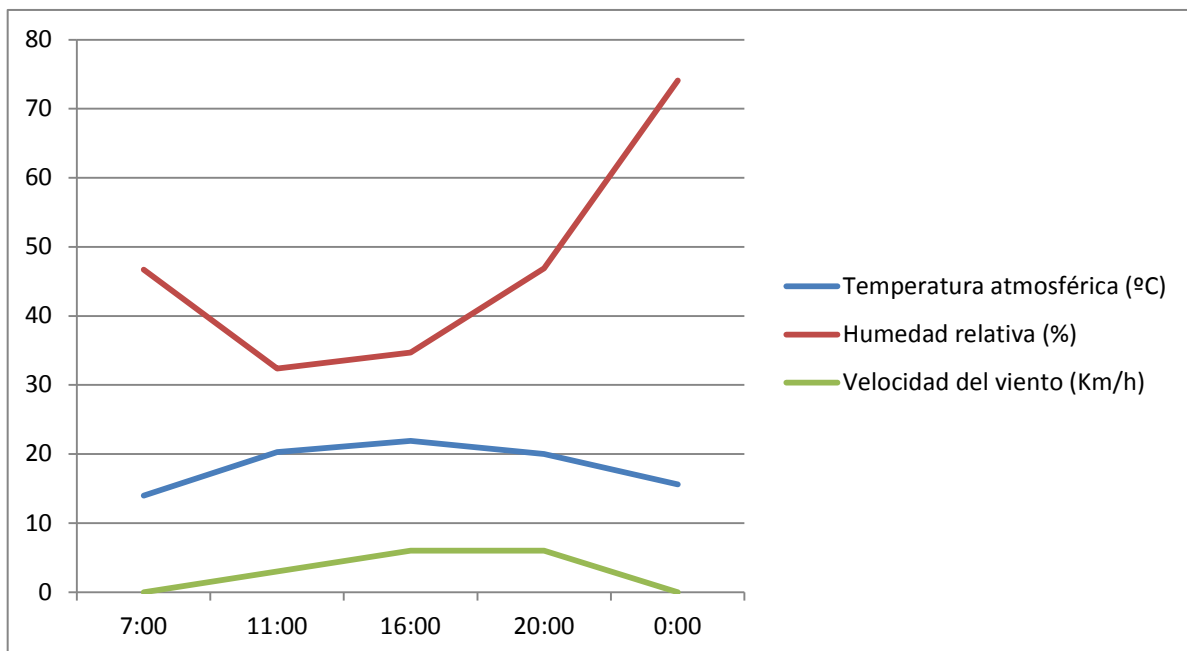
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



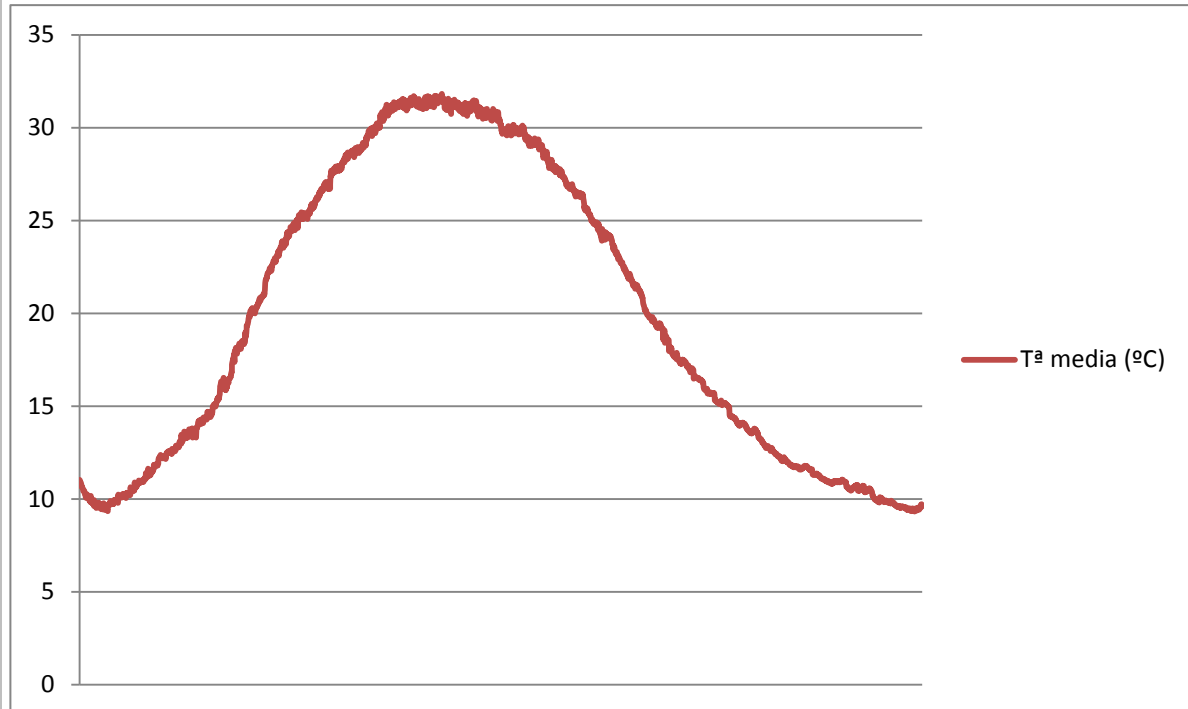
### Datos estación meteorológica



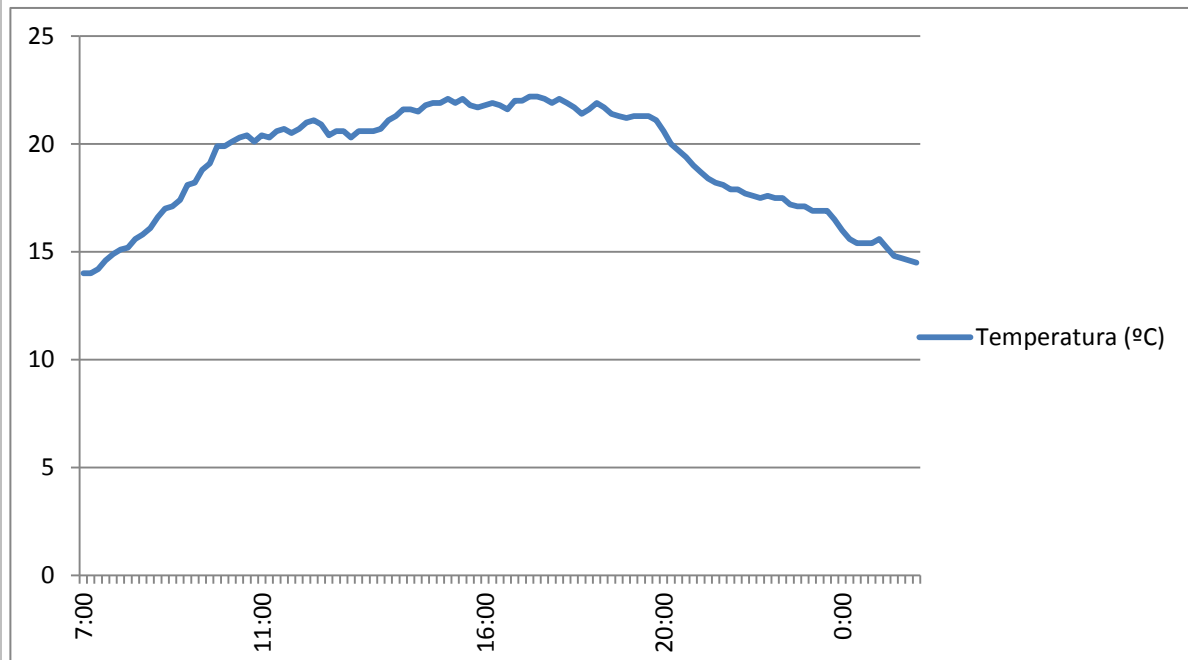


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM/10/C/A**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cemento
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

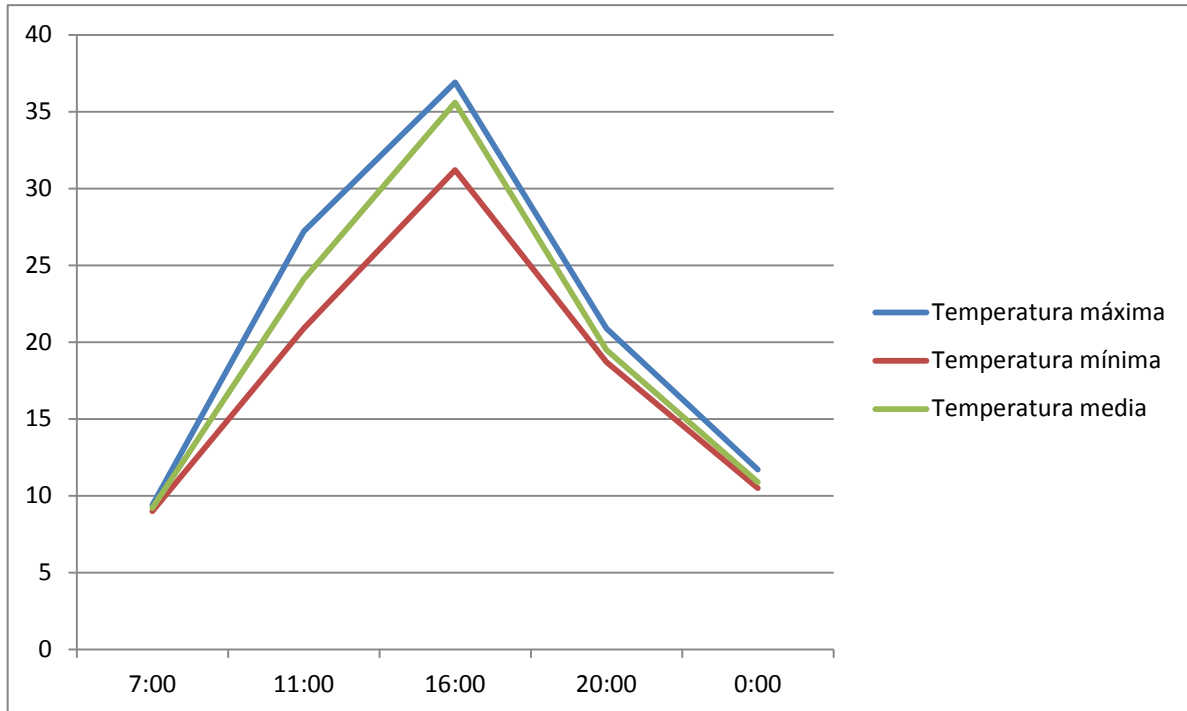
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	9.4	27.2	36.9	20.9	11.7
Temperatura mínima	9.0	20.9	31.2	18.7	10.5
Temperatura media	9.2	24.1	35.6	19.5	10.9

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

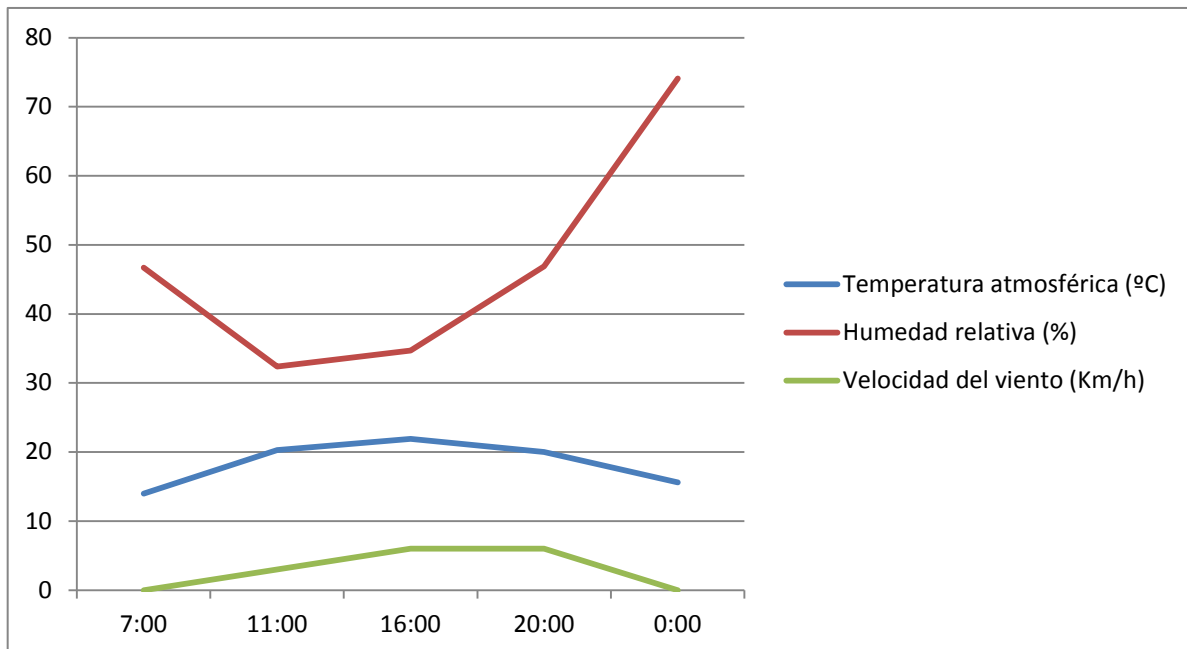
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

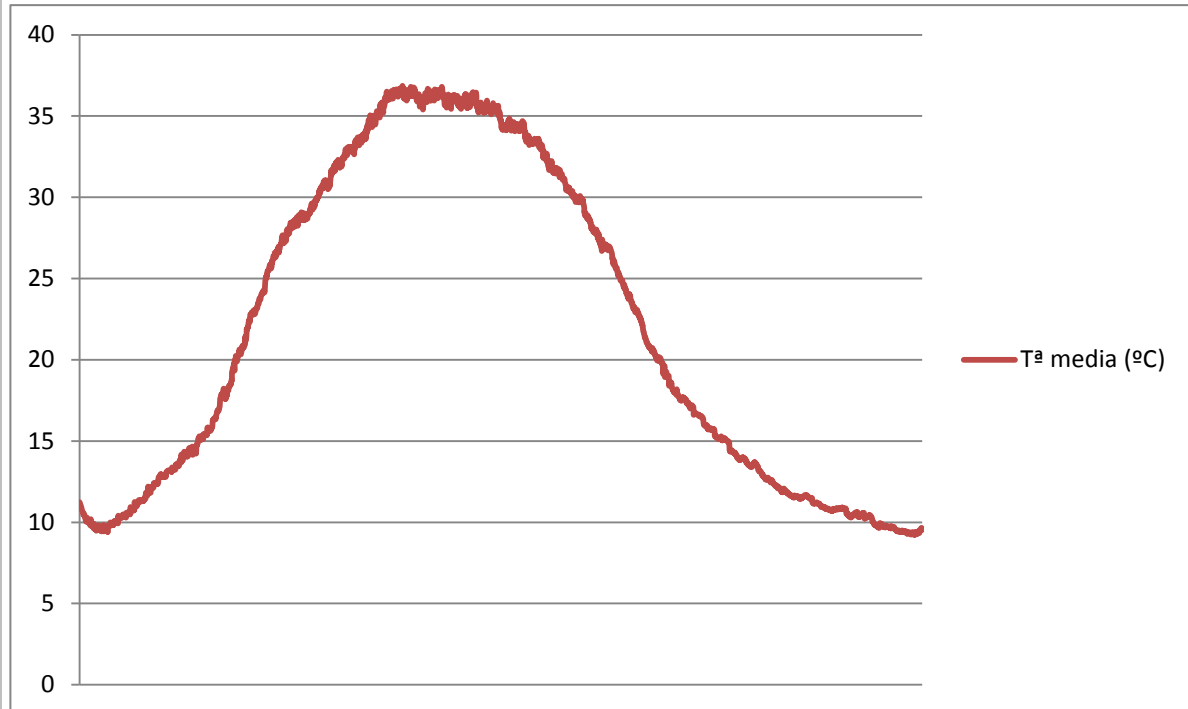


### Datos estación meteorológica

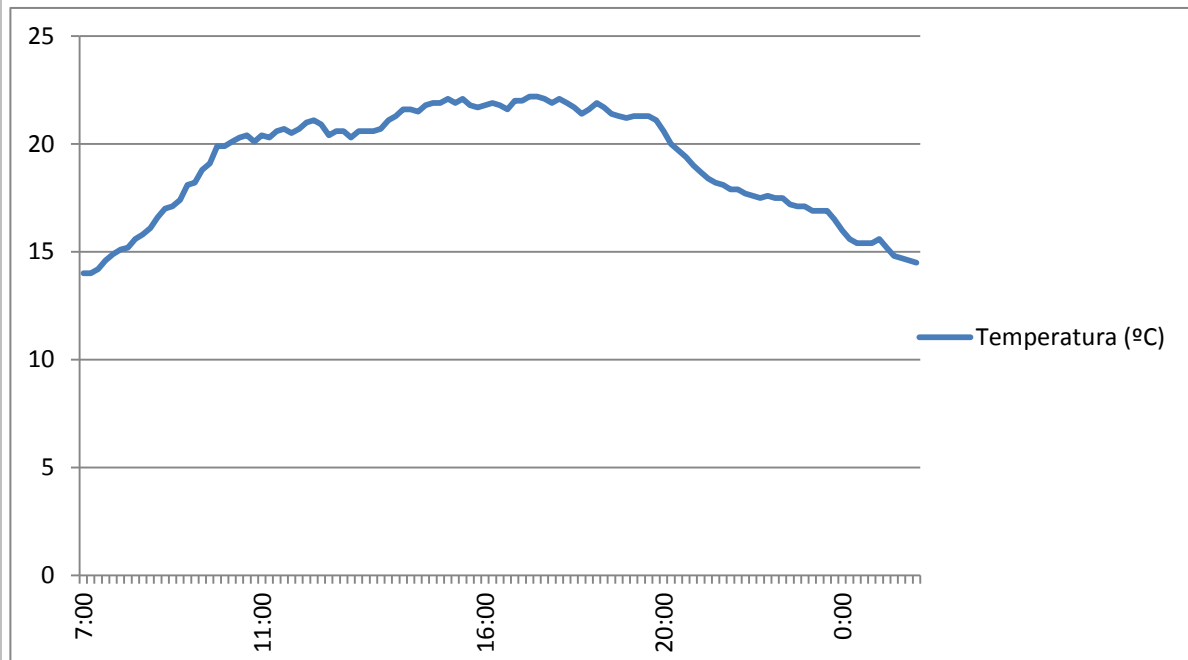


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM/15/N**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cemento
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	---
Color de la pintura	---
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

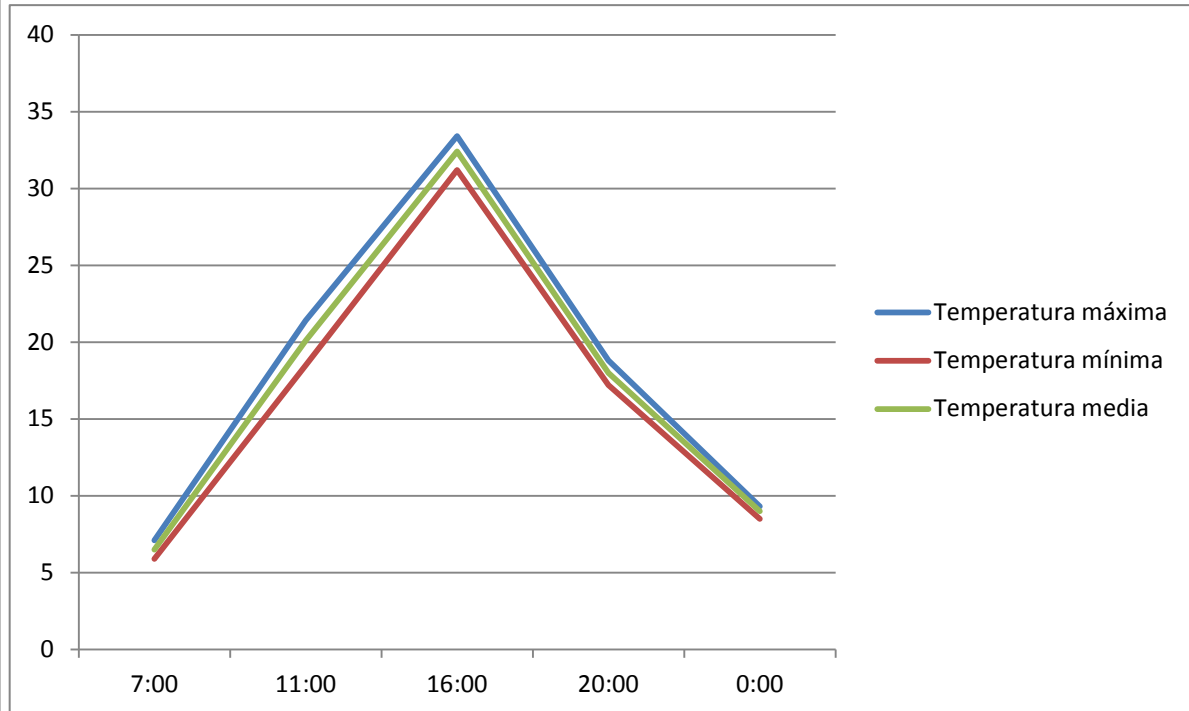
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	7.1	21.4	33.4	18.8	9.3
Temperatura mínima	5.9	18.5	31.2	17.2	8.5
Temperatura media	6.5	20.1	32.4	18.0	9.0

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

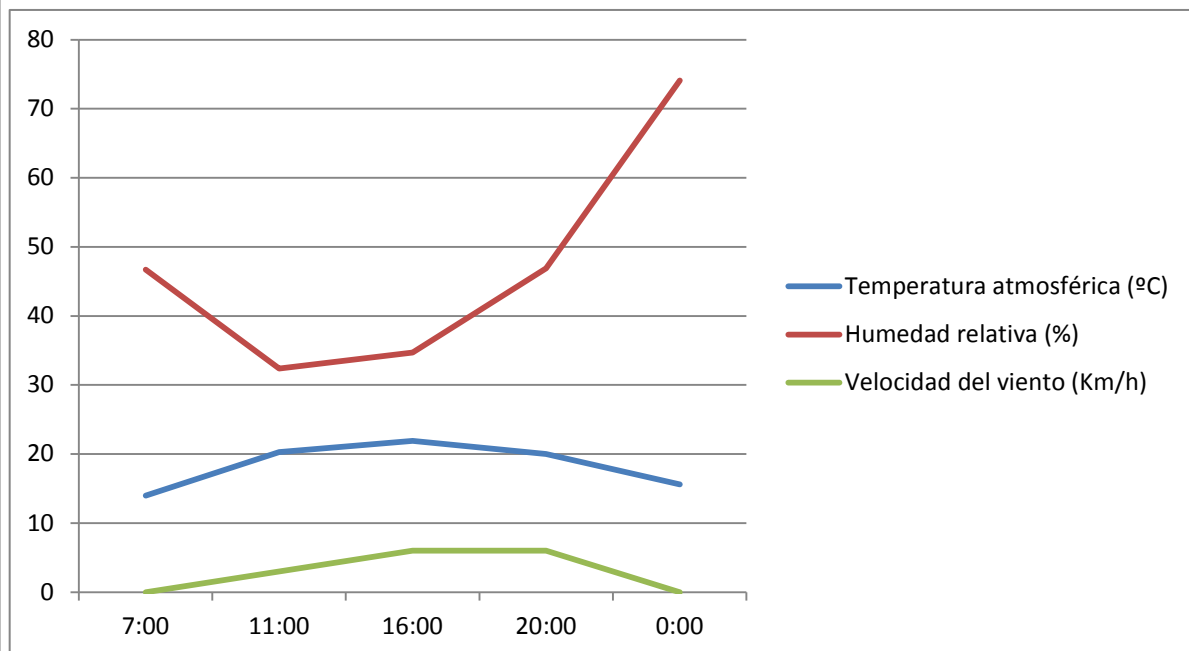
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



