



Facultad de Filosofía y Letras

Grado en Geografía y Ordenación del Territorio

VARIACIONES DEL CONFORT TÉRMICO EN EL INTERIOR DE  
EDIFICIOS Y SUS REPERCUSIONES EN MATERIA DE  
EFICIENCIA ENERGÉTICA, SALUD Y PRODUCTIVIDAD  
LABORAL

INDOORS THERMAL COMFORT VARIABILITY AND ITS  
IMPACTS ON ENERGY EFFICIENCY, HEALTH AND  
PRODUCTIVITY AT WORK

Autor: Laura de la Puente García

Director: Pablo Fernández de Arróyabe Hernáez

# Contenido

---

<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>ABSTRACT</b> .....	3
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>1.1. FINES Y OBJETIVOS</b> .....	4
<b>1.2. OBJETO DE ESTUDIO</b> .....	4
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	6
<b>2.1. GEOGRAFÍA Y CAMBIO GLOBAL</b> .....	6
<b>2.2. CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO SOSTENIBLE</b> .....	10
<b>2.3. URBANISMO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA INDOORS</b> .....	15
<b>2.4. AMBIENTE INDOORS Y SALUD</b> .....	18
<b>2.5. AMBIENTE TÉRMICO Y RENDIMIENTO LABORAL</b> .....	22
<b>3. DESARROLLO METODOLÓGICO</b> .....	23
<b>3.1. FUENTE DE DATOS Y METODOLOGÍA</b> .....	23
<b>3.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	25
<b>3.2.1. DESCRIPCIÓN DE DATOS BRUTOS</b> .....	25
<b>3.2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	30
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	39
<b>5. ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	40
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	41
<b>6.1. ENLACES DE INTERÉS</b> .....	44
<b>7. ANEXOS</b> .....	45
<b>7.1. CORRESPONDENCIA ENTRE DESPACHO Y OCUPANTE O USO</b> .....	45
<b>7.2. DATOS BRUTOS DE LOS DESPACHOS</b> .....	46
<b>7.3. MATRICES DE CORRELACIÓN ENTRE DESPACHOS</b> .....	49

## **RESUMEN**

El presente Trabajo de Fin de Grado expone un marco teórico extenso en el que se relacionan una amplia variedad de conceptos, entre los que se encuentran cambio global, cambio climático, desarrollo sostenible, eficiencia energética, salud y rendimiento laboral, de los que se extraen estos tres últimos con el objetivo final de analizar dichos conceptos en el Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio a través de los datos de temperatura y humedad de 17 de los despachos que en él se encuentran. La principal hipótesis de trabajo ha sido que el confort térmico está directamente relacionado múltiples aspectos geográficos. Para confirmar la hipótesis se han elaborado una amplia gama de representaciones gráficas y cartográficas que finalmente lo han corroborado. Además, se ha realizado un estudio de diferentes parámetros estadísticos para comprobar si estos valores se encuentran dentro de los intervalos recogidos en la legislación vigente.

Palabras clave: Biometeorología, Cambio Global, Salud, Confort, Confort térmico

## **ABSTRACT**

This final dissertation shows a wide theory framework in which multiple concepts are explained like global change, climate change, sustainable development, energy efficiency, health and productivity at work; from which the last three are used to analyse them at the Department of Geography, Urbanism and Land Management at University of Cantabria through data of temperature and relative humidity. The main hypothesis is that thermal comfort is directly related to multiple geographic aspects. To support this hypothesis, I have developed different graphic and cartographic representations that had finally supported it. Furthermore, there has been a study of numerous statistics parameters to check if the values are inside the intervals that the law establishes or out of them.

Key words: Biometeorology, Global Change, Health, Confort, Thermal confort

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. FINES Y OBJETIVOS**

El presente trabajo se enmarca dentro de los Trabajos de Fin de Grado del Grado de Geografía y Ordenación del Territorio correspondiente al final del mismo. El principal objetivo de este tipo de trabajos es el de poner de manifiesto todo lo aprendido durante el desarrollo de los estudios de Grado.

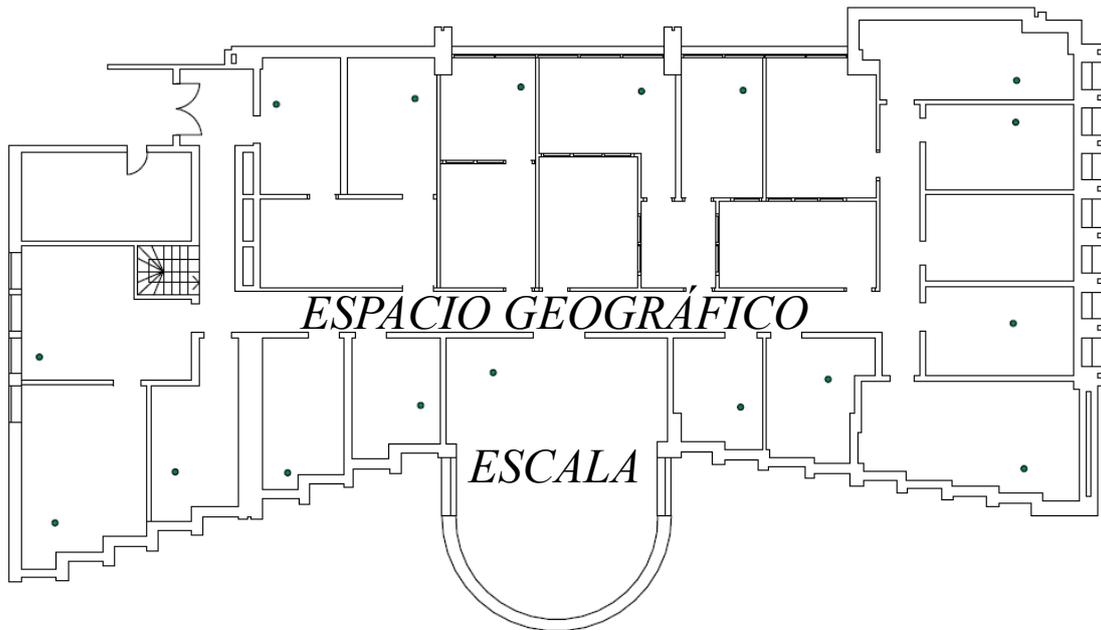
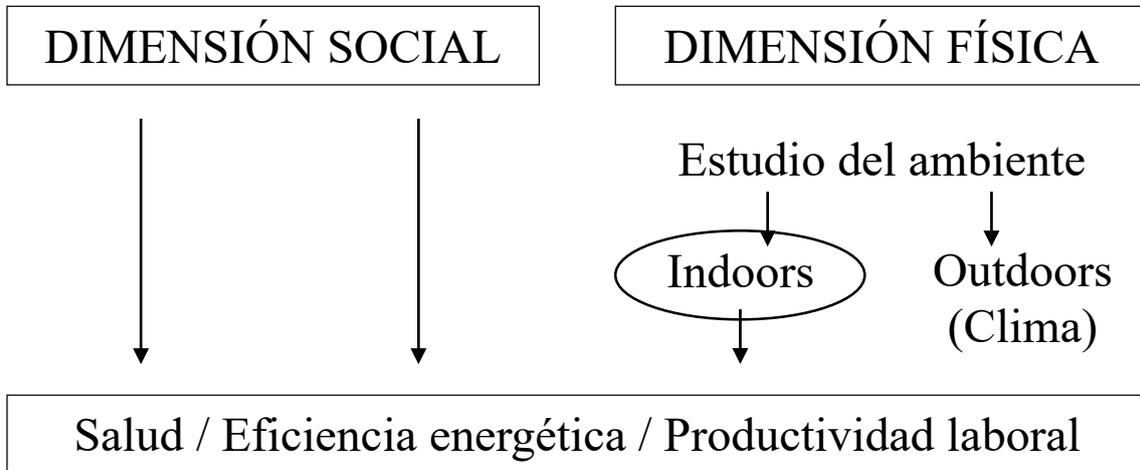
Más específicamente, los objetivos de aprendizaje que se buscan con el desarrollo de este trabajo en el caso del Grado de Geografía y OT son: identificar y acotar un objeto de trabajo en el marco de una problemática científica o profesional relevante vinculado a la Geografía, conocer las fuentes de documentación primaria necesarias para abordar el estudio de esta problemática, concebir y emplear los instrumentos y herramientas necesarias para la generación de información nueva (observación, encuesta, entrevista, etc.) relativa al problema planteado a partir de datos brutos, conocer y valorar la principal bibliografía general y específica referente a la problemática y al objeto de estudio, identificar los diferentes aspectos y dimensiones implicados en el tema objeto de estudio y jerarquizar su tratamiento, y expresar adecuadamente los resultados o conclusiones del trabajo, de forma tanto textual como gráfica de acuerdo con las convenciones de la comunicación científica y las competencias académicas del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio

## **1.2. OBJETO DE ESTUDIO**

Nuestro objetivo de estudio es el espacio geográfico. En este caso, el espacio geográfico es el Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. En este espacio se va a confirmar empíricamente la principal hipótesis que es que los valores de temperatura y humedad en el interior de un edificio están determinados por la orientación del mismo.

Además, también se van a tratar los temas de la eficiencia energética, la salud y el rendimiento laboral; conceptos que están conjugados de tal manera que cada uno está relacionado con los otros dos. Estos elementos se estudian para esta escala local del departamento. También se estudia como el cambio global tiene varias dimensiones y sobre todo se centra la atención en la social y la física en estos pilares.

# CAMBIO GLOBAL



Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación  
del Territorio de la Universidad de Cantabria

ÁMBITO LOCAL

SANTANDER (ESPAÑA)

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. GEOGRAFÍA Y CAMBIO GLOBAL

La Geografía (del griego «γεωγραφία») (geos: Tierra /grafein: describir) es uno de los saberes más antiguos, ya que el conocimiento del territorio en el que se desarrolla la vida de los seres humanos es básico para la supervivencia de estos. Es por ello que la primera aparición de la Geografía tiene un carácter corológico (Gomez Piñeiro, J. 1994), su objetivo era la descripción física de lugares y territorios concretos (utilidades sociales y políticas (Estrabón)). Aunque se discute que puede haber apariciones anteriores, algunas de estas descripciones se remontan al siglo V a.C. con Heródoto de Halicarnaso, Eratóstenes (en el siglo III a.C.), Estrabón (siglo I a.C.) o Ptolomeo (siglo II d.C.). La Geografía nació ligada a otras ciencias como la Astronomía o la Historia, y pasó de describir territorios a también tener en cuenta la distribución de los aspectos humanos más que los fenómenos naturales y sus procesos. Todo ello, en un principio, utilizado como instrumento que satisface las necesidades de los organismos de poder, los Estados y las actividades de los dirigentes (Estrabón 1998).

Desde el principio, la elaboración de representaciones cartográficas fue un elemento importante y clave a la hora de entender visualmente lo descrito y determinar fronteras. Heródoto trazó una ecúmene, un mapa de las tierras habitadas y conocidas por ellos; también Eratóstenes, Estrabón y Ptolomeo se encargaron de elaborar distintos mapas y obras cartográficas.

Varios siglos más adelante, en el siglo XVII, se define la Geografía como Geografía General cuyo objeto de estudio es la Tierra, además la Revolución científica que se estaba llevando a cabo en esta época favoreció la descripción de nuevos lugares y la representación cartográfica. Varenio (s. XVII) es un ejemplo de este enfoque, considera a la Tierra en conjunto frente a la Geografía Especial, que considera los lugares. Cree que es esencial para el hombre que habita la Tierra y de gran utilidad y necesidad, ya que casi ninguna disciplina se puede carecer de un conocimiento de Geografía si se quiere avanzar en las investigaciones. Aun así, la finalidad de la Geografía se reducía a lo corológico, no avanzando mucho en otros campos. Es en el siglo XVIII en el que empieza a haber una competencia en el objeto de estudio y su descripción por parte de otras materias como la Geología, la Física o la Botánica.

Se considera que los padres de la Geografía Moderna son Carl Ritter y Alexander von Humboldt. El primero fue un geógrafo alemán que vivió entre finales del siglo XVIII y la primera mitad del siglo XIX, entendía que la geografía es un tipo de fisiología y de anatomía de la Tierra en la que hay distintos órganos cada uno de los cuáles posee sus propias funciones,

y, como éste marco físico es la base del hombre, determinándolo durante toda su vida, así la estructura física de cada país es un elemento decisivo en el progreso histórico de cada nación.’. Alexander von Humboldt, también de origen alemán y coetáneo de Ritter, fue un gran conocedor y estudioso de multitud de disciplinas como la Geografía, la Astronomía, la Etnografía, la Antropología, la Física, la Zoología, la Ornitología, la Climatología, la Oceanografía, la Geología, la Mineralogía, la Botánica, la Vulcanología y el Humanismo; todo ello apoyado por multitud de viajes de exploración sobre todo por América.

El objeto de la Geografía es el espacio geográfico. El espacio geográfico es el lugar en el que las sociedades desarrollan su actividad y el territorio. Pero la noción de espacio geográfico ha cambiado con el paso del tiempo, a la vez que el enfoque de la Geografía también cambiaba.

En la actualidad la Geografía estudia las sociedades, el territorio y la relación entre ambas. Por lo tanto, la Geografía se puede entender como una ciencia de síntesis entre las Ciencias Sociales, las Humanidades y las Ciencias Naturales o Ciencias de la Tierra. Su propósito es explicar los fenómenos y procesos de incidencia espacial y su distribución, así como la organización espacial a distintas escalas.

El espacio geográfico es entendido como ámbito territorial por numerosos autores, es la superficie terrestre para Tricart (1920-2003), el espacio habitable para Sorre (1880-1962) (enfoque que se va a utilizar en este trabajo) y el espacio intervenido por el hombre para Gottmann (1915-1994).

*El espacio geográfico es el soporte de unos sistemas de relaciones, determinándose unas a partir de los elementos del medio físico (arquitectura de los volúmenes), y las otras procedentes de las sociedades humanas que ordenan el espacio en función de la densidad del poblamiento, de la organización social y económica, del nivel de las técnicas, en una palabra, de todo el tupido tejido histórico que constituye una civilización. (Dollfus, O. 1983)*

El espacio geográfico es el soporte de unos sistemas de relaciones ya que el territorio recoge una combinatoria de factores, está dotado de historia y de procesos sociales, tiene una organización y está formado por elementos tanto físicos como humanos.

El espacio geográfico (objetivo de este trabajo) se caracteriza por ser concreto y localizable, ser el resultado de factores naturales y sociales, estar dotado de organización interna, ser cambiante y estar internamente diferenciado.

En definitiva, la Geografía es la ciencia que estudia el espacio geográfico, formado por las estructuras espaciales y la organización del espacio, los elementos y factores, el orden interno, la organización de ese espacio y su dinámica y evolución (Molinero Hernando, F. 2013), todo ello se integra y forma un juego de factores que se jerarquiza para interpretar el espacio y su organización.

Debido a su amplio campo de estudio y a la complejidad del mismo, la Geografía se ha dividido históricamente en distintas disciplinas que han ido evolucionando de la mano con el pensamiento y el contexto científico-técnico, y que derivó en la necesidad de especialización de la materia por problemas concretos al interpretar los fenómenos y los procesos de incidencia territorial y su distribución espacial. Las principales disciplinas de la Geografía son tres: Geografía Regional, Geografía Humana y Geografía Física.

En la Geografía hay un aspecto muy importante que es la escala y representa el nivel de observación, análisis y explicación que se hace del espacio geográfico. La escala puede ser espacial o temporal. En este trabajo se hace un estudio a escala espacial (de parcela [1/500 a 1/100]) (según R. Brunet) y una resolución temporal (trimestral). El uso de la escala condiciona los niveles de generalización, las técnicas o métodos, la identificación de problemas, las comparaciones y la elaboración de clases y subclases.

