

# **GRADO EN MEDICINA**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

**Olas de calor y demandas al servicio de Urgencias**

**Heat waves and demands on the emergency service**

**Autor/a:** Celia García Gudiel

**Director/es:** Carmelo Sierra Piqueres

**Santander, Junio 20 24**

## ÍNDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Diseño.....</b>	<b>11</b>
<b>4. Resultados.....</b>	<b>13</b>
4.1 Análisis descriptivo.....	13
4.2 Análisis inferencial.....	22
<b>5. Discusión.....</b>	<b>23</b>
<b>6. Limitaciones y conclusiones.....</b>	<b>25</b>
6.1 Limitaciones.....	25
6.2 Conclusiones.....	25
<b>7. Bibliografía.....</b>	<b>26</b>

## **RESUMEN**

Este Trabajo de Fin de Grado recoge los datos obtenidos de pacientes que acudieron al Servicio de Urgencias durante los meses de Julio y Agosto del año 2021 y 2022 y que fueron atendidos en el Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Se han recogido estos datos y analizado para ver la posible relación entre el aumento de las temperaturas ambientales y las demandas de los pacientes a Urgencias.

Se ha realizado un estudio observacional de corte transversal en el cual se han hecho análisis estadísticos sobre la temperatura ambiental y los diagnósticos de los pacientes que acudieron a urgencias.

Los objetivos generales del estudio son analizar el papel del calor sobre la salud y los objetivos específicos consisten en analizar la temperatura ambiente y su efecto sobre la demanda en un servicio de urgencias.

El resultado de los análisis no ha podido demostrar una relación entre las temperaturas y las demandas a Urgencias por síncope o crisis asmáticas, sin embargo, se ha encontrado estadísticamente significativo en relación con el deterioro general y las infecciones respiratorias altas y bajas.

**Palabras clave:** olas de calor, urgencias, temperatura.

## **ABSTRACT**

This Final Degree Project collects the data obtained from patients who visited the Emergency Department during the months of July and August 2021 and 2022 and who were treated at the Marqués de Valdecilla University Hospital. These data were collected and analysed in order to determine the possible relationship between the increase in ambient temperatures and patients' demands on the Emergency Department.

A cross-sectional observational study was carried out, in which statistical analyses were performed on the ambient temperature and the diagnoses of the patients who attended the Emergency Department.

The general aims of the study were to investigate the role of heat on health and the specific aims were to analyse ambient temperature and its effect on demand in an emergency department.

The results of the analyses did not show an association between temperature and ED demand for syncope or asthma attacks, but were statistically significant for general deterioration and upper and lower respiratory tract infections.

**Key words:** heat waves, emergency department, temperature.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En primer lugar, cuando se habla de “Olas de calor” es importante destacar que no existe una definición exacta del término. Entendemos que son episodios de temperaturas extremadamente altas durante varios días y que afectan a gran parte de nuestro territorio geográfico.

Al establecer unos umbrales de temperatura, hay que tener en cuenta que los valores considerados “normales” varían de unas zonas a otras, y por ello no se puede establecer el mismo límite para todas las estaciones consideradas.

El criterio elegido por la AEMET (Agencia Española de Meteorología) es el siguiente:

Se considera “Ola de calor” un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10% de las estaciones consideradas registran máximas por encima del percentil del 95% de su serie de temperaturas máximas diarias de los meses de julio y agosto del período 1971-2000.

Existen tres factores que determinan la intensidad de una “Ola de calor”: las temperaturas alcanzadas durante la misma, su duración y el territorio afectado. (1)

En segundo lugar, el cambio climático está suponiendo un problema cada vez más grave para la salud humana, por ejemplo, provocando muertes y enfermedades por fenómenos meteorológicos extremos como las olas de calor, las tormentas, sequías, la alteración de los sistemas alimentarios, el aumento de las zoonosis y las enfermedades transmitidas por los alimentos, el agua y los vectores, y los problemas de salud mental. Todo esto afecta en mayor medida a las personas especialmente sensibles como ancianos, niños o personas con problemas de salud subyacentes. (2)

La OMS calcula que el cambio climático causará unos 250.000 fallecimientos más al año entre 2030 y 2050 como consecuencia de las modificaciones en las características de las enfermedades. Los extremos térmicos contribuyen a las muertes por enfermedades cardiovasculares y respiratorias, a enfermedades neurodegenerativas y muchas otras variables sanitarias. (3)

Tal es la creciente preocupación y emergencia sobre el impacto del cambio climático sobre la salud que ya hay más de 30.000 artículos publicados sobre este aspecto.

### Regulación de la temperatura corporal

La termorregulación se define como la capacidad del cuerpo para determinar y mantener su temperatura, regulando la pérdida y producción de calor para mejorar la eficiencia de procesos metabólicos. El centro regulador de la temperatura está en el hipotálamo anterior. Este recibe señales de los receptores de los vasos, vísceras, médula espinal y de la sangre que perfunde el hipotálamo. Si aumenta la temperatura central, el termorregulador activa fibras eferentes del sistema nervioso autónomo, provocando pérdida de calor por los mecanismos de convección y evaporación. Si desciende la temperatura, la respuesta es disminuir la pérdida de calor mediante la vasoconstricción y menor sudoración, además de aumentar la producción de calor. (4)

En condiciones normales, la temperatura corporal oscila entre 35,8 y 37,2°C variando durante el día y se regula mediante tres mecanismos:

- Termorreceptores localizados en la piel y en el núcleo preóptico del hipotálamo
- Efectos termorreguladores basados en la sudoración y vasodilatación periférica
- Área de control localizada en el cerebro

Los mecanismos físicos mediante los cuales se produce el intercambio de calor entre el hombre y el medio ambiente se explican a continuación:

• **CONVECCIÓN:** tiene lugar cuando el intercambio de calor ocurre entre el cuerpo humano y el aire que le rodea a través de la piel y las vías respiratorias. Depende de la temperatura y la velocidad del aire. Es decir, cuando la temperatura de la piel supera la del aire, se pierde calor; y cuando la temperatura de la piel es inferior a la del aire, se gana calor. En el primer caso, se produce la transferencia de calor desde el cuerpo hacia partículas libres en el ambiente como las de aire o agua. Estas partículas ganan calor al ponerse en contacto con la superficie corporal y cuando se separan, se intercambian por otras frías que ganan energía y así sucesivamente, generando pérdida de calor. Este mecanismo representa hasta el 12% de las pérdidas de calor.

• **RADIACIÓN:** se produce cuando el intercambio de calor ocurre entre el cuerpo humano y los objetos de alrededor. Este proceso está determinado por la temperatura radiante media de los objetos del entorno. Si la temperatura de la piel supera la temperatura radiante media, se pierde calor; si, por el contrario, la temperatura de la piel resulta inferior, se gana calor. Este mecanismo supone aproximadamente el 60% de la pérdida de calor corporal.

• **CONDUCCIÓN:** ocurre cuando el intercambio de calor tiene lugar entre los cuerpos en contacto, con lo que el sentido del flujo de calor depende de la temperatura de la piel y de la temperatura superficial de los objetos.

• **EVAPORACIÓN:** es el proceso que hace que el cuerpo humano humedecido pierda calor; y durante éste el calor se pierde hacia el ambiente y no a la inversa. Suele ocurrir por la evaporación del sudor. Las variables ambientales de las que depende este proceso son la velocidad y la humedad del aire. Cuanto mayor sea la humedad del aire menor será la evaporación del sudor y menor la pérdida de calor corporal, y viceversa, al tiempo que se favorece con el aumento de la velocidad del aire.

Otro mecanismo es el centro termorregulador que estimula la sed y la necesidad de disipar el calor.

El aumento de la temperatura corporal hace que entren en acción la sudoración, vasodilatación y la hiperventilación que generan una sobrecarga circulatoria, descienden las resistencias periféricas y aumenta la frecuencia y el gasto cardíacos.

### Trastornos de la temperatura corporal

Cuando se habla de estrés térmico, se refiere al aumento de temperatura que las personas reciben y acumulan en su cuerpo por las condiciones ambientales donde se encuentran, la

actividad física que hacen y la ropa que llevan puesta. Cuando el calor que se acumula en el cuerpo es excesivo, éste puede dar alteraciones y efectos patológicos en el individuo. (5)

La **enfermedad térmica** suele presentarse por un desequilibrio entre el aumento de la producción de calor, como ocurre en la hipertermia maligna o en el golpe de calor por ejercicio, y por disminución de su pérdida, como ocurre en el golpe de calor pasivo. También puede estar implicado un mecanismo mixto, situación que se da en el síndrome neuroléptico maligno.