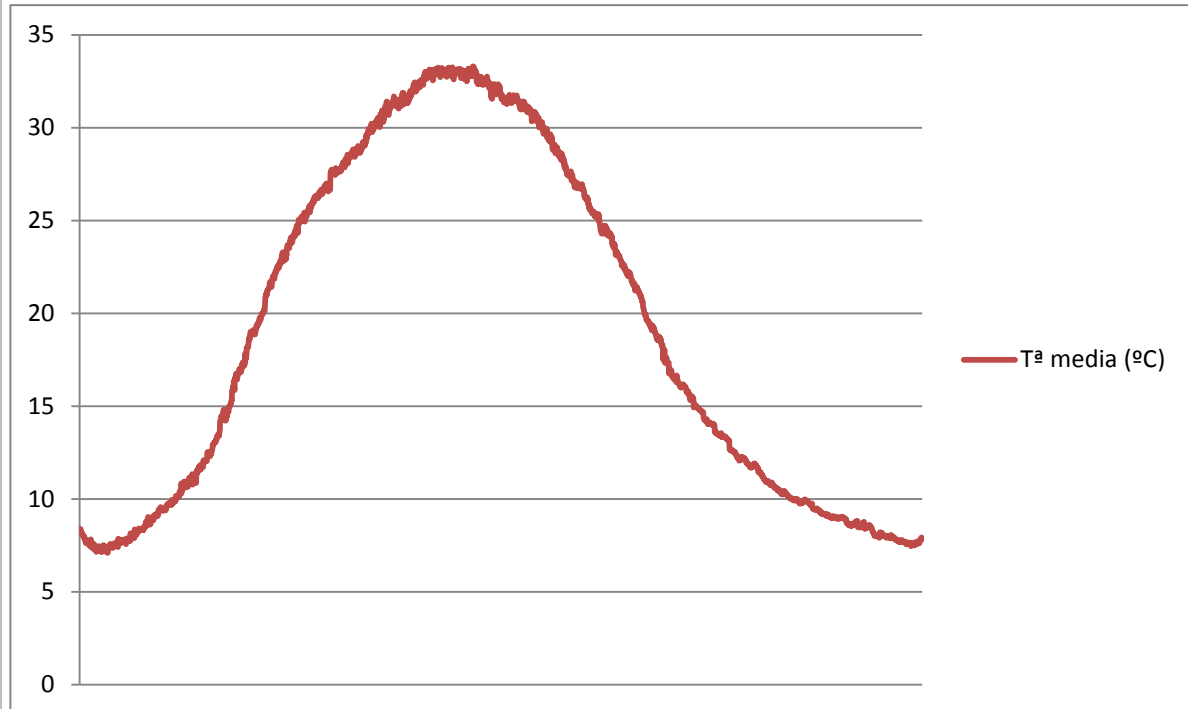
### Datos estación meteorológica



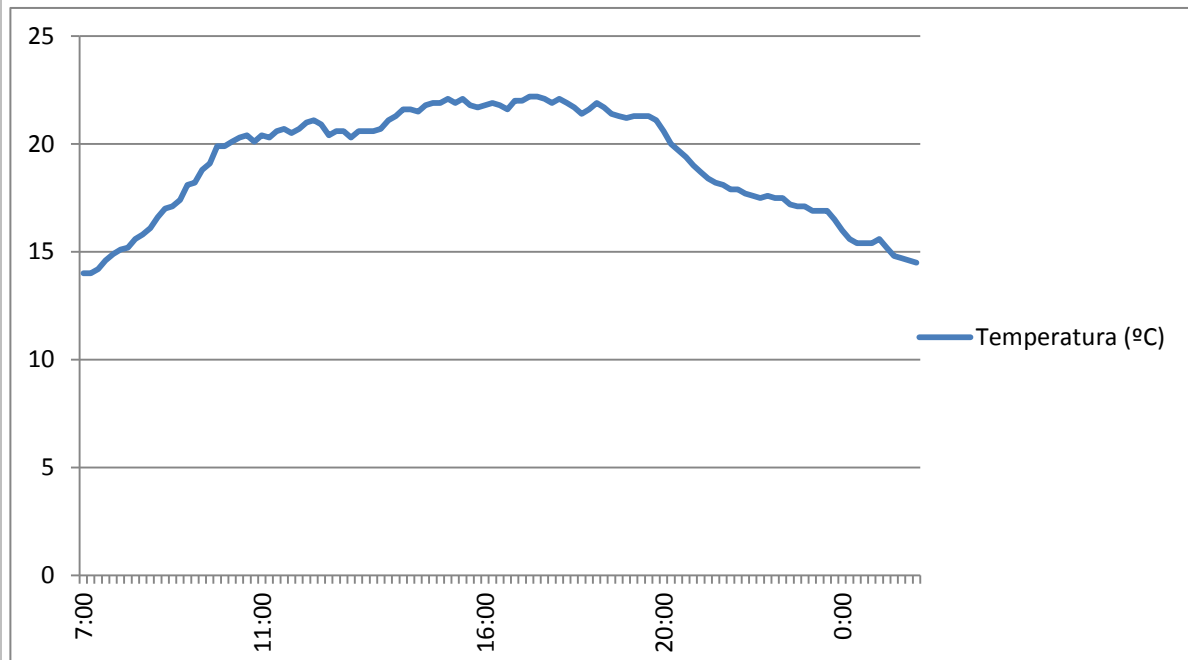


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM/15/P/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cemento
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

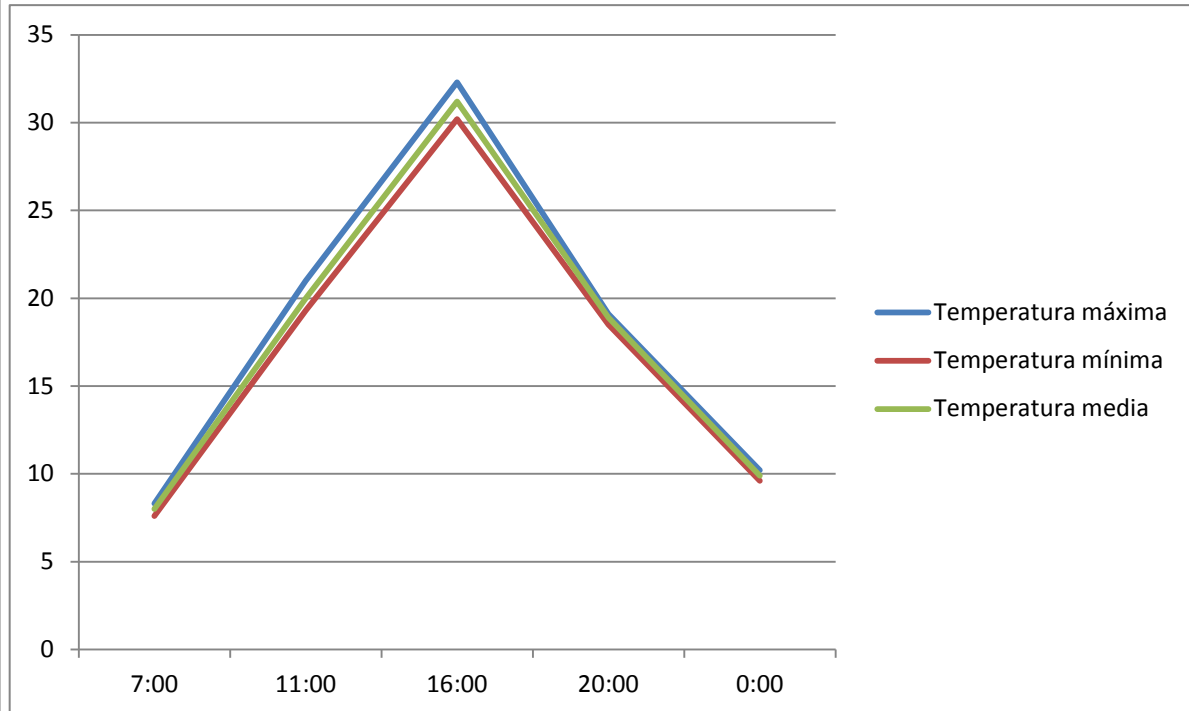
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.3	21.0	32.3	19.1	10.2
Temperatura mínima	7.6	19.3	30.2	18.5	9.6
Temperatura media	8.0	20.0	31.2	18.9	9.9

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

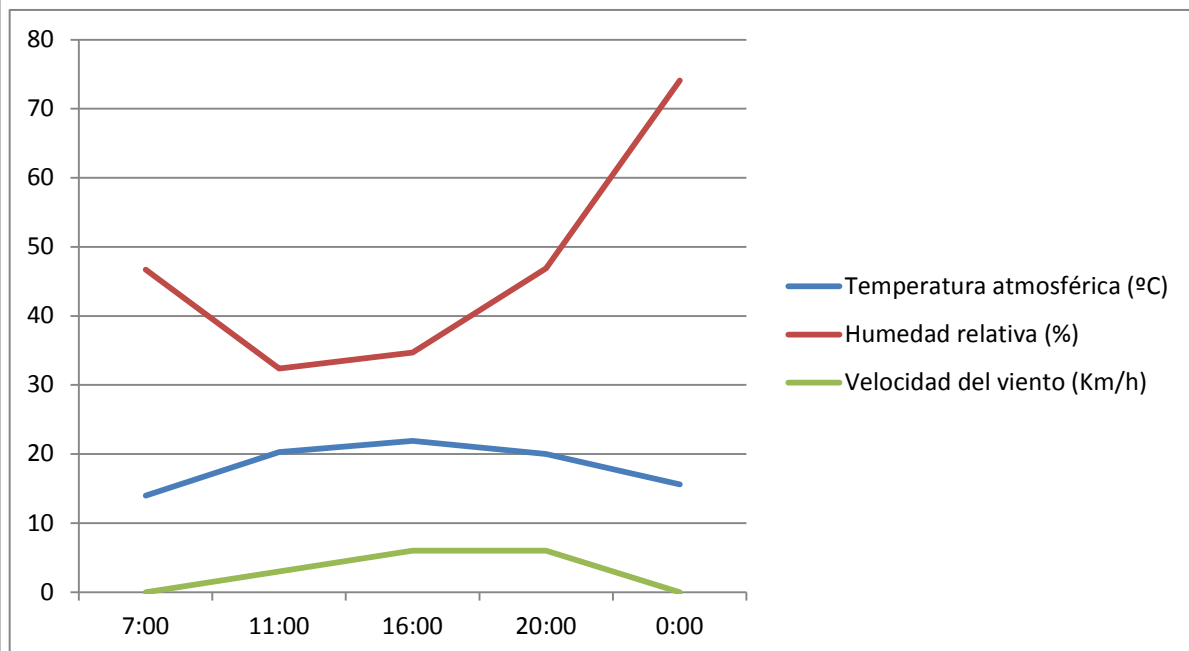
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

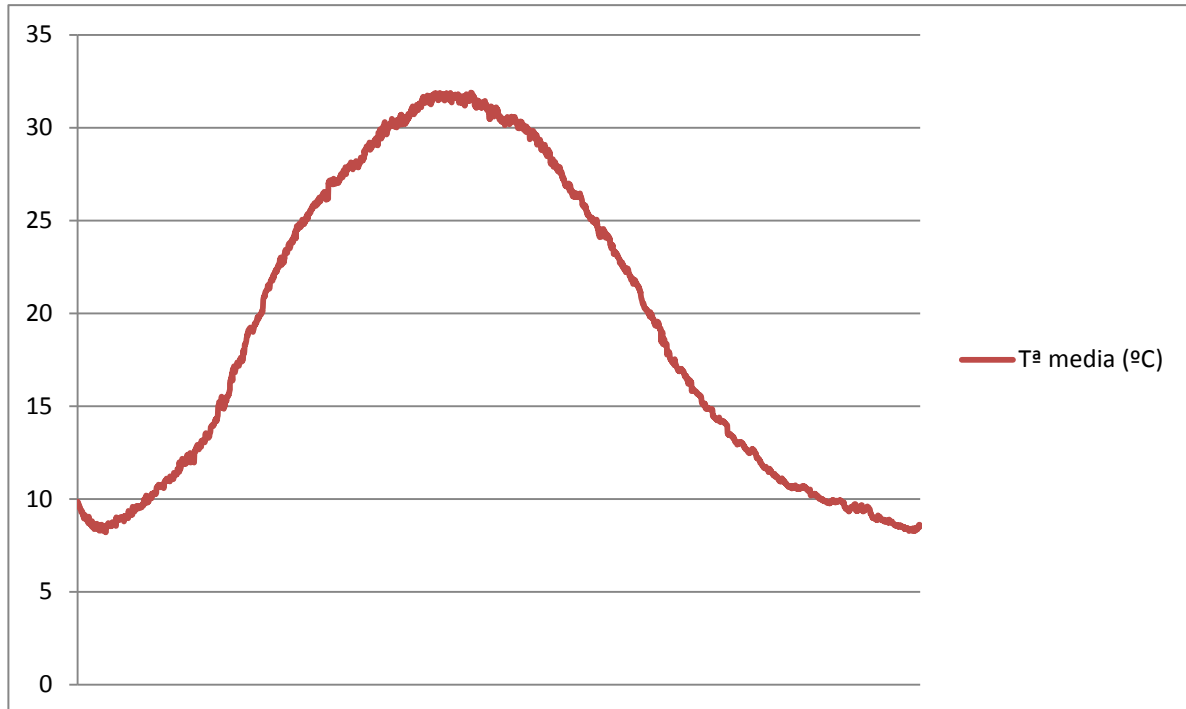


### Datos estación meteorológica

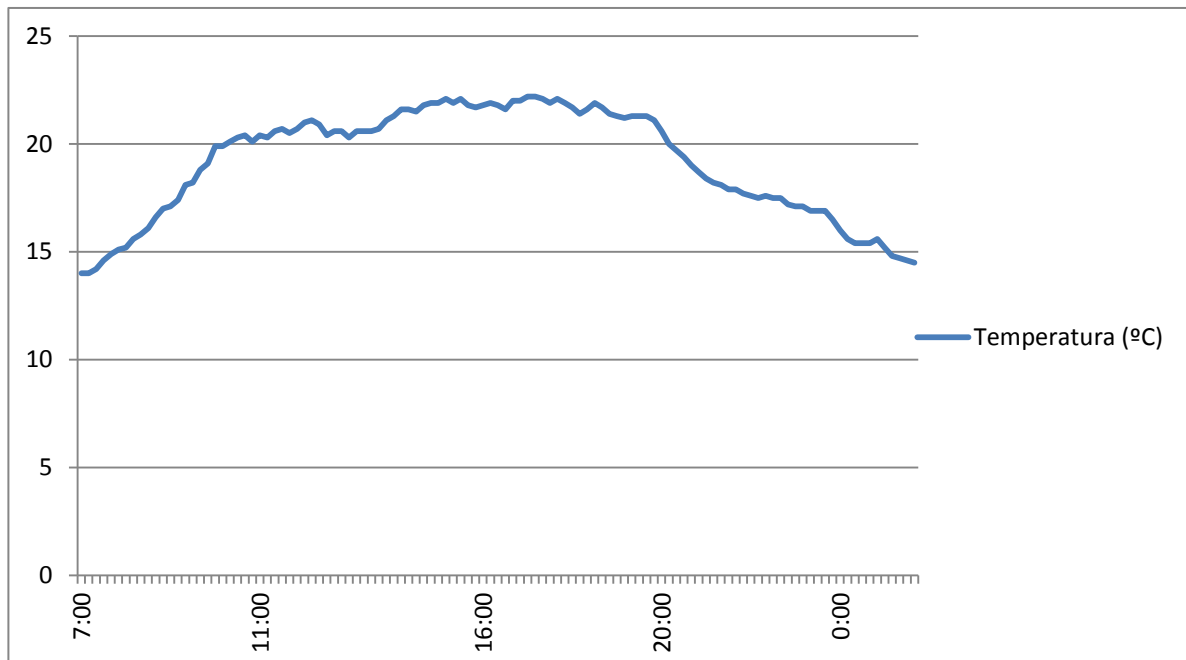


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





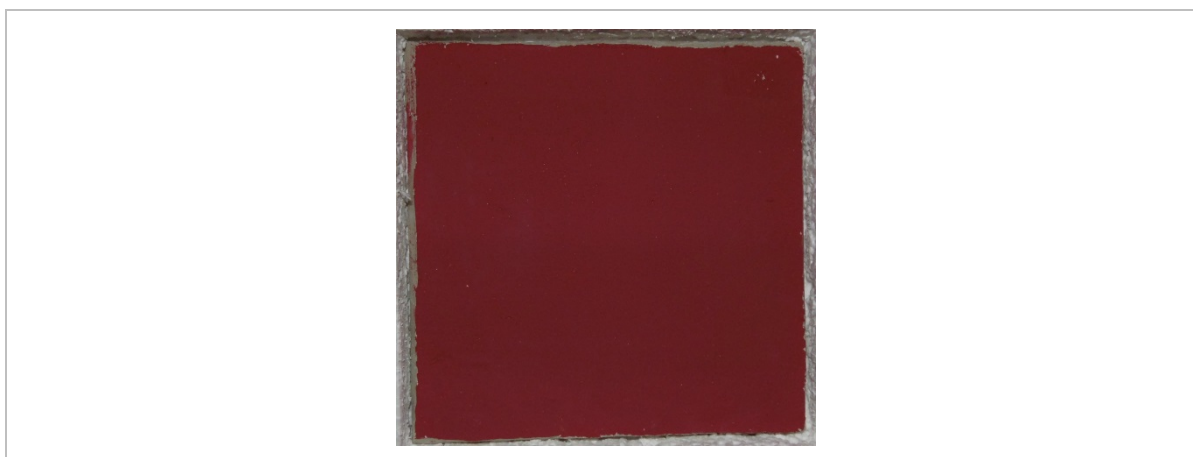
**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM/15/P/A**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cemento
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

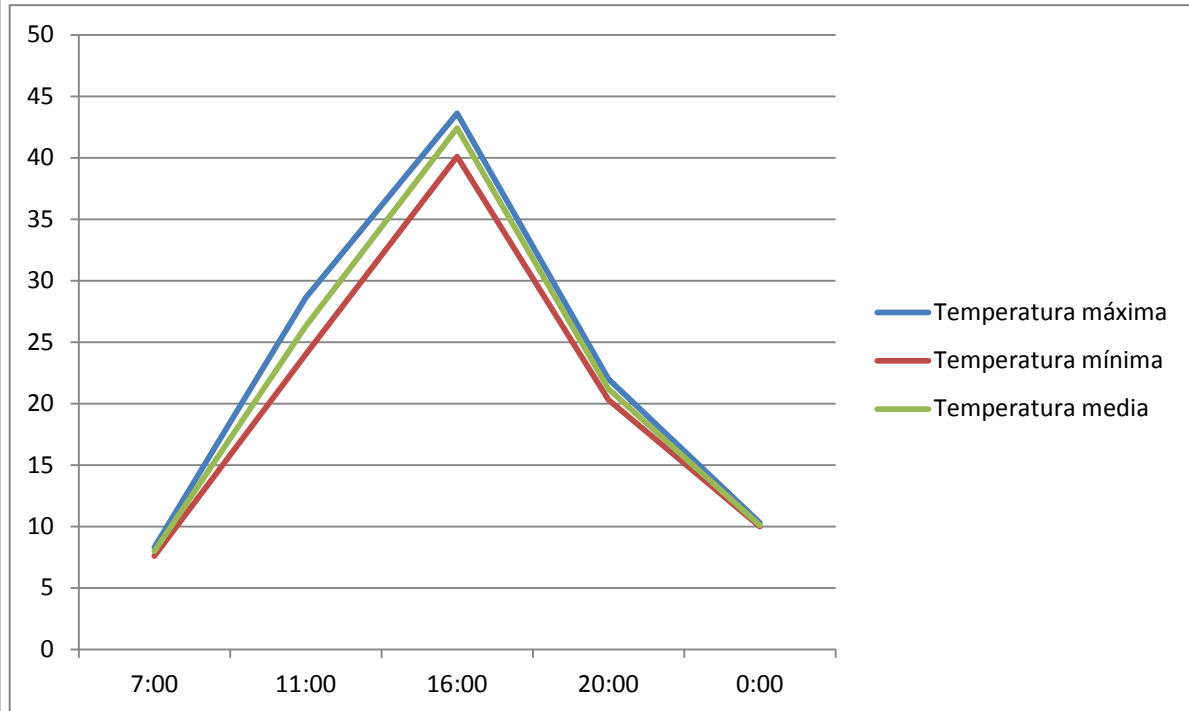
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.3	28.6	43.6	22.0	10.3
Temperatura mínima	7.6	24.0	40.1	20.3	10.0
Temperatura media	8.0	26.3	42.4	21.2	10.1

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

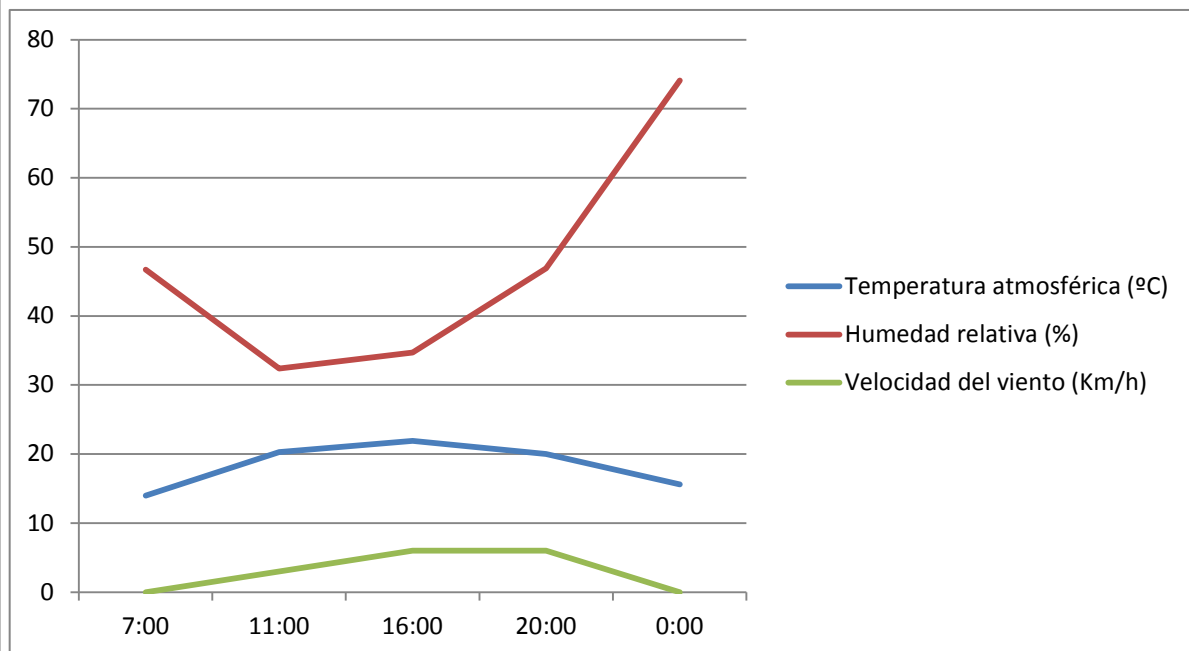
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