Como ya se ha dicho con anterioridad, la Tierra está en constante cambio. En sí misma, y haciendo un paralelismo, funciona como una máquina, los engranajes serían los distintos sistemas en los que se ha ‘subdividido’ el funcionamiento del planeta, y que a se acoplan para que la máquina funcione, o para que la Tierra continúe su marcha normal. Estos sistemas están íntimamente relacionados de tal forma que una variación en uno afecta a otro directa o indirectamente.

Tradicionalmente se han descrito a nuestro planeta como un sistema, el sistema terrestre. El Diccionario de la Lengua Española define sistema como: 1. *Conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí;* y 2. *Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.* Esas cosas que forman el sistema terrestre se han descrito como cinco grandes subsistemas cada uno formado por un conjunto distinto de cosas y a su vez con unos principios específicos. La principal finalidad de establecer una similitud entre el planeta y un sistema es por la facilidad que permite a la hora de explicarlo y entenderlo. Los sistemas están estructurados, tienen un elemento de entrada que sigue un flujo, una dirección y un elemento final o de salida. Es decir, que aplicado a nuestro caso esto

sería que el planeta Tierra está formado por un conjunto de ‘cosas’ que están relacionadas entre sí, y que se rigen por un conjunto de principios que contribuyen a un determinado objeto.

Estos cinco subsistemas terrestres son la atmósfera, la hidrosfera, la criosfera, la biosfera y la litosfera (Dodson, J. R. 2010). La atmósfera es la capa de gases que rodea la Tierra y que hace posible la vida en nuestro planeta. La hidrosfera está compuesta por toda el agua en estado líquido del planeta, mientras que la criosfera está formada por el agua en estado sólido. La biosfera está compuesta por los seres vivos y la litosfera es donde se desarrolla la vida, es la materia sólida, el suelo, la geosfera. Recientemente algunos autores también han añadido lo que han denominado, la antroposfera. Ésta es la parte de la biosfera que está habitada e influenciada por los humanos. Por lo general, la tendencia en la historia de la humanidad ha sido a la expansión de la antroposfera sobre la biosfera, primero lenta y casi imperceptiblemente y más tarde a un ritmo cada vez más rápido (Goudsblom, 2003). En la actualidad, hay muy pocos lugares del planeta, por no decir ninguno, en los que el ser humano no haya intervenido y cuya presencia no altere las características naturales propias del lugar, por ello la importancia de incluir esta ‘esfera’ dentro de los sistemas del planeta Tierra.

Dada esta gran variedad de ‘esferas’, cada una con sus procesos y movimientos, se entiende cómo la Tierra está en constante cambio, y que además se desarrolla en todas las escalas, local, global y todas las intermedias. Esta es una de las razones por las que se habla de cambio global, aunque tiene distintas connotaciones en función del ámbito en el que se utilice.

El cambio global, como en sí mismo indica, ocurre a escala global y en multitud de aspectos como el político (cambio liderado por nuevas agrupaciones de países que afectan a estos de formas similares), el económico (también por la creación de organizaciones o clubs de ayuda al desarrollo u otros tipos de ayudas), el ambiental (más relacionado con los ciclos naturales del planeta pero en la actualidad también muy modificado por la acción humana), etc.

El cambio global es definido por Jiménez Reyes (2003) desde una aproximación geográfica como los cambios espaciales que podrían estar siendo inducidos por una serie de transformaciones que ocurren a nivel global y afectaciones a nivel local. Transformaciones que la globalización está generando sobre el espacio geográfico a partir de una serie de cambios en las relaciones económicas, políticas y culturales de las sociedades. El espacio geográfico está hecho de discontinuidades, de cambios, antes que de límites precisos (Gay, J. C. 1995). Los espacios evolucionan a la par con las sociedades que la producen (Jiménez Reyes, L. C. 2003). En forma general la globalización se refiere a un proceso mediante el cual la mundialización de la economía es capaz de producir cambios e involucrar en su desarrollo a otras instancias del

sistema socioespacial como la política, la cultura y el soporte territorial. Por tanto, es un proceso con cambios permanentes que son registrados en ámbitos sociales tan diversos como la política, la economía, la cultura y en el producto de todo ello: el territorio. un proceso permanente a lo largo de la historia del hombre sobre el planeta (Jiménez Reyes, L. C. 2003).

Pero en este caso nos interesa más el cambio global como el conjunto de cambios ambientales, y dentro está el cambio climático inducido por la actividad humana que se ha probado que existe en las últimas décadas y que a su vez se ha ido acentuando cada vez más.

## **2.2. CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

En este momento somos los seres humanos los que estamos calentando el planeta. Siempre ha habido cambios climáticos, pero que sepamos, por la historia geológica de la Tierra, nunca ha cambiado tanto el clima en un intervalo tan corto. Hay que tener en cuenta que este cambio climático se refiere principalmente a la variación de la temperatura y el efecto que esto tiene sobre el planeta, pero esta variación no siempre es un calentamiento, sino que también se refiere a un enfriamiento de las mismas. El cambio climático de origen antropogénico es el cambio actual de la Temperatura Media Global y sus efectos derivados, causado por la quema de combustibles fósiles en un intervalo de tiempo del orden de 200 años (Ruiz de Elvira, A. 2016). Este aumento de temperatura media del planeta importa porque la meteorología varía en función de ello, sequías e inundaciones, vientos y calmas; y además, los riesgos asociados a esa variabilidad pueden tener serias consecuencias a muchos niveles.

El cambio climático es preocupante por la rapidez con que está ocurriendo y porque no es ‘natural’, si no que su causa es antropogénica, no porque sea un cambio de las temperaturas en sí mismo. Es por este factor humano por el que desde la comunidad científica se ha intentado que los gobiernos y aquellas personas con poder, hagan algo para cambiar esta situación. Está probado que el aumento de las temperaturas se debe al aumento del efecto invernadero inducido por el aumento de la concentración de gases que tienen este efecto, como el vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) o el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), cada uno en la misma o en capas distintas de la atmósfera. Pese a que estos gases se encuentran en la atmósfera de forma natural gracias a distintas actividades de seres vivos o actividad tectónica, por ejemplo; el aumento artificial de éstos debido a actividades humanas como la industria o el transporte, es lo que es realmente preocupante.

En 1987, la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas publicó el Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (con título “Nuestro futuro común”), en el que se formuló por primera vez el concepto de ‘desarrollo sostenible’ (Martínez González-Tablas, A. *et al.* 2011) definiéndolo como ‘el desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias’ (ONU 1987). En este informe se contrastó la postura del desarrollo económico con la del desarrollo sostenible con el objetivo de replantear las políticas de desarrollo económico globalizador con el conocimiento de que el avance social se está llevando a cabo con un costo medioambiental alto.

Desde entonces, desde esta primera toma de conciencia, se han desarrollado distintos informes, acuerdos y pactos entre los que destacan los informes del club de Roma y una amplia variedad de Conferencias y Acuerdos Internacionales como Rio 1992, Kyoto 1997 o la Declaración de Objetivos del Milenio de las Naciones Unidas (2000).

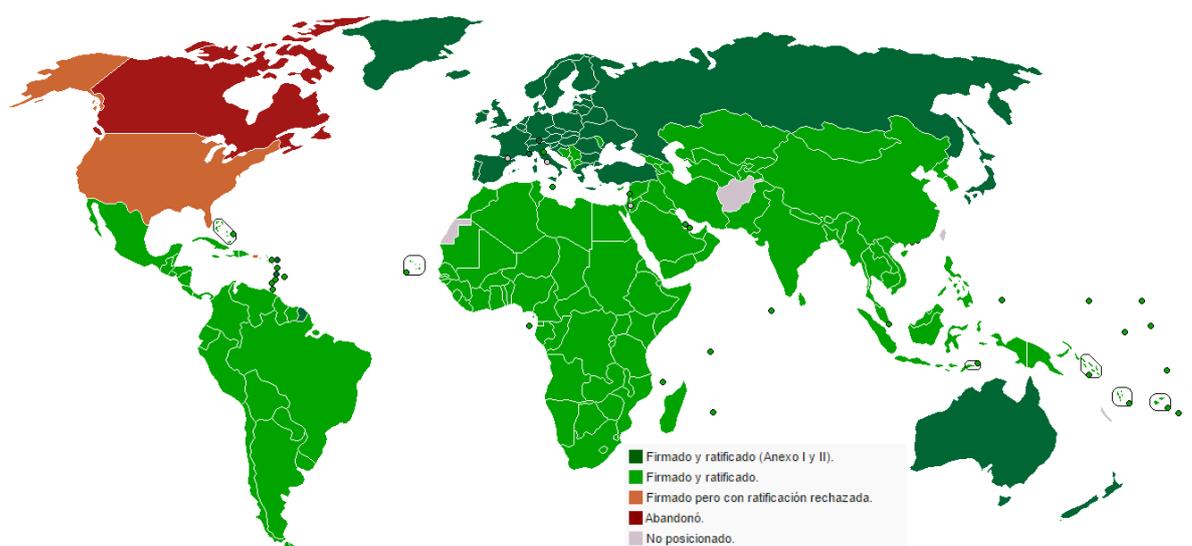
El Club de Roma es una organización no gubernamental formada expertos en varias disciplinas como científicos, políticos y economistas que están preocupados por mejorar el futuro del planeta a largo plazo. Han publicado una amplia variedad de informes entre los que destaca ‘Los límites al crecimiento’ publicado en 1972 por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). En este informe se pone de manifiesto la preocupación por el aumento de la población, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales a nivel global de forma que vaticinaban que en un siglo se llegaría al límite de crecimiento en la Tierra. Veinte años después, en 1992, se actualizó esta publicación con ‘Mas allá de los límites del crecimiento’, seguido de ‘Los límites del crecimiento: 30 años después’ en 2004.

Cinco años después de la publicación del Informe Brundtland la Asamblea General de las Naciones Unidas solicitó otro informe en el que se valorara el progreso que se había hecho hacia un desarrollo sostenible, y este informe es el que se escribió después de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que se llevó a cabo en Río de Janeiro entre el 3 y 14 de junio de 1992, se le denominó la Cumbre de la Tierra y se publicó un informe posterior con el mismo nombre. El objetivo de esta conferencia, a la que acudieron alrededor de 30.000 personas y 100 cabezas de Estado, fue el de poner de manifiesto los logros del Informe Brundtland con el fin de responder a los urgentes problemas ambientales a nivel mundial y además acordar los principales tratados sobre biodiversidad, cambio climático y administración de los bosques. Por primera vez en una conferencia de estas características se

adoptó un enfoque más centrado en la naturaleza frente a los problemas ambientales. Esta conferencia también tuvo unos resultados entre los que se encuentran el Convenio sobre la Diversidad biológica, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), los Principios para el manejo forestal y la Agenda 21. En esta última se establecen unas medidas para el desarrollo sostenible en el siglo XXI, es un compromiso hacia el desarrollo sostenible con el que han estado de acuerdo la mayor parte de los países del mundo.

La CMNUCC es un tratado que entró en vigor en marzo de 1994 que tiene como objetivo estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que prevenga interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático. No establece límites de emisiones para cada país ni mecanismos para que se lleve a cabo, en cambio, establece la importancia de la negociación de tratados, protocolos o acuerdos que si poongan un límite específico.

La conferencia de Río de 1992 fue la que estableció la base de la preocupación gubernamental por el medio ambiente, y a partir de entonces, se han llevado a acabo distintos encuentros dentro de la CMNUCC como el de Berlín 1995 o protocolos como el de Kyoto de 1997. El protocolo de Kyoto es un acuerdo internacional que tienen como objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero entre los que se encuentran el dióxido de carbono, el gas metano y el óxido nitroso, en un porcentaje de 5% en un periodo de tiempo de cuatro años, entre 2008 y 2012, tomando como base las emisiones de 1990. Además, los países tuvieron que aceptarlo y ratificarlo. En la Figura 1, se pueden observar los países que lo han hicieron a fecha de 2011. El acuerdo más reciente es el Acuerdo de París de 2015.



1. Posición de los países en 2011 respecto del Protocolo de Kioto.

La idea de Cambio Climático como Cambio Global y su relación con aspectos como la salud global ha recuperado puestos en la mesa de los dirigentes y se han sacado a la luz estudios realizados antiguamente relativos a la Biometeorología y a la relación de la variación meteorológica con la salud de las personas. A su vez esto también preocupa por la directa conexión con el consumo energético y la productividad laboral.

Otra de las iniciativas de las Naciones Unidas fue la creación de unos objetivos comunes para todos los países que aseguraran unas condiciones mínimas de seguridad y calidad de vida, se llamaron los Objetivos del Milenio (ODM) y se firmaron en el año 2000 (Figura 2). Como se puede apreciar, de los ocho objetivos, tan solo uno de ellos hace alusión al desarrollo sostenible o la mejora ambiental del planeta. En 2015 las Naciones Unidas publicaron un informe sobre la situación de los indicadores y situaciones de la población mundial. En este informe además de poner de manifiesto lo mucho que estas condiciones mejoraron también se hace alusión a los objetivos que no lo hicieron o lo hicieron en menor medida, además de la desigualdad de distribución de esta mejora.



2. Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas. Fuente: [www.unesco.org](http://www.unesco.org)

En 2015, se extendió la lista y se crearon los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Figura 3). A diferencia de los ODM, los ODS ponen el acento en la mejora del medio ambiente como forma de llegar a una sociedad mejor y menos desigual, tanto es así que se menciona en el mismo nombre el ‘desarrollo sostenible’. De los 17 nuevos objetivos, ocho se refieren de forma directa o indirecta con el desarrollo sostenible.

# **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**



3. Objetivos de desarrollo sostenible de Naciones Unidas. Fuente: <http://www.un.org/>

Desde los años setenta la Unión Europea y sus países miembros tienen leyes enfocadas hacia el desarrollo sostenible en todo el territorio. Tiene una política de cambio climático en la que se incluye la reducción de gases de efecto invernadero, vigilancia y adaptación al cambio climático y el Protocolo de Kyoto y otros acuerdos internacionales; a través de la energía limpia y eficiente, un transporte más limpio, la agricultura y la ordenación de territorio, y por último un marco de innovación.

La iniciativa más reciente es 'Future Earth', fue puesta en marcha en 2015 con el objetivo de avanzar en el estudio de la Ciencia de la Sostenibilidad Global. Pero también es una plataforma de compromiso internacional para asegurar que el conocimiento es generado con la cooperación de la sociedad y los científicos. Esta nueva iniciativa se ha construido gracias a muchas décadas de investigación llevadas a cabo por DIVERSITAS, el Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP) y el Programa Internacional de Dimensiones Humanas (IHDP). El consejo que lidera esta iniciativa está compuesto por algunas organizaciones como la UNESCO, el ICSU (Consejo Internacional de Ciencia) o el ISSC (Consejo Internacional de Ciencias Sociales).

Además de estas medidas a escala global, los propios estados también pueden tener sus propias iniciativas o pueden crear sus propios informes. En el caso de España destaca el Programa Cambio Global España 2020-2050 con Informes en varias áreas como Energía, Economía y Sociedad; el Programa Ciudades; Transporte o Consumo y Estilos de vida. Creado por la Fundación General Universidad Complutense de Madrid y la Fundación CONAMA se encuentra en el marco de una iniciativa compartida entre ambas fundaciones a medio plazo que

pretende proyectar en las sucesivas ediciones del Congreso Nacional del Medio Ambiente, cada dos años, una línea de trabajo continuado de reflexiones y propuestas que aborden el estado de la cuestión del fenómeno del Cambio Global en España, plantee escenarios en el horizonte de 2020-2050 e impulse el debate sobre el “qué hacer” hacia el futuro. ([www.cambioglobal.es](http://www.cambioglobal.es)).

Todos estos Convenios e Informes han de aplicarse a escalas locales para que el resultado a escala global sea notable. Es por ello que la organización y planificación de los usos del suelo, el urbanismo y el desarrollo de nuevas técnicas constructivas que ayuden al desarrollo sostenible son muy importantes. En este ámbito y para este trabajo se utiliza el urbanismo como clave a la hora de reducir el consumo energético y con ello las emisiones de gases invernadero, mientras que se procura un espacio de trabajo adecuado en el interior de edificios.