### **Calambres por calor**

Los calambres son contracciones rápidas y dolorosas del músculo esquelético secundarias a la depleción de sodio por la sudoración. Son habituales en trabajadores o atletas que se exponen a altas temperaturas.

### **Síncope por calor**

Es una reacción sistémica secundaria a la exposición prolongada a altas temperaturas por pérdida de agua y sales. Suele cursar con sed intensa y debilidad, junto con cefalea, hipotensión, vértigo y taquicardia.

Normalmente el síncope por calor suele ocurrir en ancianos en tratamiento con diuréticos y deportistas no aclimatados, en los que se produce una vasodilatación periférica para perder calor, disminuye el gasto cardíaco y la perfusión cerebral, lo que da lugar al síncope.

### **Agotamiento por calor**

Si hay temperaturas altas como en una “ola de calor”, las personas expuestas pueden presentar una depleción de volumen que se traduce en el llamado agotamiento por calor. Habitualmente se produce por una ingesta insuficiente de agua y electrolitos.

Sus síntomas suelen ser malestar general, debilidad, mareo, náuseas y vómitos. Se trataría de un paciente deshidratado con taquicardia e hiperventilación.

### **Golpe de calor**

El golpe de calor es una emergencia médica. Se define como una temperatura corporal superior a 40°C con disfunción del sistema nervioso central, se produce una respuesta inflamatoria sistémica y una disfunción orgánica múltiple. La tríada diagnóstica típica es la hipertermia, alteración de la conciencia y antecedente de exposición al calor o actividad física a altas temperaturas.

Se pueden distinguir dos tipos de golpe de calor: activo y pasivo. El golpe de calor pasivo tiene lugar en condiciones de alta temperatura y humedad ambiental, en las que es difícil perder calor y suele ser típico en ancianos. El golpe de calor activo ocurre en jóvenes sanos que han hecho ejercicio extenuante en un ambiente caluroso. En este último no es frecuente la deshidratación e hipovolemia pero suele haber rabdomiólisis, coagulación intravascular diseminada, hipocalcemia e hipofosfatemia, hipoglucemia, hiperpotasemia e hiperuricemia.

## Síndrome neuroléptico maligno

El síndrome neuroléptico maligno es un trastorno que se produce con más frecuencia en varones jóvenes con enfermedades psiquiátricas que toman neurolépticos. La deshidratación, el calor y el ejercicio intenso son situaciones que pueden propiciar la aparición de este síndrome.

En cuanto a su fisiopatología, una de las hipótesis apunta que la causa debe estar mediada por la reducción de la actividad dopaminérgica en el sistema nervioso central, y afectar a los núcleos de la base y al hipotálamo. El descenso en la actividad dopaminérgica podría explicar la hipertermia y el fallo multiorgánico que tienen lugar en este síndrome.

Los síntomas incluyen hipertermia, síntomas extrapiramidales, disautonomía, rabdomiólisis, hipoxemia, leucocitosis y acidosis mixta. (6)

## Cambio climático y salud

En los últimos años está aumentando el calentamiento global, lo que a su vez está repercutiendo de manera negativa en la salud y la supervivencia de la población de todo el mundo.

Según un estudio, en 2023, el mundo experimentó las temperaturas globales más altas en más de 100 000 años, y se batieron récords de calor en todos los continentes hasta 2022. Los adultos mayores de 65 años y los bebés menores de 1 año, más vulnerables al calor extremo, están expuestos al doble de días de olas de calor que los de 1986 a 2005.

Varios estudios afirman que la mayoría de los días de calor extremo tienen una alta relación con el cambio climático antropogénico. La **mortalidad** de adultos mayores de 65 años relacionada con el calor aumentó en comparación a décadas anteriores, mucho más de lo que se habría esperado si las temperaturas no hubiesen ascendido.

Por otro lado, una mayor frecuencia de olas de calor y sequías en 2021 se relacionó con más casos de **inseguridad alimentaria** moderada o grave lo que puso a mucha gente en riesgo de desnutrición y de efectos potencialmente irreversibles en la salud.

Otro efecto potencialmente grave del cambio climático es el riesgo de sufrir **enfermedades infecciosas** mortales, como el dengue, la malaria, la vibriosis y el virus del Nilo Occidental.

Si la temperatura media mundial continúa aumentando a poco menos de 2°C, la mortalidad relacionada con el calor seguirá ascendiendo, suponiendo que no haya grandes avances en la adaptación. Por lo tanto, los riesgos para la salud de un mundo más cálido hacen necesaria una acción sanitaria contra el cambio climático.

Los registros meteorológicos muestran que los últimos ocho años fueron los más cálidos jamás registrados; en 2022 se produjeron fenómenos meteorológicos extremos en todos los continentes; y julio de 2023 fue el mes con temperaturas más altas jamás registradas. Un verano caluroso que provocó casi 62 000 muertes en Europa en 2022 y una sequía récord en el Gran Cuerno de África, agravada por el cambio climático, contribuyó a empeorar la

inseguridad alimentaria local. Como resultado, los impactos del cambio climático en la salud física y mental están aumentando exponencialmente.

La exposición al calor puede provocar enfermedades relacionadas con el calor, exacerbar las **comorbilidades** y provocar **enfermedades mentales** y resultados adversos en el embarazo y el parto. Las altas temperaturas también afectan a la capacidad de las personas para desempeñar su trabajo y realizar actividad física.(7)

El calor también afecta de manera directa a **nivel oftalmológico**. Las altas temperaturas condicionan la respuesta inflamatoria de las células corneales, facilitando procesos infecciosos virales, bacterianos, fúngicos y alérgicos. La dosis de radiación ultravioleta aumenta un 2% por cada °C, por lo que la supresión inmunitaria celular por RUV podría activar virus latentes, infecciones, tumores oculares, cataratas y desprendimientos retinianos. También las dermatitis, asma, rinitis y conjuntivitis alérgicas aumentan por altas temperaturas que favorecen alérgenos. Además, cuando se ven afectadas las cosechas por cambios térmicos y se produce malnutrición, se consumen alimentos sin principios activos esenciales lo que puede dar lugar a xerofthalmia (por deficiencia de vitamina A), degeneración macular asociada a la edad, cataratas o glaucoma. Las personas que trabajan al aire libre con temperaturas elevadas también tienen más riesgo de patologías oculares como pterigión, glaucoma, cataratas y lesiones retinocoroideas.(8)

En un estudio se vio que en el período 2013-22, en comparación con 1991-2000, hubo 241 horas adicionales al año, durante las cuales el calor ambiental representó un riesgo moderado o mayor de **estrés por calor** durante la actividad física ligera al aire libre. Aunque realizar actividad física es beneficioso para la salud, realizarlo con calor puede aumentar el riesgo de enfermedades por calor, además de que las altas temperaturas pueden suponer una barrera motivacional.

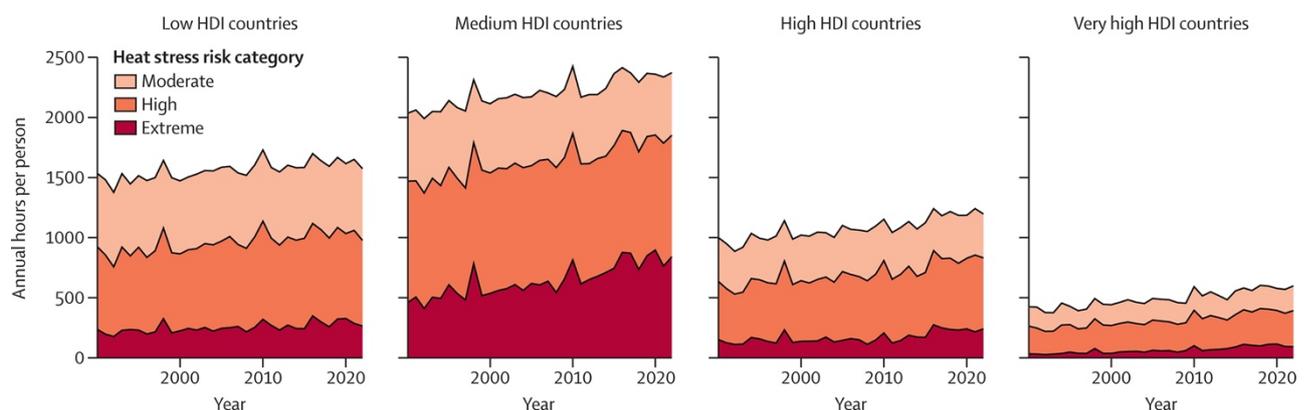


Figura 1. Promedio de horas anuales por persona entre 1991 y 2022 en las que la actividad física ligera implicó al menos un riesgo de estrés por calor moderado, alto o extremo, ordenado por grupos de países del IDH (Índice de desarrollo humano)(7)

La exposición al calor afecta a los trabajadores, reduciendo su productividad laboral y poniendo en riesgo su salud, sobre todo para las personas que trabajan al aire libre, en ambientes no refrigerados o que realizan trabajos extenuantes. En el verano de 2022 asaltaba la noticia en los periódicos del fallecimiento de un trabajador del servicio municipal de

limpieza de Madrid a causa de una ola de calor y pocos días después otro trabajador falleció en una nave de esta misma ciudad tras alcanzar una temperatura corporal de 42,9 grados.