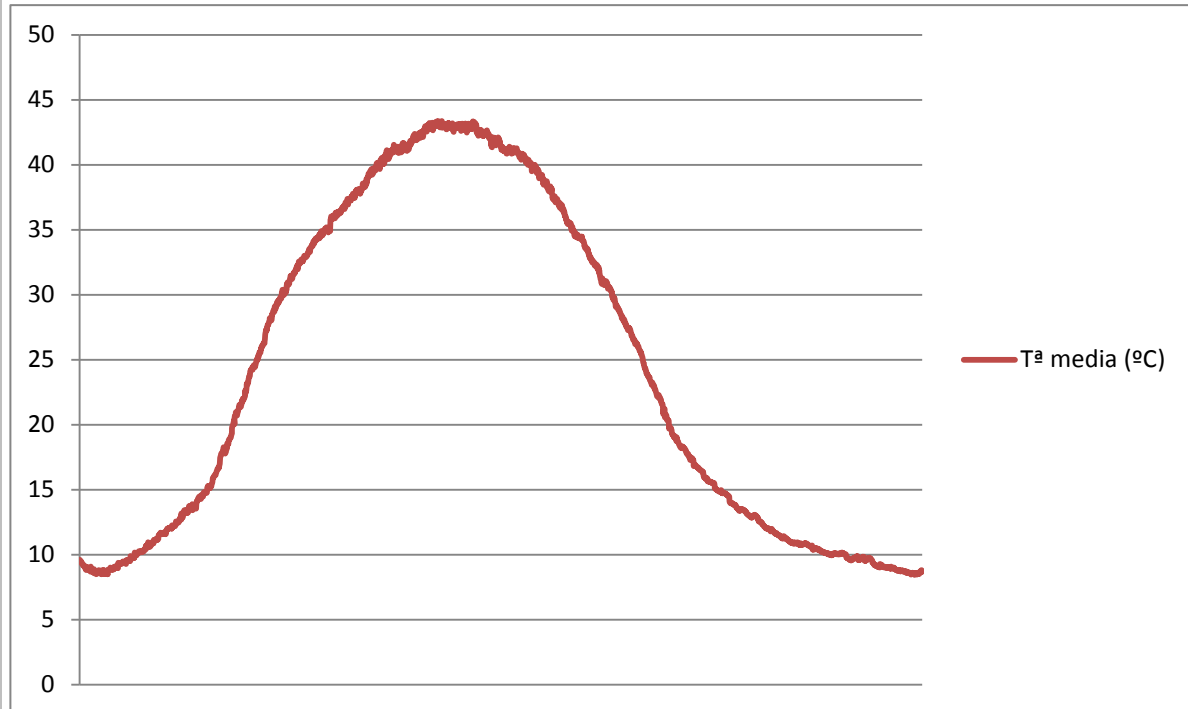
### Datos estación meteorológica



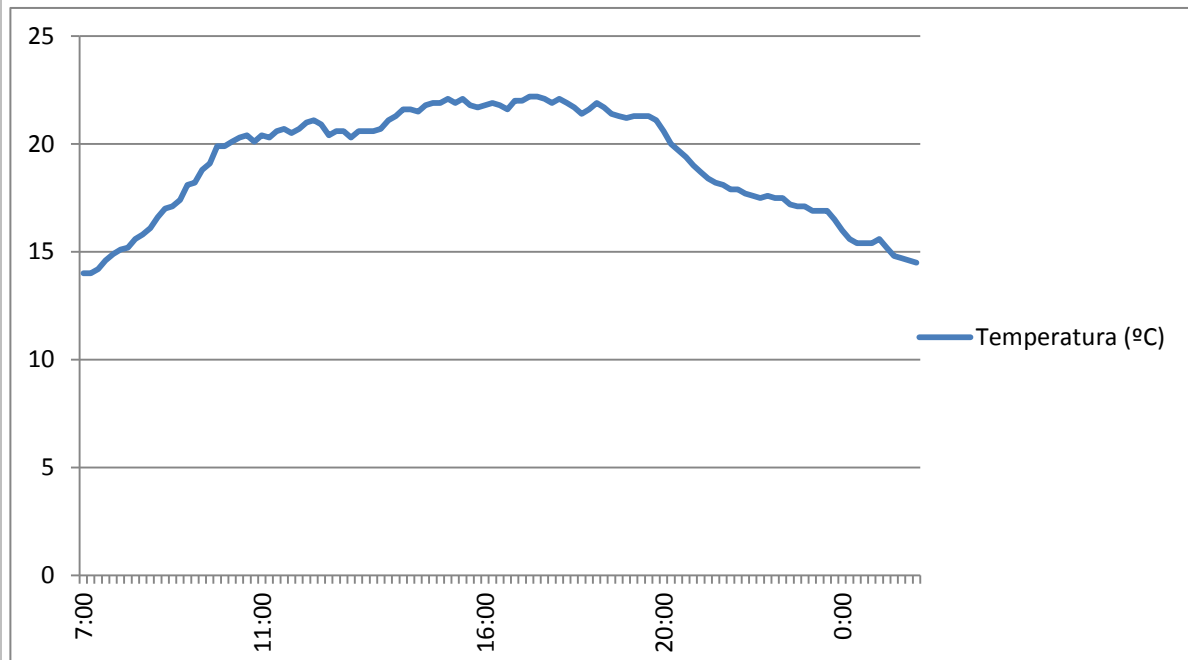


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM/15/C/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cemento
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

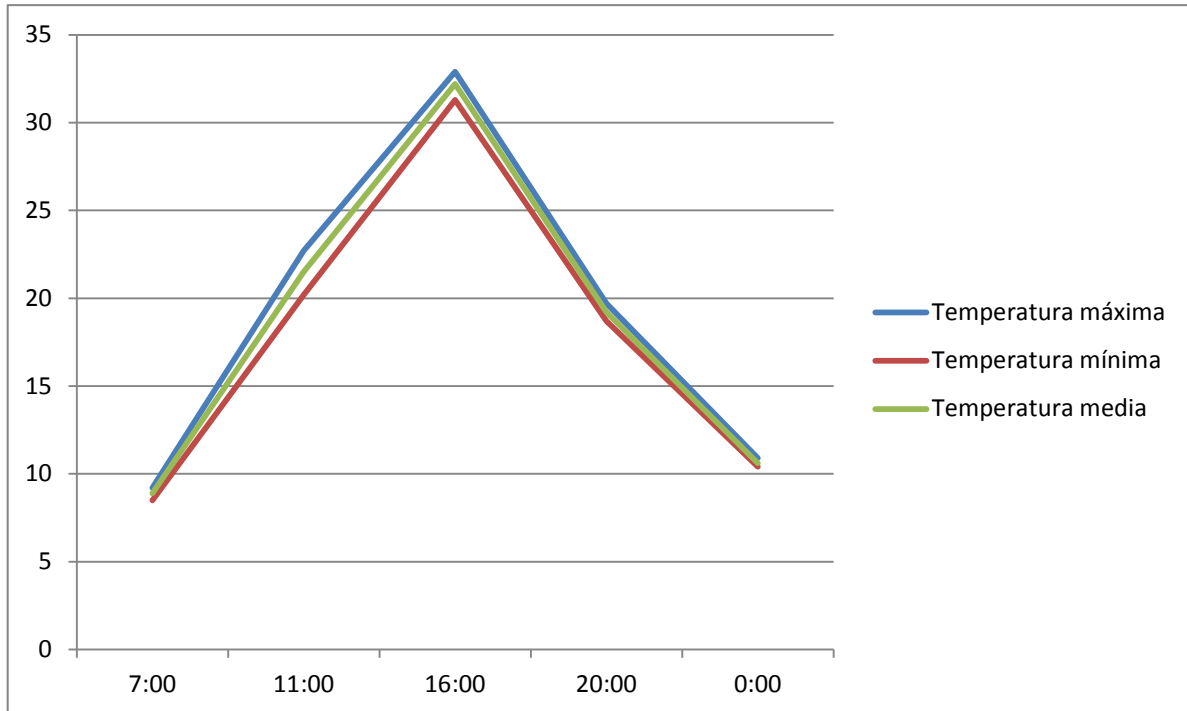
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	9.2	22.7	32.9	19.7	10.9
Temperatura mínima	8.5	20.2	31.3	18.7	10.4
Temperatura media	8.9	21.5	32.2	19.2	10.6

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

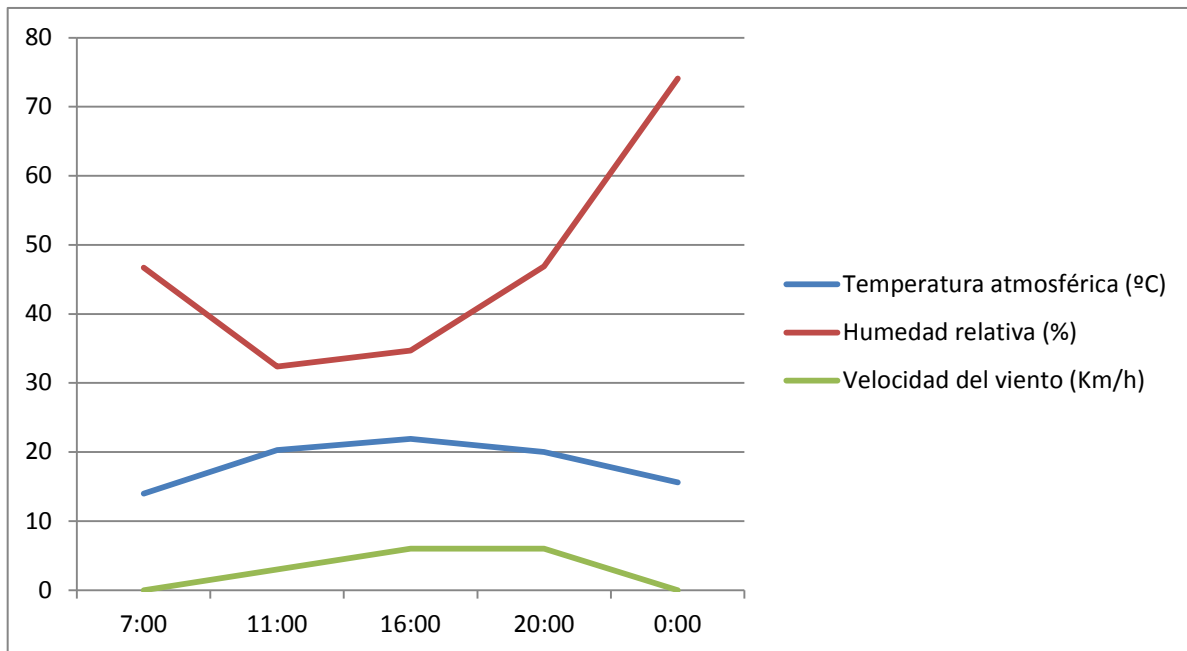
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

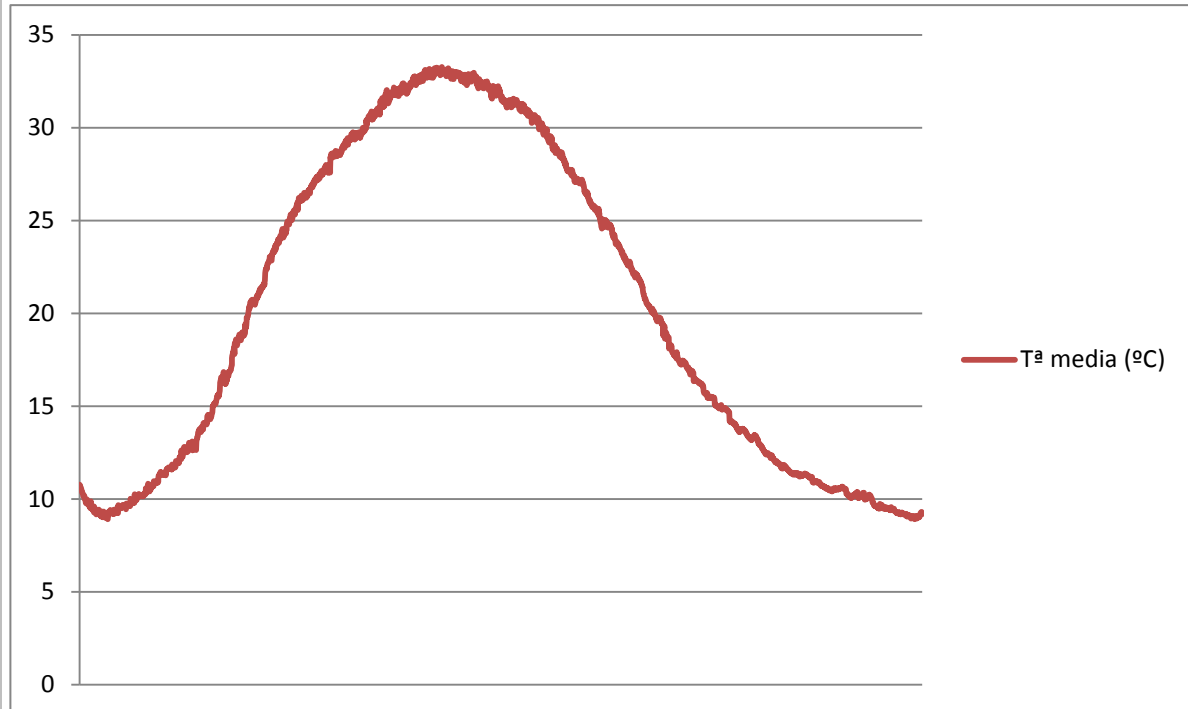


### Datos estación meteorológica

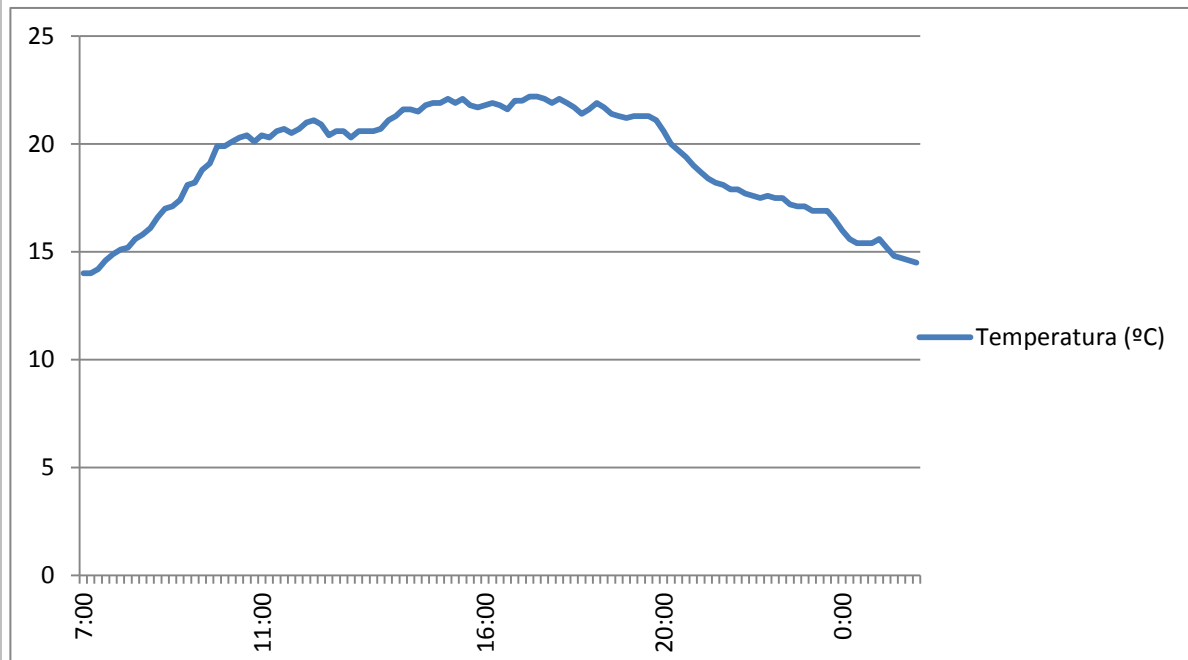


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





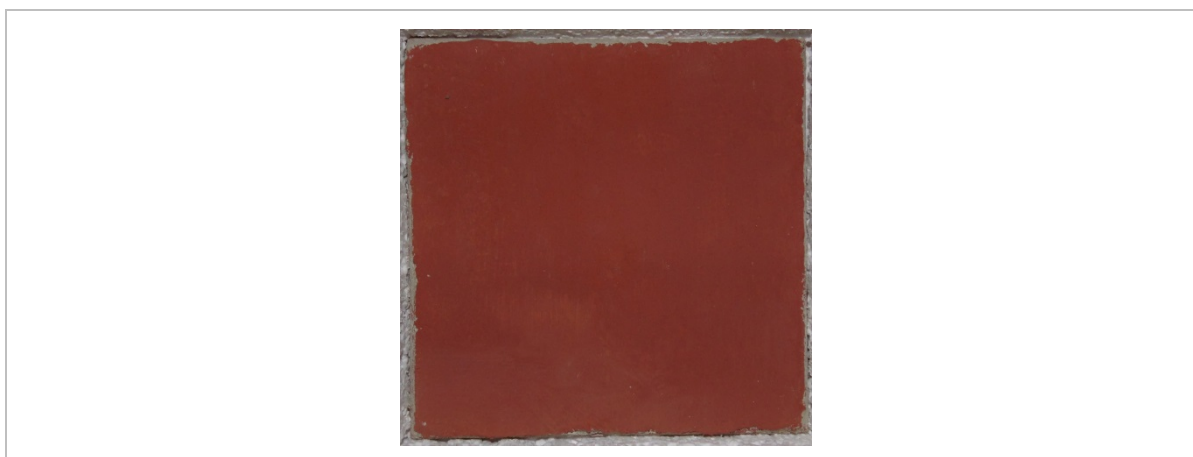
**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM/15/C/A**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cemento
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

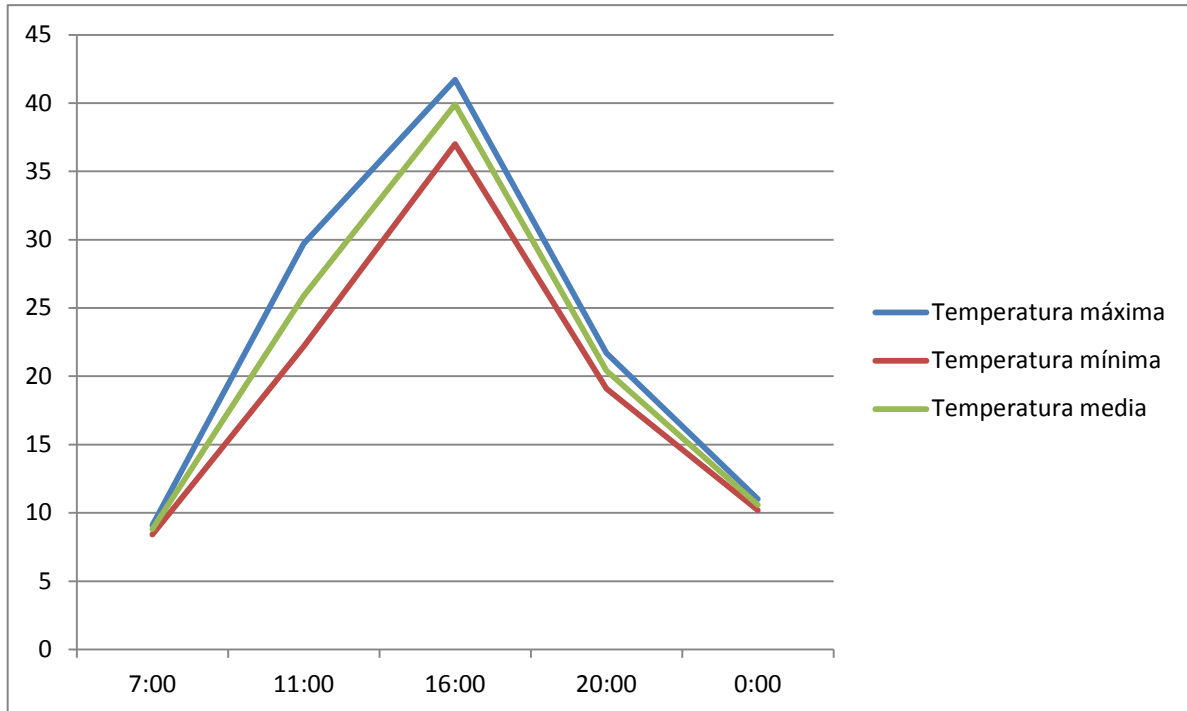
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	9.1	29.7	41.7	21.7	11.0
Temperatura mínima	8.4	22.2	37.0	19.1	10.2
Temperatura media	8.8	25.9	39.9	20.4	10.6

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

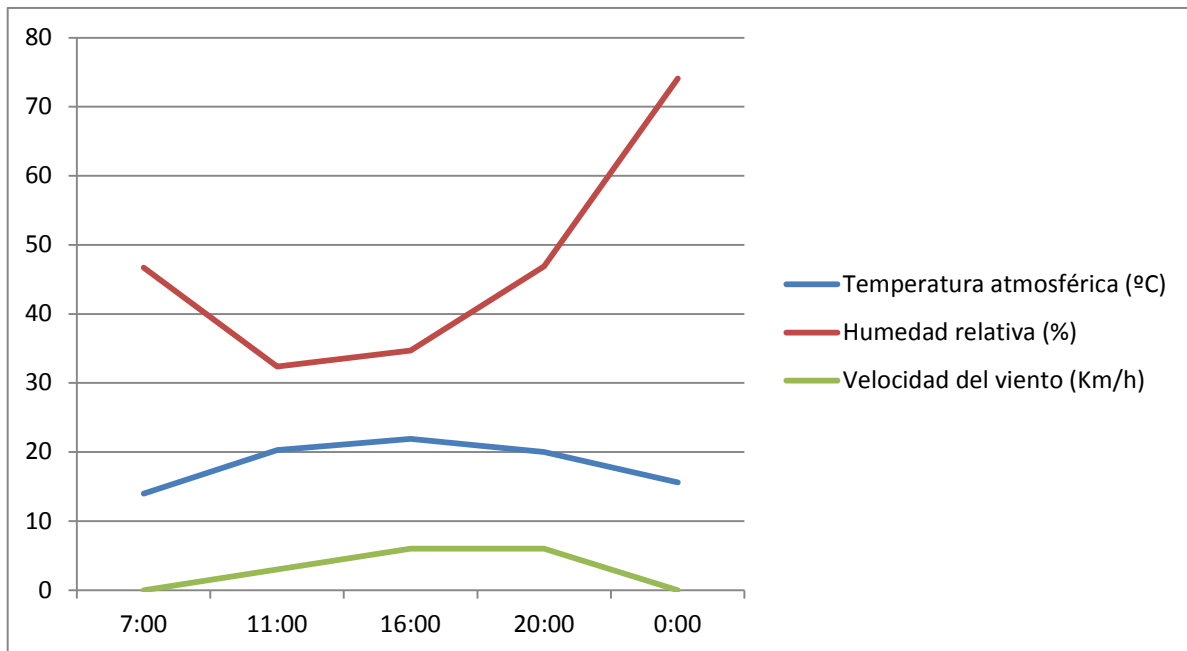
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



