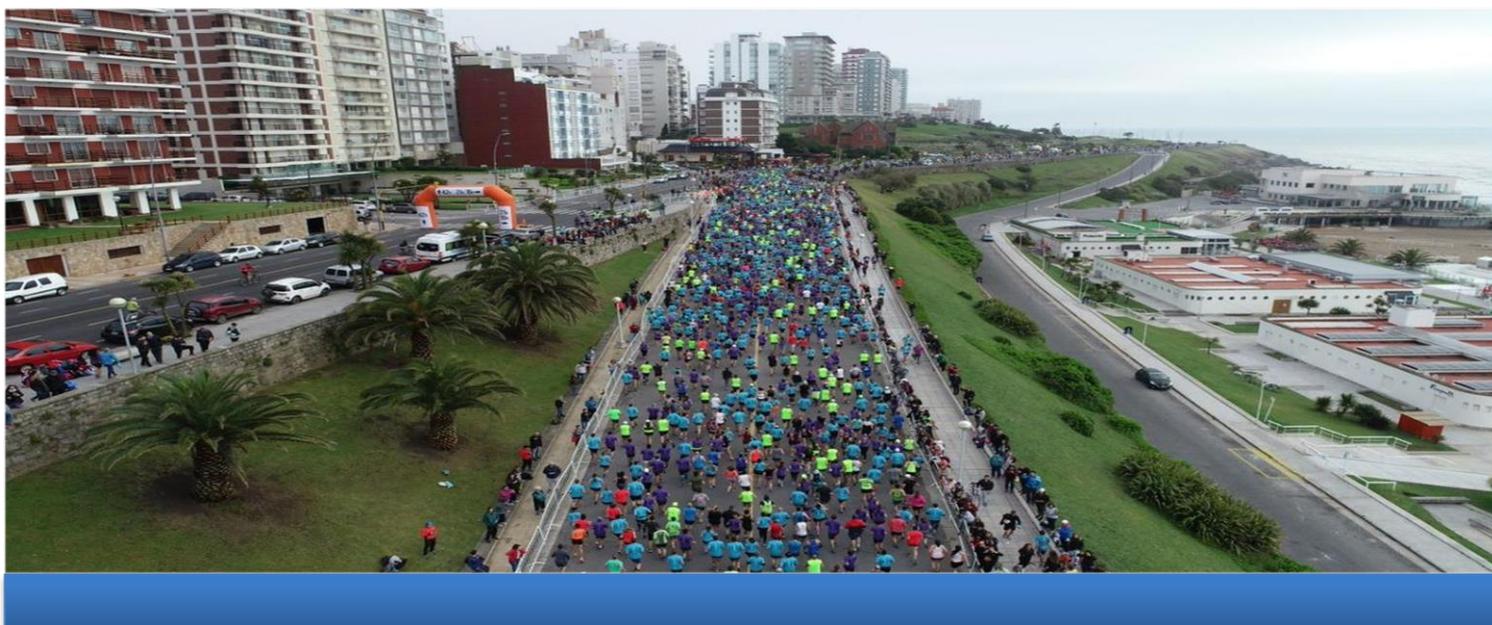


FACULTAD DE HUMANIDADES  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
**MAESTRÍA EN GEOGRAFÍA DE LOS ESPACIOS LITORALES**



**TESIS DE MAESTRÍA**

**DIFERENCIAS TÉRMICAS Y EÓLICAS ENTRE ÁREAS  
COSTERAS E INTERIORES DE MAR DEL PLATA,  
ARGENTINA. SU INCIDENCIA EN EL CONFORT CLIMÁTICO PARA  
LAS ACTIVIDADES DEPORTIVAS Y RECREATIVAS**

**TESISTA: LIC. LEONARDO H. GIAMPIETRI**  
**DIRECTORA: DRA. MÓNICA C. GARCÍA**

**MAR DEL PLATA**  
**2023**

Esta tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Magister en Geografía de los Espacios Litorales, de la Universidad Nacional de Mar del Plata y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Grupo de Estudio de Ordenación Territorial (GEOT), bajo la dirección de la Dra. Mónica Cristina García.

L. G.

*Mi agradecimiento a la Doctora Mónica García, por su infinita paciencia ante dificultades metodológicas para quien viene de ejercer la profesión en la gestión pública.*

*Este trabajo tiene la evocación personal de haber sido escrito en Mar del Plata, La Plata, Los Reartes (Córdoba) y concluido en Guía de Isora (Tenerife-España).*

L.G.

## **RESUMEN**

El conocimiento de los parámetros meteorológicos resulta fundamental en cualquier sitio e importa mucho más en urbes costeras dedicadas a las actividades turísticas. Los rasgos bioclimáticos de la ciudad y las sensaciones de bienestar o malestar térmico de sus habitantes constituyen aspectos fundamentales a la hora de tomar la planificación de las actividades recreativas, la organización de eventos deportivos y culturales al aire libre. El clima templado oceánico de Mar del Plata y sobre todo su litoral costero, invita a su uso durante todo el año para practicar deportes y actividades lúdicas no contemplativas como el correr y el ciclismo entre otros que se encuentra en constante crecimiento, no existiendo estudios específicos de confort bioclimático relacionados con esas actividades. El objetivo de este trabajo fue el análisis de las variaciones climatológicas generales en frente costero y en áreas interiores de la ciudad mar. Además, se examinó y comparó el comportamiento de la brisa. Para estudiar el confort bioclimático se utilizaron los índices Humidex y Temperatura Aparente, además se propuso una categoría de confort/desconfort específica para el deporte y la recreación al aire libre en Mar del Plata (CDRMdP). Para complementar los resultados se realizó una encuesta de opinión a deportistas para cotejar su percepción y conocimiento del clima marplatense y la incidencia en sus deportes favoritos. El estudio de los principales parámetros meteorológicos (temperatura, viento y humedad relativa) no arrojó variaciones significativas entre las áreas interiores más retiradas de la costa y las áreas frente al mar. Se corroboró que la brisa marina tiene presencia durante todo el año en Mar del Plata, con mayor prevalencia en verano y primavera y con mayor frecuencia en el frente costero. La encuesta de opinión expuso que las personas que realizan deportes al aire libre durante todo el año, tienen un importante grado de conocimiento de la climatología y le otorgan una atención especial en la planificación de sus salidas al aire libre. Los resultados sugieren que el otoño es la mejor estación bioclimática del año para las actividades deportivas y recreativas al aire libre en la ciudad de Mar del Plata.