En un estudio sobre los efectos de las olas de calor sobre la ciudad de Madrid durante el período 1990-2009 se vio que el verano de 2003 fue el más caluroso. Las altas temperaturas repercutieron en un exceso de mortalidad, alrededor de 20.000 a 70.000 personas en Europa y en España un exceso de unas 3.000 muertes entre los meses de junio y agosto de ese año.

Además, se vio que en 1996-2002 y 2006-2008 no hubo olas de calor, por lo que, para aclimatamiento, quizás pudo contribuir a que en años posteriores la población estuviera menos preparada para soportar el aumento de temperatura, pues ya se ha demostrado que el impacto sobre la salud puede ser mayor si la persona no ha tenido un proceso de aclimatación anterior a altas temperaturas.

Por último, también se sabe que influyen factores externos cada verano, como si se han producido o no epidemias de gripe durante el invierno anterior que pueden llevar a modificar el impacto del calor sobre la mortalidad, ya que las epidemias de gripe alteran la mortalidad de la serie estudiada en los años afectados, lo que podría incrementar el número de muertes proyectadas. (9)

Para las personas con **enfermedades cardiovasculares**, las altas temperaturas también son un factor de riesgo. En un estudio español se observó que el calor extremo aumenta 15,3% el riesgo de un primer episodio cardiovascular, sobre todo en varones y población migrante.

El estrés por calor en ambientes con una humedad relativa del 50% aumenta la frecuencia cardíaca, la ventilación por minuto y la sudoración.

El trabajo del miocardio (presión arterial multiplicado por la frecuencia) es aproximadamente 12% mayor que el basal a 40 °C y aproximadamente 26% mayor a 50 °C, independientemente de la humedad ambiental. Este aumento es debido a la vasodilatación periférica mediada por el calor y la reducción de la presión arterial, se activan los barorreceptores y una estimulación simpática de la frecuencia cardíaca. En condiciones de reposo con una temperatura basal normal, el sistema vascular cutáneo recibe de 5% a 10% del gasto cardíaco, mientras que en respuesta al estrés térmico aumenta hasta 6 a 8 l/min lo que representa de 50% a 70% del gasto cardíaco.

De esta manera, en situaciones de calor extremo, el cuerpo humano pone en marcha dos mecanismos reguladores: la sudoración y el aumento del flujo sanguíneo a piel. La alta demanda metabólica hace que incremente la frecuencia cardíaca y que el corazón trabaje más, pero extrae sangre de él, lo que da lugar a una tensión cardíaca muy perjudicial para personas mayores o con problemas cardíacos. Es por esto, que las temperaturas elevadas, aumentan el riesgo de morbilidad por arritmias y parada cardíaca. (10)

Si se combinan olas de calor y contaminación atmosférica aumenta el riesgo de infarto, tanto que los investigadores afirman que hasta un 3% de los infartos de miocardio podría atribuirse a esta causa. (11)

Sin embargo, un estudio español analizó la posible relación entre la incidencia de infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST y la temperatura máxima, especialmente en períodos de alerta por olas de calor. Se observó que durante junio de 2013 y junio 2017 en períodos de alerta por olas de calor no hubo un aumento de la incidencia de SCACEST pero sí durante períodos de bajas temperaturas.(12)

Desde el punto de vista **neurológico**, las altas temperaturas afectan con más frecuencia a los pacientes con esclerosis múltiple. En un estudio estadounidense se vio un incremento del 4% en las probabilidades de estos pacientes de acudir al Servicio de Urgencias.

Asimismo, las olas de calor también son un riesgo para pacientes con trastornos **neurocognitivos y psiquiátricos**. En un estudio de Australia se observó que al superar un umbral de 26,7°C se incrementaron los ingresos por trastornos psiquiátricos o demencia. Además, aumentó la mortalidad por demencia y trastornos mentales durante episodios de calor extremo en el grupo de edad de 65 a 74 años y en personas con esquizofrenia y trastornos delirantes.

En pacientes ancianos, con polifarmacia o enfermedades crónicas, el calor extremo supone además un riesgo de deshidratación, desorientación, caídas, desmayos o parada cardiorrespiratoria. (13)

#### Clima extremo y salud mental

Los aumentos de temperatura como consecuencia del cambio climático y las lluvias representan riesgos para salud física y mental.

Los fenómenos meteorológicos extremos, incluidas las olas de calor y las precipitaciones extremas, pueden afectar a la salud mental. En un estudio se observó los efectos de las olas de calor y las precipitaciones extremas en los sentimientos expresados en redes sociales (como la proporción de tweets que reflejan expresiones positivas o negativas) y se vio que en los últimos 8 años, el impacto adverso de las olas de calor tanto en el sentimiento negativo como en el sentimiento positivo aumentó; los días con precipitaciones extremas tuvieron un efecto cada vez más negativo en la expresión del sentimiento positivo entre 2015 y 2022, mientras que no hubo un efecto importante sobre el sentimiento negativo.

En resumen, los riesgos para la salud relacionados con el clima están aumentando por la exposición a elevadas temperaturas, incendios, el aumento de enfermedades infecciosas y menos horas seguras para trabajar o hacer ejercicio físico. Esto hace necesario aumentar la adaptación de los sistemas de salud y de apoyo a la salud, además de reducir los gases de efecto invernadero.

#### Sistemas de alerta temprana de olas de calor: proteger la salud de las personas.

En el verano de 2022, en Inglaterra se alcanzaron temperaturas de hasta 40,3°C y las primeras alertas meteorológicas por calor. La Agencia de Seguridad Sanitaria del Reino Unido (UKHSA) investiga sobre el aumento de mortalidad por todas las causas durante las olas de calor. Se observó que la población tomó algunas medidas después de las advertencias y alertas

meteorológicas por calor. Es por esto por lo que las olas de calor de ese verano podrían haber tenido resultados más desastrosos, pero se salvaron cientos de vidas gracias a las medidas.

Para que los sistemas de alerta temprana de olas de calor sean eficaces se tiene que adaptar la definición de olas de calor y sus umbrales a cada región. Además, se necesitan enfoques interdisciplinarios y el uso de servicios meteorológicos para proporcionar pronósticos avanzados. (7)

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo general del estudio es valorar el papel del calor sobre la salud y los objetivos específicos son analizar cómo influye la temperatura ambiente en la demanda a un servicio de urgencias de un hospital.

## **3. DISEÑO**

Para alcanzar el objetivo del estudio se ha planteado un estudio observacional de corte transversal.

### **Criterios de inclusión y Exclusión**

La información procede de los sistemas de registro hospitalarias sobre las visitas al servicio de urgencias.

En las muestras se han incluido todos los pacientes (adultos y pediátricos) atendidos en el servicio de urgencias del HUMV en los períodos seleccionados.

Se excluyen del análisis los pacientes que no es posible identificar en el HIS.

Los datos de temperatura y humedad proceden de la AEMET correspondientes a las semanas de estudio.

### **Periodos de Estudios**

Julio y Agosto 2022 y como controles Julio y Agosto 2021.

### **Área de estudio**

Pacientes que residen en el área sanitaria de Santander durante el periodo de estudio y utilizan el Servicio de Urgencias del HUMV.