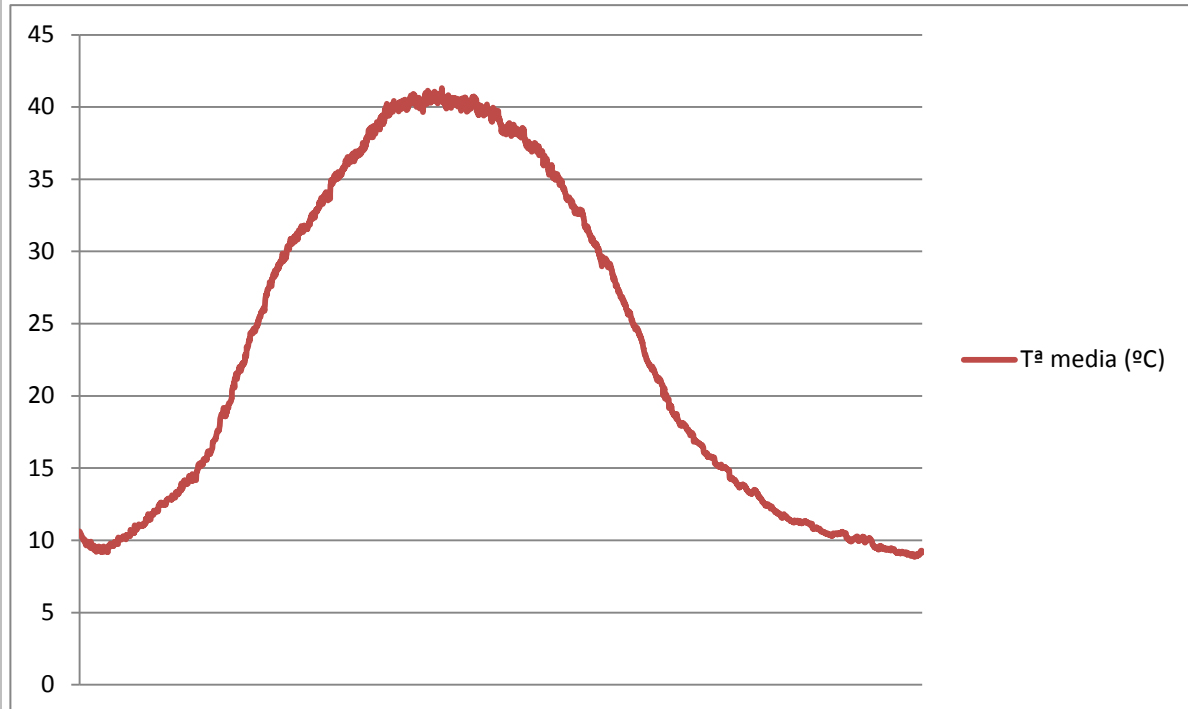
### Datos estación meteorológica



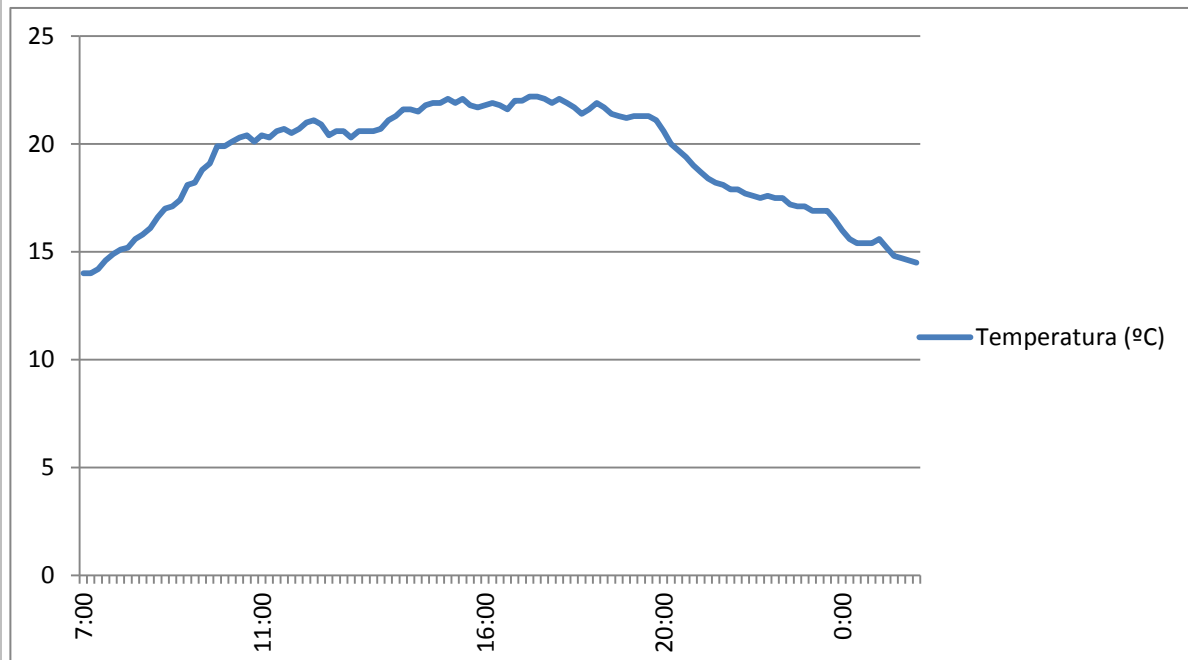


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





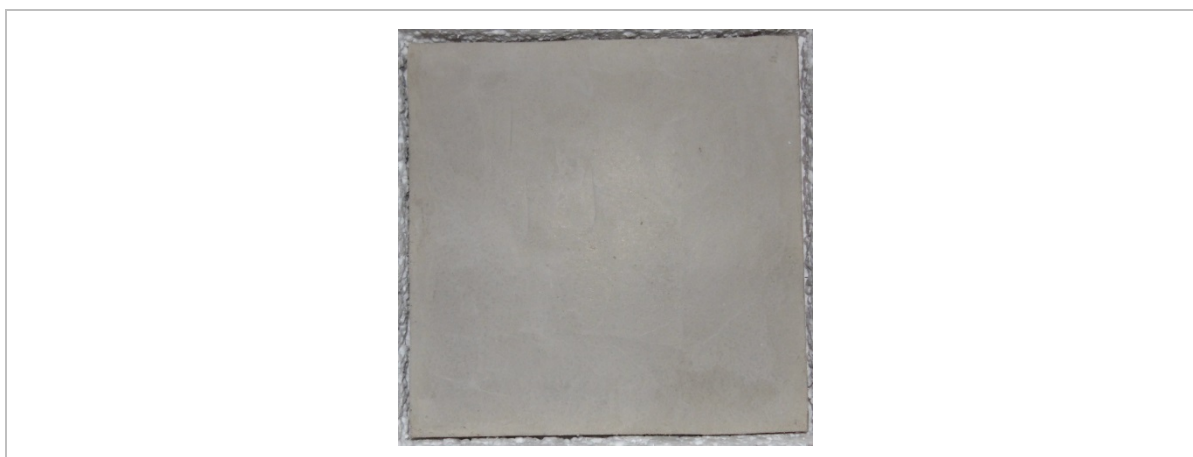
**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM-C/10/N**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cemento y Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	---
Color de la pintura	---
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

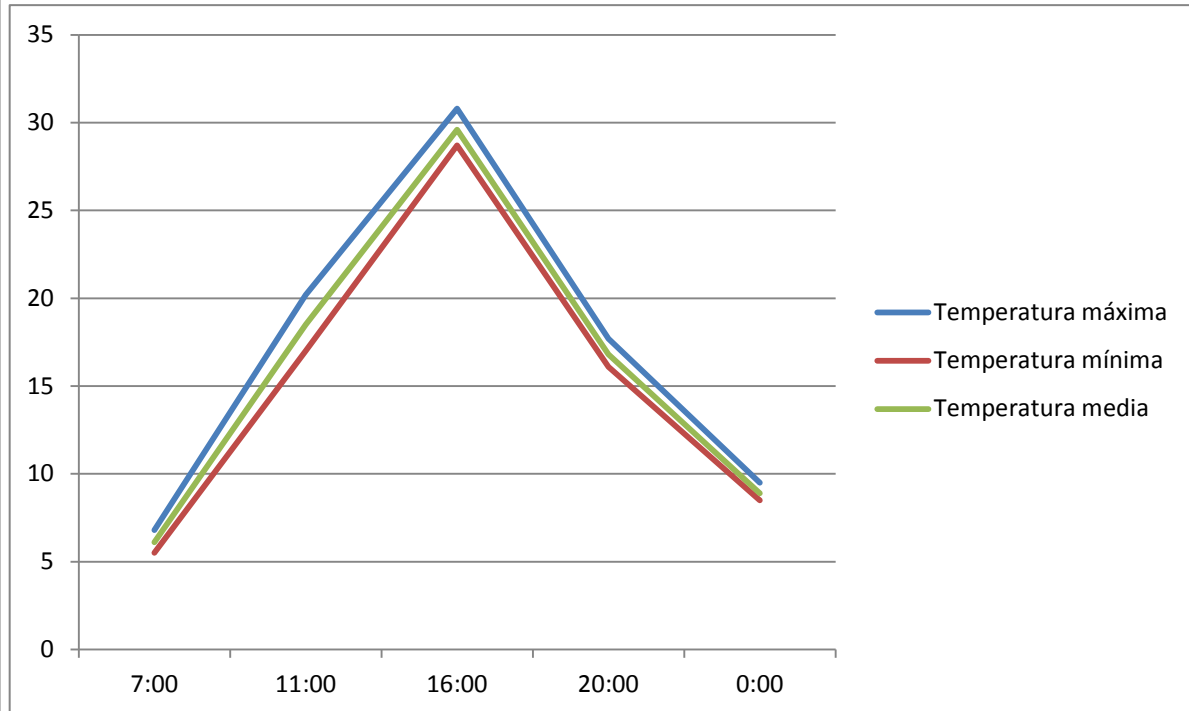
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	6.8	20.2	30.8	17.7	9.5
Temperatura mínima	5.5	17.0	28.7	16.1	8.5
Temperatura media	6.1	18.5	29.6	16.8	8.9

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

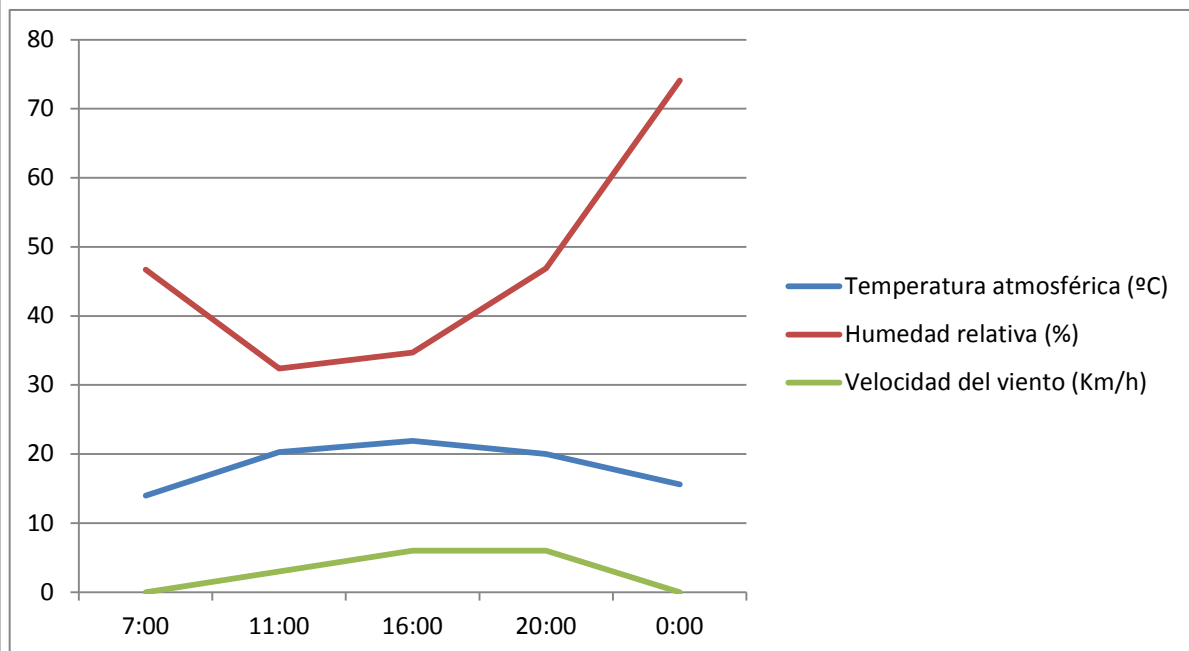
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

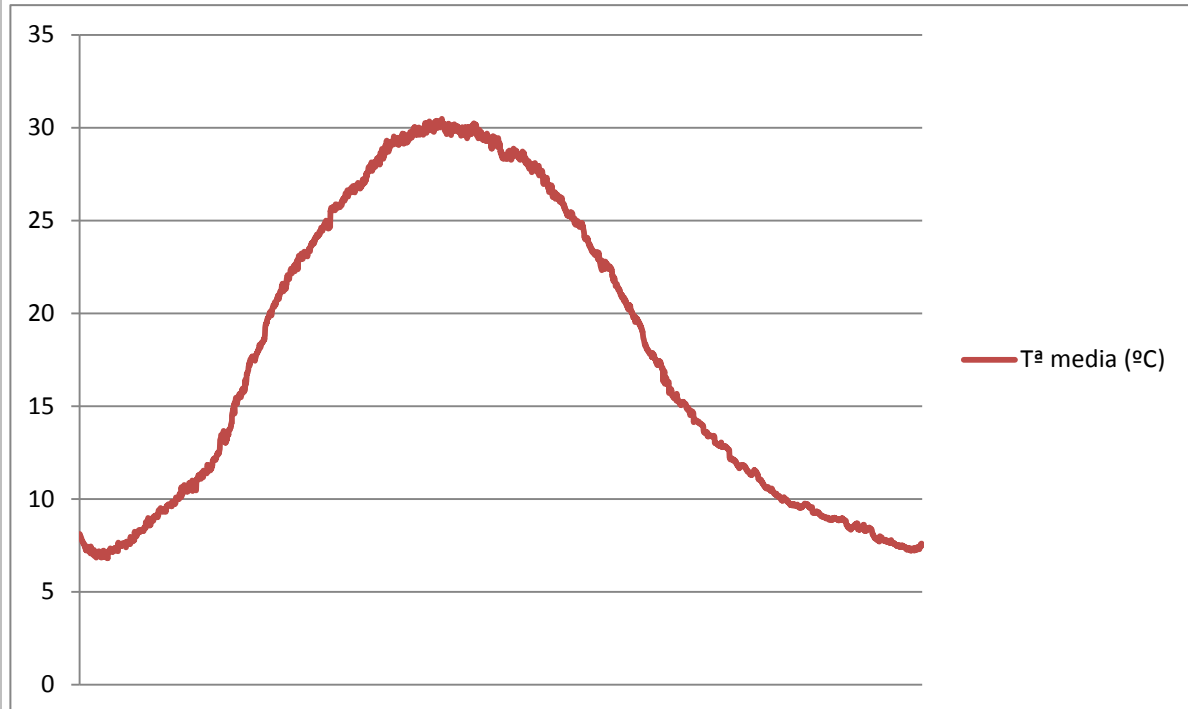


### Datos estación meteorológica

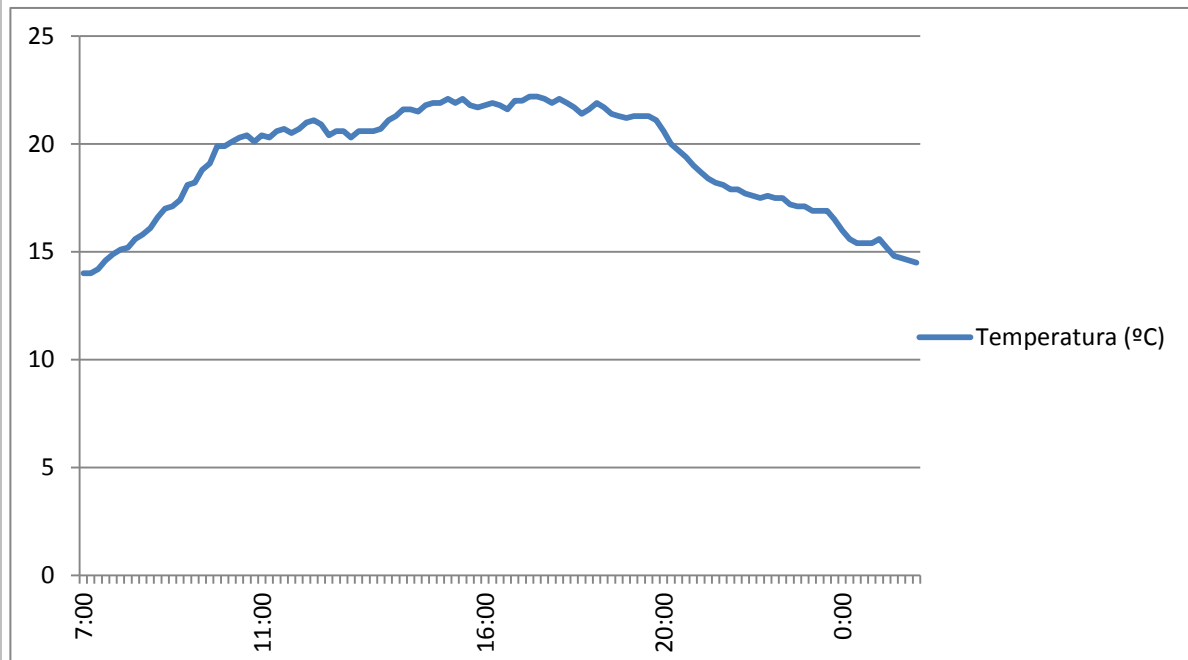


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





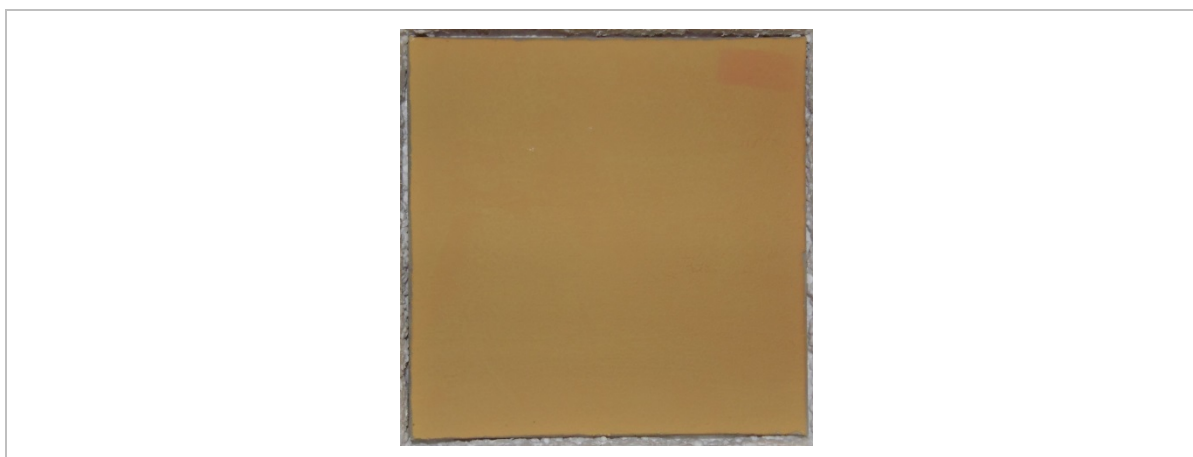
**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM-C/10/P/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cemento y Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

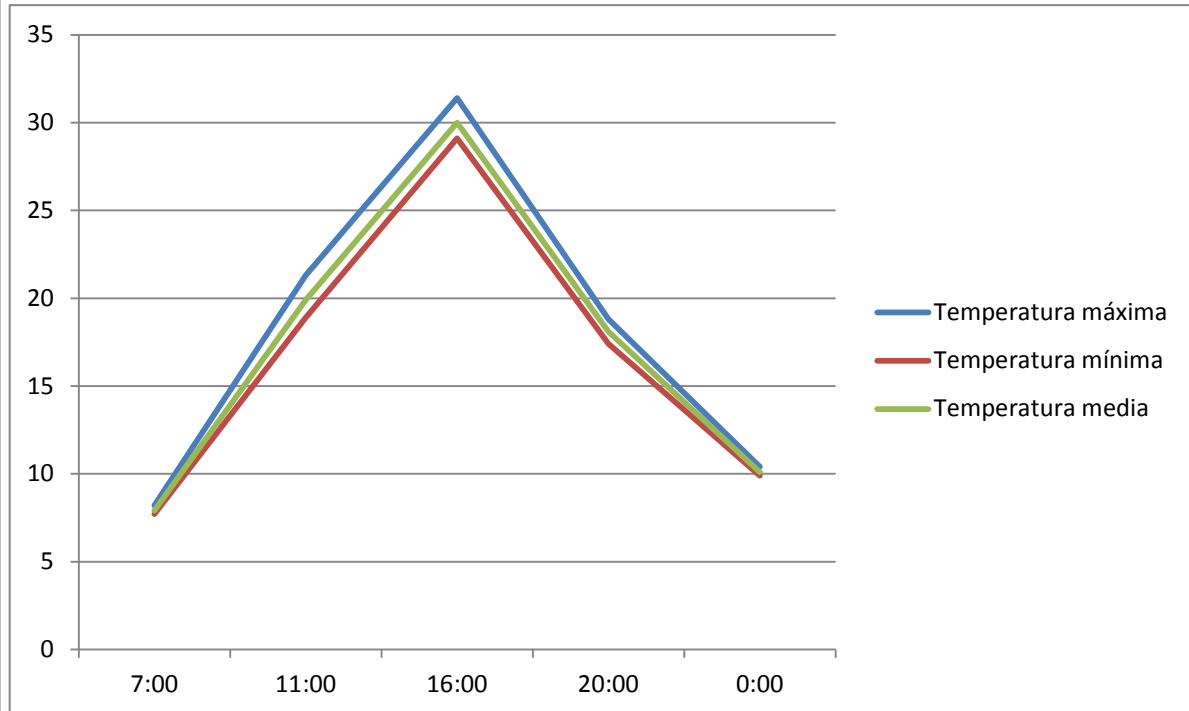
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.2	21.3	31.4	18.8	10.4
Temperatura mínima	7.7	18.9	29.1	17.4	9.9
Temperatura media	7.9	19.9	30.0	18.1	10.1

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

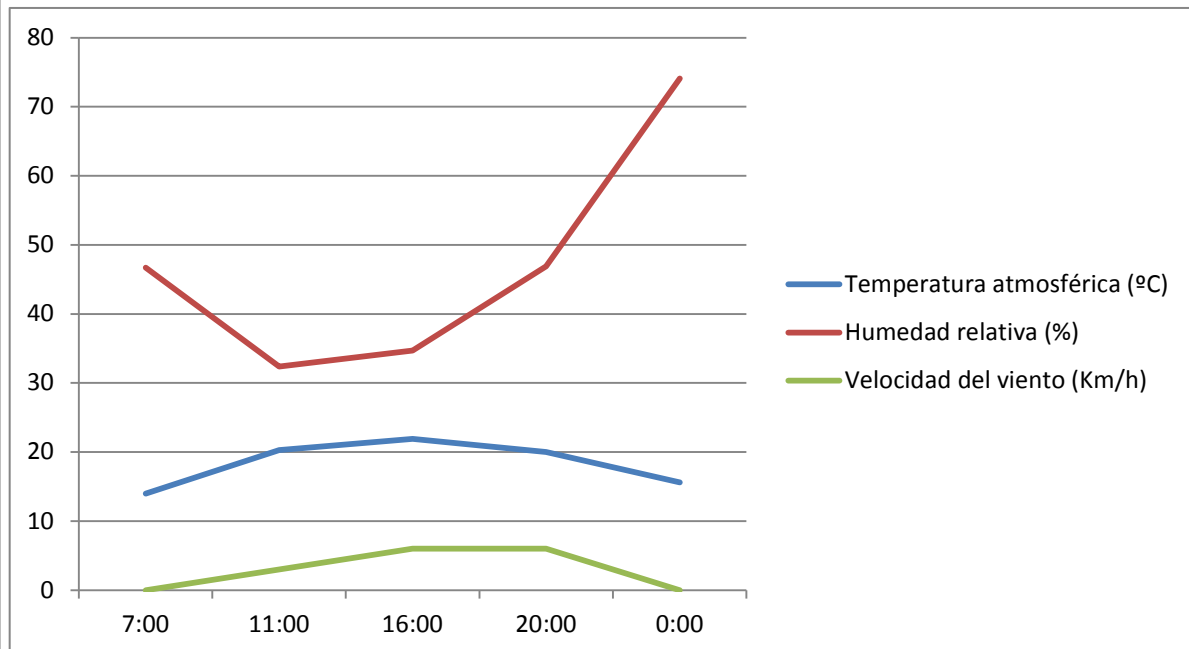
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