### **2.3. URBANISMO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA INDOORS**

El urbanismo es el conjunto de conocimientos relativos a la creación, desarrollo, reforma y progreso de las poblaciones según conviene a las necesidades de la vida humana (Real Academia Española, 1999). Según un diccionario especializado en Ordenación del Territorio el Urbanismo es ‘la reflexión, proyección y construcción de las ciudades o partes de ellas, generalmente de acuerdo con un plan previamente realizado’ (GRUPO ADUAR 2000).

Como ya se dijo en el Informe Brundtland: la sostenibilidad urbana es la búsqueda de un desarrollo urbano sostenible que no degrade el entorno y proporcione calidad de vida a los ciudadanos. A la hora de buscar sostenibilidad en un plan de Ordenación del Territorio o de Ordenación Urbana son básicos tres objetivos: integración en el medio natural, rural y urbano., ahorro de recursos energéticos y materiales, y calidad de vida en términos de salud, bienestar social y confort (Pintado Manzaneque, J. 2004).

A la hora de urbanizar de forma que el futuro consumo energético sea el menor posible hay que hacer un estudio de las condiciones del lugar que se pretende urbanizar de parámetros como el clima, el terreno o los vientos más habituales. Dentro de estas disciplinas cobran especial relevancia la situación, en la que se incluyen parámetros como la topografía, la orientación, la existencia de masas de agua cercanas, las características del suelo, la vegetación, el asentamiento del terreno, la forma urbana y la tipología organizativa (Castellanos Ramos, M. 1997).

En el caso de la Universidad de Cantabria, se encuentra (Figura 4) en su mayoría en la ladera de una elevación que culmina con la calle General Dávila, y se distribuye a lo largo de la avenida

de los Castros, una calle muy larga y recta en la que se favorecen las corrientes de aire. Al otro lado de los edificios de la universidad la ladera continua hasta llegar a la Vaguada de las Llamas, en la actualidad un parque con una amplia superficie de agua que favorece la aparición de nieblas y que también templaba las temperaturas. Además, a 2 km se encuentra el Mar Cantábrico que dadas sus dimensiones tiene una gran capacidad reguladora tanto de las temperaturas como de la humedad.



4. Situación del Departamento de Geografía, Urbanismo y OT de la Universidad de Cantabria.  
Fuente: GoogleMaps

El urbanismo puede afectar al consumo energético de un edificio, un barrio o una ciudad, así como la misma arquitectura en la que se construyen estos edificios. Es por esto que acoger unas buenas formas constructivas y soluciones arquitectónicas adecuadas pueden evitar un mayor coste tanto de energía como de materiales a la hora de la construcción.

En los edificios se pueden aplicar distintas formas que tienen una implicación directa con la energía de forma que teniendo en cuenta las características del lugar se ahorre, por ejemplo, en calefacción en invierno o en aire acondicionado en verano. Estas soluciones arquitectónicas reciben el nombre de sistemas pasivos (Martín-Lorente Rivera, E. 2009). Los sistemas pasivos no son instalaciones, sino que en obra se diseñan y dimensionan habitáculos y demás elementos, de manera que se aprovecha la energía solar sin tener que realizar costosas y complicadas instalaciones. La única desventaja de estos sistemas es que demandan un más alto grado de preocupación en el diseño, planificación y ejecución (Martín-Lorente Rivera, E. 2009). La orientación o la altura solar son dos factores que han de tenerse en cuenta. Como sistemas pasivos además aparecen la colocación de material aislante en los muros o la utilización de unos cerramientos para los vanos de buena calidad, ambos son utilizados hoy en día de forma regular pero no era así hace unas décadas.

Otras medidas bioclimáticas que se pueden aplicar, en este caso en el exterior, sería la implantación de zonas ajardinadas y parques con arboleda, y en el caso que nos incumbe, esto se cumple en ambas partes. Otras medidas que se pueden tener en cuenta es el albedo de las paredes, ya que no es lo mismo una pared blanca que una negra o una cubierta de estanterías o biblioteca y llena de libros.

En nuestro caso la orientación es nordeste y sursureste, la calle principal está en este último lado que es el que recibe toda la radiación solar, mientras que hacia el norte se encuentra la Vaguada de las Llamas que no recibe radiación solar nunca. Utilizando un simulador en línea ([Simulador](#)) y sabiendo las coordenadas geográficas de Santander (43°27'46"N 3°48'18"W) se han anotado los ángulos de incidencia del sol y la altura solar en los meses para los que se tienen datos (de enero a mayo). La variación se debe a la inclinación del eje de la Tierra y a la traslación alrededor del sol, por lo que varía en función de la época del año. Como muestra la Tabla 1 a principios de enero el ángulo es de 24° y en mayo sube hasta los 62°, esto es porque la ciudad de Santander se encuentra en una latitud alta de 43° N. Es por esta amplia variación que es un factor muy importante a tener en cuenta. En el edificio no hay sistemas pasivos para la prevención o aprovechamiento de la posible falta o exceso de radiación solar en las sucesivas estaciones, si no que el único sistema que existe son unas persianas exteriores de tela en las ventanas.

Mes	Inclinación solar
Enero	24°
Febrero	30°
Marzo	39°
Abril	51°
Mayo	62°

Tabla 1. Ángulo de inclinación solar en Santander, España. Elaboración propia

Este modo de arquitectura no es nada nuevo, la llamada arquitectura bioclimática ha venido desarrollándose a lo largo de toda la historia hasta el siglo XX, cuando el Movimiento Moderno estableció una serie de principios que ayudaron mucho al desarrollo de nuevas formas arquitectónicas, pero lo hicieron en detrimento de la sostenibilidad de la arquitectura. Este movimiento moderno estableció el denominado ‘estilo internacional’, en donde los materiales utilizados dejaron de ser los del lugar y se empezaron a usar los mismos materiales en todas partes, también facilitado por los avances en el transporte, tanto entre países como entre continentes (Taberner 2010). Un ejemplo de esta arquitectura que separaba por completo los ambientes interiores del exterior es la ‘casa con respiración exacta’ de Le Corbusier que además era propuesta igual para todos los países y para todos los climas.

Como dice Taberner: “Un edificio no es más o menos bioclimático sólo por estar construido con unos u otros materiales, ni por tener una orientación, ni tan siquiera por contar con algún tipo de certificación. Estos son sólo algunos de los elementos que intervienen, pero no se trata

de cumplimiento de ordenanzas, sino de una concepción global, que va desde su ubicación y tipología hasta sus acabados e instalaciones.”

El consumo energético es un elemento clave a la hora de medir las emisiones de gases con efecto invernadero. Esto se debe a que en la actualidad al menos la mitad de la energía eléctrica se genera a partir de combustibles fósiles; aunque lo cierto es que en las últimas dos décadas el uso de energías renovables ha aumentado considerablemente hasta suponer casi un 40% en el caso de España. Es por ello que el consumo energético en edificios debería reducirse al mínimo para alcanzar la máxima eficiencia posible.

## **2.4. AMBIENTE INDOORS Y SALUD**

Son numerosos los casos a lo largo de la historia en que se ha cuidado la ordenación de las ciudades de forma que se mejorara la salubridad en las mismas. Las primeras ciudades ordenadas o los primeros planos ordenados de los que se tiene constancia son los de aquellas ciudades construidas por el Imperio Romano. Más recientemente, a mediados del siglo XIX destacó como urbanista Georges-Eugène Haussmann, encargado de reconstruir la ciudad de París bajo el mandato de Napoleón III. Algunos de los objetivos que se planteaban con la reconstrucción de la ciudad fue el ensanche de las calles para mejorar la salubridad y a su vez también el transporte y la circulación; además de otros objetivos políticos, económicos y sociales que mejoraron la calidad de vida en la ciudad.

En España, destaca Ildefonso Cerdá con el planteamiento del ensanche y reforma de la ciudad de Barcelona, el llamado Plan Cerdá también de mediados del siglo XIX. Este plan proponía un plano ortogonal con manzanas cuadradas de 113,3 m de lado y una altura máxima de 16 m, entre las que se encontraban calles de 20, 30 o 60 m de anchura de forma que hubiera luz natural en las calles, así como la incorporación de chaflanes de 45° en todas esquinas de las manzanas para otorgar de una mayor visibilidad tanto a las viviendas como a las calles. Además, también incluía espacios verdes en esas manzanas, y una propuesta para la construcción de varios tipos distintos de manzanas de forma que se mantuviera la salubridad y una buena construcción, ya que creía en la importancia de la forma de vida de las personas en la ciudad en vez de querer construir una ciudad sin sentido o con elementos que no sirvieran a la sociedad. Con este plan, plantea una ciudad para el ciudadano, con servicios avanzados de saneamiento, espacios verdes, alumbrado en las calles y casas con luz natural, entre otros.

Es por esto que se puede afirmar que en el siglo XIX ya se empezó a dar importancia a la salubridad no solo en las calles, sino que también dentro de los edificios y viviendas.

Normalmente el cambio climático se asocia con cambios principalmente en la atmósfera, y a veces en el clima global o incluso en una región específica. Igual de importante es el estudio de los ambientes indoors en relación a calidad de vida y desarrollo de enfermedades. Si un edificio está diseñado de forma que aproveche las condiciones climáticas de un lugar, pero estas últimas cambian, se tendrá que adaptar, por lo que se tendrán que modificar las ‘costumbres’ de habitación o trabajo en el espacio interior. Si las condiciones de temperatura y humedad varían en el exterior, habrá que amoldar las costumbres dentro de los edificios a esas nuevas condiciones para seguir cumpliendo unas características de confort térmico.



5. Algunas variables del confort térmico. Fuente: [www.blog.deltoroantunez.com](http://www.blog.deltoroantunez.com)

El confort térmico se define en la Norma ISO 7730 como “Esa condición de mente en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”. Podríamos decir que existe «confort térmico» cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan (Chávez del Valle, F. J. 2002). La Biometeorología lleva años estudiando la relevancia entre la salud de los seres vivos y la atmósfera.

La preocupación por el confort térmico en interiores surgió como consecuencia a la aparición de las técnicas de acondicionamiento del aire. El más conocido de los primeros índices que se desarrollaron fue el de ‘temperatura efectiva’ de Yaglou y colaboradores en 1923. En 1970 aparece una obra con el nombre de ‘Thermal Comfort’ de P. O. Fanger que representó un avance sustancial al incluir casi todas las variables que influyen en los intercambios térmicos y por lo tanto en el Confort térmico como son: el nivel de actividad, las características del vestido, la temperatura seca, humedad relativa, temperatura radiante media y la velocidad del aire (NTP 74).

En la ecuación de confort de Fanger hay tres tipos de variables: las características del vestido, las características del tipo de trabajo y las características del ambiente. En nuestro caso no se pueden estudiar las características del vestido ya que cada ocupante de despacho viste como quiere y ya hace dos años del periodo que se estudia sin que se haya mantenido un diario sobre la vestimenta en cada día o la regulación de la temperatura del cuerpo de cada uno; el tipo de trabajo es sedentario en todos los casos y son las características del ambiente las que cambian, aunque al disponer únicamente de datos de temperatura y humedad el estudio no va a ser completo sí que se podrá hacer una aproximación solo con los datos de los que se dispone.

La normativa española, establece que la temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17°C y 27°C, y la humedad entre el 30% y el 70% [Real Decreto 486/1997]. Aunque según la Guía Técnica de dicho Real Decreto se recomienda que la temperatura operativa sea mantenida dentro del siguiente rango:

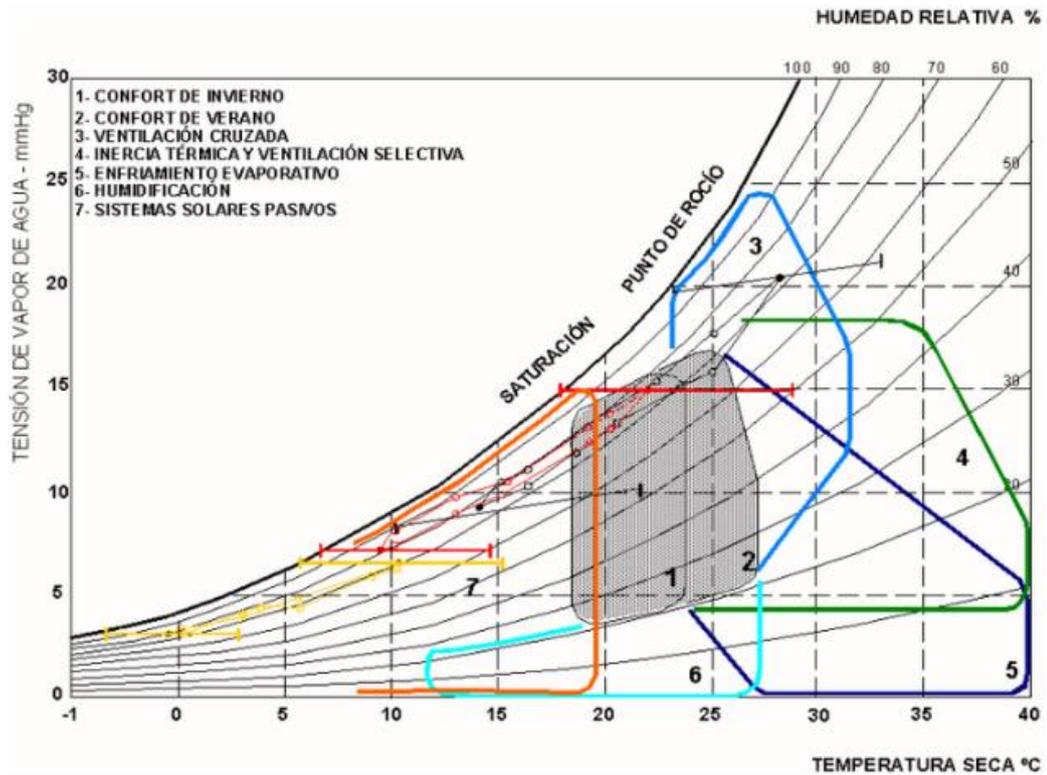
- En época de verano: 23° a 26°C
- En época de invierno: 20° a 24°C

Además de añadir que la sequedad de los ojos y mucosas se puede prevenir manteniendo la humedad relativa entre el 45% y el 65%, para cualquiera de las temperaturas comprendidas dentro de dicho rango. Es por esto que en el presente trabajo se utiliza dichos intervalos como guía para analizar los niveles de confort térmico de los despachos, ya que también afecta al rendimiento laboral del trabajador, sobre todo si el trabajo realizado es con pantallas de ordenador o lectura de textos en papel.

En cambio, según la teoría y el diagrama de Givoni (Figura 6), el óptimo de temperatura se establecería entre 21°C y 26°C. Por su parte, Olgyay define una zona de confort entre los 21,1 y los 27,5°C aproximadamente y entre 30% y 65% de humedad relativa que puede ser ampliada para zonas con baja y alta humedad, y también tiene una variación para el invierno. Tanto Givoni como Olgyay elaboraron distintos gráficos en los que se ponen de manifiesto las distintas zonas de confort. Como se puede ver los intervalos coinciden más o menos en todos los casos, aunque haya pequeñas variaciones.

Cuando estos parámetros para asegurar confort térmico no se cumplen se dan situaciones distintas de disconfort térmico o estrés térmico. El estrés térmico es la sensación de malestar que se experimenta cuando la permanencia en un ambiente determinado exige esfuerzos desmesurados a los mecanismos de que dispone el organismo para mantener la temperatura interna; estas situaciones se suelen dar en lugares de trabajo al aire libre y que requieren de una actividad física media o alta. Aunque también puede existir estrés térmico por bajas

temperaturas. Para la evaluación de estrés térmico hay que tener en cuenta además de las condiciones ambientales, la actividad realizada, la ropa que se lleve y aspectos biológicos.