### **Definición de episodios de stress por calor**

En función de los datos de la AEMET, se considera "Ola de calor" un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10% de las estaciones consideradas registran máximas por encima del percentil del 95% de su serie de temperaturas máximas diarias de los meses de julio y agosto del período 1971-2000.

## **Variables de Interés:**

### Variables resultado

Exceso de temperatura considerando media de máxima, media del Índice de Sensación Térmica por calor semanal, y número de días con temperatura máxima superior al percentil del 95 % de su serie histórica para esa fecha.

Exceso semanal de demanda, comparación de los datos históricos para la misma semana.

Exceso semanal de admisiones.

Exceso semanal de eventos atribuibles a efectos del calor incluyendo diagnósticos relacionados con calor.

Exceso semanal de enfermedades relacionadas con el calor: enfermedades cardiovasculares.

Exceso semanal de consultas por enfermedades mentales.

Exceso de consultas por enfermedades respiratorias.

Los excesos se calculan usando la diferencia en los datos semana de interés (2022) y la semana control (2021)

### Variables confusión

Como posibles variables de confusión se han incluido edad y género.

## **Análisis utilizado**

### Análisis descriptivos

Se utilizarán las representaciones gráficas de las variables de interés distribuidas semanalmente y su relación con la temperatura.

Se utilizarán las frecuencias absolutas y relativas para reflejar la distribución de las variables de interés, discretas, en las variables continuas se han utilizado los estimadores de distribución central. Las variables se representarán con sus intervalos de confianza al 95%.

### Análisis Inferencial

Correlaciones entre exceso de temperaturas y exceso en variables resultado.

Se utilizará la estimación de riesgos por grado de temperatura incremental de proporciones de las variables de interés, utilizado las pruebas de chi cuadrado.

Y el análisis de regresión para la estimación de riesgo y el poder explicativo de las variables de confusión.

## **Programa Utilizado**

Se utilizará el programa SPSS versión 17.0 para todos los análisis estadísticos.

### Consideraciones éticas:

Al tratarse de un estudio observacional con total anonimización de los datos utilizados se considera que no se precisa consentimiento informado de los pacientes.

Los datos utilizados exclusivamente para la realización de este estudio se eliminarán tras su uso para contestar la pregunta de este estudio.

$$ST_c = -8,78469476 + 1,61139411 \cdot T + 2,338548839 \cdot HR - 0,14611605 \cdot T \cdot HR - 0,012308094 \cdot T^2 - 0,016424828 \cdot HR^2 + 0,002211732 \cdot T^2 \cdot R + 0,00072546 \cdot T \cdot HR^2 - 0,000003582 \cdot T^2 \cdot HR^2$$

Donde  $ST_c$  es el Índice de Sensación Térmica por calor,  $T$  es la temperatura del aire ambiente en grados Celsius y  $HR$  es la humedad relativa del aire en %. En la AEMET este cálculo se lleva a cabo para valores de la temperatura ambiente superiores a 26°C y humedades superiores al 40%.

El Índice de Sensación Térmica por calor (Heat Index) es una medida de lo que siente el cuerpo humano por la combinación de la temperatura ambiente y la humedad relativa del aire. Ayuda a valorar la mayor dificultad que tiene el organismo para bajar la temperatura corporal mediante la evaporación de sudor sobre la piel, por efecto de la humedad ambiente. AEMET [www.aemet.es](http://www.aemet.es) (14)

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Análisis descriptivo**

Se ha analizado un período de cuatro meses que corresponde a los meses de Julio y Agosto de 2021 y 2022. El número total de pacientes registrados fue de 54907 siendo válidos 50790. Se excluyeron 4117 pacientes, de los cuales 2811 no tenían diagnóstico, 121 por protocolos administrativos, 26 fallecidos y 1159 se fueron de urgencias sin ser vistos.

De los 50790 válidos, 24249 corresponden al año 2021 y representaron un 47,7% del total, mientras que 26541 corresponden al año 2022 y representaron un 52,3% del total. Se puede observar una diferencia de 2292 pacientes más en 2022 con respecto a 2021, lo que podría ser debido a que en el año 2021 todavía las cifras estaban siendo alteradas por la pandemia COVID-19 (disminuyeron el número de demandas al hospital).

De 50790, 39865 fueron pacientes adultos atendidos en urgencias del HUMV (78,5%), y 10925 pediátricos atendidos en urgencias pediátricas del HUMV (21,5%).

En cuanto al número de ingresos fue de 6402 (12,6%) y de alta se fueron 44108 (86,8%). Quedaron 280 pacientes (0,6%) que fueron trasladados a otros sitios.

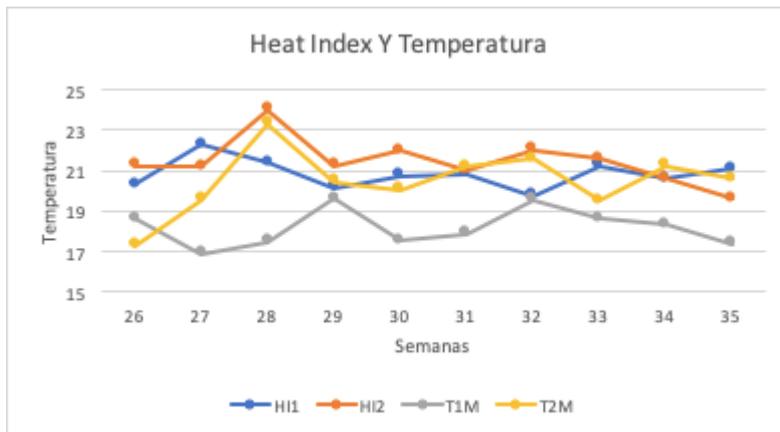
Hemos analizado el número de pacientes que fueron a urgencias por semanas y para ello hemos cogido de la semana 26 a la 35.

Semana 26	818 pacientes	1,6 %
-----------	---------------	-------

Semana 27	5598 pacientes	11 %
Semana 28	5880 pacientes	11,6 %
Semana 29	6068 pacientes	11,9 %
Semana 30	5704 pacientes	11,2 %
Semana 31	5708 pacientes	11,2 %
Semana 32	5788 pacientes	11,4 %
Semana 33	5766 pacientes	11,4 %
Semana 34	5539 pacientes	10,9 %
Semana 35	3921 pacientes	7,7 %
<b>Total</b>	<b>50790 pacientes</b>	<b>100 %</b>

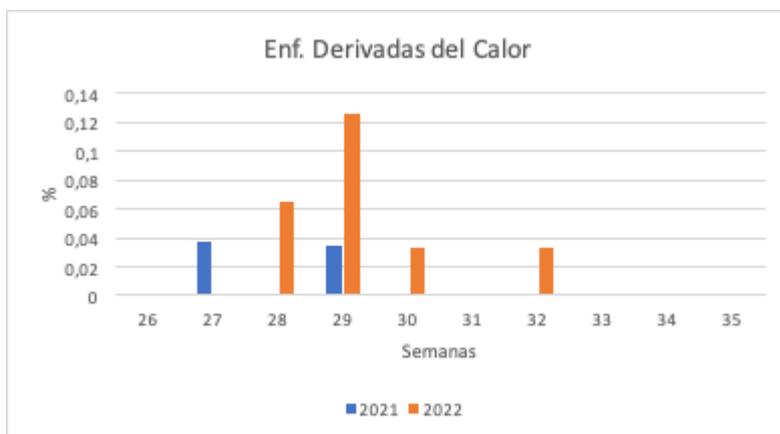
En esta primera gráfica podemos ver que las temperaturas fueron más bajas en el año 2021 y la humedad más alta, mientras que en el 2022 las temperaturas fueron más altas y la humedad más baja. Se puede observar el Índice de Sensación Térmica por calor (Heat Index) ligeramente más alto en el año 2022 con respecto al 2021.