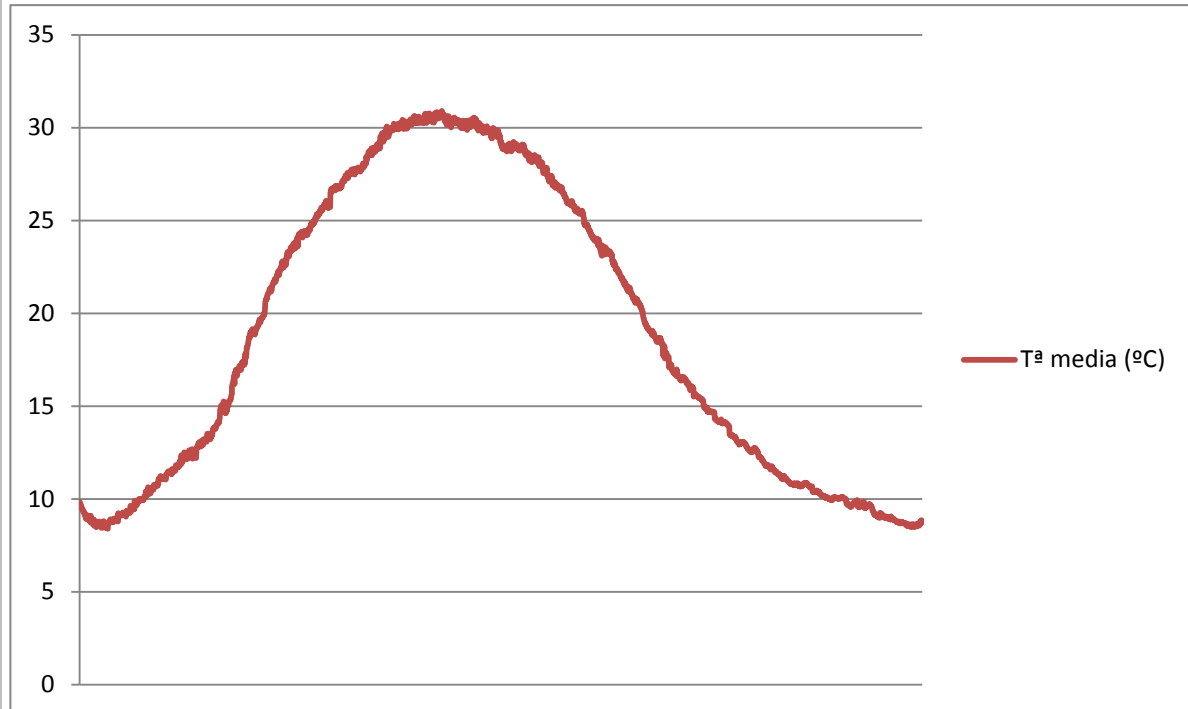
### Datos estación meteorológica



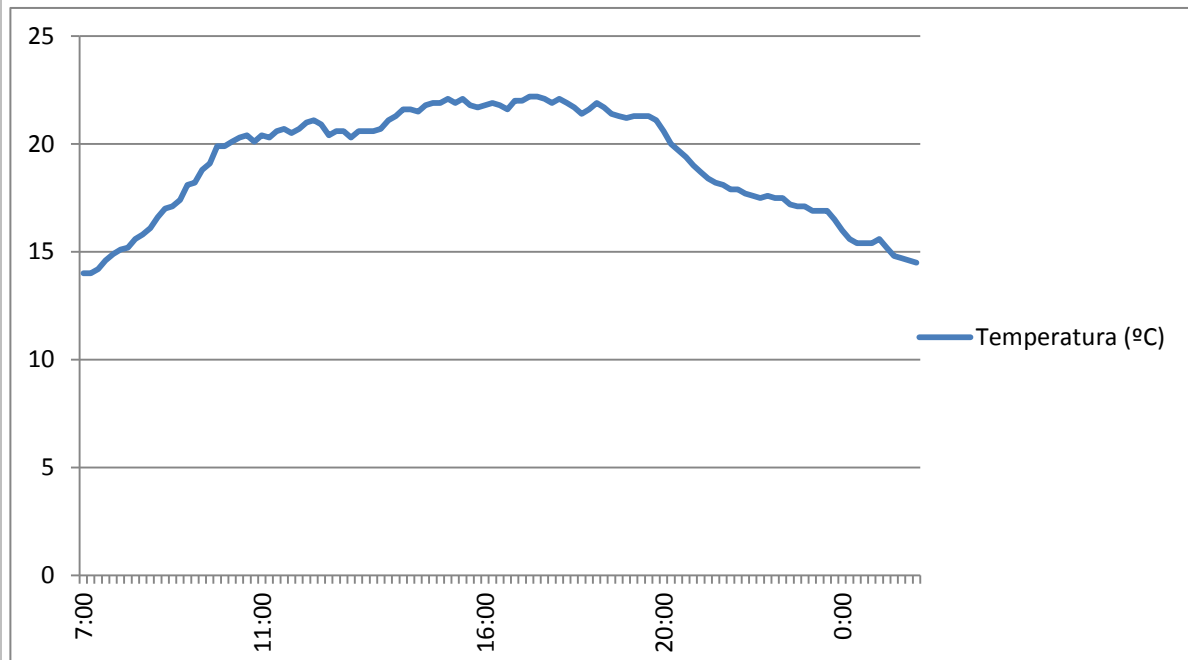


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





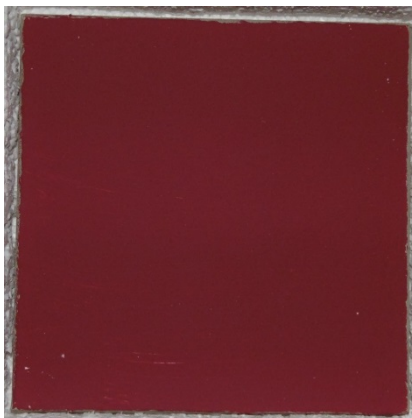
## REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA

CEM-C/10/P/A

## 1\_DATOS GENERALES

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cemento y Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

## 2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA



## 3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA

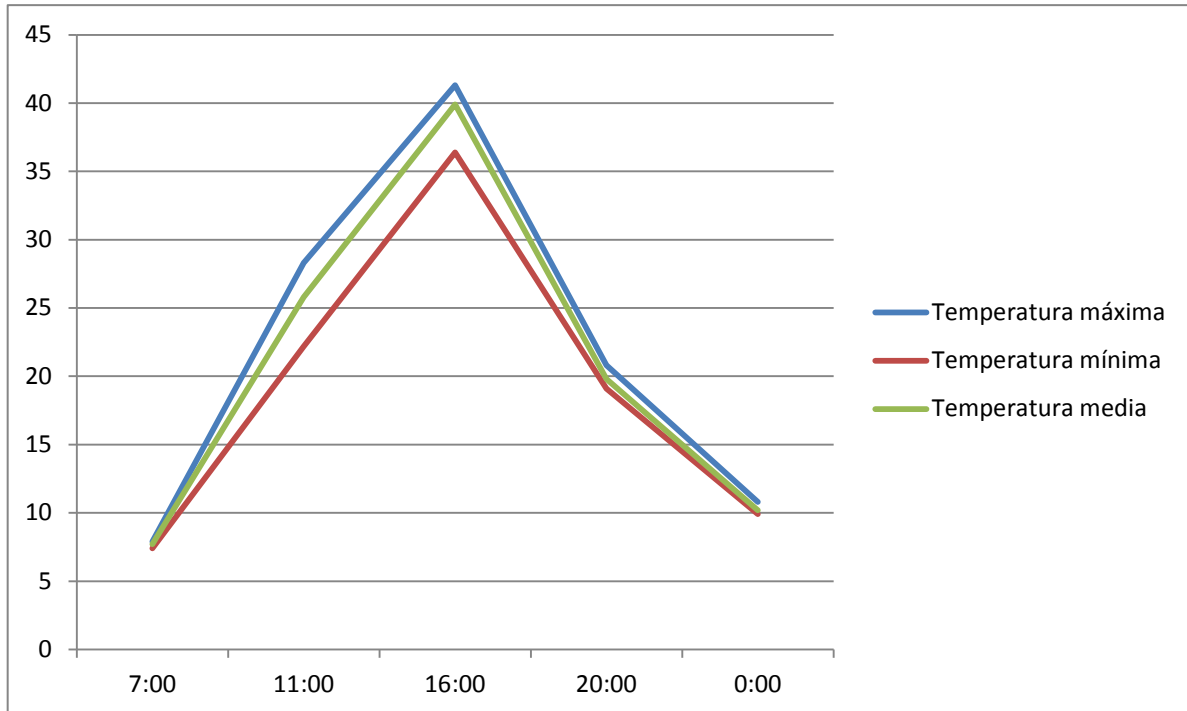
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	7.9	28.3	41.3	20.8	10.8
Temperatura mínima	7.4	22.2	36.4	19.1	9.9
Temperatura media	7.7	25.8	39.9	19.8	10.2

## 4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA

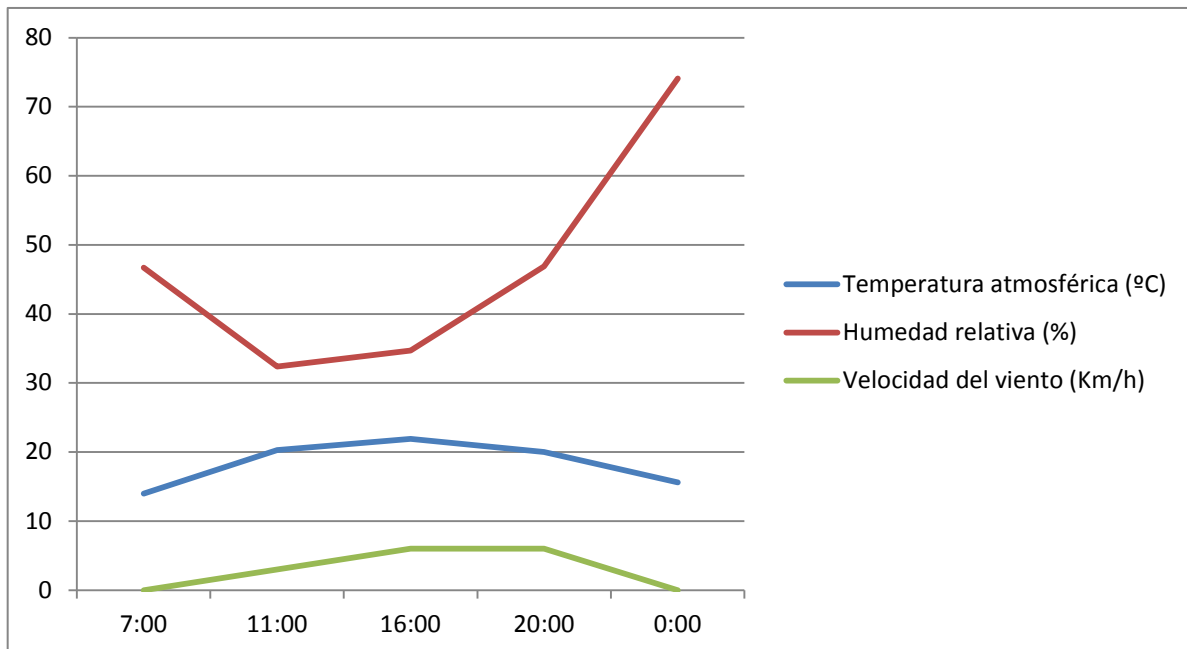
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

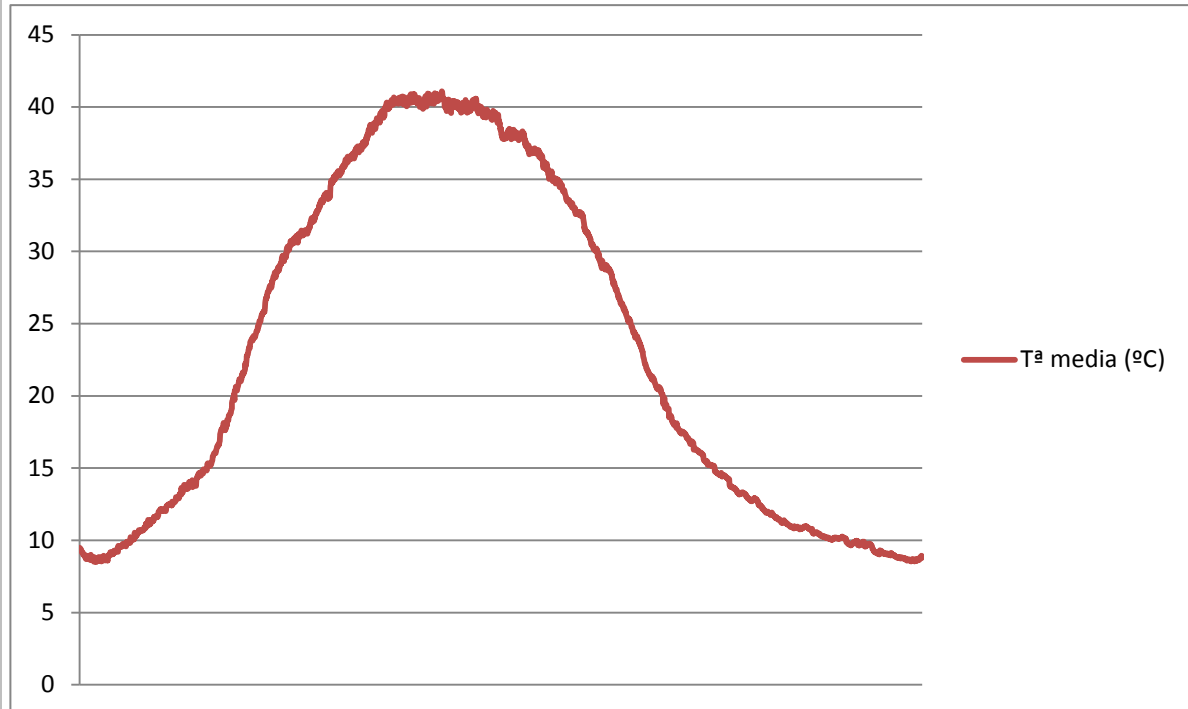


### Datos estación meteorológica

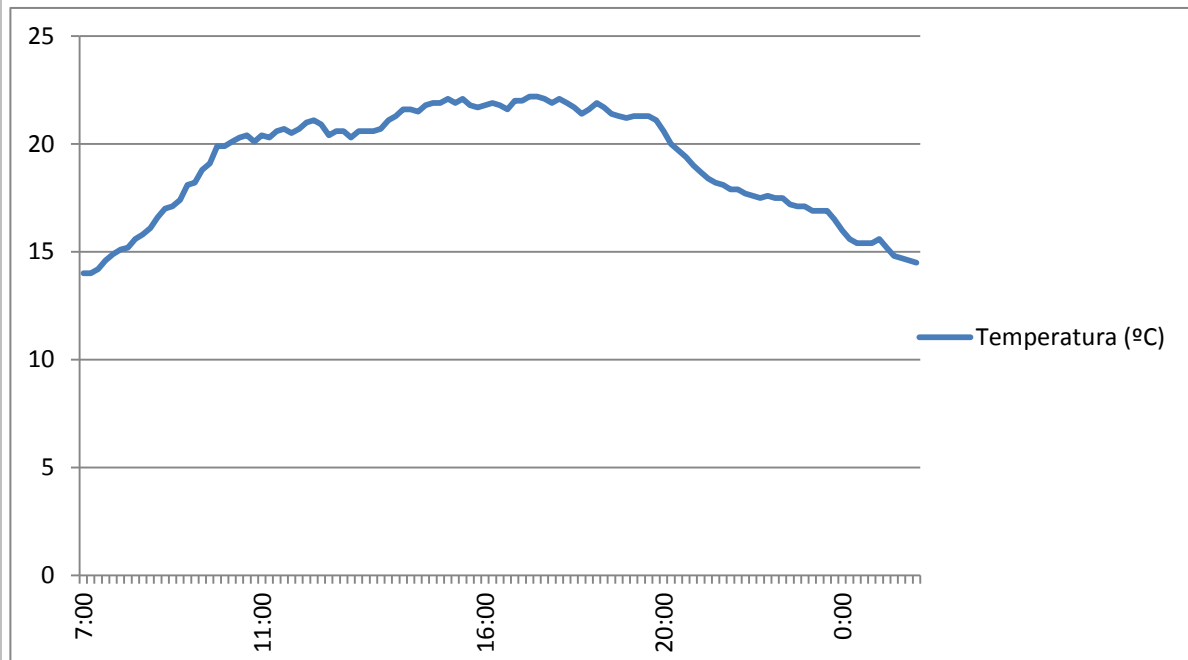


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





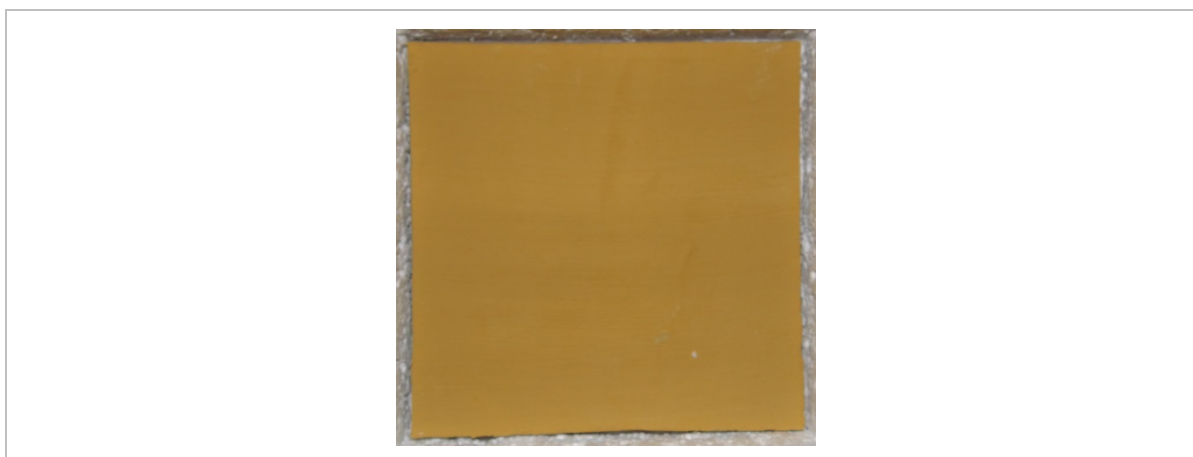
**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM-C/10/C/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cemento y Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

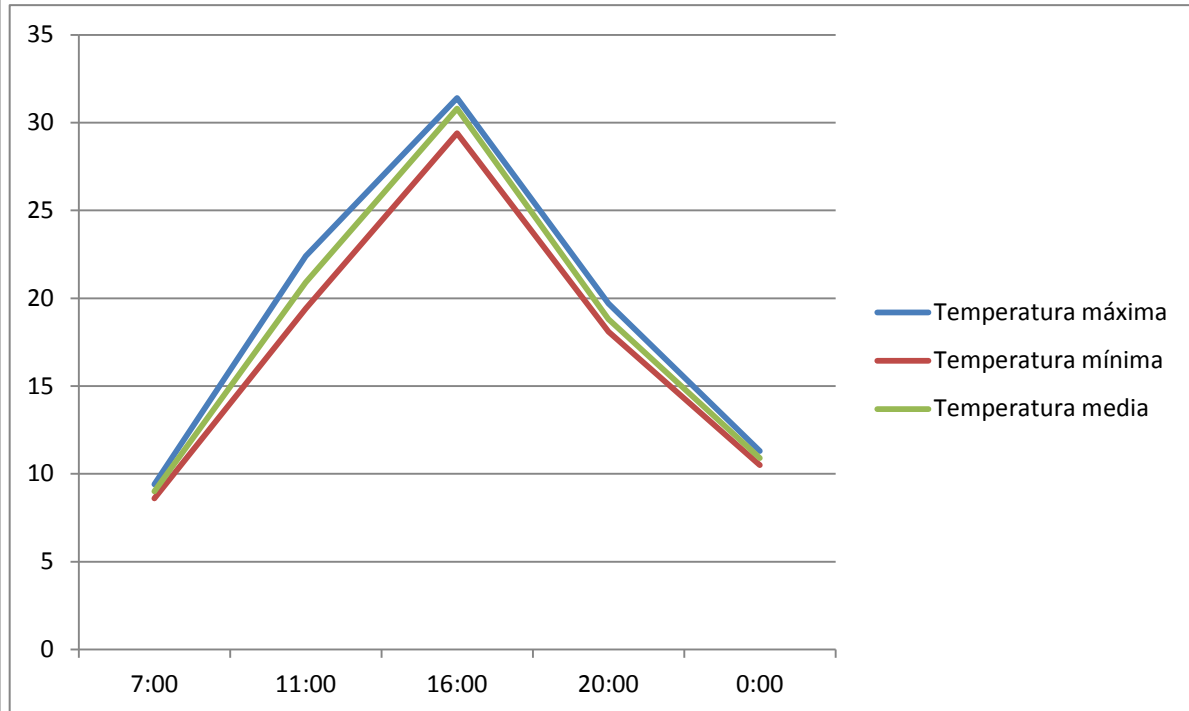
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	9.4	22.4	31.4	19.7	11.3
Temperatura mínima	8.6	19.4	29.4	18.1	10.5
Temperatura media	9.0	20.9	30.8	18.8	10.9

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

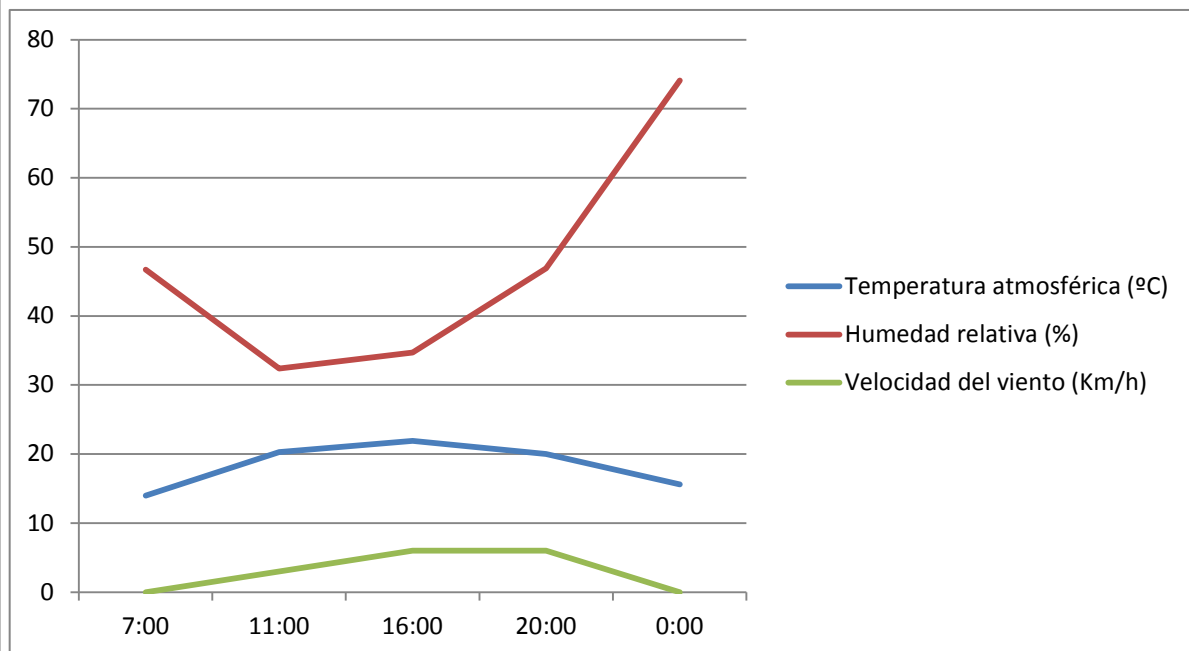
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