6. Diagrama psicrométrico de Givoni.

El disconfort térmico es una situación en la que las condiciones ambientales no son adecuadas y causan incomodidad en la persona. Este disconfort puede estar causado por corrientes de aire, asimetría de planos radiantes, contacto con superficies frías o calientes y diferencias verticales de temperatura (NTP 501; Chávez del Valle, F. J. 2002). Cada una de estas causas depende de distintos parámetros, por ejemplo, las corrientes de aire dependen de la velocidad, la temperatura y el área del cuerpo expuesta.

Tanto la edad como el sexo son factores que también hay que tener en cuenta. Con la edad la temperatura corporal suele disminuir por lo que se requieren temperaturas más altas. En cuanto al sexo, las mujeres tienen una temperatura corporal más baja que los hombres (Galíndez Alberdi, I. 2015).

Hay ciertos ambientes que son propicios para el desarrollo de determinadas enfermedades, por ejemplo, respiratorias. La meningitis es una enfermedad que está asociada a ambientes secos. En ambientes húmedos se desarrollan muy bien los mohos y éstos suelen provocar problemas en las vías respiratorias, teniendo consecuencias más graves en las personas que sean alérgicas al moho. También en situaciones de extrema sequedad conlleva una mayor probabilidad de sufrir enfermedades respiratorias

## 2.5. AMBIENTE TÉRMICO Y RENDIMIENTO LABORAL

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo el ambiente térmico es el valor de las diferentes variables termohigrométricas, combinado con la intensidad de la actividad realizada en el trabajo, el tipo de vestido y las características individuales de los trabajadores, originan diferentes grados de aceptabilidad del ambiente térmico. El ambiente térmico del lugar de trabajo, aunque no sea extremo, puede influir negativamente en el bienestar de los trabajadores. Un ambiente térmico inadecuado puede originar una reducción del rendimiento físico y mental, con la consiguiente disminución de la productividad, y un incremento de las distracciones, debido a las molestias ocasionadas, pudiendo ser estas distracciones la causa de accidentes laborales.

La influencia de ambientes con temperaturas alejadas de las habituales en los locales de trabajo, se aprecia en los índices de productividad, y en la tasa de siniestros y, especialmente, en las consecuencias sobre la salud de las personas (Vighi Arroyo, F.)

Tanto la salud como el rendimiento laboral se ven afectados por el ambiente térmico en el que se desarrolla la actividad laboral. Cuanto mayor es la temperatura y la humedad mayor es su impacto en la salud y en el rendimiento laboral. El impacto en la salud también es un impacto en rendimiento laboral ya que, si el trabajador está tan enfermo como para pedir una baja, durante ese tiempo no trabaja por lo que el rendimiento cae. En los países más desarrollados este hecho se conoce e intenta evitar, mientras que en los países que se encuentran en desarrollo o en países tropicales es un factor por el que no se mira mucho (Venugopal, V. *et al* 2016). Ante esto también hay que tener en cuenta que varía en función de las características del trabajo que se realiza, no es lo mismo un trabajo al aire libre que requiere esfuerzo físico que un trabajo de oficina plenamente sedentario (Zamora 2013).

Nivel de concentración cuando la actividad es intelectual o el rendimiento intelectual tiene que ser muy alto, por lo que las condiciones en las que se trabaja han de ser las adecuadas. Las oficinas son entornos en donde suele haber mucho dispositivo electrónico, en donde la radiación que emiten y las cargas de iones que producen en el ambiente tienen sus consecuencias en el rendimiento intelectual. Las cargas de iones positivos repercuten negativamente en el rendimiento y suelen dar dolores de cabeza, jaquecas, fatiga, agotamiento, apatía, etc. (Saoyka, F.; Edmonds, A. 1978) sobre todo cuando hay una gran cantidad de ordenadores o fotocopiadoras.

### 3. DESARROLLO METODOLÓGICO

A continuación, se va a estudiar lo explicado anteriormente en un caso a escala local, en el Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Universidad de Cantabria, ubicado en la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos. Se van a describir los datos obtenidos, su distribución espacial, así como analizar las condiciones de trabajo y posibles soluciones en el caso de existir condiciones negativas tanto para la salud de sus ocupantes, como para el rendimiento laboral de los mismos, como para reducir el consumo energético y alcanzar una mayor eficiencia energética del Departamento.

Los despachos escogidos no han sido escogidos por mí ni aleatoriamente, sino que se me han dado escogidos ya que no había datos de todos por no haber suficientes aparados de recogida de datos. En el Anexo 1 se describen los despachos con datos y los ocupantes.

#### 3.1. FUENTE DE DATOS Y METODOLOGÍA

Los datos de los que se dispone son cuantitativos y continuos relativos a la temperatura y la humedad relativa en 17 despachos de la primera planta del Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Universidad de Cantabria. Los datos se han recogido de forma indirecta mediante 17 dataloggers ubicados en distintos lugares de los despachos. Para el presente trabajo se han seleccionado únicamente los datos de temperatura y humedad relativa.

El aparato de recogida de datos (Figura 7) se llama ‘Temperature and humidity datalogger’ de la empresa Velleman que vende todo tipo de aparatos y elementos electrónicos (<http://www.velleman.eu/home/>). Específicamente, el aparato utilizado en este caso es un aparato electrónico que se encuentra entre los medidores especiales, medidores de humedad y entre los ocho disponibles, se ha utilizado el ‘DVM171THD’. Éste tiene unas dimensiones de 101 x 25 x 23 mm y pesa 42 g. Mide temperatura y humedad, y calcula el punto de rocío; tiene una capacidad para recoger 32.000 datos, se puede seleccionar el periodo con el que queremos que grabe información con opción desde cada 2 segundos hasta cada 24 horas. En nuestro caso se seleccionó un periodo diezminutal.



7. Datalogger utilizado (DVM171THD)

La información recogida se ha descargado y posteriormente se ha organizado, analizado, seleccionado y escogido los datos que se van a utilizar; para después volver a analizarlos hasta llegar al resultado expuesto al final de este trabajo. En el análisis de la información, se han utilizado herramientas técnicas, sobre todo hojas de cálculos para el manejo de los datos, para la elaboración de gráficos y para el cálculo de nuevos valores derivados; y un Sistema de Información Geográfica (SIG o *GIS* en inglés) para la elaboración de una amplia variedad de representaciones cartográficas relacionadas con la temperatura y la humedad (en el conjunto del Departamento) entre las que se ha hecho una selección.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son sistemas informáticos que contienen datos referenciados espacialmente que se pueden analizar y transformar para un fin específico con un propósito o aplicación. Su característica fundamental es que se analizan datos geográficos para producir nueva información. En este caso se ha utilizado el programa ArcGIS que es un programa desarrollado por ESRI, una compañía dedicada al desarrollo de SIGs.

A partir de la recogida de información se han elaborado diferentes representaciones gráficas en las que se muestra la evolución de las series temporales estudiadas, se han elaborado diferentes tablas de resultados estadísticos (análisis de correlación, máximos y mínimos, desviaciones típicas, coeficientes de variación) y representaciones cartográficas (de puntos y otras basadas en técnicas geoestadísticas de interpolación).

Se ha realizado un primer análisis exploratorio de la información bruta mediante un análisis de la correlación entre los despachos con la intención de determinar su coherencia, identificar errores en las mediciones y las diferencias entre ellos. Test de calidad de la medición de los sensores.

Además, para los datos brutos se han elaborado gráficos que muestran la serie completa pero también de los ciclos semanales y diarios. Más adelante, también se ha hecho una selección de los datos de forma que los análisis estadísticos se hacen tan solo con los datos que se corresponden con la jornada laboral, de las 8:00 horas a las 20:00 horas, que es el periodo de tiempo que nos interesa para analizar el confort. Dentro de las representaciones, se han elaborado gráficos de la evolución de la temperatura y la humedad relativa a lo largo de dos días, el de máxima temperatura absoluta y el de mínima.

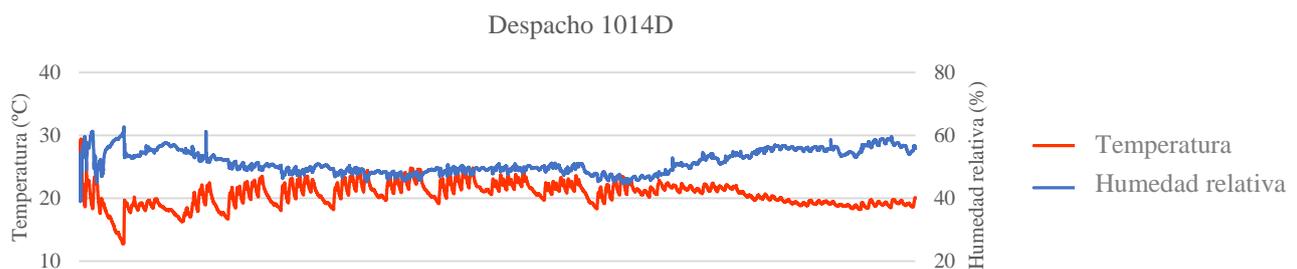
A su vez se han elaborado representaciones cartográficas que expresan la variabilidad espacial de los coeficientes de dos maneras, mediante un mapa de puntos representando tres categorías con intervalos iguales y otro en el que eso mismo se interpola para todo el departamento y no solo para aquellos despachos de los que se tienen valores.

## 3.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 3.2.1. DESCRIPCIÓN DE DATOS BRUTOS

#### 3.2.1.1. Estudio de las series temporales

En el Anexo 2 se encuentran los gráficos por despachos de los datos brutos, son un total de 17 gráficos. Además, en este apartado se muestra uno a modo de ejemplo (Figura 8). Estos gráficos son comparables entre sí por tener los mismos valores en los ejes. En ellos se representan los datos de temperatura (representada por una línea roja) y humedad relativa (representada en una línea azul) en el eje de las ordenadas y el tiempo en el eje de las abscisas. La temperatura se representa en el eje principal con valores fijos en todos los gráficos entre 10°C y 40°C, mientras que la humedad relativa se representa en porcentajes (%) con valores entre 20% y 80%, también fijos en todos los gráficos en el eje secundario. En el eje de las abscisas, la escala temporal discurre entre mediados de enero y principios de mayo, aunque no en todos coinciden exactamente las mismas fechas debido a un desfase que se debe al periodo de colocación de los dataloggers.



8. Gráfico con datos brutos de temperatura y humedad para el despacho 1014D.

En las figuras que se muestran en el Anexo 2, los datos usados para su construcción son los originales sin ningún tipo de filtro aplicado sobre ellos, es decir, son los datos desde que se depositó el datalogger hasta que completó 16.000 periodos diezminutales. En rasgos generales se puede apreciar que hay unos ciclos bastante claros que responden a ciclos semanales además de ciclos diarios. Los ciclos semanales tienen, observando la temperatura, cinco picos correspondientes a los cinco días de labor y un descenso grande que se correspondería a los fines de semana. Este hecho se puede apreciar en el despacho 1014D. En cambio, en la curva de la humedad relativa no se aprecian variaciones cíclicas tan claramente.

Estas variaciones cíclicas en la curva de la temperatura, que también se pueden interpretar como una estacionalidad de los datos, responden al hecho de que la calefacción está encendida unas horas determinadas al día y que además en los fines de semana se apaga. Es a partir de abril cuando los ciclos dejan de estar tan definidos, e incluso se llegan a perder, debido al apagado de la calefacción. Esto se puede apreciar con claridad en los despachos 1004, 1005, 1009, 1012, 1014D, 1019, 1021 y 1022.

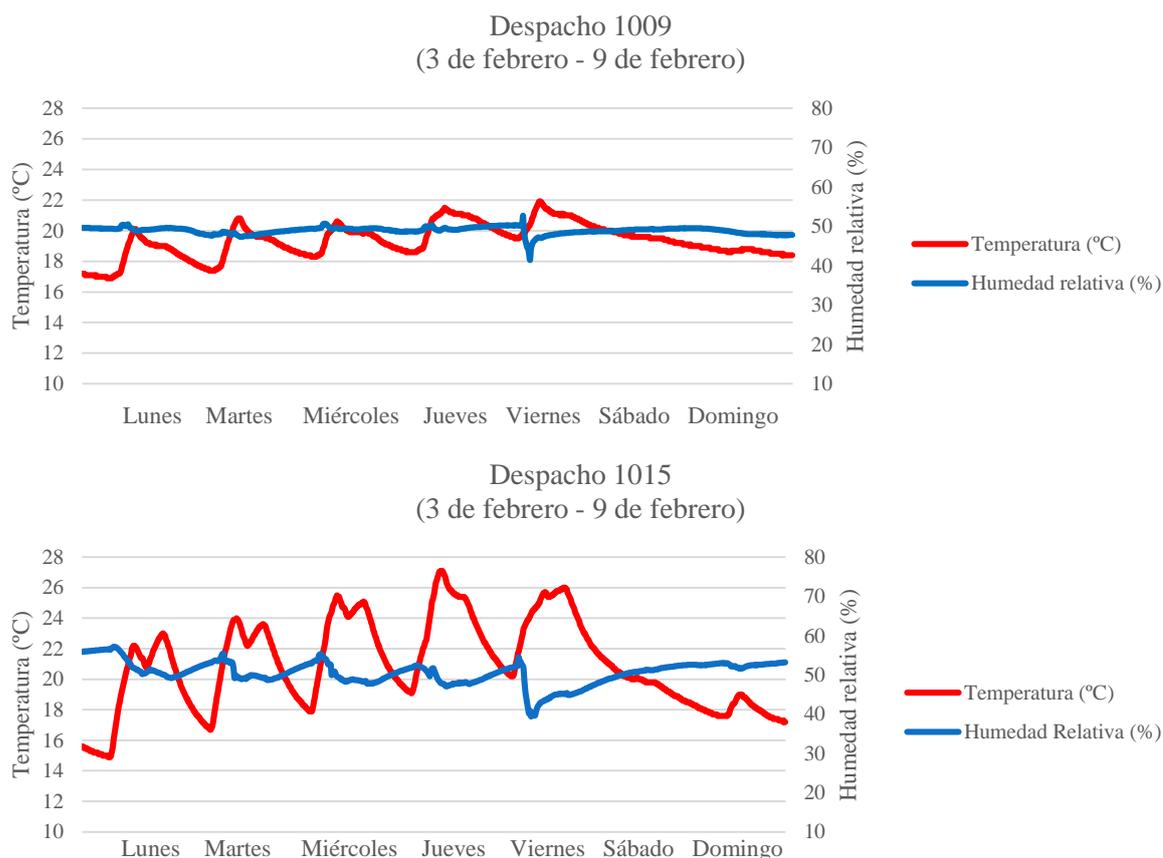
Teniendo en cuenta estos ciclos semanales, también se puede apreciar que no siempre ‘empiezan’ con la misma temperatura, sino que cada semana la temperatura es mayor. Esto se debe a que, aunque se pierda calor durante los fines de semana, no se pierde tanto como lo que se gana al final de la semana, y que además en este periodo se cambia de estación de invierno a primavera (aumentan las temperaturas).

En cambio, en el caso de la humedad relativa, no existen series cíclicas en ninguno de los despachos, posiblemente debido a que lo que se representa es el porcentaje de vapor de agua que contiene el aire en función del total que puede contener por distintos factores como la temperatura y la presión atmosférica, pero no el contenido de vapor de agua por su cantidad. A más calor, mayor cantidad de vapor que puede contener y a más frío menos.

Mirando solo a las gráficas elaboradas con los despachos se pueden agrupar en función de características similares. Un primer grupo (Grupo 1) se puede establecer por la regularidad de los datos de temperatura y humedad relativa, aquellos casos en los que los ciclos se aprecian con mucha claridad y no hay presencia de datos anómalos, como son los despachos 1021, 1007, 1012, 1013D y 1022. Un segundo grupo (Grupo 2) se puede establecer con aquellos datos de temperatura que siguen esos ciclos, pero cuya humedad relativa tiene unos valores más atípicos o demasiado irregulares. Dentro de este grupo se encuentran los despachos 1003, 1014D, 1005 y 1004. En un último Grupo 3 se encontrarían aquellos despachos que tienen valores atípicos prácticamente en la totalidad de la serie o cuya amplitud térmica o de humedad relativa es muy elevada.