## **ABSTRACT**

The knowledge of meteorological parameters is essential, everywhere, and it matters more in coastal cities dedicated to touristic activities. The bioclimatic features of the city and its citizens' feelings of thermal well-being or discomfort are fundamental aspects to consider when planning leisure activities or organizing outdoor sporting and cultural events. The warm oceanic weather of Mar del Plata on its entire coastline invites people to enjoy it throughout the year, to practice sports and playful activities such as running and cycling, among others that are constantly growing, even though specific studies on bioclimatic comfort do not exist about them. This work's objective was to analyze the general climatological variations of coastal and inland areas of the sea side city. In addition, the behavior of the breeze was examined and compared. To study the bioclimatic comfort, Humidex and heat indexes were used. What is more, a specific comfort / discomfort category for sports and outdoor recreation in Mar del Plata was proposed (CDRMdP). To complement the results, an opinion survey of sportspeople was carried out to compare their perception and knowledge of the weather in Mar del Plata and its influence on their favorite sports. The study of the main meteorological parameters (temperature, wind and relative humidity) did not show significant differences between inland and waterfront areas. It was confirmed that the ocean breeze in Mar del Plata is present year, with higher prevalence along the waterfront. The opinion survey revealed that people who practice outdoor sports throughout the year have a vast knowledge of climatology and pay special attention to planning of those activities. Results suggest that autumn is the best season to train and practice playful outdoor activities in Mar del Plata.

## ÍNDICE GENERAL

Prefacio	3
Resumen	4
Abstract	5
Índice general	6
<b>Capítulo 1. INTRODUCCION</b>	
Justificación, preguntas investigación y aportes de la investigación.....	8
Marco teórico y antecedentes.....	10
Objetivos e hipótesis.....	16
Método de trabajo.....	17
Área de estudio.....	18
Estructura de la tesis.....	21
<b>Capítulo 2. EL CLIMA DE LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA. CARACTERIZACIÓN Y VARIACIONES ENTRE LA COSTA Y EL INTERIOR</b>	
Introducción.....	25
Método de trabajo.....	27
Resultados y discusión.....	30
Caracterización del clima marplatense periodo 1901-2020.....	30
Variaciones espaciales principales parámetros climáticos 1980 y 1984, en Mar del Plata Aero y Base Naval .....	34
Variaciones espaciales de los principales parámetros climáticos 2014 y 2016, en estaciones meteorológicas costeras y urbano-costeras en Mar del Plata.....	41
Conclusión del capítulo.....	46
<b>Capítulo 3. COMPORTAMIENTO DE LAS BRISAS EN EL FRENTE COSTERO Y URBANO COSTERO DE LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA</b>	
Introducción.....	49
Método de trabajo.....	52
Resultados y discusión.....	54
Las brisas en Estación Base Naval en el período 1980-1984.....	54
Las brisas en estación urbana costera Mar del Plata Aero, en el período 1980-2016.....	56
Variaciones espaciales y similitudes de las brisas en estaciones meteorológicas costera y urbana costera Base Naval y Mar del Plata Aero .....	61
Conclusión del capítulo.....	64

<b>Capítulo 4. CONFORT CLIMÁTICO PARA LAS ACTIVIDADES TURÍSTICAS RECREATIVAS Y DEPORTIVAS, EN ÁREAS COSTERAS Y URBANO-COSTERAS DE LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA</b>	
Introducción.....	66
Aspectos fisiológicos y componentes climáticos del confort climático.....	68
Confort y desconfort climático en el deporte al aire libre.....	68
Método de trabajo.....	73
Resultados y discusión.....	79
Confort térmico en verano.....	79
Confort térmico en otoño.....	86
Confort térmico en invierno.....	89
Confort térmico en primavera.....	96
Conclusión del capítulo.....	103
<b>Capítulo 5. PERCEPCIÓN DE CONFORT BIOCLIMÁTICO Y PRÁCTICA DEPORTIVA AL AIRE LIBRE</b>	
Introducción.....	106
Método de trabajo.....	109
Resultados y discusión.....	112
Propuestas y recomendaciones.....	123
Conclusión del capítulo.....	124
<b>CONCLUSIONES.....</b>	125
<b>REFERENCIAS.....</b>	130
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	142
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	145

## Capítulo 1

# INTRODUCCIÓN

### **Justificación, preguntas de investigación y aportes de la investigación**

Las áreas costeras favorecen la concentración de la población. Entre otras razones, por las facilidades del medio costero-marino para ciertas actividades como la pesca, la industria, el turismo o el transporte. El proceso de concentración de la población mundial en áreas litorales, al cual Argentina no es ajena, provoca graves deterioros en los ecosistemas costero-marinos, muy dinámicos y frágiles (Andrés y Barragán Muñoz, 2016). Al mismo tiempo cabe destacar que el ambiente costero es el que presenta la mayor variedad de interacciones espacio-temporales y es en este lugar, donde se desarrollan procesos complejos ya sean físicos, biológicos y geológicos (Andrés y Barragán Muñoz, 2016).

Las ciudades costeras resultan muy atractivas para el asentamiento poblacional y en muchas, también para la práctica de actividades deportivas y recreativas cotidianas en áreas costeras e interiores. Asimismo, en dichas urbes litorales se despliegan diversos usos del suelo que pueden conllevar a una progresiva modificación del paisaje natural a través de edificaciones, contaminación del aire, agua y suelos, existencia de isla de calor, fragmentación paisajística, pérdida de biodiversidad, etc. (Andrés y Barragán Muñoz, 2016).

Los espacios urbanos actúan como modificadores de los climas regionales debido a la sustitución de superficies naturales por espacios construidos, alterando las propiedades físico-

químicas y los procesos aerodinámicos, térmicos, hidrológicos y de intercambios de masa que ocurren en la atmósfera (García, 2009). Como resultado, surge el denominado clima urbano que se define como el conjunto de modificaciones inducidas por la creciente urbanización y los efectos de las actividades humanas en las que su influencia se manifiesta en todos los parámetros meteorológicos en mayor o menor medida y expone el interés y la gravitación de este tipo de estudio García (2013).

Así las ciudades, pueden modificar los elementos del clima local o estado medio, alterando los valores de temperaturas, régimen de vientos locales y sinópticos, lluvias y régimen de heladas. La rugosidad de la superficie urbana provoca también turbulencias en el flujo de aire sobre ella, influyendo sobre la dispersión de los contaminantes, el balance radiactivo y la formación de la isla de calor (García, 2013), que pueden incidir en el confort bioclimático de sus habitantes.

La influencia de las brisas en las ciudades costeras tiene una notable importancia como viento local, que inciden sobre la temperatura y el confort de los habitantes especialmente en los días de playa en temporada estival (Masuda et al., 2005). Además de su valor en la dispersión de contaminantes y material particulado, es un aporte importante térmico en el área urbana (Gassman et al., 2002).