**Gráfica 1**



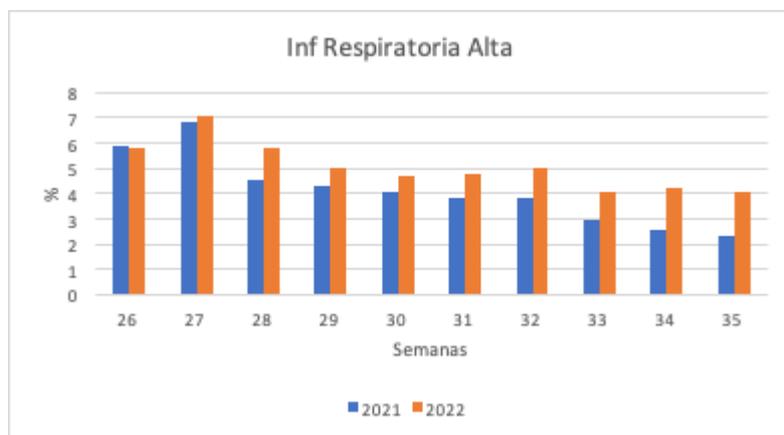
En la gráfica 2 se puede ver que las enfermedades derivadas del calor predominan en el año 2022.

**Gráfica 2**



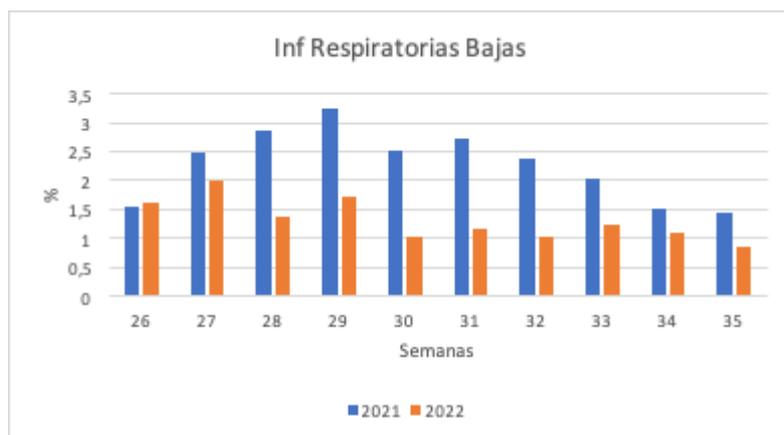
En cuanto a las infecciones respiratorias altas se observa un aumento en el año 2022 en todas las semanas con respecto al 2021.

**Gráfica 3**



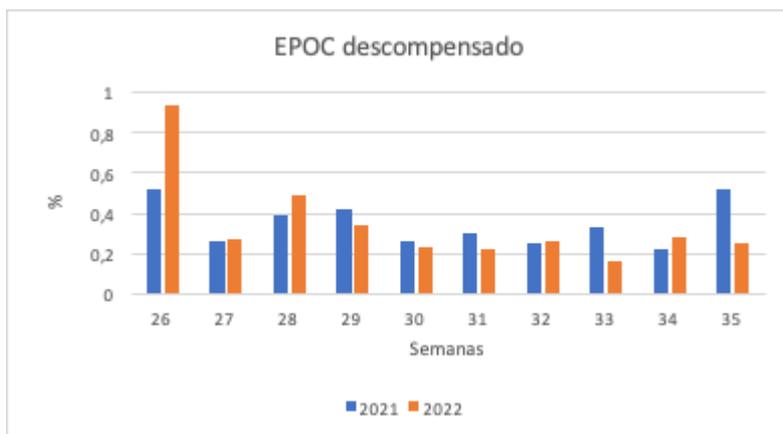
Las infecciones respiratorias bajas en cambio fueron más predominantes en todas las semanas estudiadas en el año 2021 con respecto al 2022.

**Gráfica 4**



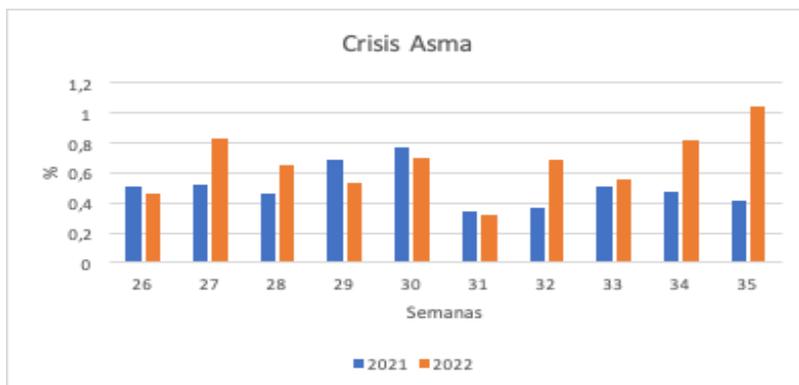
En la siguiente gráfica se puede observar que los números de casos de EPOC descompensado no tienen mucha diferencia en un año con respecto a otro. Están ligeramente aumentados en el 2021 en las semanas 29,30,31,33 y 35, mientras que en el 2022 son mayores en las semanas 27, 28,32 y 34.

**Gráfica 5**



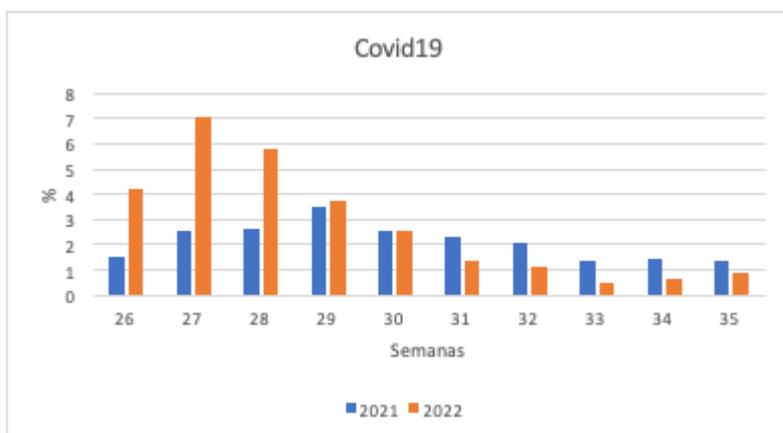
En el caso de las crisis de asma se ve un incremento en las semanas 27,28,32,33,34 y 35 en el año 2022, mientras que en el 2021 se ve un pequeño incremento en las semanas 29,30 y 31.

**Gráfica 6**



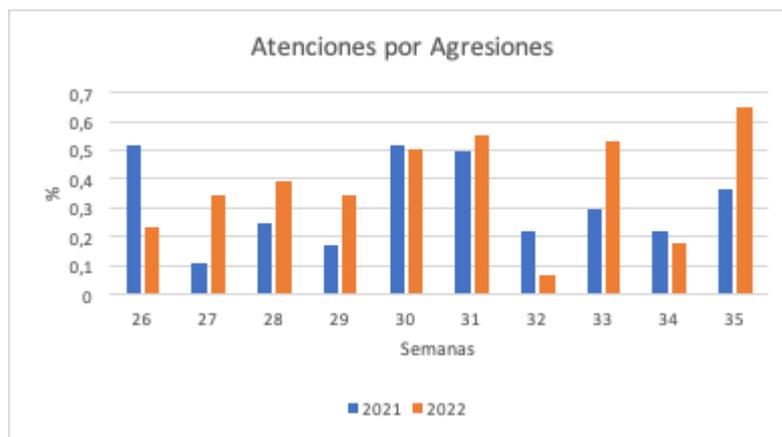
En la gráfica 7 se puede ver que el Covid19 tuvo un incremento en las primeras semanas de 2022 con respecto a las últimas que se ve un ligero predominio en el 2021. Además, se puede ver que los casos disminuyeron en las últimas semanas en los dos años.

**Gráfica 7**



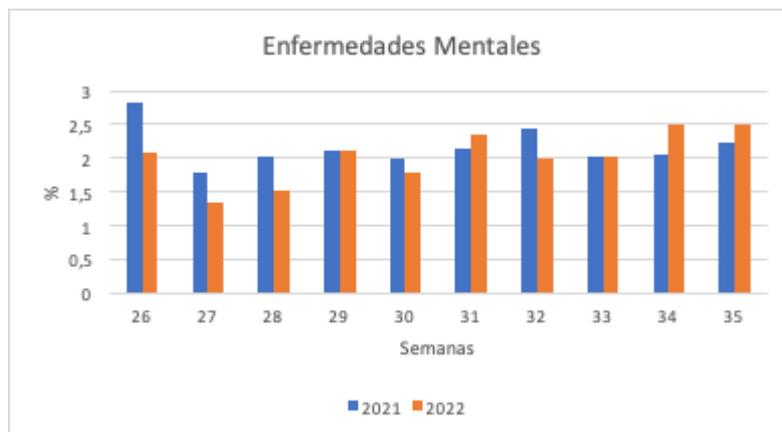
En las agresiones se puede ver un aumento en las primeras semanas estudiadas de 2022, mientras que en la semana 30, 32 y 34 hay un ligero incremento en 2021 con respecto al 2022.