### 3.2.1.2. Descripción ciclos y tendencias

Como se ha dicho en el apartado anterior, en los gráficos se ven claramente unos ciclos semanales en casi todos los despachos. Es por esto que ahora se van a desarrollar esos ciclos para verlos con mayor claridad e intentar dar una explicación. Los despachos que se he escogido han sido dos con orientaciones contrarias, uno sur y el otro norte. Además, los ejes tienen iguales intervalos de datos para que puedan ser comparados visualmente.



9. Gráficos de temperatura y humedad relativa de la semana 3-9 de febrero de los despachos 1007 y 1015

En los gráficos de la Figura 9, se representa una semana, del 3 al 9 de enero. Entre los dos gráficos, las diferencias son apreciables a simple vista, tanto para los datos de temperatura como para los de humedad relativa. En el caso del despacho 1009 la humedad es más regular durante toda la semana, en cambio en el 1015 es más variable. El caso de la temperatura es distinto, en el 1009 se ve un ciclo diario que consta de una temperatura baja que sube hasta medio día, que es cuando vuelve a bajar un poco y se mantiene hasta que baja finalmente por la noche, y al día siguiente vuelve a sufrir el mismo ciclo. Esta variación tiene una leve tendencia general al ascenso por esta acumulación de energía calorífica. En cambio, en el despacho 1015 hay dos picos de temperatura máxima en el ciclo de cada día, para explicar ello hay dos posibilidades: 1. Que la calefacción se apague al medio día y vuelva a encenderse por la tarde; o 2. Que debido

a la incidencia del sol se caliente un poco más el despacho. La primera de las opciones no parece muy factible ya que sólo pasa en uno de los dos despachos, pero la segunda es más probable ya que justo el despacho 1015 es el que tiene orientación sur y en el que incide el sol, sobre todo por la tarde.

Por lo que se puede decir que hay una tendencia semanal dentro de la temperatura por la que la acumulación de temperatura es mayor que la pérdida de la misma.

Se aprecia que hay unos ciclos bastante claros que responden a ciclos semanales pero, además, también se notan a esta escala unos ciclos diarios. Los ciclos semanales tienen, observando la temperatura, cinco picos correspondientes a los cinco días de labor y un descenso grande que se correspondería a los fines de semana. Los ciclos en la temperatura responden al hecho de que la calefacción se enciende y calienta los despachos y cuando se apaga, la temperatura desciende. En cambio, en la curva de la humedad relativa la periodicidad no es tan clara, pero sí que existe una relación, ya que los picos se dan cuando la temperatura está aumentando, aunque no en el máximo. Lo que sí que pasa en el máximo de temperatura es que se dan los mínimos de humedad relativa. Esto se podría deber a un fenómeno que ya se ha explicado en otro apartado, y es que la humedad relativa es la concentración de vapor de agua en función del total que puede acoger por la temperatura del aire, y cuanto más caliente más vapor de agua puede acoger. Por eso es probable que la cantidad de vapor de agua en el aire no haya variado, pero si la temperatura del aire.

Estas variaciones tan abruptas en los datos de humedad pueden deberse fundamentalmente a que el datalogger se situara muy cerca del radiador, y al calentarse éste y el aire más cercano a él bajara muy rápidamente la humedad relativa. Además, también hay una clara diferencia en la forma de las líneas de los gráficos en cuanto a la orientación de los despachos, en los despachos con orientación sur hay una mayor amplitud térmica y de humedad relativa.

La amplitud térmica diaria también es mayor en el despacho 1015 que en el 1009, en el primero es de 12°C mientras que en el segundo es de 6°C. En ambos el mínimo coincide en 15°C, pero el máximo varía entre 27°C y 22°C.

Durante el fin de semana, la temperatura desciende gradualmente en ambos casos, debido al apagado de la calefacción y al vacío del despacho durante estos periodos de tiempo. En cambio, la humedad en estos fines de semana aumenta sin un motivo aparente, una causa podría ser la presencia de plantas en el despacho, aunque sobre esto no se poseen datos.

La posición de los dataloggers en los despachos es algo que puede haber influido en los registros tanto de temperatura como de humedad relativa. El que se ubicara cerca de un radiador, de una pared blanca, en una estantería de madera oscura o con libros, al sol o a la sombra, cerca o lejos de la ventana o de la puerta son determinantes muy importantes y que no se consideran en este trabajo, pero sí que habría que tener en cuenta si se hiciera otro en el futuro.

Es por ello que algunas de las soluciones que se podrían aplicar para disminuir esa gran amplitud y variabilidad térmica en periodos cortos de tiempo sería bajar la intensidad de la calefacción en aquellos despachos que tengan orientación sur, así como aplicar medidas de protección activa como la instalación de cortinas.

Para un análisis más en profundidad habría que eliminar tendencias y desestacionalizar la serie para un análisis estadístico más serio.

### 3.2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.2.2.1. Correlaciones entre despachos

Los despachos se encuentran dentro de un mismo departamento y colindantes entre ellos, es por esto que parece lógico que, aunque haya variaciones, haya cierta relación entre los mismos. Para comprobar esto, he calculado una matriz de correlación en la que se relacionan todos los despachos entre sí (Anexo 3). Además, se han señalado los valores más altos y los más bajos de la correlación de cada despacho. La fórmula utilizada para este cálculo es:

$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

Donde:

- $\bar{x}$  = media de los valores de un despacho
- $\bar{y}$  = media de los valores del segundo despacho

En la matriz de correlación de la temperatura llaman la atención dos despachos, el 1003B y el 1005, por sus bajos valores de correlación con el resto de los despachos. El despacho 1003B se encuentra dentro del Laboratorio de Geografía Física y normalmente se encuentra cerrado o su uso es esporádico, también por eso no tiene correlación con los otros despachos con orientación sur. Por otro lado, el despacho 1005, es en el que se encuentra la secretaría. Dado este uso del despacho las condiciones son especiales, tiene dos puertas que suelen estar en constante movimiento y además una de ellas se encuentra justo a la puerta de entrada al departamento que también se abre constantemente y se produce una situación de intercambio de temperatura y humedad constante. Por otra parte, la ubicación del despacho también es determinante, tiene orientación norte y protegida al noroeste, se encuentra en una esquina del edificio por lo que se encuentra más protegido de las condiciones climáticas externas. Esta matriz es la confirmación de la hipótesis de que la orientación condiciona la temperatura.

El valor máximo se da entre los despachos 1011 y 1015. Si nos fijamos en el plano del departamento se observa que estos dos despachos tienen una orientación sur y se encuentran a ambos lados del 1012 (Seminario), son simétricos y tienen una superficie similar. El valor mínimo se observa entre los dos despachos que ya se han comentado, 1003B y 1005, y se debe a varios factores como su posición dentro del departamento, su orientación y la situación de su ocupación.

### 3.2.2.2. *Valores máximos y mínimos*

Para realizar un estudio detallado de los datos nos interesan aquellos valores que se salen de la norma, los máximos y mínimos de los parámetros estudiados. En la Tabla 2 se muestran estos valores para cada despacho. Analizando esta tabla se puede llegar a la rápida conclusión de que nada tienen que ver unos despachos con otros, pero en un análisis más exhaustivo de los mismos, se puede llegar a otras conclusiones mucho más aclaratorias para el actual objeto de trabajo.

Atendiendo a las temperaturas, las máximas se dan sobre todo entre enero y marzo, siendo este último mes el que más máximas acumula en los días 7, 13 y 14. En estos días, los despachos afectados fueron 1003A, 1005, 1012, 1014C y 1022; todo ellos con orientación norte, por lo que todo indica que el motivo de estas máximas fue la calefacción. Sin embargo, entre estos valores de máximas temperaturas no se encuentra el máximo absoluto, los mayores máximos se dieron en aquellos despachos con orientación sur en el mes de febrero principalmente. Los valores más elevados se dieron en los despachos 1007, 1016 y 1018, con 39°C, 38,6°C y 38,3°C respectivamente.

Las temperaturas mínimas se registraron en el mes de enero en su mayoría, siendo recurrente el día 27. Los despachos afectados fueron 1011, 1013, 1015, 1016 y 1019; siendo este último el que registró la temperatura más baja de todo el periodo estudiado, 11,7°C. Este día corresponde con un lunes en el calendario, por lo que todo apunta a que el motivo de esta baja temperatura fue el apagado de la calefacción durante el fin de semana, y probablemente unas condiciones meteorológicas adversas en el exterior. Si solo hubiera ocurrido en un despacho, lo más probable es que la ventana quedara abierta durante este largo periodo de tiempo y eso generó la caída en picado de la temperatura.

En lo referente a la humedad relativa, la máxima (78,9 %) se dio el 25 de enero en el mismo despacho del que se acaba de decir que registró la temperatura más baja. Es posible que exista una relación directa entre estos dos hechos. En cambio, esto no representa a la mayoría de las máximas, ya que se dieron principalmente en la segunda quincena del mes de abril, con valores que oscilan desde el 57,9 % y el 70,5 %.

Por último, la mínima humedad relativa se registró en el despacho 1007 el 6 de febrero y fue de 22,6 %. El resto de mínimas se reparten entre febrero y marzo. En esta ocasión, se puede decir que las mínimas más altas se registran en los despachos que tienen orientación norte, probablemente debido, otra vez, al ya explicado fenómeno que relaciona temperaturas bajas con humedades relativas altas.

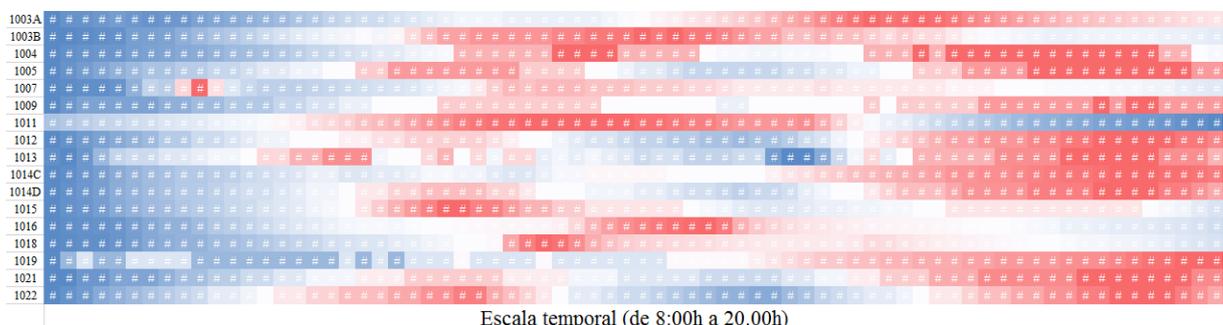
Despacho	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	
	Máxima (fecha)	Mínima (fecha)	Máxima (fecha)	Mínima (fecha)
1003A	28,5 (14/03)	16,5 (02/02)	63,5 (30/04)	35,4 (09/03)
1003B	31,2 (25/04)	13,1 (02/02)	67,0 (30/04)	30,7 (09/03)
1004	29,8 (16/01)	12,5 (20/01)	63,6 (20/01)	31,9 (16/01)
1005	24,7 (07/03)	16,7 (04/05)	65,8 (16/04)	37,2 (17/02)
1007	38,3 (06/02)	15,1 (23/03)	60,6 (17/04)	22,6 (06/02)
1009	23,7 (22/01)	17,1 (03/02)	59,6 (01/05)	41,4 (07/02)
1011	30,2 (16/01)	16,2 (27/01)	57,9 (29/04)	27,5 (21/02)
1012	24,1 (13/03)	14,0 (02/02)	68,5 (15/04)	44,1 (27/03)
1013	21,6 (02/04)	13,9 (27/01)	76,7 (14/04)	38,3 (07/02)
1014C	24,3 (07/03)	15,4 (10/02)	70,5 (28/04)	35,2 (21/02)
1014D	24,8 (27/02)	12,7 (20/01)	62,6 (20/01)	44,6 (27/03)
1015	27,1 (06/02)	14,8 (27/01)	69,0 (01/05)	32,3 (21/02)
1016	39,0 (21/02)	15,0 (27/01)	61,1 (02/05)	26,4 (26/02)
1018	38,6 (09/03)	12,3 (02/02)	77,5 (02/05)	27,9 (26/02)
1019	21,9 (10/03)	11,7 (27/01)	78,9 (25/01)	39,0 (21/02)
1021	23,6 (16/01)	13,5 (23/03)	64,5 (15/04)	46,8 (22/03)
1022	23,6 (13-14/03)	14,7 (02/02)	69,6 (30/04)	48,8 (27/03)

Tabla 2. Temperatura y humedad relativa extremas por despachos y fecha en la que ocurre.

Teniendo en cuenta la normativa española (Real Decreto 486/1997), en 7 de los 17 despachos se supera el máximo de temperatura, y en 16 de estos la temperatura mínima está por debajo de lo establecido. Por su parte, en la humedad relativa el máximo se supera en 4 despachos y el mínimo se pasa en otros cuatro. Aun así, la realidad es distinta y peor si se tiene en cuenta la Guía Técnica de dicho Real Decreto.

Además de un problema para la salud, estos datos también demuestran un uso poco eficiente de la energía y en algunos casos un consumo energético elevado, aunque en otros sea deficiente.

### 3.2.2.2.1. Día de temperatura máxima absoluta. 21 de febrero



10. Gráfico de temperaturas del 21 de febrero de todos los despachos. Elaboración propia.

En la figura 11 se muestra un gráfico de las temperaturas en los despachos en horario de 8.00 a 20.00 h, representado en el eje horizontal. En el que las temperaturas bajas se muestran en





este caso se ha escogido hacer estos grupos con intervalos de igual amplitud. El primer grupo sería el de los despachos con menor coeficiente de variación, entre un 5,46% y un 9,28%, en los que se encuentran los despachos 1009, 1013, 1005, 1021 y 1014D. El segundo grupo se establece con valores entre 9,29% y 13,09% (1014D, 1012, 1003<sup>a</sup>, 1022, 1014C, 1004, 1019, 1007, 1011, 1015 y 1003B); y el tercer grupo entre 13,10% y 16,91% (1016 y 1018).

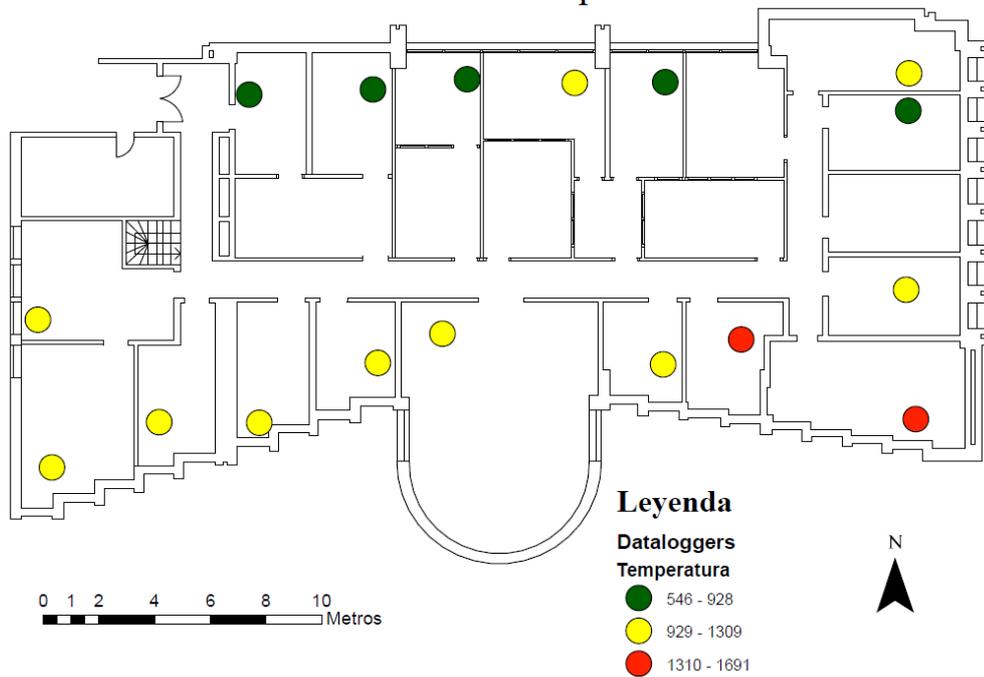
En cambio, para la humedad relativa los grupos cambian de intervalos y también de despachos. En este caso, el grupo 1 está formado por aquellos despachos cuyo coeficiente de variación se encuentra en el intervalo [5,21% - 8,16%] y los despachos que a él pertenecen son 1021,1012, 1009, 1014D y 1022. El segundo grupo comprende desde 8,17% hasta 11,12% y en él se encuentran los despachos 1003A, 1016, 1003B y 1018. Y, por último, el tercer grupo se establecería con aquellos despachos cuyo coeficiente de variación se encuentra entre 11,13% y 14,07% (1019,1004,1011,1005,1007,1013,1015 y 1014C).