Los estudios de las condiciones bioclimáticas de una ciudad contribuyen con la planificación de sus actividades y el bienestar de su población. Su atención amerita identificar las estaciones del año y los horarios en que la población percibe mayor o menor confort y desconfort climático. Este aspecto resulta de importancia en ciudades como Mar del Plata donde el turismo, el deporte y la recreación realizados fuera de ámbitos cerrados, tienen una considerable adhesión y relevancia. En este sentido, cabe resaltar que cambios en la situación meteorológica, resultan en ocasiones factores limitantes para la práctica deportiva. En este

sentido, la participación tanto del turista como del residente permanente decrecerá si el confort no es el adecuado para la realización de dichas actividades recreativas y/o deportivas, especialmente cuando la incomodidad se impone.

La elección del tema y del problema a tratar llevaron a las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son los rasgos bioclimáticos y la percepción de confort de los habitantes de Mar del Plata respecto a la práctica de deportes y recreación al aire libre?: ¿Cuáles son los parámetros meteorológicos que influyen en la planificación de eventos deportivos y recreativos en Mar del Plata?; ¿Cómo influye el clima templado oceánico de Mar del Plata en la práctica de deportes aeróbicos?; ¿Cuáles son los niveles de confort bioclimático en Mar del Plata para la práctica deportiva y recreativa al aire libre?

¿Cuál es la relación entre los parámetros meteorológicos y el confort bioclimático en la práctica deportiva y recreativa al aire libre en Mar del Plata?.

### **Marco teórico y antecedentes**

Los climas locales, según Oke (2000), representan individualidades del estado medio de las variables meteorológicas de una región, conocido como clima regional que, según el autor promedian una extensión de 50 – 100 km. El clima urbano no es una excepción y se manifiesta en forma desigual por causas ligadas tanto a procesos naturales como así también a la intensa modificación que hace el sistema de producción de la ciudad y su entorno. De manera que en un mismo espacio urbano, existen variaciones de los valores climáticos.

Tojo (2001) señala que el clima urbano se halla condicionado por el hombre y sus actividades, lo que significa en cierta medida, que puede ser modificado. Presenta además notables variaciones para la mayor parte de los parámetros climáticos en lugares separados por escasa distancia. De tal forma que las variaciones de temperatura, humedad o velocidad

del aire pueden presentar valores distintos en distancias pequeñas (Tojo, 2001). Cabe destacar, además que estas variaciones no solamente se producen espacialmente, sino también a lo largo del día y según las estaciones del año, determinando el confort térmico percibido por las personas en espacios abiertos.

Pero además, el emplazamiento y el crecimiento permanente de la población y la consecuente urbanización y complejidad de las ciudades, conducen a crear un clima urbano particular, que modifica los componentes climáticos y la interacción de sistemas de circulación entre el mar, el continente y la atmósfera. Resumiendo el concepto, la urbanización no modifica uniformemente las variables climáticas como la temperatura, el viento, la presión atmosférica y los vientos locales como las brisas marinas, sino que genera distintos climas urbanos vinculados con la estructura y la funcionabilidad diferenciada de la ciudad y a la estación del año (García, 2003).

La velocidad del viento es un parámetro importante para determinar el estado del tiempo y por ende, en el confort de los marplatenses durante todo el año. La brisa de mar es un viento de escala local y periódico que tiene lugar en zonas tropicales y latitudes medias donde se producen alternancias de gradientes térmicos y béricos (García y Piccolo, 2004; Marino et al., 2005).

En Argentina, algunos estudios sobre la brisa de mar son de Rivero y Barros (1975) que observaron en la ciudad de Puerto Madryn, en la provincia de Chubut, la influencia en la distribución de la concentración de los contaminantes. Zubillaga y Piccolo (1977-1978 a-b-c) en la zona de Cabo San Antonio y Pinamar sobre el área noreste del litoral del mar argentino de la provincia de Buenos Aires), estudiaron la brisa de mar con el fin de conocer su dinámica. Huamantínco Cisneros y Piccolo (2011) trabajaron en la caracterizaron de la brisa de mar en el balneario de Monte Hermoso, en el área suroeste de la provincia de Buenos Aires). Verón

(2010) hizo un aporte al clima urbano de la región estimando la isla de calor urbana en el balneario de Santa Teresita en el este de la provincia de Buenos Aires. En la ciudad de Mar del Plata (provincia de Buenos Aires), el estudio de la brisa de mar, remite a un estudio detallado durante el cuatrimestre diciembre-marzo entre los años 1998-2000, realizado por García y Piccolo (2004), donde determinaron las orientaciones, velocidades medias, frecuencia y horarios de comienzo de los eventos.

Giampietri y Piccolo (2000) por su parte, determinaron las variaciones climáticas en el área costera de Mar del Plata y destacaron la importancia de la brisa de mar especialmente en los meses estivales. García y Piccolo (2004) estudiaron las brisas de mar en las ciudades de Mar del Plata y Necochea en el sureste de la provincia de Buenos Aires, aportando acerca de su comportamiento a partir de sus horarios de incidencia y las situaciones sinópticas asociadas. García (2013) estudió la brisa de mar y de tierra en la ciudad de Mar del Plata y en Necochea Quequén, desde enero de 1998 hasta el año 2002, cuyos resultados sirven para la discusión de los resultados obtenidos en esta tesis.

En relación con el concepto de confort bioclimático, este admite diferentes definiciones. Desde una perspectiva psicológica, el confort térmico humano se puede definir como la condición mental en la cual existe satisfacción con el ambiente térmico, la persona no prefiere estar ni en un entorno más cálido ni en uno más fresco. Esta es una definición difícil de conceptualizar debido a su carácter subjetivo, sin embargo los aspectos psicológicos son de significativo impacto en los espacios exteriores (Höppe, 2002).

Desde el aspecto fisiológico, la condición de confort se asocia con la activación de los receptores térmicos en la piel y el hipotálamo. Si se toma en cuenta la definición energética, basada en el criterio del balance energético entre el cuerpo humano y el ambiente, el confort térmico se alcanza cuando los flujos de calor desde y hacia el individuo están balanceados

(Gómez et al., 2004; Gaitani et al., 2007).

Según Rojas (2016), la percepción y consecuentemente el uso de los espacios abiertos por parte de las personas está influenciado por las condiciones micro de los parámetros de temperatura, viento, humedad y radiación. A esto se debe agregar las características del cuerpo humano como edad, vestimenta, actividad y aspectos psicológicos.

En cuanto a los estudios sobre confort térmico en el mundo, en general son más profusos aquellos abordados desde la arquitectura y de los individuos en reposo. Chávez Del Valle (2002) estudió la zona de confort térmico teniendo en cuenta no sólo los índices cuantitativos de confort, sino también la variabilidad temporal, horaria, diaria y estacional. Bravo y De la Torre (2014) evaluaron el confort térmico en espacios abiertos en la ciudad de Nogales en Sonora (México), teniendo en cuenta la sensación térmica percibida, mediante la aplicación de encuestas subjetivas a los usuarios. Pérez Cueva, Gómez Lopera y Tornero (2006) analizaron las relaciones entre clima urbano, confort ambiental y planificación urbana desde el punto de vista de la evolución de los conceptos y métodos de trabajo. Otros estudios como el de Weng, Lu y Shubring (2004) estimaron las relaciones entre la temperatura de superficie y la vegetación.