**Gráfica 8**



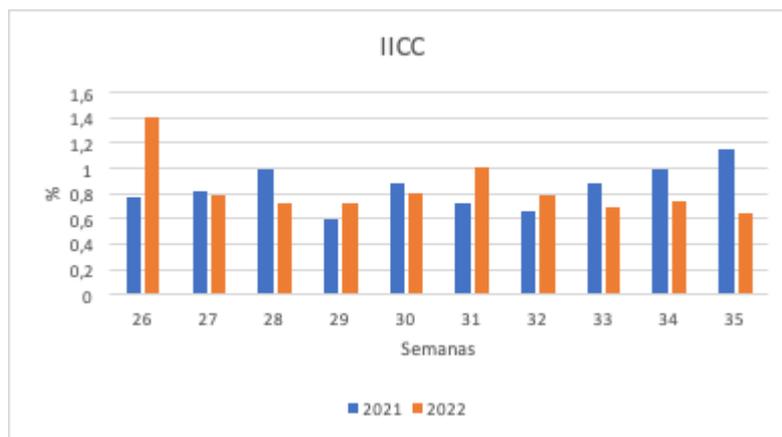
En la gráfica 9 que representa las enfermedades mentales no hay predominios de un año con respecto a otro.

**Gráfica 9**



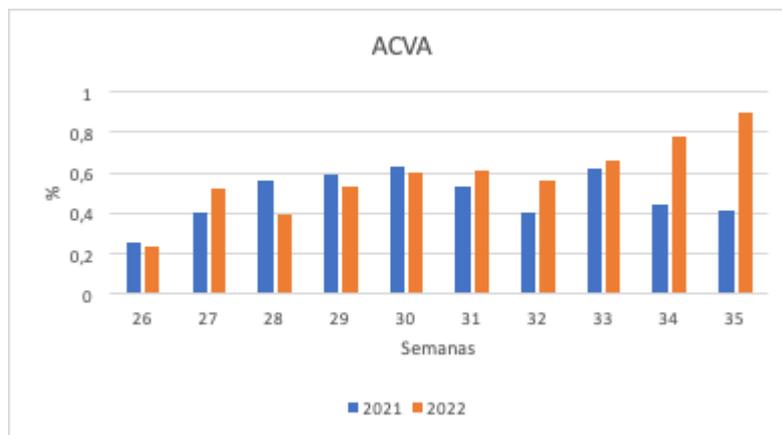
Si nos fijamos en la insuficiencia cardíaca no hay una tendencia; se ve como las tres últimas semanas hay un aumento en 2021 con respecto al 2022.

**Gráfica 10**



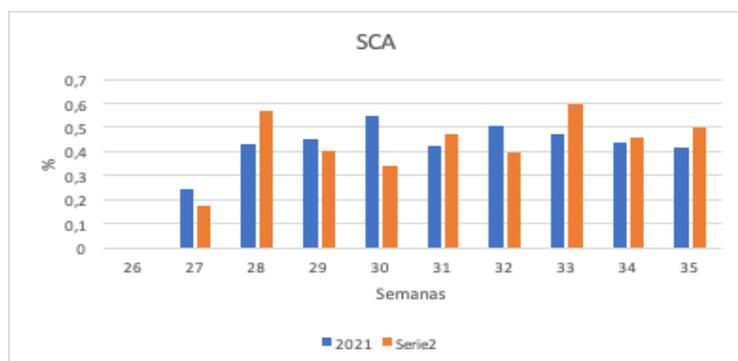
En cuanto a los accidentes cerebrovasculares se puede ver un aumento en las semanas 27,31,32,33,34 y 35 de 2022 con respecto al 2021.

**Gráfica 11**



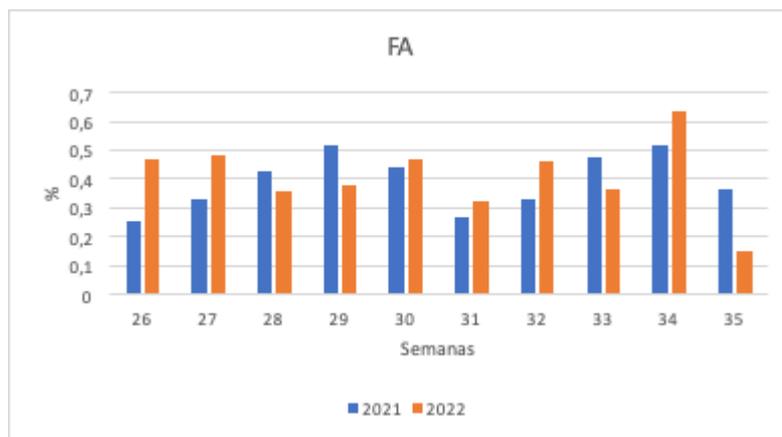
En la gráfica 12 que representa el síndrome coronario agudo, se observa un aumento de casos en las semanas 27,29,30 y 32 de 2021, mientras que en las semanas 28,31,33,34 y 35 aumenta en 2022.

**Gráfica 12**



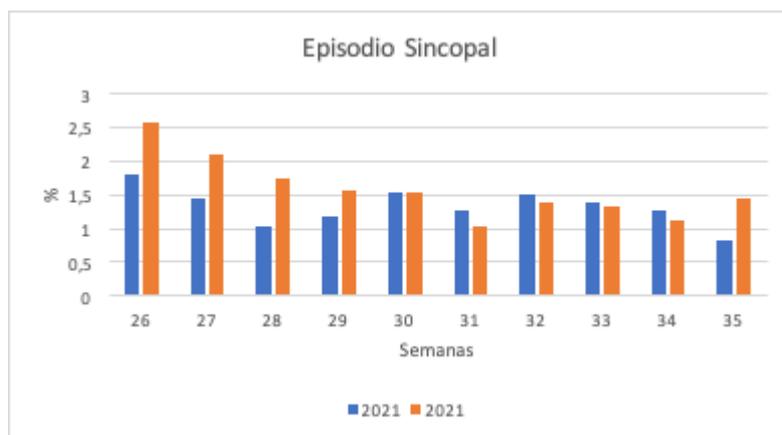
Si nos fijamos en la fibrilación auricular hay aumentos y descensos tanto en el año 2021 como en el 2022.

**Gráfica 13**



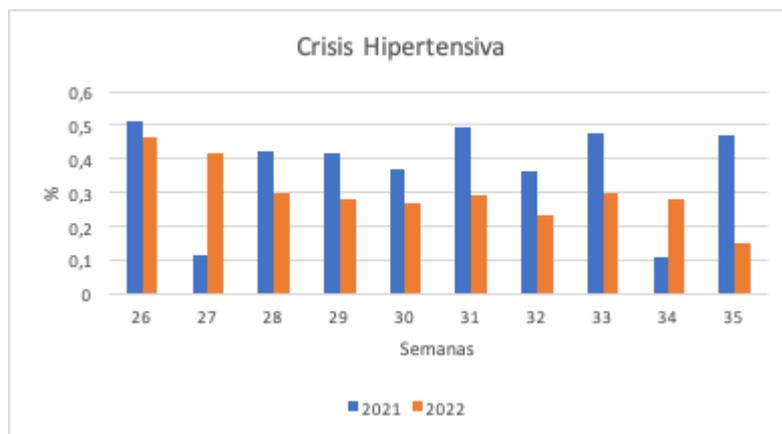
En cuanto a los episodios sincopales en los que se consideraron todos los tipos de síncope, en las primeras semanas estudiadas hay un aumento en el año 2022, mientras que en la semana 30 se iguala, para haber un ligero incremento en las semanas 32,33 y 34 de 2021.