A partir de la tabla también se puede apreciar que la media de temperatura oscila entre los 18°C y los 23°C; y la humedad relativa entre 45% y 65% ambos en el intervalo que dice el Real Decreto 486/1997. Pero al ser una media, habrá que analizar los datos con un poco más de detalle para observar si hay algún periodo de tiempo en el que esto no se cumpla, analizar los valores extremos e intentar dar alguna solución para que esto no ocurra.

#### 3.2.2.4. *Elaboraciones cartográficas*

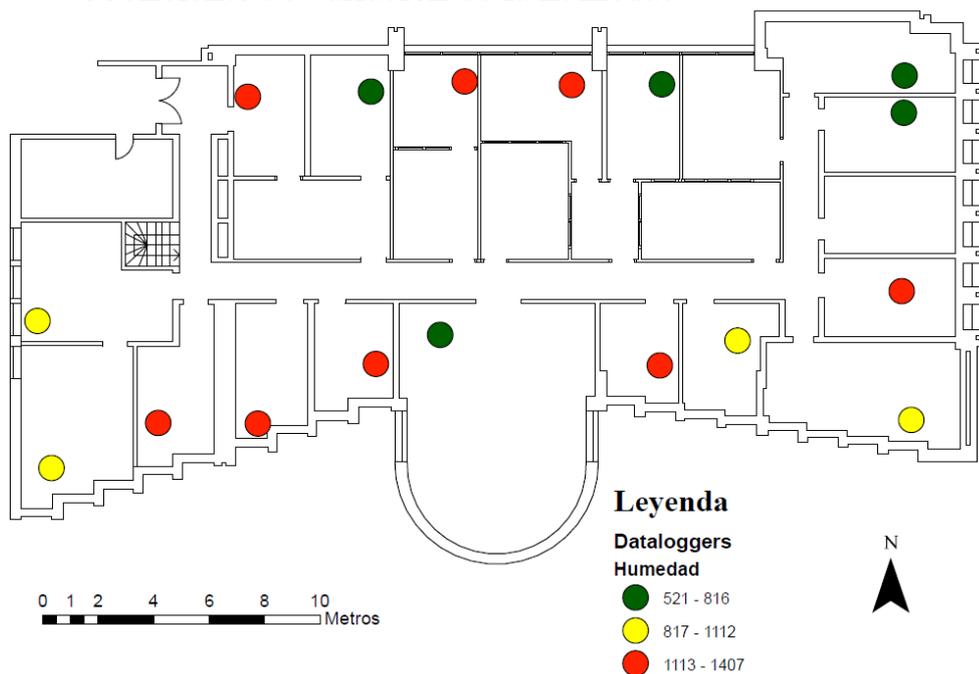
En la representación espacial de estos datos (CV) se aprecia de forma más visual la distribución. En el plano llama la atención que aquellos despachos pertenecientes al primer grupo se encuentran orientados al norte, mientras que los de mayor coeficiente de variación tienen orientación sur, y se encuentran en la zona este del Departamento. La explicación para este hecho es que, debido a la forma de la esta fachada, en triángulo invertido, la incidencia solar es mayor en las horas en las que más calienta. Por otro lado, el hecho de que en aquellos despachos con orientación norte tengan menor variación es, fundamentalmente, por no tener una fuente externa de calor.

### Coeficiente de variación de la temperatura



15. Distribución espacial del coeficiente de variación medio de la temperatura para todos los despachos. Elaboración propia.

### Coeficiente de variación de la humedad



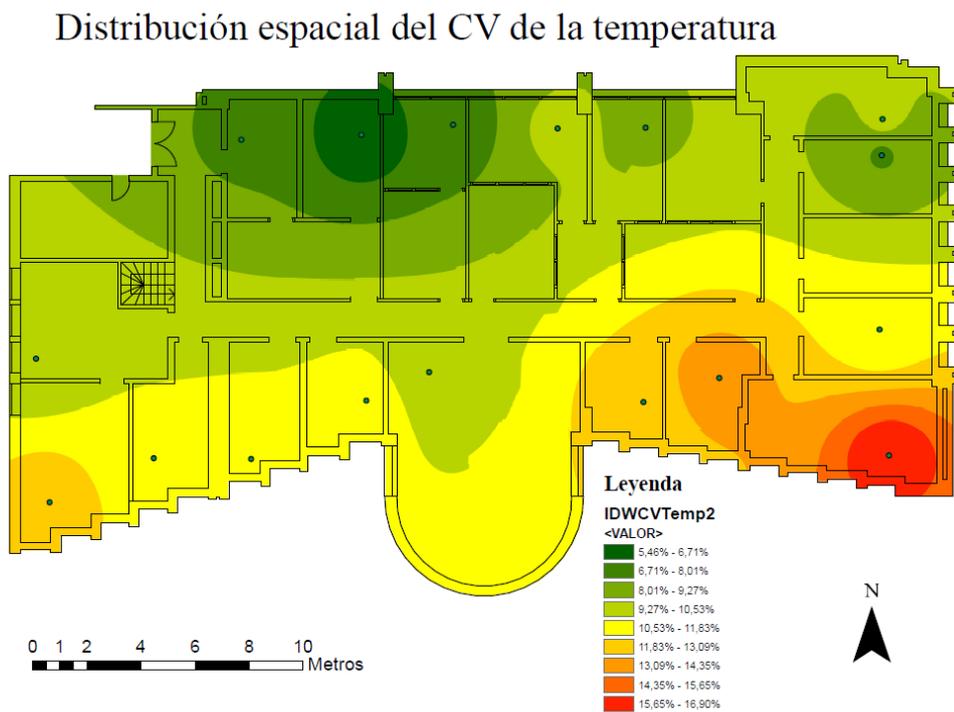
14. Distribución espacial del coeficiente de variación medio de la humedad relativa para todos los despachos. Elaboración propia.

La distribución espacial de la humedad relativa es más compleja y reside más en las características propias del despacho, así como en las costumbres del propio ocupante. A los datos de humedad relativa es más difícil darles explicación por la falta de conocimiento sobre el propio despacho. Un elevado coeficiente de variación puede significar que las ventanas se

abren varias veces al día o se mantienen abiertas durante prolongados periodos de tiempo, o que el ocupante del despacho posee un humidificador. Y lo contrario en casos de bajos coeficientes de variación.

Con la ayuda de este coeficiente se puede realizar un análisis de la estabilidad en los despachos. En cuanto a la salud, cuanto mayor sea la estabilidad mejor, ya que las grandes y constantes variaciones de temperatura pueden afectar a la salud de los trabajadores.

Estas representaciones son representaciones cartográficas de valores discretos, pero posteriormente se han transformado estos valores en una superficie estadística, interpolándolos para ver esta variación en la superficie del Departamento. El aplicar este método permite estimar los valores de los coeficientes de variación estadística en aquellos lugares para los que no se tenían datos en un primer momento por no poseer dataloggers suficientes. Es una forma distinta de representar que también estima los valores para despachos sin datos.

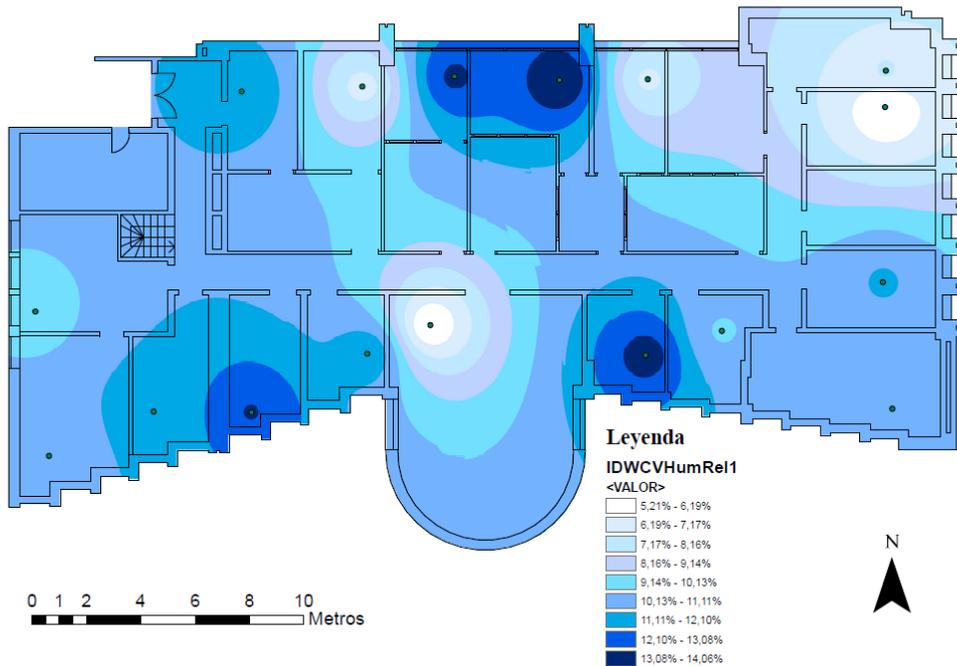


16. Distribución de los coeficientes de variación de la temperatura en todo el departamento. Elaboración propia.

En el caso de la temperatura se ve con más claridad la tendencia a que haya más variación en aquellos despachos con orientación sur que en los del norte, habiendo un foco de mucha variación en la parte sur este. Y en el norte, el de menor variación es el despacho 1007, esto también se puede ver en el gráfico del mismo despacho del Anexo 2.

En El caso de la humedad relativa no tiene una importancia tan marcada espacialmente, en cambio, depende más de las costumbres del ocupante, de si abre la ventana o no, si tiene plantas, si tiene un humidificador y un deshumidificador, etc. Los despachos de mayor variabilidad en cuanto a este parámetro son 1007, 1013, 1014C y 1016. Mientras que el los de menor variabilidad son 1009, 1012 y 1021. Llama la atención el despacho 1012 por esta baja variabilidad, pero hay que tener en cuenta que el volumen de ese despacho es mayor que cualquiera de los otros y las variaciones son más complejas cuanto mayor es el volumen.

### Distribución espacial del CV de la humedad relativa



17. Distribución de los coeficientes de variación de la humedad relativa en todo el departamento. Elaboración propia.

## 4. CONCLUSIONES

La relevancia de este tipo de estudios es grande ya que la mayor parte de las actividades laborales en la actualidad se producen dentro de edificios y en oficinas. La importancia de analizar las temperaturas y humedades registradas además de sus aplicaciones también reside en la habilidad de poder modificarlas, por lo que no hay por qué hacer un mayor gasto energético, sufrir situaciones adversas de discomfort o salud, o disminuir el rendimiento laboral.

En la actualidad, estamos sufriendo los efectos del cambio climático y cada vez es más evidente. También sabemos que es un proceso que ha acelerado el ser humano por el consumo de grandes cantidades de combustibles fósiles (principalmente) y la gran demanda de estos. La reducción del consumo energético, aunque sea a escala local es importante ya que reduce la huella ecológica, mejora el ambiente y reduce los impactos del cambio global. Buscar la eficiencia energética tendría que ser el objetivo base en cualquier ámbito.

También es crucial el estudio de las condiciones más favorables para cada tipo de trabajo y aquellas bajo las cuales la salud se ve afectada y el riesgo de caer enfermo es alto. Hay que poner en valor la idea de que nuestro entorno más próximo afecta a nuestra salud, y éste no es tan solo el que nos encontramos fuera de los edificios sino el de los interiores también, ya que juega a favor tanto del trabajador como de la empresa contratante. Además, las condiciones están reguladas a nivel estatal, por lo que por lo menos habrá que intentar cumplir la normativa.

Se ha demostrado que el rendimiento laboral es mayor en unos ambientes determinados de temperatura y humedad, por lo que se deberían buscar estas situaciones si se busca un trabajo efectivo. Porque un rendimiento laboral alto satisface tanto al trabajador como al contratante, motiva y da buenos resultados, respectivamente.

Es por esto que la realización de este trabajo ha juntado estos términos para generar una base de estudio y análisis en el caso específico del Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio, pero con la intención de crear una base para estudios futuros en la misma línea y para una posible interpolación de situaciones en casos similares.

## 5. ÍNDICE DE FIGURAS

1. Posición de los países en 2011 respecto del Protocolo de Kioto. _____	12
2. Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas. Fuente: <a href="http://www.unesco.org">www.unesco.org</a> _____	13
3. Objetivos de desarrollo sostenible de Naciones Unidas. Fuente: <a href="http://www.un.org/">http://www.un.org/</a> _____	14
4. Situación del Departamento de Geografía, Urbanismo y OT de la Universidad de Cantabria. Fuente: GoogleMaps _____	16
5. Algunas variables del confort térmico. Fuente: <a href="http://www.blog.deltoroantunez.com">www.blog.deltoroantunez.com</a> _____	19
6. Diagrama psicrométrico de Givoni. _____	21
7. Datalogger utilizado (DVM171THD) _____	23
8. Gráfico con datos brutos de temperatura y humedad para el despacho 1014D. _____	25
9. Gráficos de temperatura y humedad relativa de la semana 3-9 de febrero de los despachos 1007 y 1015 _	27
11. Gráfico de temperaturas del 21 de febrero de todos los despachos. Elaboración propia. _____	32
12. Gráfico de humedad relativa del 21 de febrero de todos los despachos. Elaboración propia. _____	33
13. Gráfico de temperaturas del 21 de febrero de todos los despachos. Elaboración propia. _____	33
14. Gráfico de temperaturas del 21 de febrero de todos los despachos. Elaboración propia. _____	34
15. Distribución espacial del coeficiente de variación medio de la humedad relativa para todos los despachos. Elaboración propia. _____	36
16. Distribución espacial del coeficiente de variación medio de la temperatura para todos los despachos. Elaboración propia. _____	36
17. Distribución de los coeficientes de variación de la temperatura en todo el departamento. Elaboración propia. _____	37
18. Distribución de los coeficientes de variación de la humedad relativa en todo el departamento. Elaboración propia. _____	38
19. Plano del Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Universidad de Cantabria _____	45
20. Datos brutos de temperatura y humedad de los 17 despachos _____	48