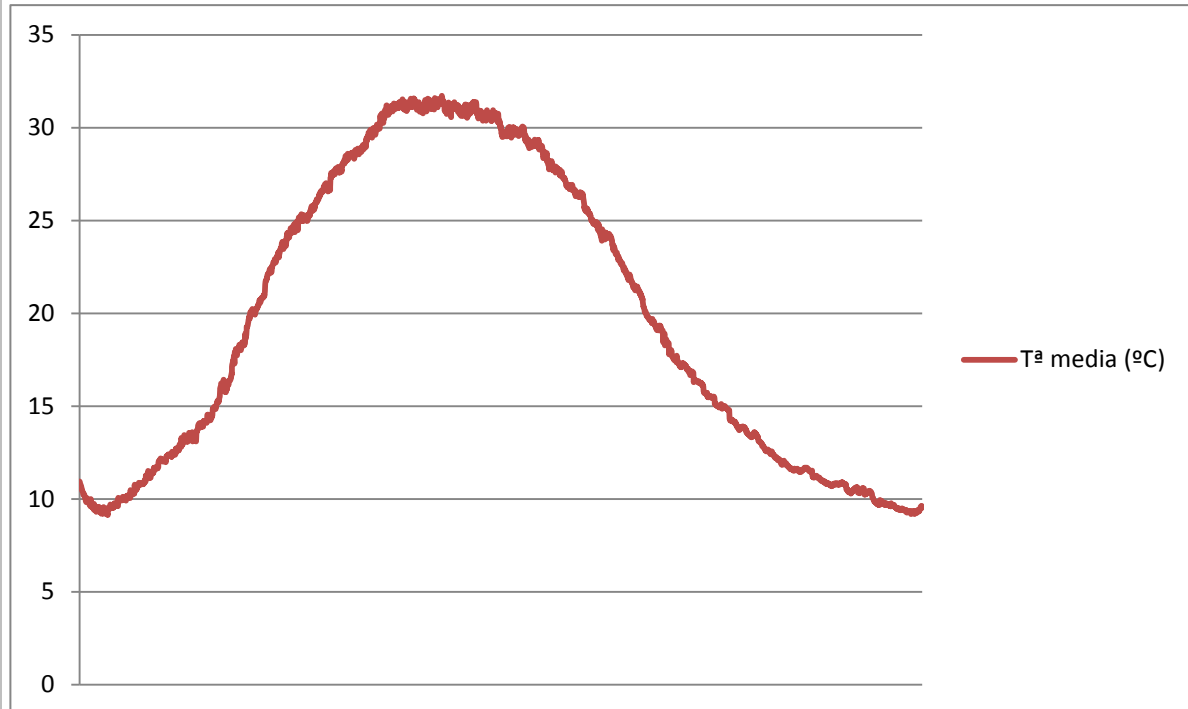
### Datos estación meteorológica



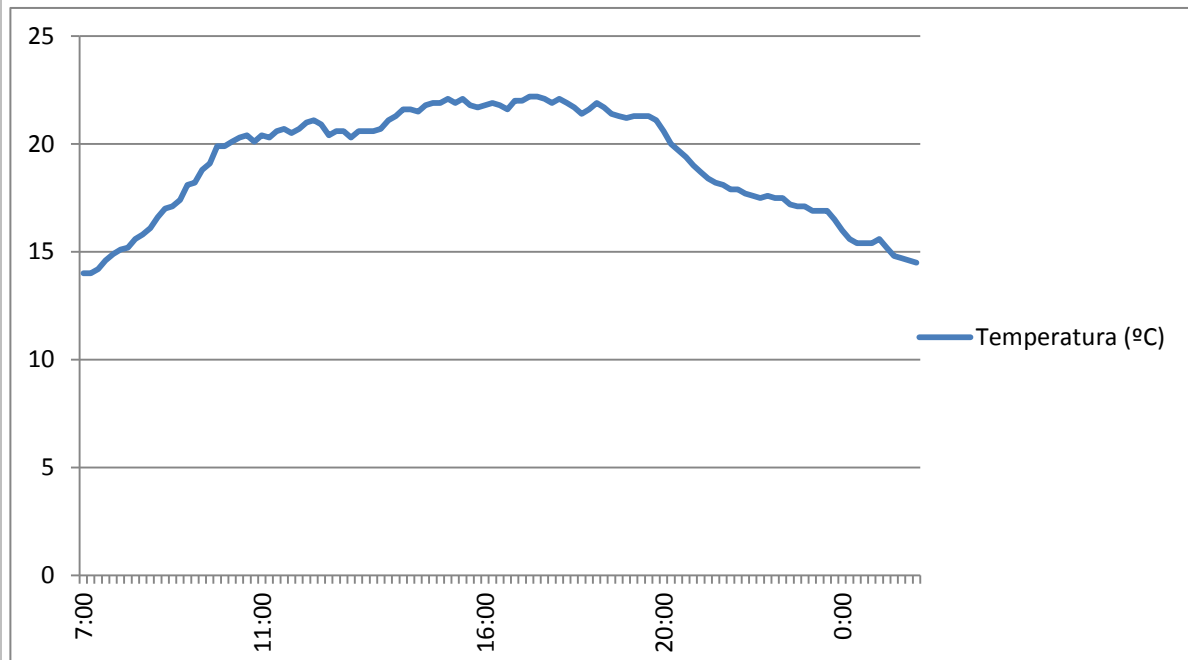


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





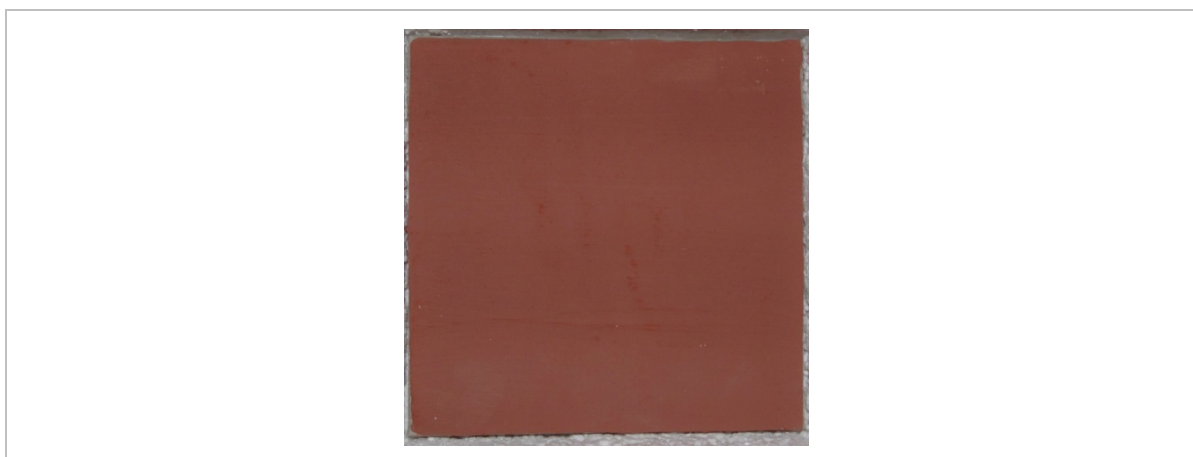
**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM-C/10/C/A**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	10mm
Tipo de conglomerante	Cemento y Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

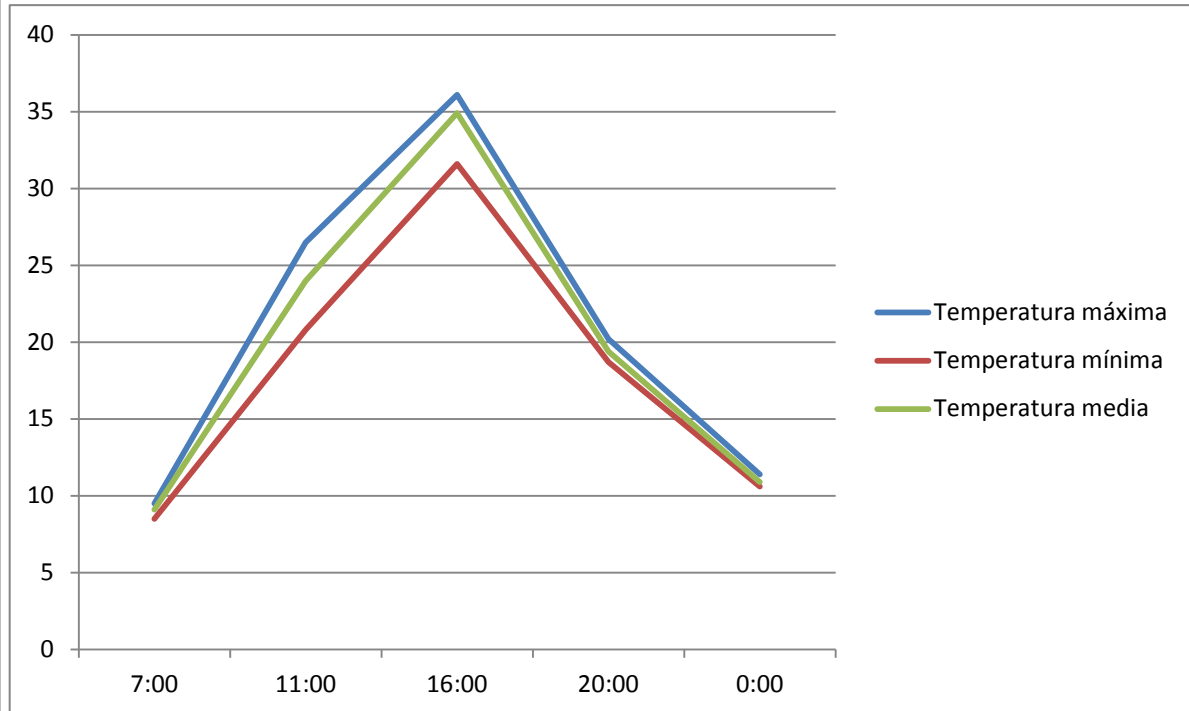
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	9.5	26.5	36.1	20.2	11.4
Temperatura mínima	8.5	20.8	31.6	18.7	10.6
Temperatura media	9.1	24.0	34.9	19.4	10.9

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

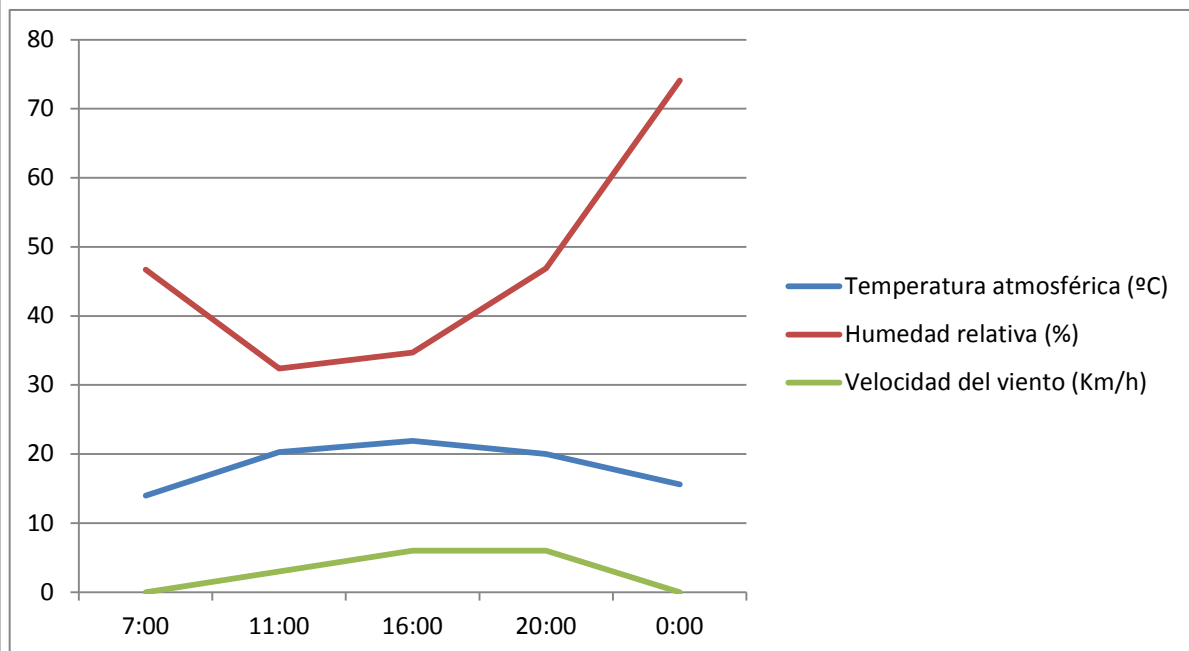
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

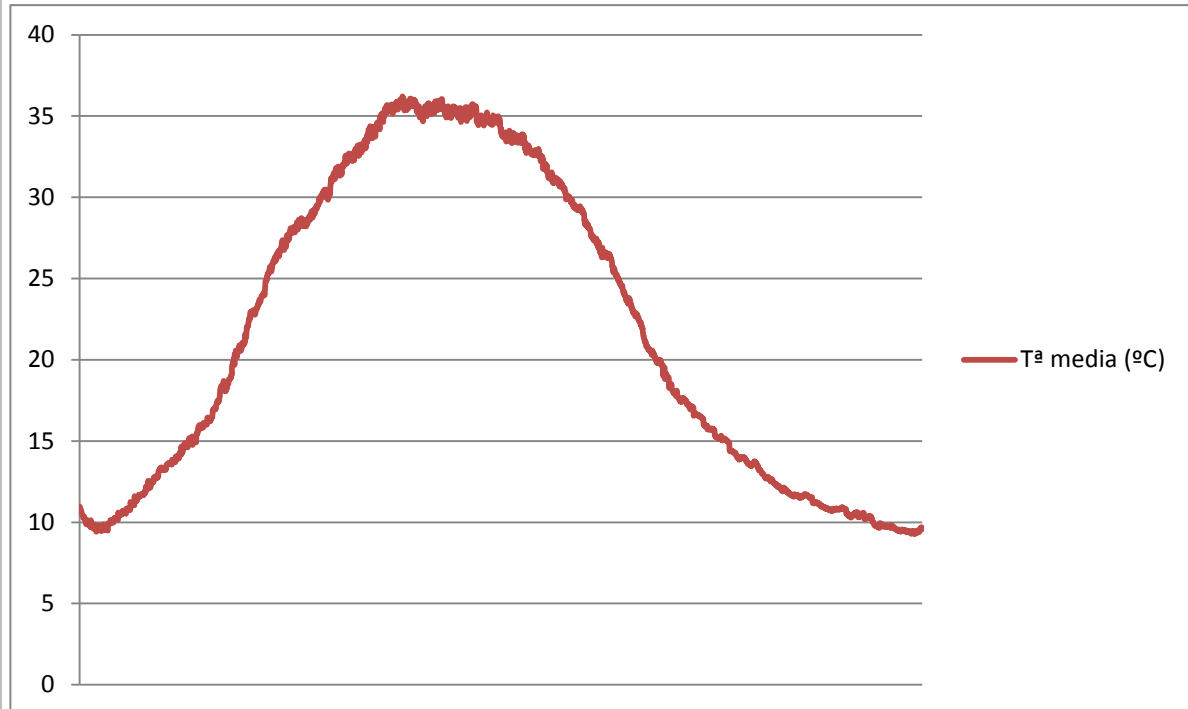


### Datos estación meteorológica

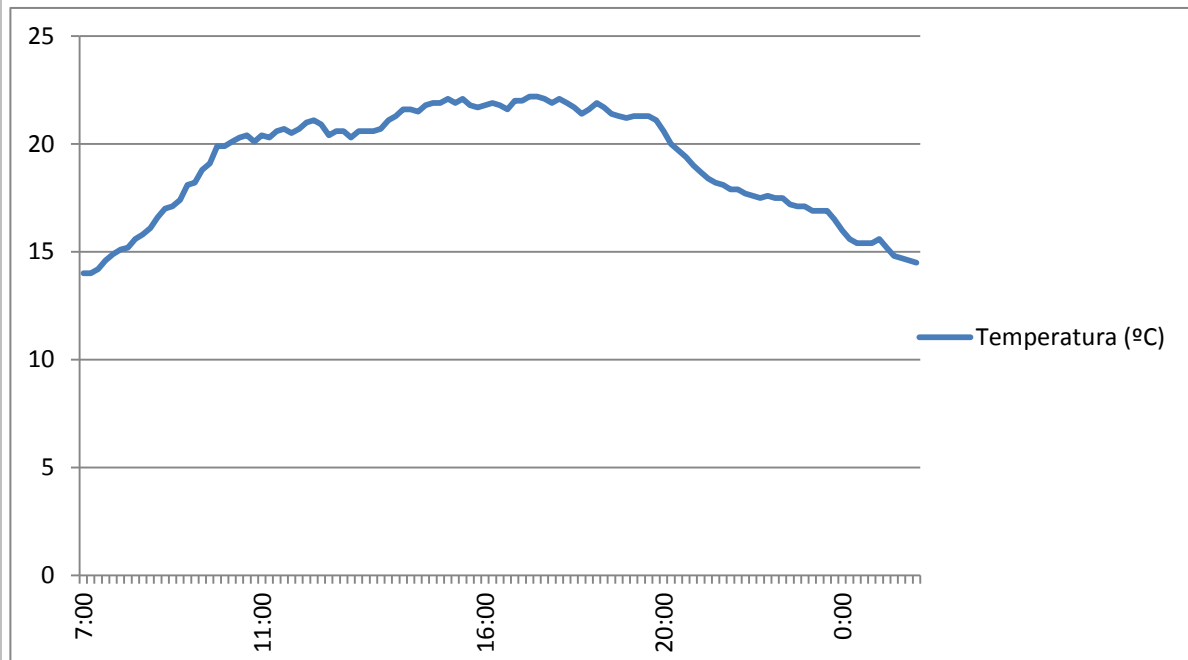


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





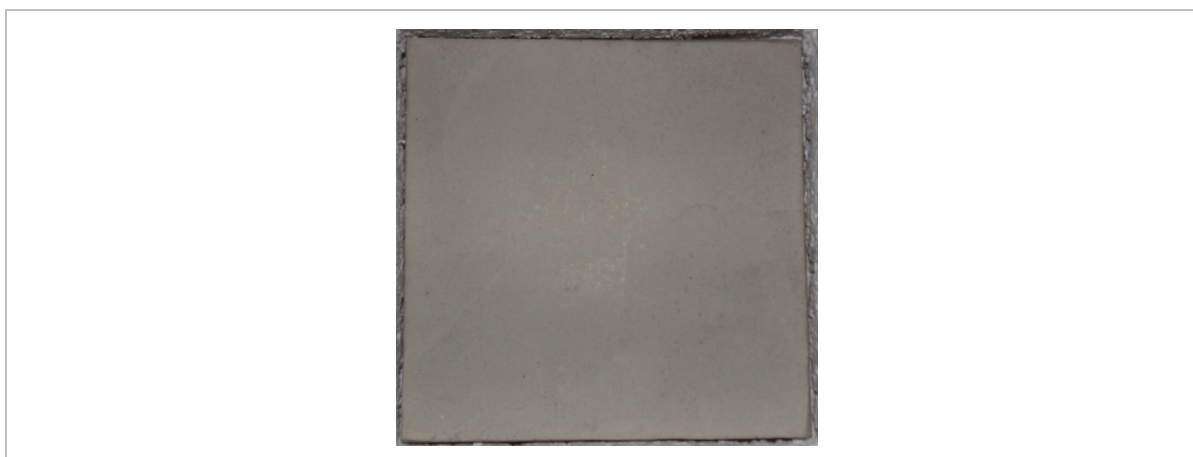
## REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA

CEM-C/15/N

## 1\_DATOS GENERALES

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cemento y Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	---
Color de la pintura	---
Dosificación	1/3

## 2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA



## 3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA

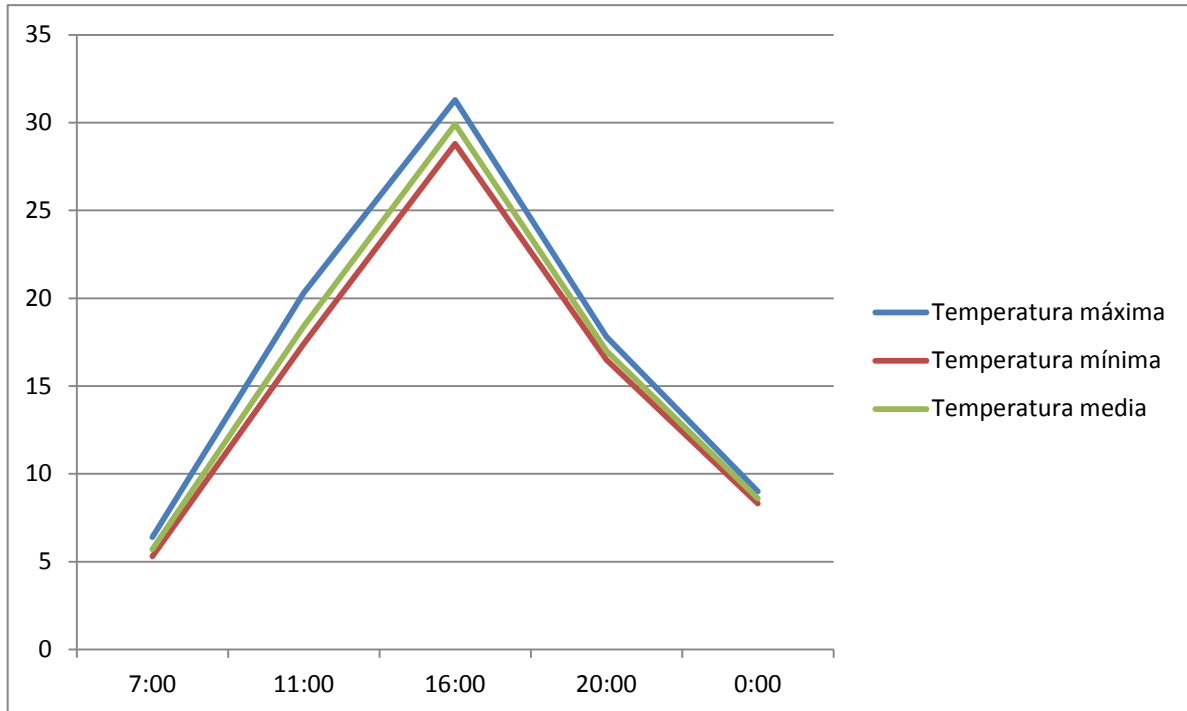
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	6.4	20.3	31.3	17.8	9.0
Temperatura mínima	5.3	17.4	28.8	16.5	8.3
Temperatura media	5.7	18.4	29.9	17.0	8.6

## 4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA

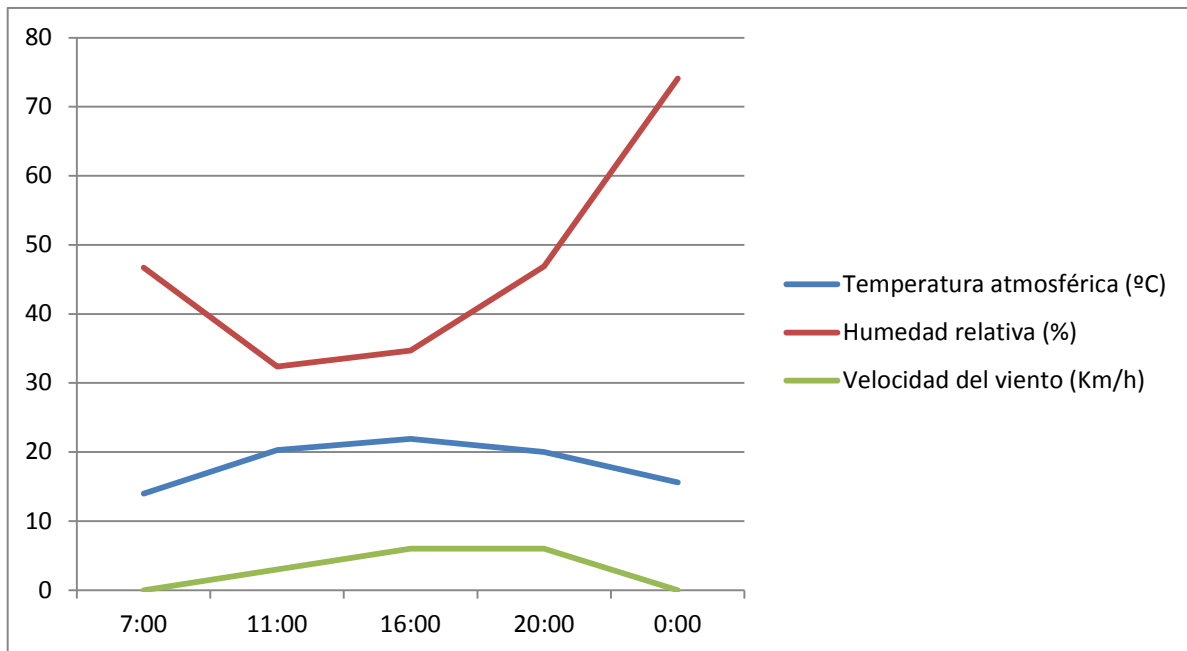
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