Ochoa de la Torre, Marincic Lovriha y Alpuche Cruz (2009) analizaron la utilización de diferentes índices de confort térmico adecuados para la evaluación de las condiciones climáticas en los sitios turísticos. Rojas (2016) realizó un estudio del espacio público a través de la valoración del confort climático. Por otra parte, las investigaciones sobre confort climático y deportes al aire libre son escasas. En general, se refieren a los deportistas de elite y vinculados con aspectos de la contaminación ambiental y aspectos paisajísticos que pueden mejorar el rendimiento de los atletas (Donnelly et al., 2016). En Argentina, existen varios estudios sobre confort bioclimático y se ha estudiado principalmente con relación al turismo y a las

actividades al aire libre (Bustos y Piccolo, 2011; García, 2019), analizado principalmente las variaciones entre el área urbana y la costera, la influencia del mar (Bustos et al., 2016) y la relación entre los elementos atmosféricos y la actividad turística (Cano y Benseny, 2013) en Mar del Plata y Picone et al. (2016) trabajaron sobre el confort térmico en la ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires. Sobre otras ciudades costeras, se destacan los estudios en el suroeste bonaerense que abordaron el efecto de la variabilidad climática y el confort climático en la ciudad de Bahía Blanca (Ramborger et al., 2018), en la ciudad costera de Monte Hermoso (Huamantínco Cisneros, 2012) y en el balneario Pehuen Có (Bustos et al., 2016). A ellas se sumaron el análisis de las condiciones de desconfort estival de la población bahiense (Piccolo y Capelli, 1987 y Capelli de Steffens et al., 2005).

Entre los autores que abordaron la influencia de la brisa marina y la isla de calor urbano en relación con la incidencia en el confort bioclimático en el sudeste costero bonaerense, pueden citarse a García (2009) que estudió el clima urbano costero de la zona atlántica bonaerense comprendida entre Mar del Plata y Necochea – Quequén) y la misma autora que, en el año 2003 investigó la brisa de mar estival en las ciudades de Necochea – Quequén y sus implicancias en las actividades turísticas recreativas. Entre los estudios en la ciudad de Mar del Plata, se pueden mencionar las aportaciones de García (1999) sobre el régimen de vientos de la ciudad de Mar del Plata, sus implicancias turístico – ambientales y García y Piccolo (2004) estudiaron las brisas de mar estivales en Mar del Plata y Necochea, su incidencia en el confort térmico. La relación del enfriamiento del aire y confort bioclimático invernal en Mar del Plata, fue estudiada por García y Rimondi (2002). En el mismo sentido, García y Veneziano (2001) abordaron la confortabilidad climática estival en Mar del Plata. Desde el punto de vista de la percepción del clima urbano. Se destaca la contribución de García et al., (2000) que compararon el clima percibido y el clima real en Mar del Plata.

Entre otros trabajos concurrentes a las temáticas generales citadas, pueden mencionarse el aporte de García (2019), que estudió el confort bioclimático desde la óptica de un estado de completo bienestar físico, mental y social del individuo en relación con su entorno, relevante en turistas y residentes de ciudades costeras como Mar del Plata. El método de trabajo abordado incluye el índice de calor Humidex para evaluar el confort y el malestar estival, utilizando tres estaciones meteorológicas de la ciudad de Mar del Plata.

Las condiciones térmicas y eólicas que en un espacio público abierto y exterior determinan el uso y la permanencia de los usuarios en este, en oposición a los espacios interiores donde las condiciones de habitabilidad, pueden ser controladas aislando al humano de las variables meteorológicas externas. Por otra parte, la relación del clima con el deporte y la actividad recreacional en espacios abiertos no registra estudios científicos en la ciudad de Mar del Plata, a pesar importante del número de actividades de tal tipo que se practican todo el año y en distintas horas del día, especialmente en áreas costeras.

En la región sudeste de la provincia de Buenos Aires donde está emplazada la ciudad de Mar del Plata, los estudios que relacionen confort bioclimático con actividades deportivas y recreativas al aire libre durante todo el año, son inexistentes. En lo expuesto y otras razones que se detallan en la tesis, radica su originalidad y relevancia.

Los resultados de la investigación contribuyen a profundizar en el conocimiento del clima urbano local, en una ciudad con particulares condiciones escénicas naturales que permiten que el turismo, la recreación y el deporte en espacios abiertos sean las actividades más solicitadas importantes. En este sentido, la motivación general de esta tesis es identificar las variaciones espaciales térmicas y eólicas entre áreas costeras e interiores en Mar del Plata para reconocer los niveles de confort y desconfort térmico en distintos sitios de la ciudad y en diferentes estaciones del año. Los resultados orientarán acerca de cuáles son las épocas del

año y las horas del día que tienen mejores escenarios bioclimáticos para realizar deportes y actividades recreacionales al aire libre. En particular, se aspira aportar conocimiento a la aproximación y comprensión entre el clima urbano y las actividades deportivas y recreativas, a través de las condiciones del bienestar bioclimático de la ciudad Mar del Plata.

## **Objetivos e hipótesis**

El objetivo general de la investigación se centra en: *Caracterizar las variaciones entre áreas costeras e interiores de Mar del Plata para comprobar los niveles de confort bioclimático y su incidencia en actividades deportivas y recreativas seleccionadas al aire libre.*

A partir de éste objetivo general, los objetivos específicos del tema de la investigación son:

1. Caracterizar el clima marplatense y estudiar la variabilidad espacial de los parámetros meteorológicos de temperatura, humedad, velocidad y dirección de los vientos mensuales, anuales y estacionales de las áreas costeras e interiores de Mar del Plata.
2. Estudiar el comportamiento de las brisas marina y tierra en la ciudad de Mar del Plata.
3. Determinar las variaciones de confort bioclimático a través de índices térmicos entre las áreas costeras e interiores- de la ciudad.
4. Analizar el carácter subjetivo y la percepción bioclimática de los usuarios que practican deportes al aire libre todo el año en la ciudad.
5. Contribuir a una adecuada planificación y recomendación de las actividades en el área costera e interior urbana atendiendo las condiciones meteorológicas y de confort bioclimático.