**Gráfica 14**



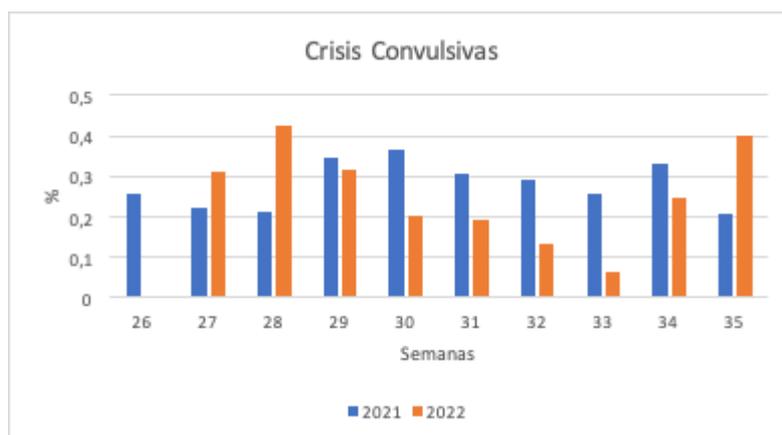
En la gráfica 15 de las crisis hipertensivas vemos como salvo la semana 27 y 34 que predomina en el año 2022, en el resto hay un predominio de crisis en el año 2021 para las semanas estudiadas.

**Gráfica 15**



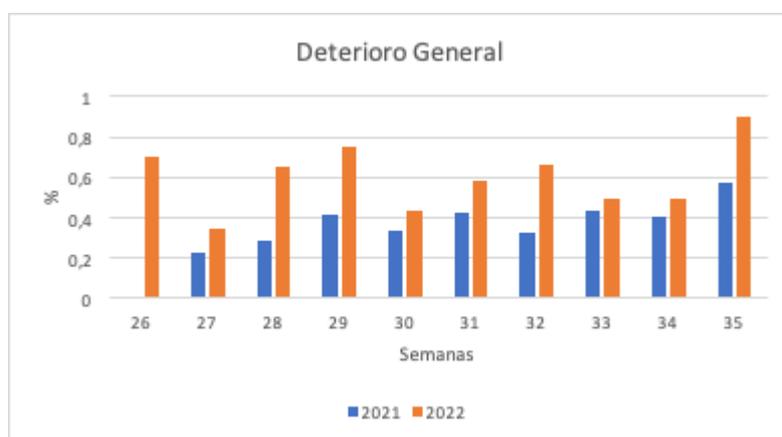
En las crisis convulsivas se ve un aumento entre las semanas 29 y 34 de 2021, mientras que en las semanas 27,28 y 35 hay aumento en 2022.

**Gráfica 16**



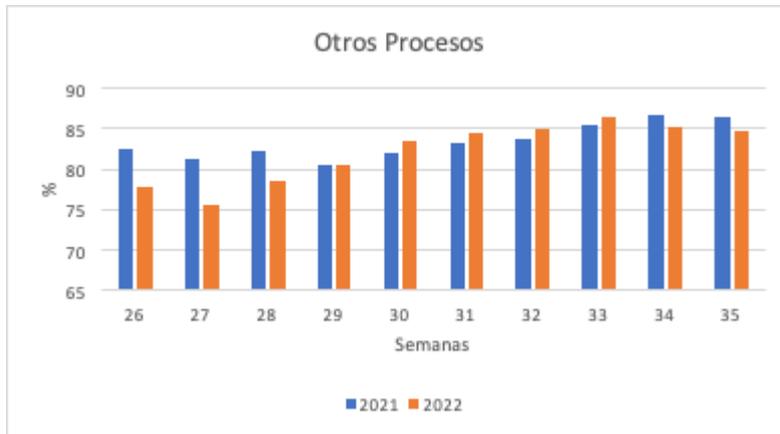
En la siguiente gráfica, analizamos el deterioro general. Se puede ver que en el año 2022 hay más demandas por deterioro general para todas las semanas estudiadas con respecto al 2021.

**Gráfica 17**



Por último, considerando otros procesos, en la gráfica no se observan diferencias entre los dos años, pero se ve como a partir de la semana 29 hay un ascenso de casos en ambos años.

**Gráfica 18**



## 4.2 Análisis inferencial

Tabla de las diferencias de las medias de los porcentajes de casos analizados semanalmente

	Diferencia de Medias 2021- 2022	DS	Int Confianza 95%		Significación
Agresiones	-,06346	,18530	-,19601	,06909	,307
Enf. Derivada Calor	-,01859	,03755	-,04545	,00828	,152
ICC	,01327	,32125	-,21654	,24308	,899
Crisis Asma	-,15499	,24644	-,33129	,02130	,078
Mentales	,13995	,38363	-,13449	,41439	,278
Inf. Respiratoria Baja	,96200	,58841	,54107	1,38292	,001
ACVA	-,09300	,19350	-,23142	,04542	,163
EPOC descompensado	,00005	,18320	-,13100	,13111	,999
Inf. Respiratoria Alta	-,94321	,58594	-1,36237	-,52405	,001
Covid	-,65701	2,02347	-2,10452	,79049	,331
Crisis Convulsiva	,05087	,16349	-,06608	,16783	,351
Otros procesos	1,25756	2,66897	-,65171	3,16682	,170
Arteriopatía perif	,01522	,05883	-,02686	,05731	,434
Deterioro General	-,26003	,19565	-,39999	-,12008	,002
Crisis Hipertensiva	,07721	,18328	-,05390	,20833	,216
SCA	,00315	,10975	-,22660	,04247	,156
Arritmias	,01375	,11103	-,06567	,09318	,704
FA	-,01609	,14253	-,11805	,08587	,729
Sincope	-,26096	,40314	-,07536	,08166	,930

En cuanto a la significación o no significación estadística y el valor p de estas variables en relación con la temperatura, podemos ver que las infecciones respiratorias bajas y altas y el deterioro general son menores de 0,05, lo que quiere decir que son estadísticamente significativas y su resultado no se puede atribuir al azar. Las crisis asmáticas son ligeramente

superiores de 0,05 por lo que no es significativo y se puede atribuir al azar. Lo mismo ocurre con el síncope, en el que su valor de p está muy por encima de 0,05.

Además, al hacer la diferencia de medias entre 2021 y 2022, se puede observar que los procesos que dan un resultado negativo es porque en 2022 hubo más casos. Estos procesos son el deterioro general, infecciones respiratorias altas, enfermedades derivadas del calor, agresiones, asma y síncope, entre otros. Mientras que las infecciones respiratorias bajas fueron mayores en 2021.

## 5. DISCUSIÓN

Los datos que hemos usado para realizar este trabajo provienen, por un lado, de pacientes que acudieron al servicio de Urgencias del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla durante los meses de Julio y Agosto de 2021 y 2022 y por otro, la información meteorológica facilitada por la estación de Santander durante el mismo período de tiempo.

Nuestra muestra se puede considerar representativa para el estudio ya que disponemos de datos hospitalarios y meteorológicos de una misma área geográfica y además, por su cercanía entre el hospital y la estación meteorológica. En cuanto a los datos hospitalarios son representativos porque las urgencias de este hospital abarcan la mayor parte de la población de Cantabria, lo que nos permite tener un tamaño muestral muy amplio. En cuanto a las semanas de estudio es donde podríamos encontrar limitaciones, pues son 9-10 semanas de estudio en cada año.

El Índice de sensación térmica por calor (Heat Index), representado en la gráfica 1, muestra poca diferencia de un año con respecto a otro, ya que en el año 2022 las temperaturas fueron más altas y la humedad más baja, mientras que, en el año 2021, las temperaturas fueron más bajas y la humedad más alta.

En cuanto al **deterioro general** (gráfica 17) hemos encontrado que hay un aumento de casos coincidentes con el aumento de las temperaturas en 2022. Las personas que tienen múltiples patologías o están polimedicaos son más vulnerables al deterioro con las altas temperaturas. Esto se produce porque los ancianos tienen reducida la sensación de calor y por lo tanto la capacidad de protegerse, existiendo un paralelismo entre la disminución de percepción de la sed y percepción del calor. La termólisis de las personas mayores está reducida ya que muchas glándulas sudoríparas están fibrosadas y la capacidad de vasodilatación capilar está disminuida. (15)

Si nos fijamos en las **infecciones respiratorias altas** (gráfica 3) ocurre lo mismo, mayor número de casos asociado a un aumento de temperatura. Esto puede ser lo esperado ya que cuando hace más calor se incrementa el uso de aires acondicionados tanto en viviendas particulares como en supermercados y centros comerciales, por lo que se produce una gran diferencia de temperatura entre el exterior y el interior de estas dependencias que son propicios a las infecciones de vías altas.