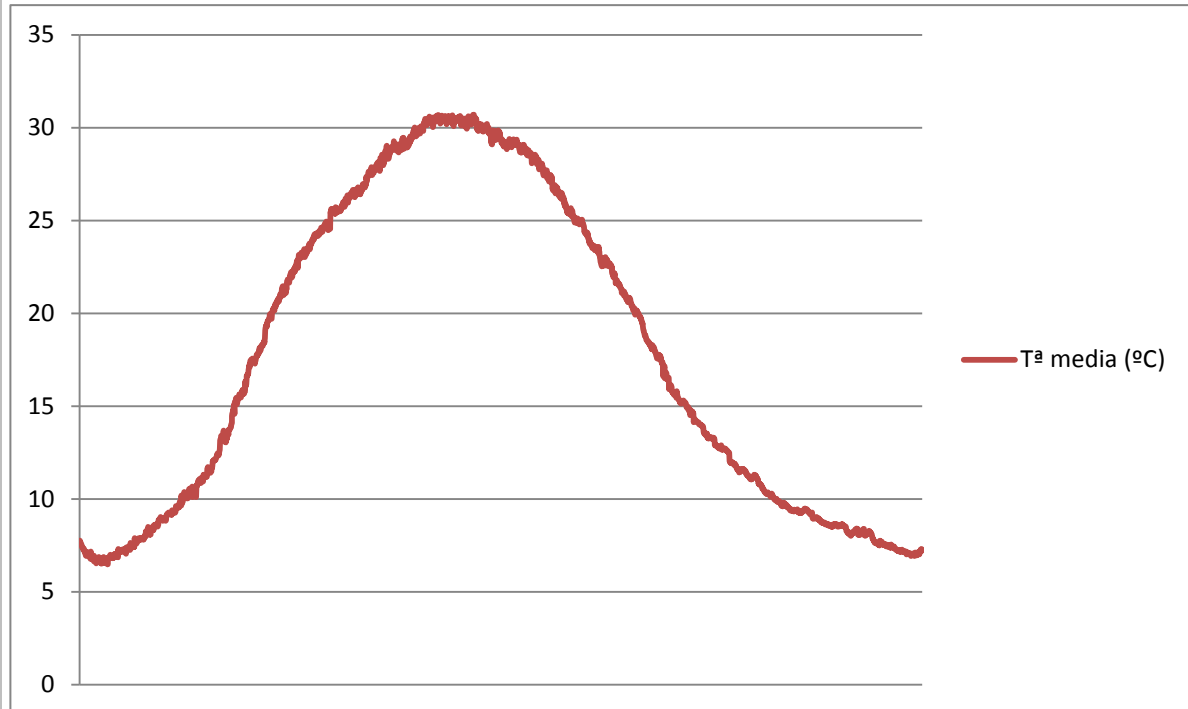
### Datos estación meteorológica



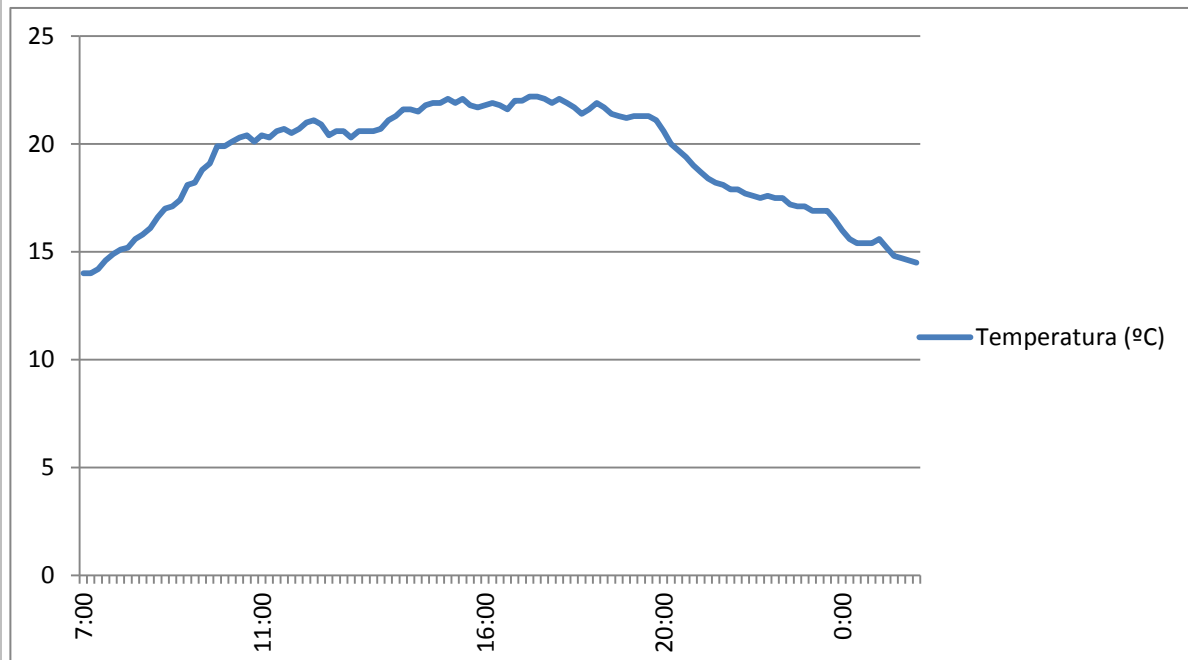


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM-C/15/P/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cemento y Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

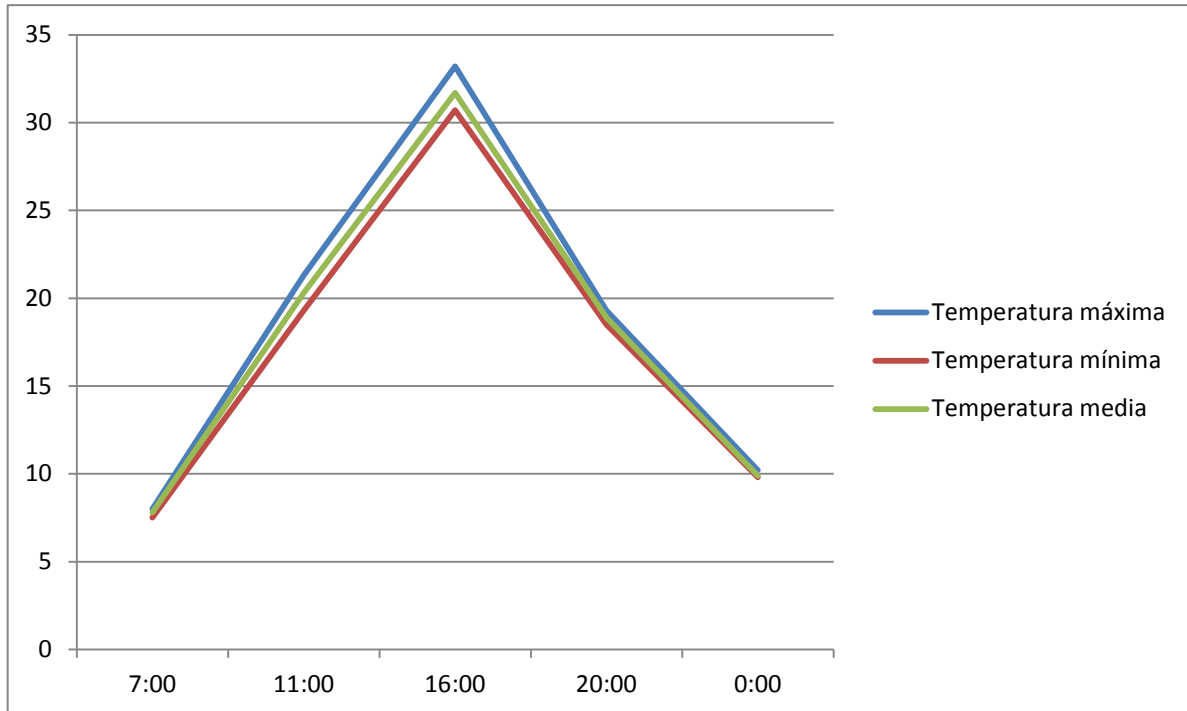
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.0	21.3	33.2	19.3	10.2
Temperatura mínima	7.5	19.3	30.7	18.5	9.8
Temperatura media	7.8	20.3	31.7	18.9	9.9

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

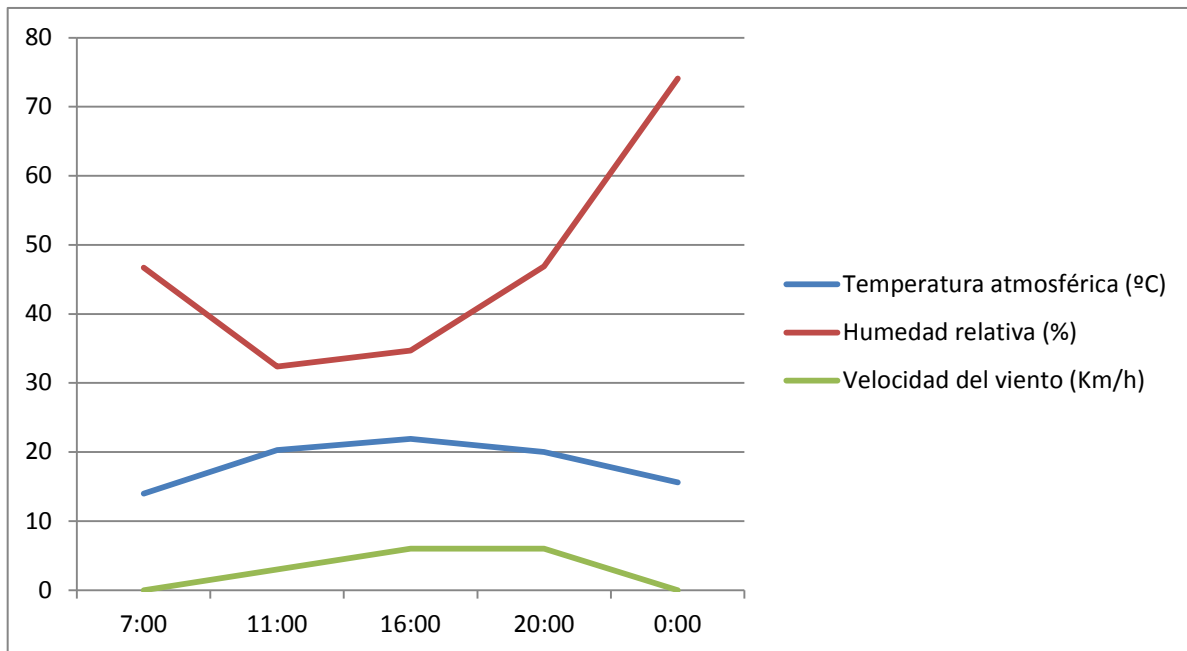
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

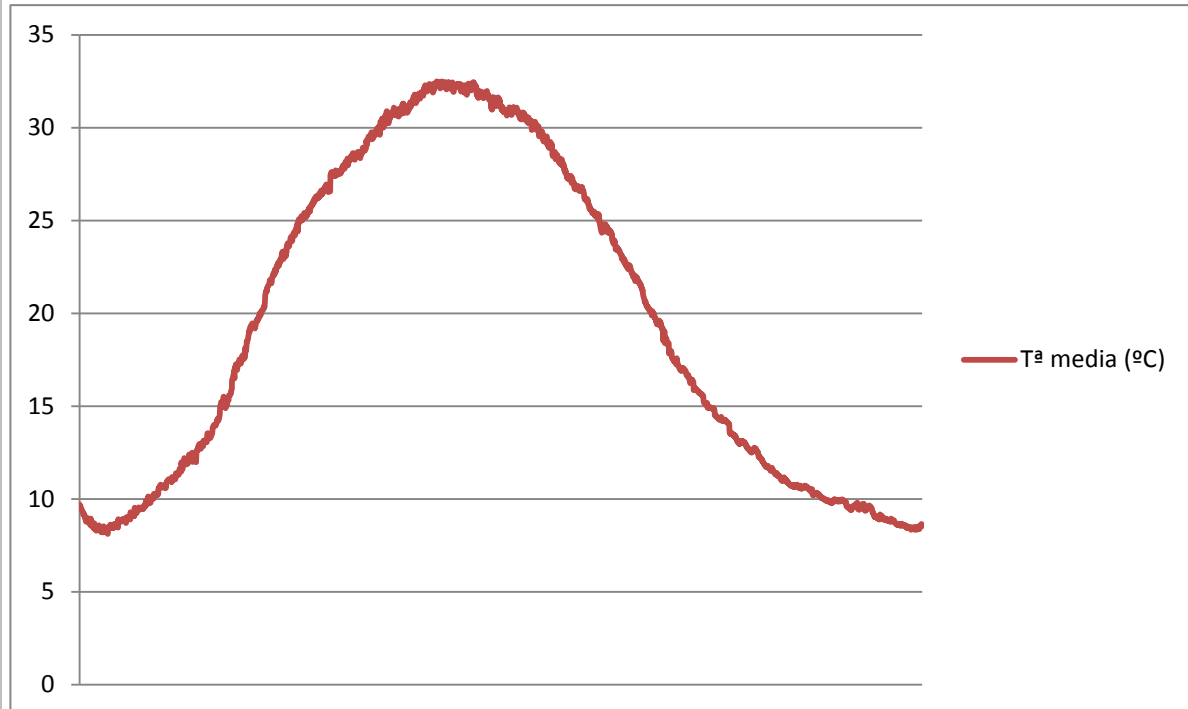


### Datos estación meteorológica

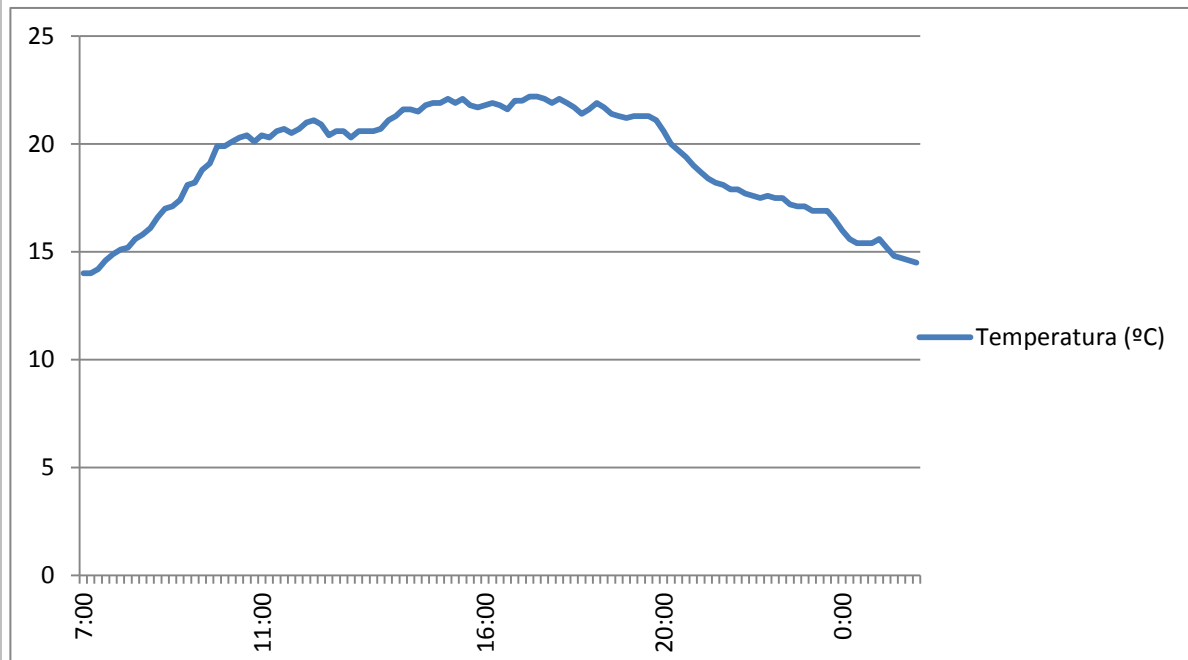


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





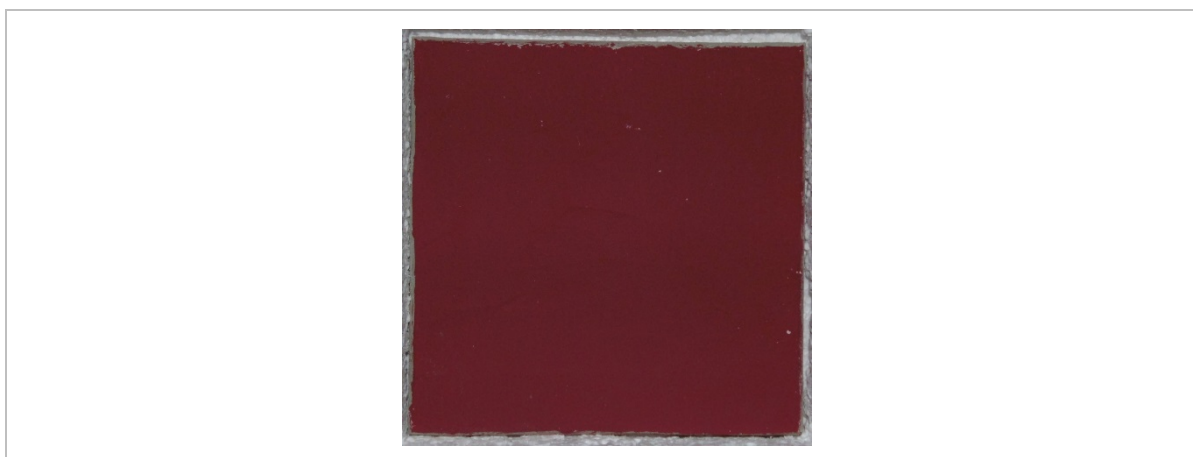
## REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA

CEM-C/15/P/A

## 1\_DATOS GENERALES

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cemento y Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura plástica
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

## 2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA



## 3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA

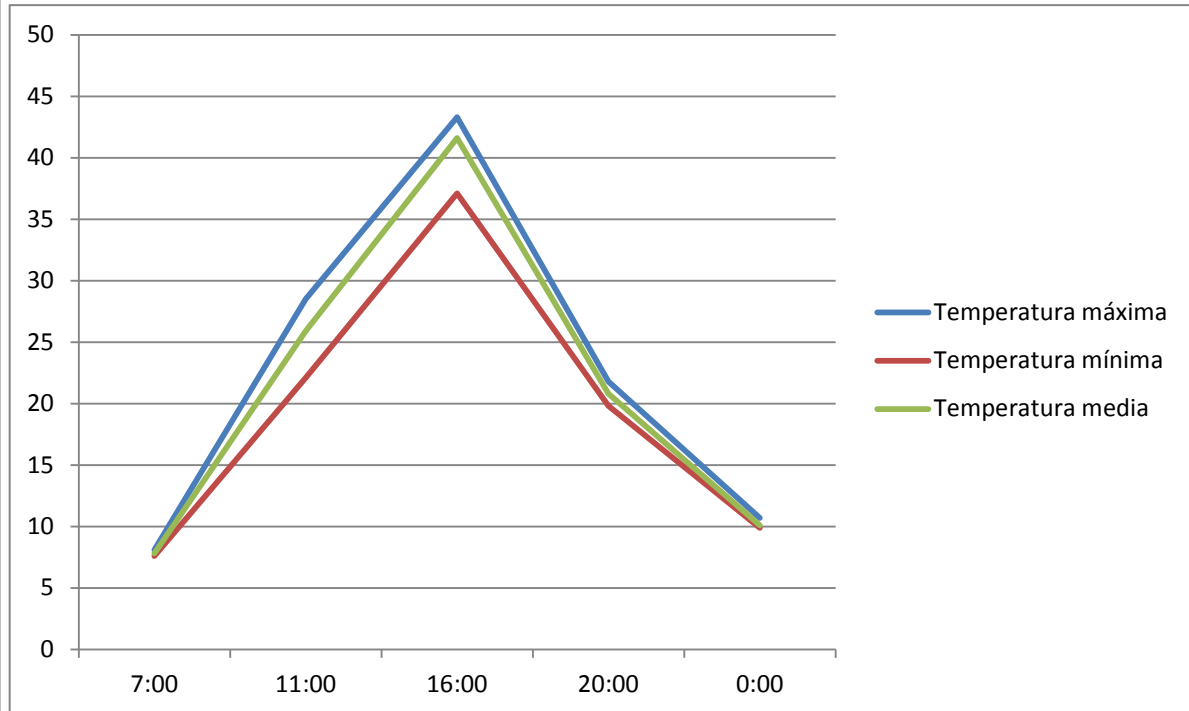
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	8.1	28.5	43.3	21.8	10.7
Temperatura mínima	7.6	22.1	37.1	19.8	9.9
Temperatura media	7.8	25.9	41.6	20.8	10.1

## 4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA

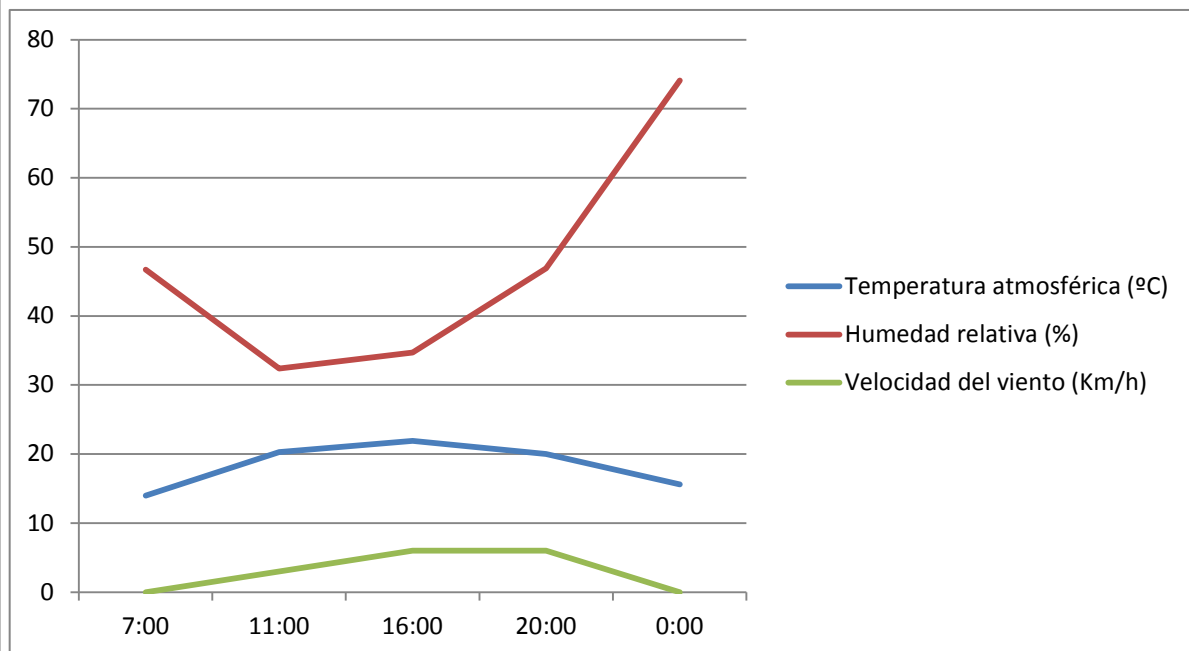
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