En este contexto, la Hipótesis de Trabajo de esta tesis sostiene:

*Los sitios abiertos de la ciudad de Mar del Plata, por el emplazamiento urbano sobre el frente costero del Mar Argentino y un clima del tipo templado oceánico sin verano térmico,*

*tienen condiciones de confort bioclimático, que permite en general el desarrollo del deporte y la recreación al aire libre todo el año, con los debidos resguardos.*

### **Método de trabajo**

La estrategia metodológica propuesta para determinar la variabilidad térmica y eólica en los sitios presentados consideró la caracterización del clima de la ciudad, que se investigó con información del período 1901- 2020, del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Se utilizaron las series estadísticas disponibles de estaciones meteorológicas oficiales y privadas seleccionadas de la ciudad de Mar del Plata, para realizar análisis estadísticos comparativos e integrados diarios y estacionales desde 1980 hasta el año 2016. De la misma forma, para el estudio del confort bioclimático de la actividad deportiva y recreativa al aire libre se realizó con los datos observacionales de temperatura, humedad y velocidad del aire de la estación oficial Mar del Plata Aero, del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), que es la que brindó series de datos más consistentes.

Para una mejor comprensión de esta tesis, teniendo en cuenta la diversidad de temas abordados, cada capítulo explicitará los pasos metodológicos, las técnicas aplicadas, los recursos y materiales utilizados y las limitaciones de la investigación. No obstante, en este punto se detallarán algunas cuestiones generales.

Se utilizaron datos de las estaciones meteorológicas Base Naval Mar del Plata y Club Náutico Mar del Plata (figura 4) sobre el frente costero y Mar del Plata Aero y Radioaficionados (Figuras 2 y 3), en el área interior (Tabla 1). La estación meteorológica Mar del Plata Aero fue considerada como estación de referencia. A excepción de esta última, las otras estaciones disponían de series de datos discontinuas, lo que constituyó una limitación para profundizar determinados estudios, especialmente en el caso de las brisas.

Tabla 1. Características de las estaciones meteorológicas Mar del Plata Aero, Base Naval, Radioaficionados y Club Náutico Mar del Plata.

Estaciones	Ubicación	m.s.n.m	Tipo	Desde
<b>MDP Aero SAZM)</b>	-37.934167°, - 57.573333°	18	Obs.Autom.	1948
<b>BN MDP</b>	-38.035546°, - 57.535674°	5	Observador	1971-1984
<b>Radioaf. (LU2DT)</b>	-37.996006°, - 57.567741°	21	Automática	Desactivada
<b>Club Náutico</b>	-38.050232°, - 57.538371°	5	Automática	Desactivada

Fuentes: SMN. Google Earth. [www.weatherunderground.com](http://www.weatherunderground.com)

Asimismo, el aislamiento social preventivo y obligatorio primero (ASPO) y luego el distanciamiento social preventivo y obligatorio (DISPO), como consecuencia de la pandemia de COVID 19 postergaron la realización de las encuestas de percepción climática y de confort bioclimático para el desarrollo de actividades deportivas y recreativas al aire libre de la ciudad, que finalmente debieron hacerse por vía virtual.

### Área de estudio

La ciudad de Mar del Plata se ubica en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires (38°0'8.21" S y 57°33'27.14"O) y es la ciudad cabecera del partido de Gral. Pueyrredon (Figura 1). La superficie del Partido es de 1.460,74 km<sup>2</sup> y su densidad en el año 2022, alcanzó los 467,3 hab/km<sup>2</sup> aproximadamente, con una superficie del ejido urbano de 79,48 Km<sup>2</sup> (7.948 ha.). Limita al NE con el municipio de Mar Chiquita; al SO con General Alvarado; el Partido de Balcarce al NO y al SE con el Mar Argentino.

Su costa de 47 km de extensión aproximadamente, posee una dirección SE. Posee, de población estimada de 682.605<sup>1</sup> de habitantes en 2022, situándola el INDEC (2023), como la séptima urbe entre de los diez aglomerados de la Argentina de 500.000 y más habitantes<sup>1</sup>, el cuarto de la provincia de Buenos Aires, después de La Matanza, La Plata y Lomas de Zamora y la ciudad con frente al océano Atlántico más habitada de Argentina.

<sup>1</sup> [https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/cnphv2022\\_resultados\\_provisionales.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/cnphv2022_resultados_provisionales.pdf)



Figura 1. Ubicación relativa en Argentina y Provincia de Buenos Aires de la ciudad de Mar del Plata y estaciones meteorológicas: Mar del Plata Aero, Radioaficionados, Base Naval y Club Náutico MDP  
Fuentes: IGM y modificado de Giampietri y Piccolo, 2000- Google Earth.

La ciudad y su jurisdicción administrativa, el partido de Gral. Pueyrredon, tienen una gran extensión de playas utilizadas para el turismo de sol y playa, ya que es el centro turístico más antiguo e importante del país. En el centro urbano, la costa está recortada por afloramientos de roca sedimentaria denominada ortocuarcitas, conformando puntas y cabos (Isla y Lasta, 2006), que alternan con áreas deprimidas o fosas tectónicas (García y Mensi, 1994). Estos rasgos geográficos y su variedad de recursos naturales, diferencian a la ciudad de Mar del Plata

del resto de las ciudades costeras argentinas y bonaerenses. Su emplazamiento sobre bloques fallados elevados y áreas en depresión, en conjunto con su frente sobre el Mar Argentino, le confieren particulares características escénicas, las que favorecen que sus habitantes practiquen una variedad de deportes y actividades recreativas y de ocio al aire libre.

Se describen seguidamente las áreas de emplazamiento de las estaciones meteorológicas que se utilizaron en este trabajo. La estación meteorológica Mar del Plata Aero (Figuras 1 y 2), se emplaza más alejada de la línea de costa, a 11 km al noroeste del centro de la ciudad y 4,5 km del mar, medido en línea recta. El sitio se encuentra expuesto a todos los vientos y geomorfológicamente, se encuentra al sur de la Pampa Deprimida, en un ambiente de llanura eólico fluvial (Del Río et al., 1995).



Figura2. Entorno del Aeropuerto Mar del Plata  
Fuente: Aeroclub Mar del Plata.

Por otra parte, la estación meteorológica Radioaficionados (LU2DT Radio Club Mar del Plata), se encuentra ubicada alrededor de 2 km del centro de la ciudad (Figuras 2 y 3) en el barrio San Juan. Este es antiguo y se encuentra situado a 900 m aproximadamente de la estación Norte de ferrocarril, segundo centro histórico de la ciudad. El sector, se articula comercialmente por la calle San Juan, que es un eje perpendicular comercial de distribución y consumo. La edificación es baja y de viviendas en su mayoría unifamiliares.

Las estaciones Base Naval y el Club Náutico Mar del Plata (Figura 4), están ubicadas en el recinto del puerto de la ciudad. Ambos sitios están expuestos a todos los vientos y se hallan al nivel del mar (Tabla 1).