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- AL-AZRI, N.A.; ZURIGAT, Y.H.; AL-RAWAHI, N.Z. (2013) Development of bioclimatic chart for passive building design, *International Journal of Sustainable Energy*, 32:6, 713-723, DOI: 10.1080/14786451.2013.813026
- BAÑO NIEVA, A. (2008) La arquitectura bioclimática: términos nuevos, conceptos antiguos. Introducción al diseño de espacios desde la óptica medioambiental. *Departamento de Arquitectura de la Universidad de Alcalá de Henares de Madrid*.
- CASTELLANOS, M. (1997) Arquitectura bioclimática. Metodología de diseño. *Revista de Edificación*, Nº26, 1997, pp. 41-46
- CHÁVEZ DEL VALLE, F. J. (2002) Zona variable de confort térmico. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques I. Barcelona, mayo de 2002. ISBN: 8469987771
- CORIA, L. G. (2007) Aportes al debate sobre el desarrollo local sustentable. En libro: ‘La relación global-local: sus implicancias prácticas para el diseño de estrategias de desarrollo’ Editado por eumed.net. Publicado por: Red Académica Iberoamericana Local-Global. Marzo 2007, pp. 53-60
- DIEGO LIAÑO, C. (2012) Módulo 1. Geografía, Sociedad y Territorio. Santander; Universidad de Cantabria; Grado en Geografía y Ordenación del Territorio; Apuntes de la asignatura ‘Introducción a la Geografía’ del curso 2012-2013
- DODSON, J. R. (2010) *Changing climates, earth systems and society*. Dordrecht, London: Springer 2010.
- DOLLFUS, O. (1983) El espacio geográfico. Editorial OIKOS-TAU SA. 1983 ISBN 9788428103039
- ESTRABÓN (1998). Geografía. Obra completa. Volumen II: Libros III-IV. 1998. Madrid: Editorial Gredos.
- HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (2013) Heat stress in the workplace. A brief guide. ISBN: 978 0 7176 6468 9
- GALINDEZ ALBERDI, I. (2015) Aproximación al Riesgo y confort térmico en el trabajo: El Calor. ErgoKprevención.org. 2015

- GAY, J. C. (1995) *Les discontinuités spatiales*, Paris, *Économica*, coll. «Géopoche», 112 p., réédition en 2004 ISBN: 2-7178-4933-5
- GÓMEZ PIÑEIRO, J. (1994) *Las técnicas tradicionales del análisis geográfico*. Lurr@lde, nº17, pp. 341-356, ISSN 1697-3070
- GOUDSBLOM, J. (2003). *The Anthroposphere: expansion and transformations*. Artículo presentado en el *International Symposium on World System History and Global Environmental Change*, Human Ecology Division, Lund University, Sweden, 19–22 September, 2003.
- GRUPO ADUAR (2000): *Diccionario de geografía urbana, urbanismo y ordenación del territorio*, Ariel, Barcelona. Consultado en: [web.ua.es](http://web.ua.es) ; a fecha: 15 julio 2016.
- JIMÉNEZ, L.C. (2003) *Geografía del cambio “global”: algunos efectos en la organización del espacio geográfico*. Cuadernos de geografía, XII (1-2), 2003, pp. 155-166.
- MARTÍN-LORENTE, E. (2009). *Arquitectura bioclimática*. Revista: *Isagogé*, nº6, pp. 32-35. 2009.
- MARTINEZ GONZÁLEZ-TABLAS, A.; ORLANDINI, A.; HERRERO LÓPEZ, S. (2011) *Crisis, cambio global y energía*. Revista de Economía Mundial 29, 2011, 263-284
- MOLINERO HERNANDO, F. (2013) *Tema 1: Naturaleza y caracteres del espacio geográfico*. Universidad de Valladolid. Grado en Geografía y Ordenación del Territorio. Apuntes de la asignatura: *Fundamentos de Geografía*. Curso 2013/2014.
- NACIONES UNIDAS (1998) *Protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- NACIONES UNIDAS (2015) *Objetivos de Desarrollo del Milenio Informe de 2015*. New York, 2015.
- NEILA, J. (2000). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias*. *Cuadernos de investigación urbanística*, ISSN 1886-6654, Nº. 41, 2004 (Ejemplar dedicado a: *Textos sobre sostenibilidad I*), págs. 89-99.
- NTP 74 (1983) *Nota de Prevención 74. Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). 1983
- OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD (2016) *Sostenibilidad en España 2016 (SOS16)* [http://www.observatoriosostenibilidad.com/documentos/SOS16\\_v21.pdf](http://www.observatoriosostenibilidad.com/documentos/SOS16_v21.pdf)

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (1987) Desarrollo y cooperación económica internacional: Medio Ambiente. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. A/42/427, 4 de agosto de 1987.
- PÉREZ VALDESCASAS, J. (2010): El urbanismo de la antigua Roma, en Contribuciones a las Ciencias Sociales, marzo 2010, [www.eumed.net/rev/cccss/07/jpv.htm](http://www.eumed.net/rev/cccss/07/jpv.htm)
- DE LA PUENTE FERNÁNDEZ, L. (2008) Teoría y Métodos de la Geografía. Evolución del Pensamiento Geográfico. Open Course Ware. Universidad de Cantabria.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (1999) Diccionario de la Lengua Española. Tomo II. Vigésima Primera Edición, 1999. ISBN 84-239-9418-3
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2016) Diccionario de la Lengua Española. On-line. Consultado: 15 de agosto de 2016. Enlace: <http://dle.rae.es>
- REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. *Boletín Oficial del Estado* nº 97 23/04/1997
- RUIZ DE ELVIRA, A. (2016) Contra el cambio climático, un cambio de mente. *Ambienta*, nº114, marzo 2016, pp. 34-43.
- SOYKA, F.; EDMONDS, A. (1978) El efecto de los IONES, como la electricidad del aire rige la vida y la salud. Editorial: EDAF. 1978. ISBN: 84-7166-564-6
- TABERNERO, F. M. (2010). La arquitectura bioclimática y el cambio climático. *Real Instituto Elcano*. Área de Economía y Comercio Internacional. Abril 2010.
- VARDOULAKIS, S.; DIMITROULOPOULOU, C.; THRONES, J.; LAI, K.; TAYLOR, J.; MYERS, I.; HEAVISIDE, C.; MAVROGIANNI, A.; SHRUBSOLE, C.; CHALABI, Z.; DAVIES, M.; WILKINSON, P. (2015) Impact of climate change on the domestic indoor environment and associated health risks in the UK. *Environmental International*, 85, 2015, pp. 299-313.
- VIGHI ARROYO, F. () Salud y Seguridad Laboral en ambientes térmicos. Ingenieroambiental.com [http://www.ingenieroambiental.com/4014/lsi\\_cap10.pdf](http://www.ingenieroambiental.com/4014/lsi_cap10.pdf)
- VILCHES, A., GIL PÉREZ, D., TOSCANO, J.C. y MACÍAS, O. (2014). «La transición a la Sostenibilidad (o Sustentabilidad) como [r]evolución cultural, educativa, tecnocientífica y política» [artículo en línea]. OEI. ISBN 978-84-7666-213-7 [Fecha de consulta: 28/07/2016].

<<http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=1>>

Wilbanks, T. J. (1994) "Sustainable Development" in Geographic Perspective. *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 84, No. 4 (Dec., 1994), pp. 541-556.

ZAMORA, J.D. (2013) Influencia de la temperatura de los ambientes laborales en la termorregulación y rendimiento de los trabajadores. *Revista de la Sociedad Española de Salud Laboral en la Administración Pública*, 2013, Vol. III, No. 3.

### **6.1. ENLACES DE INTERÉS**

CLUB OF ROME <http://www.clubofrome.org/activities/reports/>

FUTURE EARTH <http://www.futureearth.org/who-we-are>

MEAKIN, S. (1992). The Rio Earth Summit: Summary of the United Nations conference on environment and development. November 1992. Consultado 9 Agosto 2016. Disponible en: <http://publications.gc.ca/Collection-R/LoPBdP/BP/bp317-e.htm>

SIMULADOR

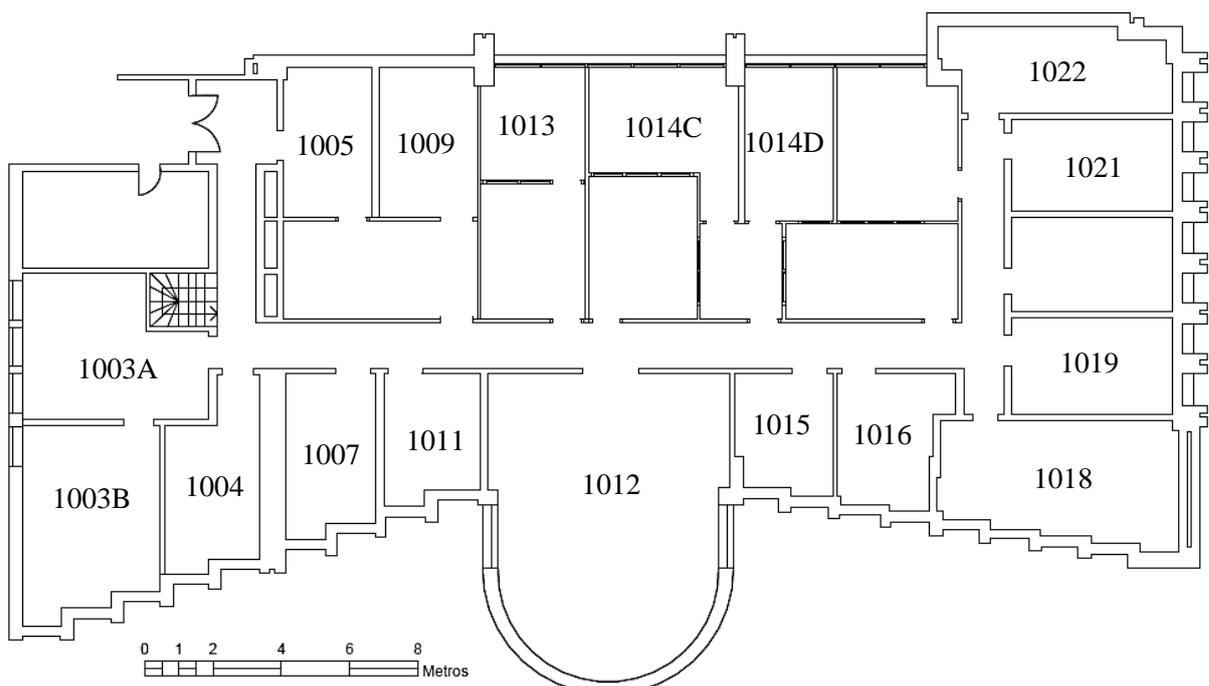
<http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>

SÍNTESIS DE LA LEGISLACIÓN DE LA UE EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO <http://eur-lex.europa.eu/>