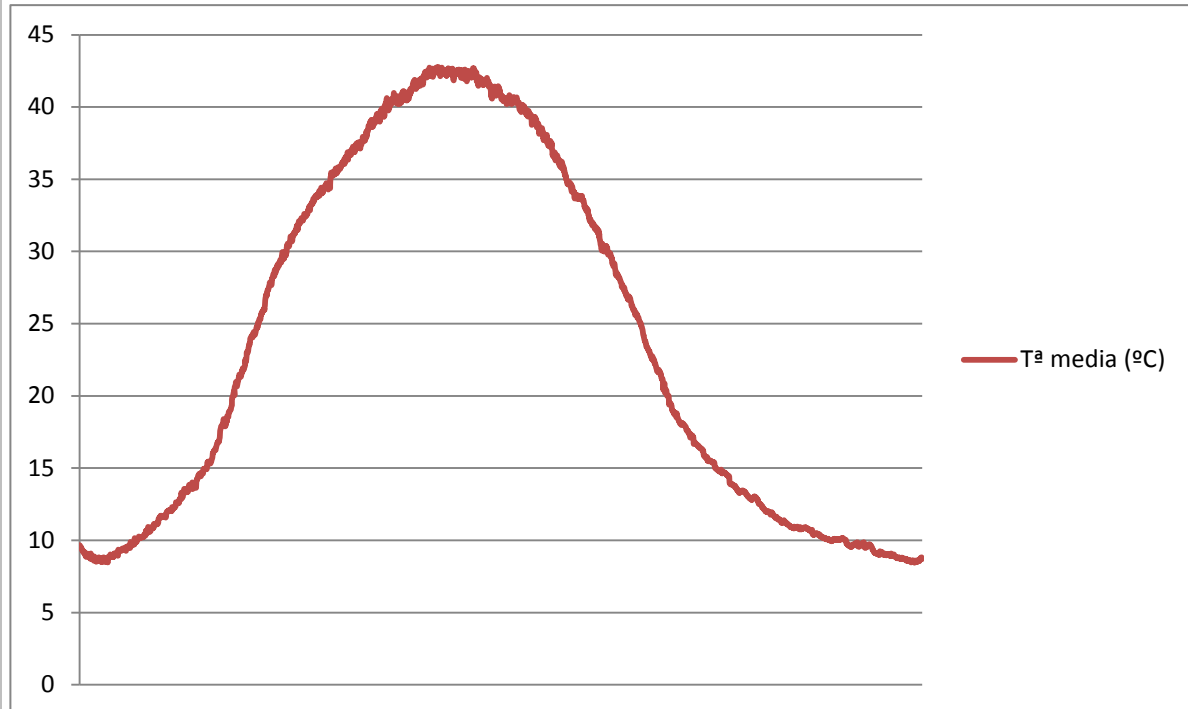
### Datos estación meteorológica



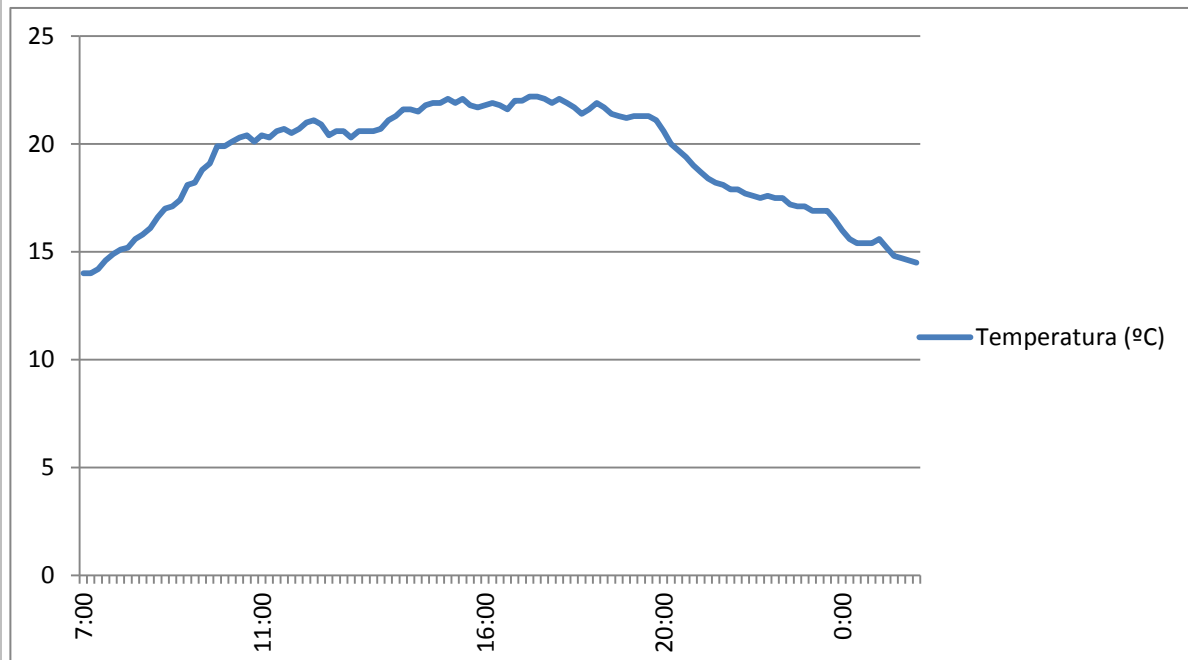


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





**REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA**

**CEM-C/15/C/O**

**1\_DATOS GENERALES**

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cemento y Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Ocre
Dosificación	1/3

**2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA**



**3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA**

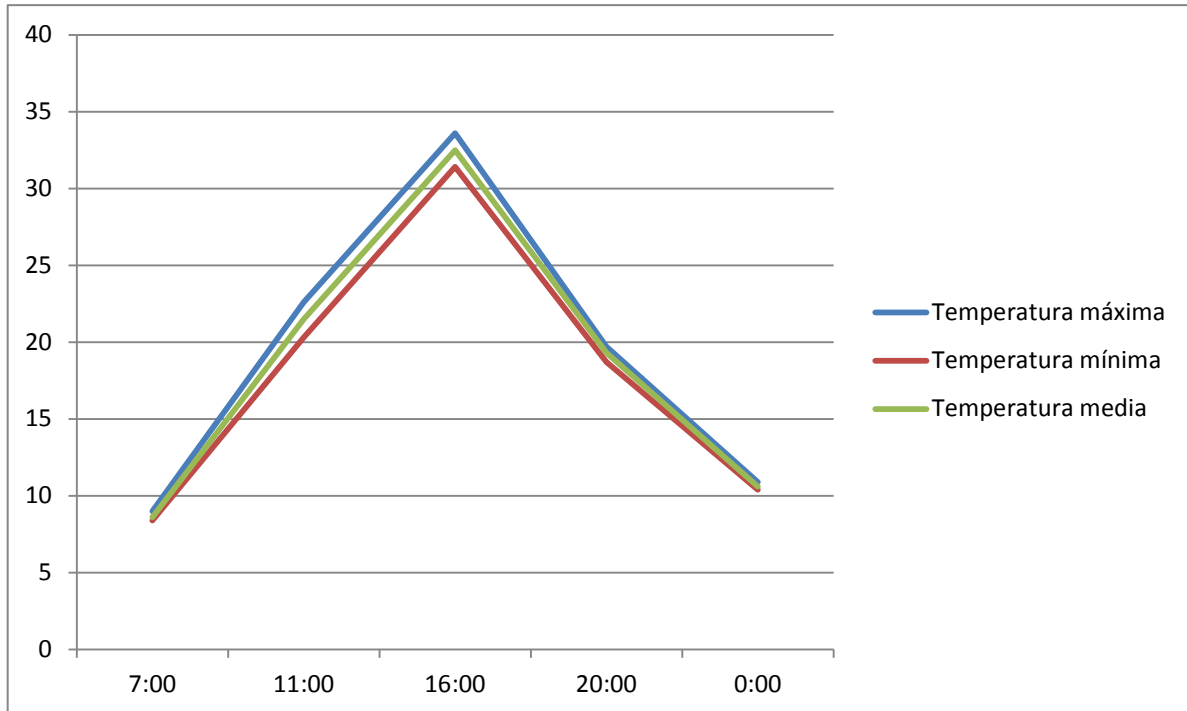
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	9.0	22.6	33.6	19.7	10.9
Temperatura mínima	8.4	20.3	31.4	18.7	10.4
Temperatura media	8.6	21.5	32.5	19.3	10.6

**4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

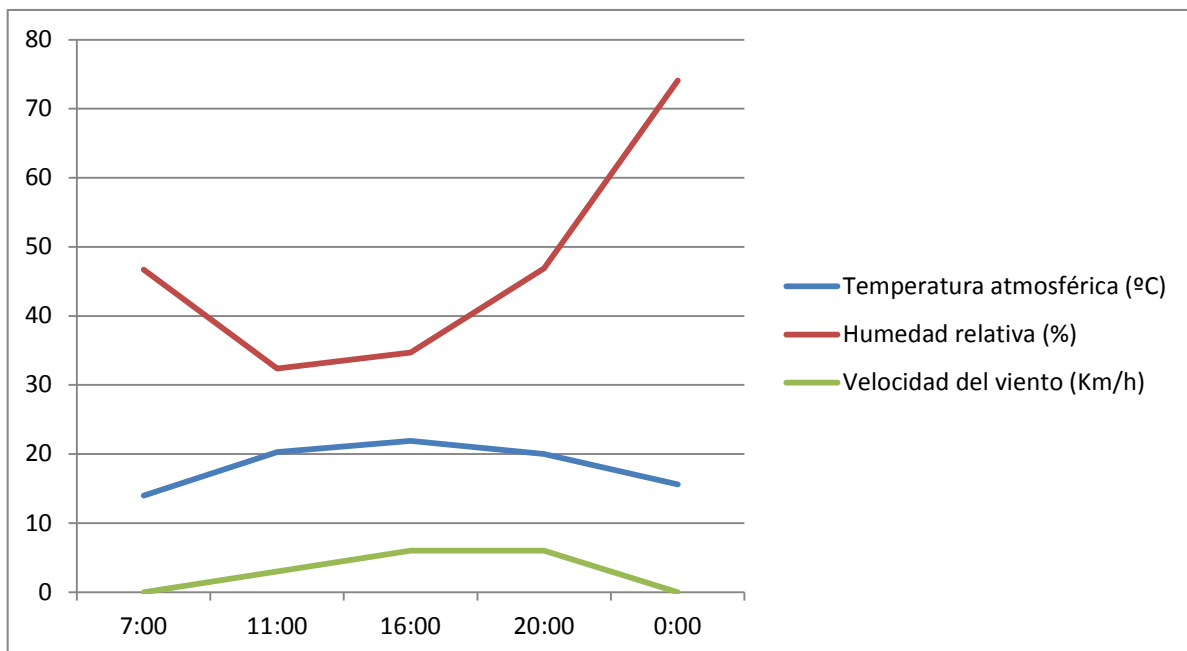
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra

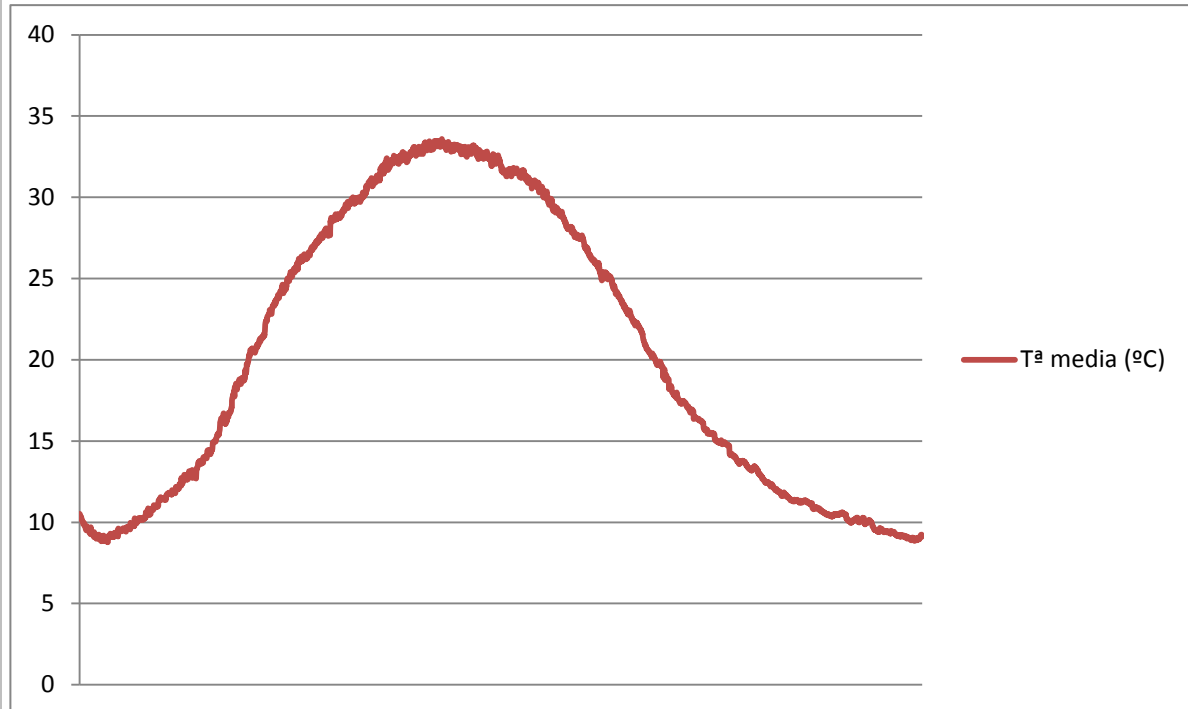


### Datos estación meteorológica

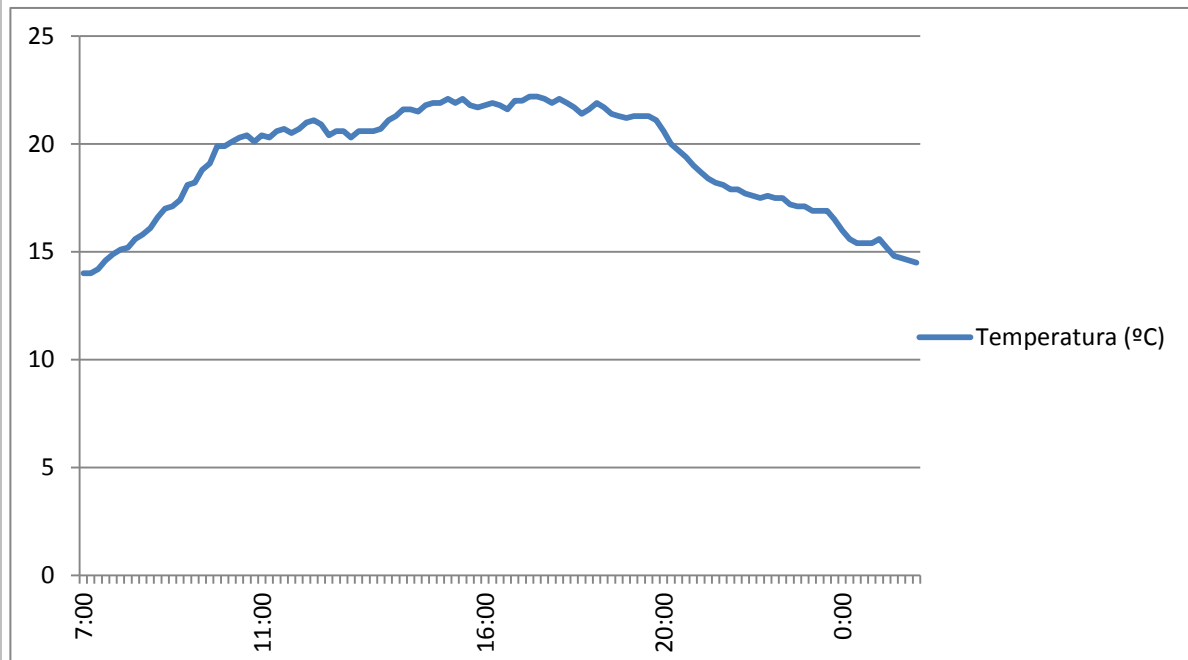


## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)





## REVESTIMIENTOS TRADICIONALES EN VALENCIA

CEM-C/15/C/A

## 1\_DATOS GENERALES

Tipo de base	Bizcocho cerámico
Espesor de enlucido	15mm
Tipo de conglomerante	Cemento y Cal
Tipo de árido	Cuarzo feldespático
Tipo de recubrimiento	Pintura a la cal
Color de la pintura	Almagra
Dosificación	1/3

## 2\_IMAGEN REAL DE LA MUESTRA



## 3\_DESARROLLO TERMOGRÁFICO DE LA MUESTRA

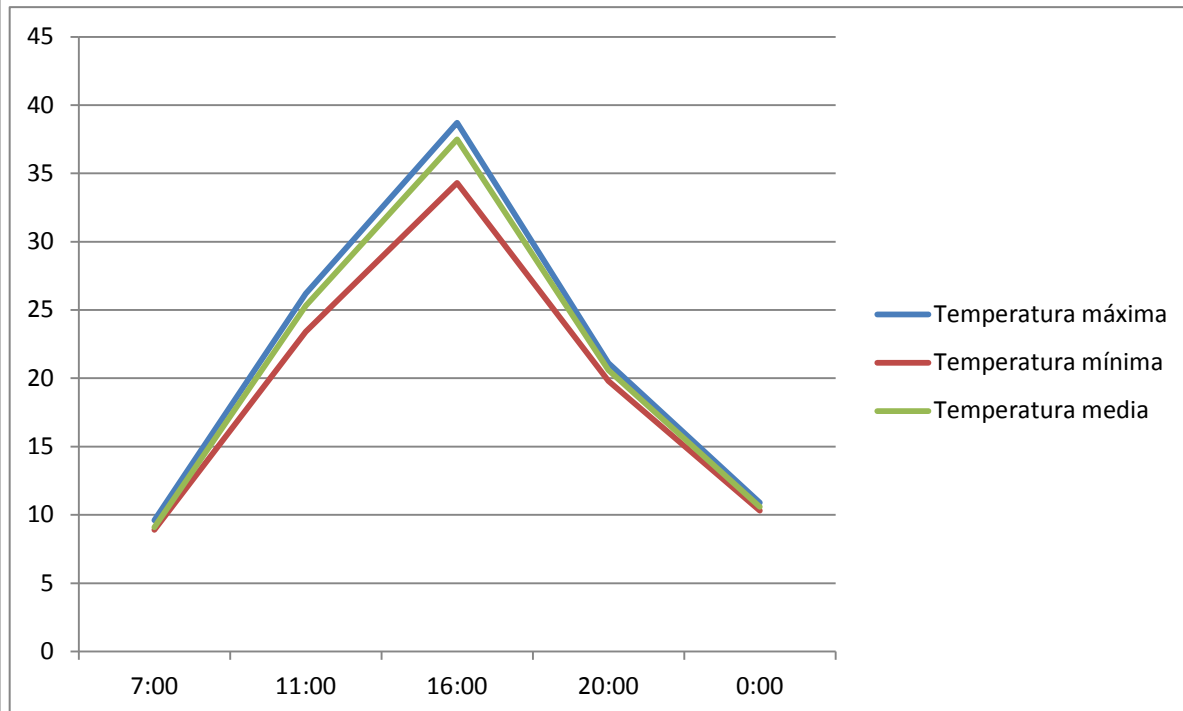
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura máxima	9.6	26.2	38.7	21.1	10.9
Temperatura mínima	8.9	23.4	34.3	19.8	10.3
Temperatura media	9.1	25.3	37.5	20.6	10.6

## 4\_DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA

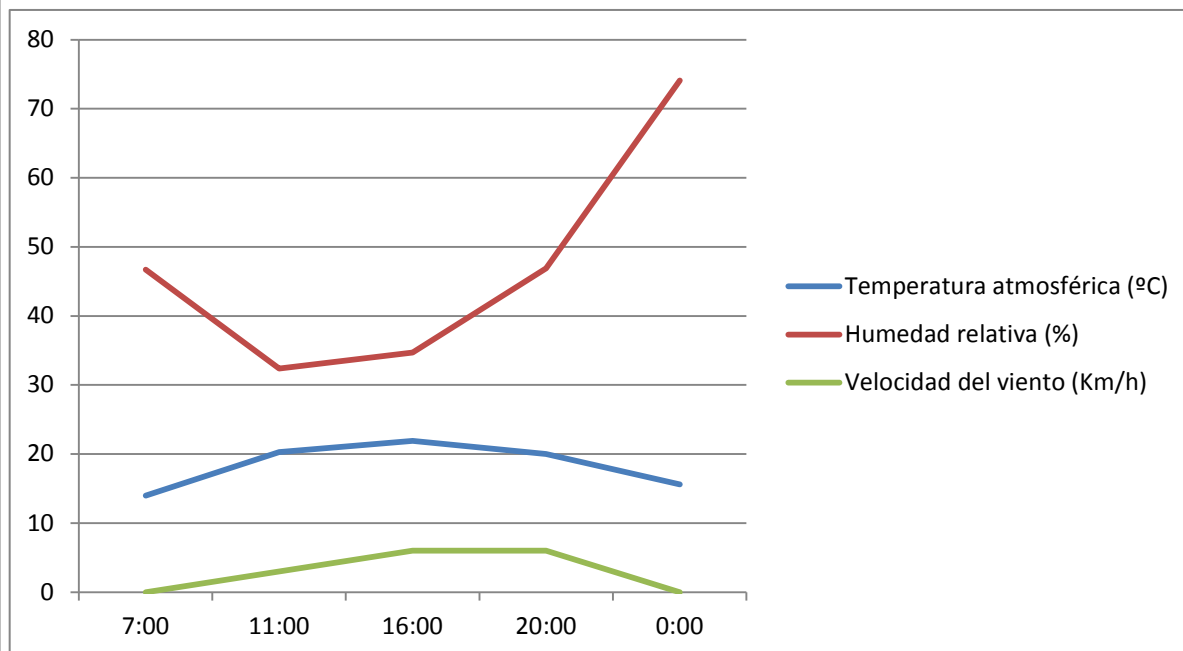
	7:00	11:00	16:00	20:00	24:00
Temperatura atmosférica (°C)	14.0	20.3	21.9	20.0	15.6
Humedad relativa (%)	46.7	32.4	34.7	46.9	74.1
Velocidad del viento (Km/h)	0	3	6	6	0

## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra



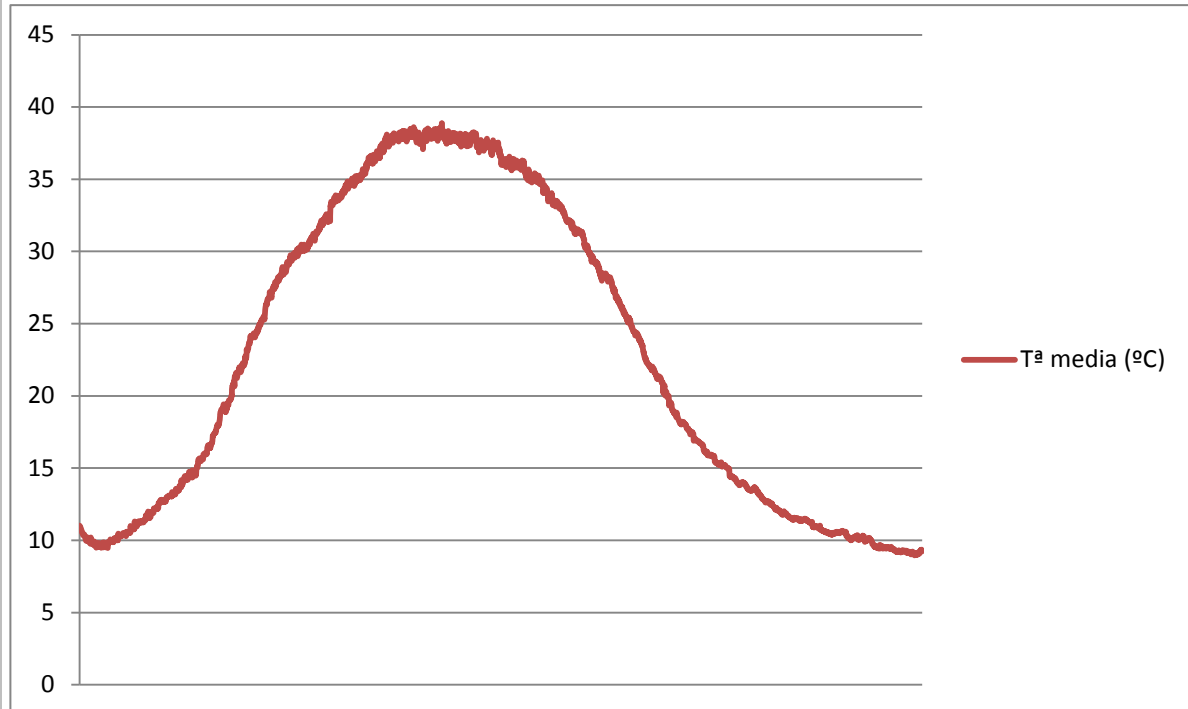
### Datos estación meteorológica





## 5\_RESULTADOS

### Desarrollo termográfico de la muestra en el ciclo de 24h



### Datos estación meteorológica (Temperatura atmosférica)