Figura 3. Entorno de est. Radioaficionados.  
Fuente: Google Maps, 2020.

Figura 4. Entorno de las estaciones  
Base Naval Mar del Plata y Club  
Náutico Mar del Plata.  
Fuente:  
<https://ar.pinterest.com/pin/480196379007898531/>



### Estructura de la tesis

Con el objetivo de facilitar la lectura de esta tesis, se estructuró y organizó del siguiente modo: en el capítulo 1, se introduce la temática abordada y se concentra en la justificación, relevancia y los aportes a la investigación, los objetivos, hipótesis, método de trabajo y área de

estudio, señalando asimismo algunas limitaciones que se hallaron para el desarrollo de esta tesis.

El clima normal o típico de la ciudad de Mar del Plata, se exploró en el capítulo 2, utilizando información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) del período 1901- 2020. Se describió el comportamiento de componentes meteorológicos básicos: temperaturas medias, máximas, mínimas y absolutas, la amplitud térmica, humedad, presión, velocidad y frecuencia de dirección de los vientos, precipitaciones, decadales y estacionales de las estaciones meteorológicas de Mar del Plata Aero y Base Naval, situadas en el área urbano-costera y sobre la línea costera respectivamente, durante el periodo 1980-1984.

Se representó el comportamiento de las variables meteorológicas antes citadas en las estaciones meteorológicas del Club Náutico Mar del Plata, en el borde costero y Radioaficionados en el área interior de la ciudad, durante los años 2014 y 2016. Como se señalara en páginas precedentes, se ha tenido como referencia, especialmente para velocidad y frecuencia del viento (años 2014 y 2016), a la estación meteorológica Mar del Plata Aero, del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Se analizaron, los valores medios y medios absolutos decadales y por estaciones de año a través del procesamiento estadístico. Además, se describieron variaciones espaciales de los elementos climáticos principales como temperatura, precipitaciones, velocidad y frecuencia de vientos junto con la humedad relativa y días cubiertos. La inclusión de los parámetros de precipitación y humedad en el capítulos dos, fue cumplida teniendo en cuenta la importancia que dichas variables meteorológicas tienen en las actividades deportivas y recreativas al aire libre.

En el capítulo 3 se investiga el comportamiento de las brisas marinas y de tierra, identificando en las cuatro estaciones meteorológicas sujetos de estudio, la frecuencia de brisas, la dirección y velocidad del viento, los promedios de descenso de la temperatura,

ascensos de la humedad relativa y la duración. Se analizó en primer término la brisa marina y brisa de tierra desde el año 1985 hasta al año 2016 en la estación Mar del Plata Aero. En segundo término, se examinó y comparó el periodo que se extiende desde el año 1980 hasta el año 1984, en las estaciones Base Naval y Mar del Plata Aero.

Las condiciones de confort térmico para las actividades turísticas recreativas y en especial, atléticas, se tratan en el capítulo 4, a través del análisis del confort climático. Se recurrió a los datos diarios de temperatura, humedad relativa y viento, comparando la distribución espacial a través de la utilización de índices de confort bioclimático de calor y de frío (Humidex y Temperatura Aparente, respectivamente). El índice Humidex de WSE (Canadá, 2001,) se utilizó de enero (2016), abril (2016) y diciembre (2015), y la Temperatura Aparente (Steadman, 1984), en el mes de agosto (2015), en cuatro cortes horarios diarios: 7:00 horas; 12:00 horas, 17:00 horas y 22:00 horas, en ambos índices en la estación Mar del Plata Aero. Cabe destacar que, de las estaciones meteorológicas Radioaficionados y Club Náutico, se utilizaron datos mensuales y no diarios de temperatura, humedad y velocidad del viento.

Obtenidos los valores de los índices Humidex y Temperatura Aparente, se aplicaron los rangos de confort-desconfort en temperaturas templadas y cálidas de WSE (Canadá, 2001,) y para temperaturas frías, el sugerido por Bustos y Piccolo (2011), respectivamente. En este capítulo, se propone además un rango de confort/desconfort para los deportes y actividades en el exterior, específico para Mar del Plata, a partir de modificaciones realizadas a las propuestas de Cano Sánchez (2019) y Galloway y Maughan (1997), teniendo atención en las características climáticas de la ciudad. La propuesta considera un confort térmico óptimo para el deportista marplatense amateur y general desde los 9,0°C de hasta las 21,9°C. A continuación, se aplicó el rango mencionado (consignado con la sigla CDRMdP), con los valores obtenidos de los índices (Humidex y TA) y se efectuó el tratamiento y análisis de los resultados.

En el capítulo 5, se exponen los resultados de una encuesta de opinión, que tuvo como objetivo indagar el carácter subjetivo y la percepción bioclimática de los usuarios de las actividades deportivas al aire libre en particular y público en general y de esta manera, analizar los resultados obtenidos de los índices de confort. Dicho análisis involucró más de un centenar de encuestas, que incluyeron trece preguntas cerradas y abiertas y se realizaron a personas adultas, habitantes permanentes de la ciudad, a través de Google Forms. Se incluyeron en este capítulo, algunas recomendaciones y/o propuestas.

Las Conclusiones resumen los resultados más destacados de los capítulos precedentes y las consideraciones finales de la presente Tesis de Maestría. Entre las expectativas, se espera que las mismas sean de interés para los tomadores de decisiones, para el público en general y punto de partida para nuevas investigaciones sobre la incidencia de las condiciones térmicas y eólicas de Mar del Plata en el confort bioclimático de residentes y/o turistas que realizan actividades deportivas y recreativas al aire libre.

## Capítulo 2

# EL CLIMA DE LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA. CARACTERIZACIÓN Y VARIACIONES ESPACIALES

### Introducción

La ciudad de Mar del Plata se localiza en latitudes medias, en el litoral atlántico de la provincia de Buenos Aires y por ello, se adscribe al clima templado pampeano con influencia oceánica. Se caracteriza entonces por temperaturas medias entre 14,0°C Y 15,0°C, escasa amplitud térmica, 940mm, de precipitación media anual todo el año, con énfasis desde la primavera hasta fines del verano. Los vientos dominantes son del cuadrante N y entre los flujos locales, se destacan el viento pampero, la sudestada y las brisas costeras. Su exposición oceánica y a los centros de acción anticiclónicos subtropicales del Atlántico y del Pacífico, la depresión del Noroeste y el surco de bajas presiones en el extremo sur conforman los cuatro sistemas de tiempo que ejercen su influencia sobre el área variando según la época del año (Capitanelli, 1992), y determina la variabilidad meteorológica de la ciudad (García, 1999, 2013).

Esto último se deriva de la influencia los centros dinámicos propios de latitudes medias. En este escenario, la localización geográfica de Mar del Plata la posiciona bajo influencia de frentes fríos provenientes del sur y suroeste y frentes cálidos, que suelen ingresar de dirección noroeste (García, 1999, 2013).