## 7. ANEXOS

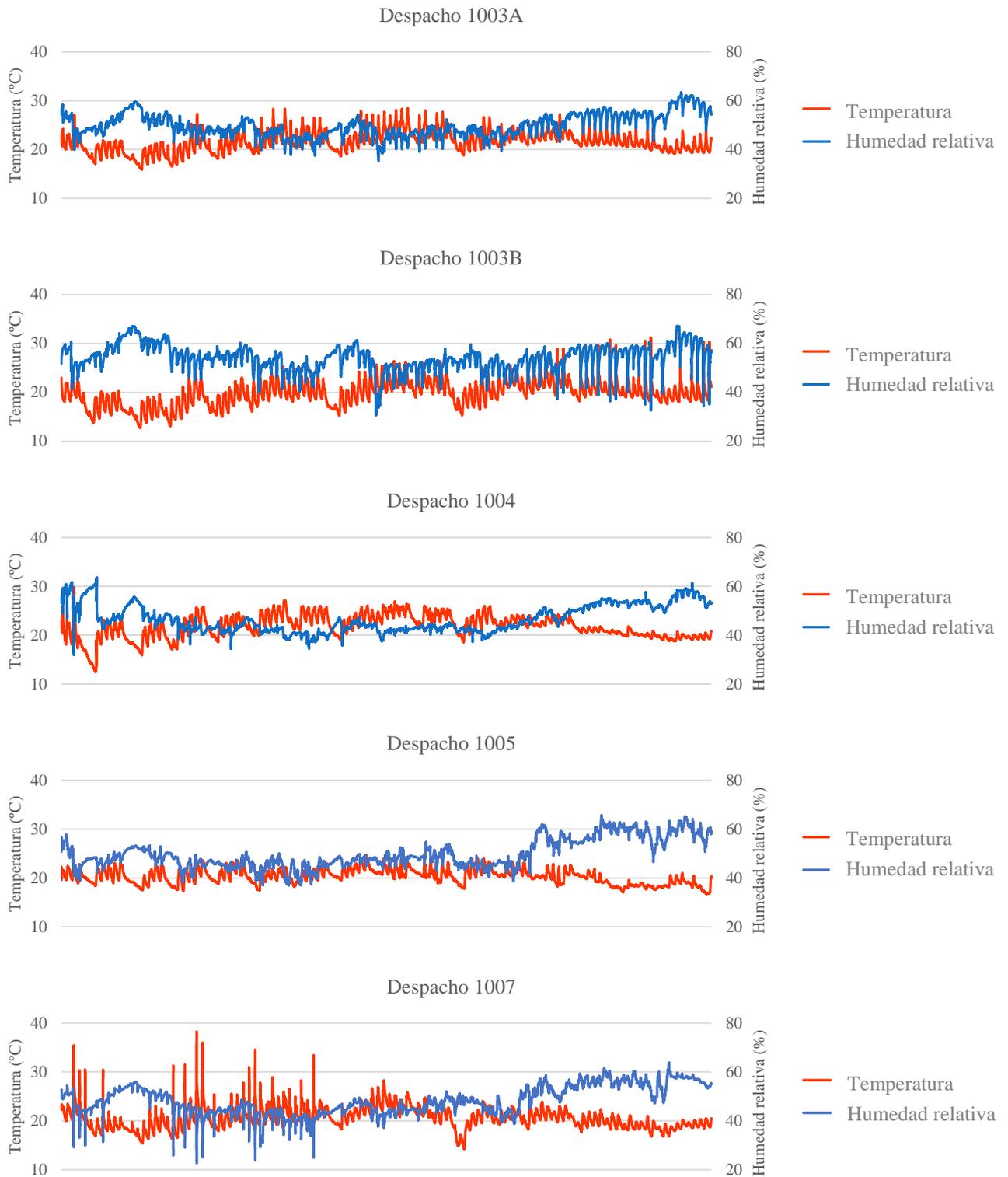
### 7.1. CORRESPONDENCIA ENTRE DESPACHO Y OCUPANTE O USO

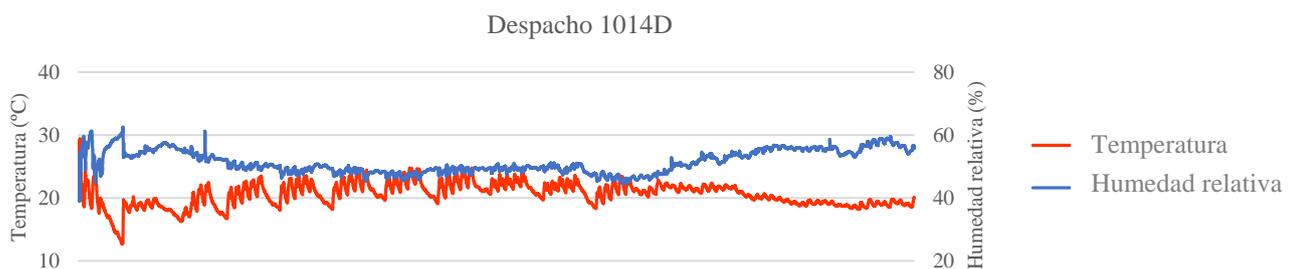
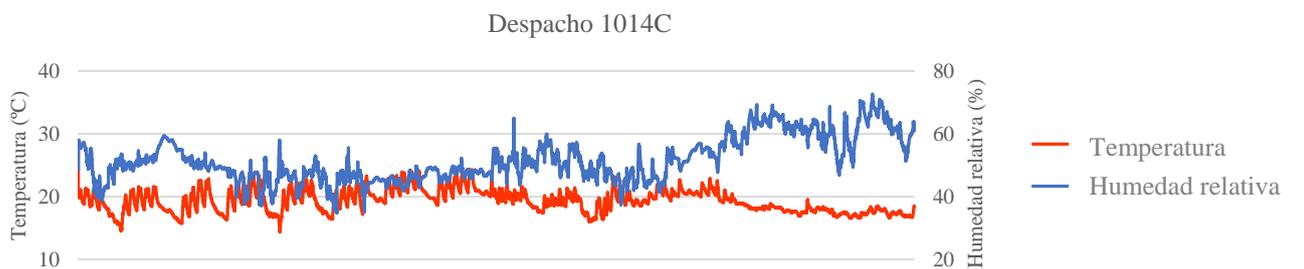
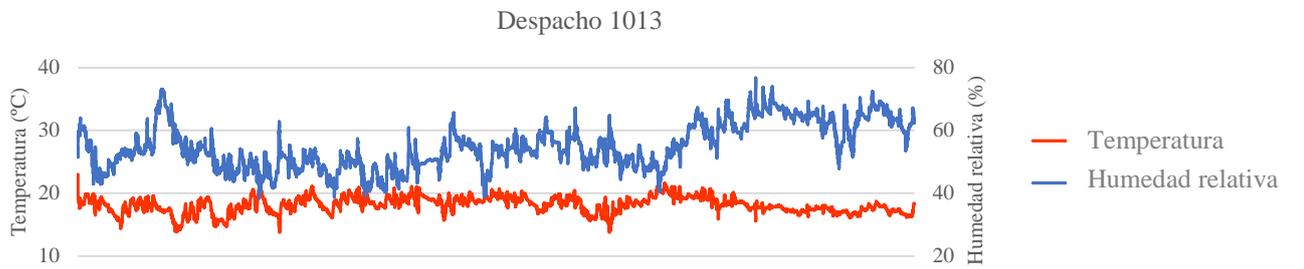
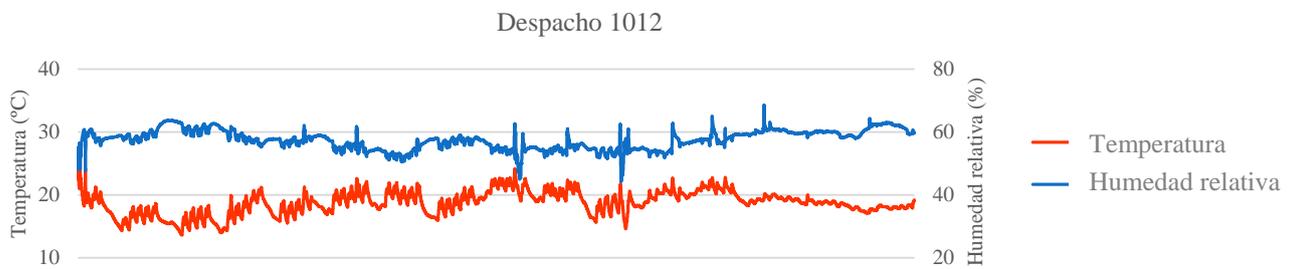
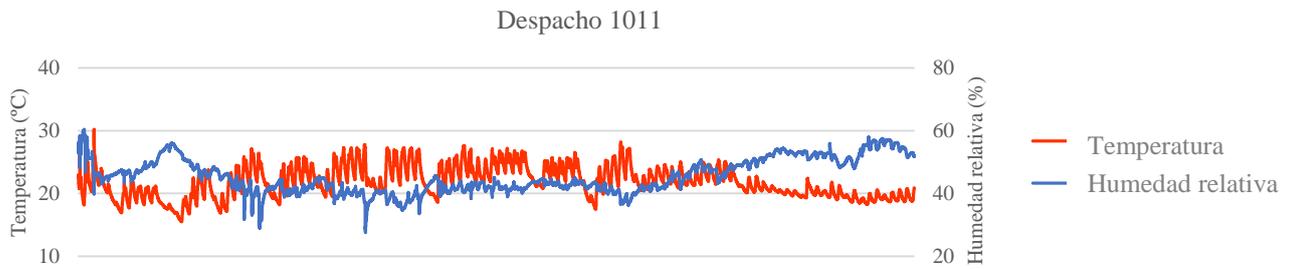
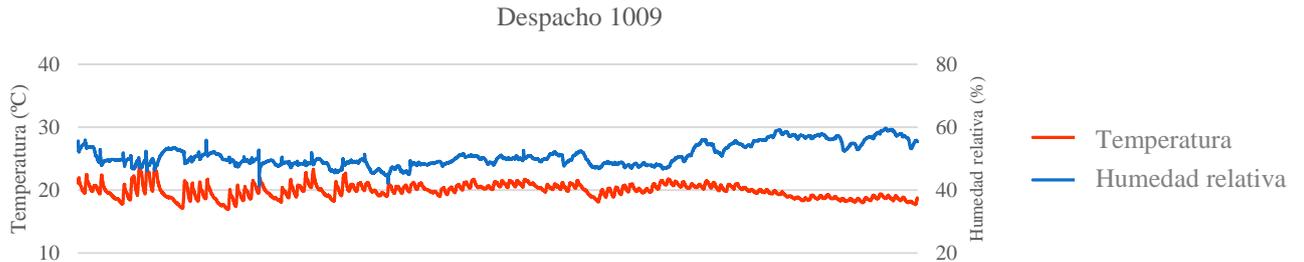
Nº despacho	Ocupante o uso
1003A	Laboratorio de Geografía Física
1003B	
1004	Carmen Delgado Viñas
1005	Secretaría
1007	Manuel Frochoso Sánchez
1009	Raquel González Pellejero
1011	Concepción Diego Riaño
1012	Seminario
1013	Carolina Garmendia Pedraja
1014C	Manuel Corbera Millán
1014D	Domingo Rasilla Álvarez
1015	Alberto Ansola Fernández
1016	Victoria Mantecón Rivas
1018	Esmeralda Gonzzález Urruela
1019	Jose María Sierra Álvarez
1021	Carmen Gil de Arriba
1022	Olga de Cos Guerra

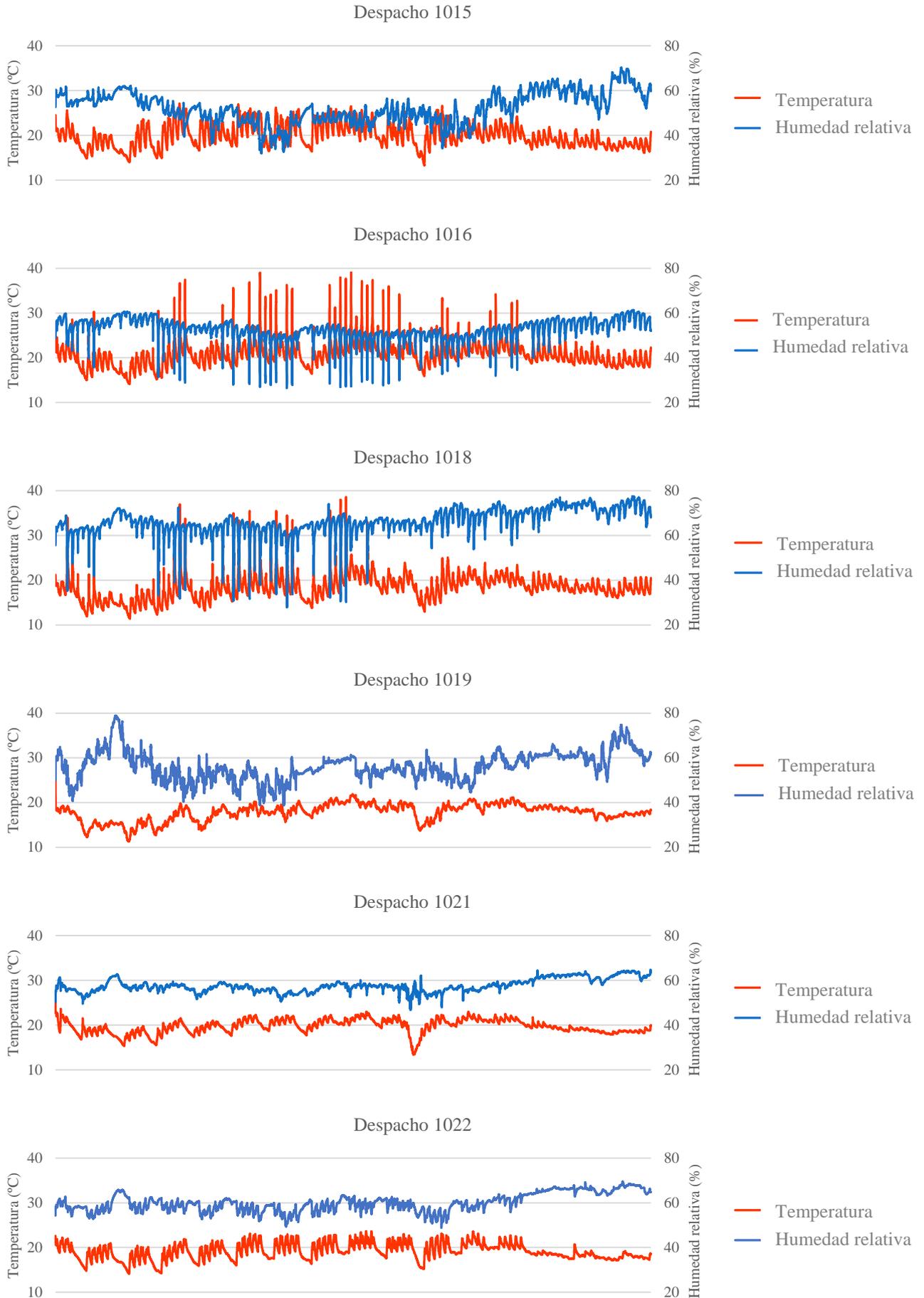


18. Plano del Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Universidad de Cantabria

## 7.2. DATOS BRUTOS DE LOS DESPACHOS







19. Datos brutos de temperatura y humedad de los 17 despachos

### 7.3. MATRICES DE CORRELACIÓN ENTRE DESPACHOS

Correlación de la temperatura																	
	1003A	1003B	1004	1005	1007	1009	1011	1012	1013	1014C	1014D	1015	1016	1018	1019	1021	1022
1003A	1,00	0,91	0,86	0,55	0,75	0,61	0,85	0,93	0,68	0,56	0,80	0,79	0,93	0,85	0,83	0,85	0,85
1003B	0,91	1,00	0,67	0,30	0,62	0,41	0,63	0,88	0,55	0,33	0,60	0,62	0,85	0,84	0,86	0,76	0,67
1004	0,86	0,67	1,00	0,71	0,75	0,71	0,91	0,80	0,73	0,75	0,93	0,87	0,86	0,74	0,65	0,75	0,86
1005	0,55	0,30	0,71	1,00	0,60	0,82	0,76	0,50	0,73	0,79	0,72	0,74	0,56	0,40	0,36	0,64	0,80
1007	0,75	0,62	0,75	0,60	1,00	0,57	0,82	0,67	0,67	0,63	0,71	0,84	0,87	0,84	0,66	0,74	0,67
1009	0,61	0,41	0,71	0,82	0,57	1,00	0,67	0,59	0,81	0,73	0,63	0,63	0,60	0,41	0,43	0,69	0,78
1011	0,85	0,63	0,91	0,76	0,82	0,67	1,00	0,79	0,74	0,79	0,92	0,95	0,85	0,76	0,65	0,80	0,90
1012	0,93	0,88	0,80	0,50	0,67	0,59	0,79	1,00	0,69	0,52	0,77	0,75	0,85	0,78	0,85	0,85	0,84
1013	0,68	0,55	0,73	0,73	0,67	0,81	0,74	0,69	1,00	0,77	0,75	0,72	0,68	0,62	0,64	0,78	0,80
1014C	0,56	0,33	0,75	0,79	0,63	0,73	0,79	0,52	0,77	1,00	0,81	0,81	0,59	0,49	0,43	0,64	0,78
1014D	0,80	0,60	0,93	0,72	0,71	0,63	0,92	0,77	0,75	0,81	1,00	0,87	0,77	0,69	0,67	0,75	0,86
1015	0,79	0,62	0,87	0,74	0,84	0,63	0,95	0,75	0,72	0,81	0,87	1,00	0,83	0,76	0,62	0,76	0,87
1016	0,93	0,85	0,86	0,56	0,87	0,60	0,85	0,85	0,68	0,59	0,77	0,83	1,00	0,91	0,77	0,81	0,78
1018	0,85	0,84	0,74	0,40	0,84	0,41	0,76	0,78	0,62	0,49	0,69	0,76	0,91	1,00	0,79	0,73	0,66
1019	0,83	0,86	0,65	0,36	0,66	0,43	0,65	0,85	0,64	0,43	0,67	0,62	0,77	0,79	1,00	0,80	0,65
1021	0,85	0,76	0,75	0,64	0,74	0,69	0,80	0,85	0,78	0,64	0,75	0,76	0,81	0,73	0,80	1,00	0,86
1022	0,85	0,67	0,86	0,80	0,67	0,78	0,90	0,84	0,80	0,78	0,86	0,87	0,78	0,66	0,65	0,86	1,00

Correlación de la humedad																	
	1003A	1003B	1004	1005	1007	1009	1011	1012	1013	1014C	1014D	1015	1016	1018	1019	1021	1022
1003A	1,00	0,80	0,84	0,77	0,87	0,80	0,90	0,85	0,75	0,77	0,83	0,86	0,85	0,73	0,76	0,73	0,75
1003B	0,80	1,00	0,54	0,37	0,59	0,40	0,60	0,67	0,44	0,41	0,56	0,66	0,86	0,45	0,59	0,33	0,33
1004	0,84	0,54	1,00	0,79	0,79	0,82	0,91	0,81	0,71	0,77	0,93	0,88	0,75	0,67	0,67	0,73	0,78
1005	0,77	0,37	0,79	1,00	0,88	0,94	0,84	0,65	0,90	0,93	0,76	0,78	0,49	0,80	0,72	0,82	0,86
1007	0,87	0,59	0,79	0,88	1,00	0,86	0,89	0,69	0,90	0,89	0,77	0,82	0,64	0,83	0,82	0,69	0,72
1009	0,80	0,40	0,82	0,94	0,86	1,00	0,86	0,71	0,86	0,89	0,77	0,78	0,54	0,76	0,68	0,84	0,87
1011	0,90	0,60	0,91	0,84	0,89	0,86	1,00	0,85	0,79	0,85	0,92	0,92	0,77	0,77	0,79	0,79	0,83
1012	0,85	0,67	0,81	0,65	0,69	0,71	0,85	1,00	0,59	0,65	0,85	0,85	0,82	0,54	0,66	0,69	0,74
1013	0,75	0,44	0,71	0,90	0,90	0,86	0,79	0,59	1,00	0,94	0,70	0,73	0,44	0,76	0,83	0,71	0,72
1014C	0,77	0,41	0,77	0,93	0,89	0,89	0,85	0,65	0,94	1,00	0,78	0,79	0,49	0,75	0,80	0,77	0,82
1014D	0,83	0,56	0,93	0,76	0,77	0,77	0,92	0,85	0,70	0,78	1,00	0,90	0,77	0,60	0,74	0,71	0,75
1015	0,86	0,66	0,88	0,78	0,82	0,78	0,92	0,85	0,73	0,79	0,90	1,00	0,80	0,63	0,77	0,70	0,73
1016	0,85	0,86	0,75	0,49	0,64	0,54	0,77	0,82	0,44	0,49	0,77	0,80	1,00	0,53	0,57	0,50	0,51
1018	0,73	0,45	0,67	0,80	0,83	0,76	0,77	0,54	0,76	0,75	0,60	0,63	0,53	1,00	0,60	0,67	0,73
1019	0,76	0,59	0,67	0,72	0,82	0,68	0,79	0,66	0,83	0,80	0,74	0,77	0,57	0,60	1,00	0,62	0,61
1021	0,73	0,33	0,73	0,82	0,69	0,84	0,79	0,69	0,71	0,77	0,71	0,70	0,50	0,67	0,62	1,00	0,92
1022	0,75	0,33	0,78	0,86	0,72	0,87	0,83	0,74	0,72	0,82	0,75	0,73	0,51	0,73	0,61	0,92	1,00