En cuanto a las **infecciones respiratorias bajas** (gráfica 3) hemos encontrado un aumento de casos en 2021, año en que las temperaturas fueron más bajas, por lo que podemos atribuir este proceso a temperaturas más bajas y no a episodios de olas de calor. También podemos pensar que bajo este proceso se incluyen neumonías que podrían ser debidas al covid-19 que justo en ese año había más casos que en 2022.

En las **enfermedades derivadas del calor** (gráfica 2) como calambres o golpes de calor, encontramos un aumento de casos relacionados con las temperaturas más altas, en 2022. Estos resultados son los esperados (aunque la estadística nos dice que pueda deberse al azar) pues cabe esperar estos procesos con temperaturas extremas. Además, destaca un aumento de casos en la semana 29, que en el conjunto de procesos también hubo un aumento de demandas, probablemente las temperaturas fueron más elevadas en esa semana.

En la gráfica 6 donde representamos las **crisis asmáticas**, encontramos un aumento de casos en 2022, pero la estadística nos dice que estos resultados pueden deberse al azar y no podemos atribuirlo a las altas temperaturas de ese año. Estos resultados no son estrictamente los esperados pues la bibliografía nos dice que los casos de asma incrementan con las altas temperaturas que favorecen alérgenos.

En cuanto a los **episodios sincopales** representados en la gráfica 14, también hemos encontrado un aumento de casos en 2022 y los resultados pueden deberse al azar. Por lo tanto, tampoco podemos atribuirlo a episodios de temperaturas altas. Esto no es lo que esperábamos pues la bibliografía nos describe el llamado síncope por calor que se produce más en ancianos en tratamiento con diuréticos y personas con difícil aclimatación, en el cual se produce una vasodilatación periférica para perder calor y disminuye el gasto cardíaco y la perfusión cerebral.

Si nos fijamos en las **enfermedades cardiovasculares**, hemos estudiado por separado el síndrome coronario agudo, la insuficiencia cardíaca congestiva, accidente cerebrovascular agudo y la fibrilación auricular. En su mayoría no hemos encontrado un aumento de casos en 2022 ni tampoco podemos atribuir una relación entre aumento de temperaturas y estos procesos. Como he comentado en el apartado de introducción, un estudio español no consiguió relacionar la incidencia de SCACEST con altas temperaturas, sin embargo, numerosos artículos indican que el calor extremo supone un riesgo para los episodios cardiovasculares, tales como arritmias o parada cardíaca, ya que hay un aumento del trabajo del miocardio. Además, indican que si se combinan olas de calor y contaminación atmosférica, aumenta el riesgo de infarto, algo que nosotros no hemos podido demostrar.

En la gráfica 9, donde hemos representado los **procesos mentales**, vemos que no podemos atribuirlo al calor como podríamos esperar. En cambio, hay estudios que afirman que las olas de calor suponen un riesgo para pacientes con trastornos neurocognitivos y psiquiátricos y donde pudieron demostrar un aumento de los ingresos relacionados con altas temperaturas y un exceso de mortalidad durante esos episodios.

En la bibliografía también encontramos que los episodios de altas temperaturas exacerban las comorbilidades, lo que podría hacernos pensar que encontraríamos más casos de **EPOC descompensado** en el verano más caluroso. En cambio, hemos encontrado todo lo contrario,

pues no hay un aumento de casos en ese año ni podemos atribuirlo a temperaturas más altas (gráfica 5).

Por último, cabe comentar que parecía esperable encontrar una relación entre las agresiones y aumentos de temperaturas si pensáramos también en procesos psiquiátricos. Sin embargo, no hemos podido demostrar una relación a pesar de haber un ligero aumento de casos en 2022.

## **6. LIMITACIONES Y CONCLUSIÓN**

### **6.1 LIMITACIONES**

Una de las limitaciones de nuestro estudio es el tiempo de estudio ya que solo contamos con un período de cuatro meses, distribuidos en dos años, 2021 y 2022.

Otra de las limitaciones es que se trata de un estudio observacional, por lo tanto, no podemos hablar de causalidad.

También es de interés destacar que la primera semana del estudio, la semana 26, solo cuenta con 4 días.

En el año 2021, las estadísticas todavía estaban siendo influidas por la pandemia covid19, esto tiene interés porque disminuyeron el número de visitas a Urgencias.

### **6.2 CONCLUSIONES**

El efecto de la temperatura aún siendo ésta más alta en el 2022 con respecto al 2021 hace que según el Heat Index su impacto clínico sea menos manifiesto.

Las diferencias clínicas entre los dos períodos observados son escasas. Únicamente hemos observado más incidencia de deterioro general e infecciones respiratorias altas y bajas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Olas de calor en España desde 1975. [cited 2023 Nov 25]; Available from: [https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/estudios/Olas\\_calor/olas\\_calor\\_actualizacionoct2023.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/Olas_calor/olas_calor_actualizacionoct2023.pdf)
2. Cambio climático y salud [Internet]. [cited 2023 Nov 22]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
3. Cambio climático y salud [Internet]. [cited 2024 Mar 23]. Available from: <https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/medioAmbiente/cambioClimatico.htm>
4. Alejandro Picón-Jaimes Y, Esteban Orozco-Chinome J, Molina-Franky J, Patricia Franky-Rojas M. Control central de la temperatura corporal y sus alteraciones: fiebre, hipertermia e hipotermia. Revisión de tema [Internet]. 23(1):118–30. Available from: <https://doi.org/10.29375/issn.0123-7047>
5. Instituto Nacional de Salud de los trabajadores. ESTRÉS TÉRMICO, SALUD Y CONFORT LABORAL [Internet]. [cited 2023 Nov 25]. Available from: <https://www.paho.org/es/documentos/estres-termico-salud-confort-laboral>
6. Adela-Emilia Gómez Ayala. Trastornos de la temperatura corporal [Internet]. Vol. 26, OFFARM. 2007 [cited 2023 Nov 25]. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-trastornos-temperatura-corporal-13108301>
7. Romanello M, Napoli C di, Green C, Kennard H, Lampard P, Scamman D, et al. The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. The Lancet [Internet]. 2023 Nov; Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673623018597>
8. Senciales González JM, Echevarria-Lucas L, Rodrigo-Comino J. Efectos del cambio climático. Enfermedades oculares y costes asociados. [cited 2023 Dec 2]; Available from: [https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/14319/1/TyC\\_2022\\_75%282%29.pdf](https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/14319/1/TyC_2022_75%282%29.pdf)
9. Dante R Culqui (1) JD (2), FS (3,4) y CL (5). ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LAS OLAS DE CALOR SOBRE LA MORTALIDAD DE LA CIUDAD DE MADRID DURANTE EL PERÍODO 1990-2009. [cited 2023 Nov 29]; Available from: <https://dx.doi.org/10.4321/S1135-57272013000300007>
10. Spriano P. Olas de calor: impacto en la salud y el corazón. [Internet]. 2023 [cited 2023 Nov 30]. Available from: [https://espanol.medscape.com/verarticulo/5911240#vp\\_2](https://espanol.medscape.com/verarticulo/5911240#vp_2)
11. Brooks M. Las olas de calor y la contaminación atmosférica duplican el número de muertes por infarto de miocardio. [Internet]. 2023 [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://espanol.medscape.com/verarticulo/5911263>
12. García-Lledó A, Rodríguez-Martín S, Tobías A, Alonso-Martín J, Ansede-Cascudo JC, de Abajo FJ. Olas de calor, temperatura ambiente y riesgo de infarto de miocardio: un estudio ecológico en la Comunidad de Madrid. Rev Esp Cardiol. 2020 Apr;73(4):300–6.
13. Bravo C. Golpe de calor [Internet]. 2023 [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://espanol.medscape.com/verarticulo/5911052?form=fpf>
14. jzorriblab. TABLA DE VALORES DE SENSACIÓN TÉRMICA POR FRÍO (WIND CHILL)
15. Protocolo de actuaciones de los servicios sanitarios ante una ola de calor. [cited 2024 Mar 23]; Available from: [https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/planAltasTemp/2023/docs/PROTOCOLO\\_ACTUACIONES\\_SERVICIOS\\_SANITARIOS\\_ANTE\\_UNA\\_OLA\\_DE\\_CALOR.pdf](https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/planAltasTemp/2023/docs/PROTOCOLO_ACTUACIONES_SERVICIOS_SANITARIOS_ANTE_UNA_OLA_DE_CALOR.pdf)