Mar del Plata se localiza en el dominio del clima templado y con temperatura media del mes más cálido superior a 22,0°C, de acuerdo con la clasificación de regiones climáticas de

Köppen - Geiger (Strahler, 1989). Por otra parte, Capitanelli (1992) no acordó con esta clasificación y especificó al clima de la urbe marplatense como templado (dominado por las masas de aire subtropical marítimas cálidas y húmedas del anticiclón semipermanente del océano Atlántico) y “sin verano térmico” porque su temperatura media estival no supera los 20,0 °C, debido a la exposición oceánica (García, 2013) y la influencia de la corriente fría de Malvinas (Giampietri, 1995). En este sentido, Capitanelli (1992) citado en García (2013), especificaron un clima templado oceánico, también denominado templado con influencia oceánica, en un pequeño sector del sudeste provincial en el cual se asienta la ciudad de Mar del Plata.



Una revisión en 2012 de la Norma IRAM 11603:2012, emplaza a la zona de Mar del Plata como IVd -Templado frío (Figura 5), que tiene como características veranos no muy rigurosos y presentan máximas que rara vez mayores de 30 °C.

Figura 5. Zonas bio-ambientales de Argentina.  
Fuente: ENARGAS, julio 2021.

Los inviernos son fríos, con valores medios comprendidos entre 4 °C y 8 °C, y las mínimas medias alcanzan muchas veces valores menores que 0 °C. Esta clasificación bioambiental fue publicada en el informe técnico realizado para la nacional Ley N° 27.637, de ampliación del régimen de zona fría de Argentina por el Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS, 2021).



3. Determinación tendencias y cambios de los elementos climáticos principales (temperatura, precipitaciones, velocidad y frecuencia del viento, además de la humedad relativa y días cubiertos).

La información fue proporcionada por la estación meteorológica Mar del Plata Aero, del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), localizada en las instalaciones del Aeropuerto Astor Piazzolla, de la citada ciudad. Como se manifestó precedentemente, se procesaron los datos meteorológicos de las variables antes citadas, durante el periodo comprendido entre 1901-2020. Se analizaron los valores medios de las temperaturas medias y también máximas y mínimas absolutas, humedad relativa y días con cielos cubiertos. En lo que respecta las precipitaciones, se indagó en los registros medios. En relación con los vientos, se trabajó con los valores medios, máximos y mínimos de velocidad, frecuencia y dirección.

Además, para la descripción del clima general y comparación, se efectuó una búsqueda bibliográfica de la información antecedente. Los resultados obtenidos permitieron observar las variaciones tanto estacionales como decadales y comprobar si las condiciones más relevantes del clima general de la ciudad, han cambiado su tendencia durante más de un siglo de observaciones meteorológicas continuas.

Retomando estudios anteriores, en el período 1980 -1984, Se examinaron y cotejaron las variaciones espaciales de las estadísticas de temperaturas, velocidad, precipitaciones y frecuencia del viento y humedad relativa ambiente de las estaciones meteorológicas Mar del Plata Aero y Base Naval Mar del Plata, en el interior costero urbano y sobre la línea de costa respectivamente. La información se obtuvo a través del Centro de Información Meteorológica (CIM) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Fueron consideradas precipitación y humedad, teniendo en cuenta lo significativo que dichas variables meteorológicas tienen en las actividades deportivas y recreativas en espacios sin protección.

Se examinaron y cotejaron las variaciones espaciales de las temperaturas, velocidad y frecuencia del viento y humedad relativa de los años 2014 y 2016, correspondientes a las estaciones meteorológicas privadas del Club Náutico Mar del Plata, situado en el área portuaria y Radioaficionados, en el área urbana, además de la estación oficial de referencia Mar del Plata Aero. La información de las estaciones meteorológicas Club Náutico Mar del Plata y Radioaficionados, se obtuvo mediante la consulta, de la página <http://www.pwsweather.com/>, en octubre de 2017. Por otra parte, los datos de los años 2014 y 2016 de Mar del Plata Aero se obtuvieron a través de la colaboración del Centro de Información Meteorológica (CIM) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del portal <http://www.tutiempo.net/clima/ws-876920.html>. Se incluyeron componentes meteorológicos de precipitación y humedad, teniendo en cuenta la importancia que tienen para los deportes y recreación al aire libre. El método de trabajo para estudiar las variaciones meteorológicas entre las áreas costeras y urbano-costeras e interiores de los años 2014 y 2016, estuvo planteado del siguiente modo:

1. Análisis de los valores medios y absolutos por estación del año de temperatura, precipitaciones, frecuencia y velocidad del viento, además de la humedad relativa. Los meses considerados en cada estación (identificados en tablas con sus iniciales) del año fueron: Verano (Diciembre; Enero y Febrero); Otoño (Marzo, Abril, Mayo); Invierno (Junio, Julio, Agosto) y Primavera (Setiembre, Octubre, Noviembre).
2. Procesamiento estadístico de la información meteorológica citada.
3. Análisis comparativo de la serie de datos procesados, de manera de cotejar las características y variaciones espaciales en las estaciones meteorológicas sujetos de estudio.

En todos los casos, se identificaron e interpretaron las variaciones espaciales de las

temperaturas medias, mínimas y máximas absolutas, la amplitud térmica, las precipitaciones anuales y por estación del año, la humedad y la frecuencia, dirección y velocidad del viento sobre el frente costero y en el área costera-interior en los años 2014 y 2016.

Entre las limitaciones en el desarrollo de la investigación, se destaca la ausencia de registros de frecuencia y dirección del viento en las estaciones privadas Club Náutico Mar del Plata y Radioaficionados. Otra limitación estuvo dada en las inconsistencias de las observaciones de precipitaciones en las mismas estaciones meteorológicas, por lo que desestimó su inclusión. No obstante, y considerando la importancia que dichas variables meteorológicas (frecuencia, dirección del viento y precipitaciones), tienen para las actividades al aire libre, se analizaron las observaciones de la estación meteorológica Mar del Plata Aero, de los años 2014 y 2016.

## Resultados y discusión

### Caracterización del clima marplatense periodo 1901-2020

La caracterización del clima marplatense desde el análisis de sus principales variables meteorológicas, se sintetiza en la tabla 2.

Tabla 2.Principales variables meteorológicas de Mar del Plata (período 1901 -2020).

Variables o parámetros	Período 1901-2020	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Media Anual
		(D-E-F)	(M-A-M)	(J-J-A)	(S-O-N)	
<b>TEMPERATURAS (C °)</b>	Media	19,0	14,5	9,0	13,3	<b>13,9</b>
	Media Máxima	26,0	17,0	14,1	19,0	<b>19,0</b>
	Media Mínima	14,5	8,0	5,2	9,7	<b>9,4</b>
	Máxima Absol.	39,6	27,4	24,8	33,7	<b>31,4</b>
	Mínima Absol.	4,4	-2,8	-9,3	-0,1	<b>-0,7</b>
<b>VELOC. VIENTO (km/h)</b>	Media	17,0	15,0	15,0	17,0	<b>16,0</b>
	Media Máxima	28,0	21,0	17,3	19,0	<b>21,3</b>
	Media Mínima	14,0	11,0	12,0	12,6	<b>12,4</b>
<b>PRECIPITACIONES (mm)</b>	Media	280,0	224,0	175,0	258,0	<b>937,0</b>
<b>HUMEDAD REL. (%)</b>	Media	75	79	82	79	<b>79</b>

Fuentes: Elaboración propia con datos de CIM-SMN; [www.tutiempo.net/clima/ws-876920.htm](http://www.tutiempo.net/clima/ws-876920.htm).

La temperatura media anual en el período 1901-2020, fue 13,9 ° C. Dicho valor coincidieron con lo formulado por Capitanelli (1992) que clasificó a Mar del Plata sin “verano térmico”, por no superar la temperatura media los 20,0°C en esa época del año. Como guía de referencia dicho valor difiere 1,8°C, en relación con lo señalado (12,1° C) por Giampietri y Piccolo (2000) para el periodo 1971-1980. Por otra parte, la temperatura media en verano fue 19,0°C, coincidiendo con lo formulado por Capitanelli (1992) que clasificó a Mar del Plata sin “verano térmico”, por no superar la temperatura media los 20,0°C en esa época del año.

En otoño, en el área costera interior urbana (estación Mar del Plata Aero), las temperaturas medias oscilaron en 14,5 °C mientras que fueron 9,0°C en invierno. Para uso como referencia, estos últimos cálculos, fueron 1,5° C y 1,7 ° C mayores que los promedios (13,0° C y 7,3 ° C), comunicados por Giampietri y Piccolo (2000) durante 1971-1980 en la estación Mar del Plata Aero, para otoño e invierno respectivamente. Mientras que, durante la primavera del período 1901-2020 la media fue 13,3 ° C por consiguiente 2,0° C mayor que la media (11,2 ° C), informado por Giampietri y Piccolo (2000).

En primavera del período 1901-2020 la media fue 13,3 ° C. La temperatura máxima absoluta, se registró el 28 de enero de 1957 con 41,6°C, Por su parte, la temperatura mínima absoluta se registró el 6 de julio de 1988, con el récord de -9,3°C.

La amplitud térmica media anual, entendida ésta como la diferencia entre la temperatura media máxima de los meses más cálidos de verano (diciembre-enero-febrero) y las temperaturas medias mínimas de los meses fríos de invierno (junio-julio-agosto), en el periodo interdecadal 1901-2020 fue en torno de 21,6° C. La diferencia entre la temperatura media de la época más cálida del año y la correspondiente a la estación más fría en el mismo lapso fue 10,0°C.

La frecuencia media anual de precipitación fue 937,0 mm, en el periodo 1901-2020. Por

otra parte, las menores precipitaciones se observaron en invierno y otoño con 175,0 mm y 224,0 mm, respectivamente (Tabla 1). En tanto y para periodo de análisis 1901-2020, las máximas precipitaciones fueron calculadas en 280,0 mm y 258,0 mm en verano y primavera respectivamente. Las precipitaciones superiores a 0,1 mm durante 1901- 2020, tuvieron una frecuencia media de 10,3 días, distribuidas aproximadamente de la siguiente manera: 29 días en verano; 32 días en otoño; 30 días en invierno y 33 días en primavera.

El trimestre del año con mayor precipitación, durante el lapso 1901-2020 fue 547,0 mm y correspondió al verano del año 2010. El periodo de menor precipitación fue 27,0 mm, en el invierno de 1993. Durante la etapa de estudio del período 1901-2020, y la frecuencia mensual de precipitación fue 78,0 mm y 124 días anuales con precipitación.

En lo que respecta a la velocidad media del viento durante el período 1901-2020 fue 16,0 km/h, que se mantiene uniforme durante todo el año (Tabla 1) Para fines de referencia, la velocidad promedio informada por Giampietri y Piccolo (2000) fue 18 km/h, para el periodo 1971-1980, y el rango promedio comunicado por García (2013) fue en torno de 15 y 20 km/h, para los vientos más frecuentes en Mar del Plata.

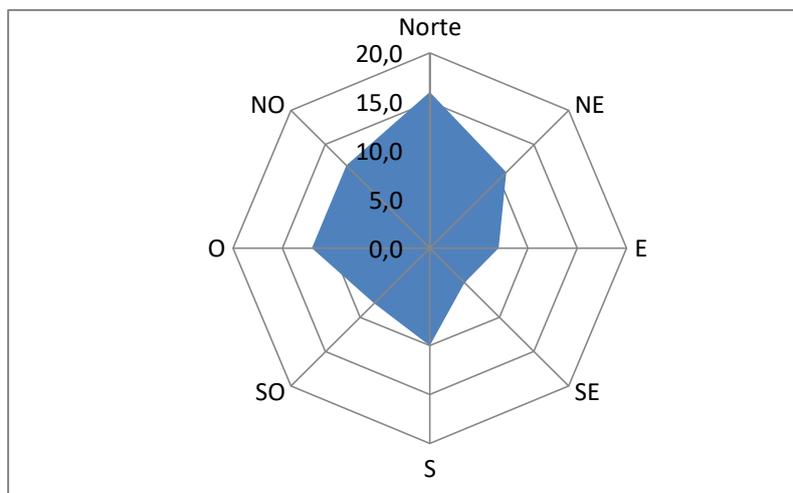
Las velocidades medias máximas y medias mínimas, se registraron en verano con 28,0 km/h y 14,0 km/h respectivamente. El resto de los promedios de velocidad media máxima y mínima fueron uniformes durante el año durante en el periodo de análisis (Tabla 1). La velocidad más alta registrada en la ciudad fue en otoño y alcanzo los 130 km/h, el 13 de abril de 1993

La calma significó el 19,0 % de las frecuencias durante 1901-2020. La frecuencia más alta de días sin viento, correspondió al mes de marzo con 24,8%. Por otra parte, los meses con menos viento correspondieron a noviembre (6,9%), diciembre (10,0%) y enero (18,0%).

La dirección del viento durante el ciclo de análisis 1901 -2020, fue variable, sin registrar un predominio concluyente. No obstante, se evidenció que los vientos más frecuentes son los

siguientes: N (16,0%) NO (12,0%), O (12,0%), NE (11,0%) y S (10,0%) como se aprecia en la figura 7. La calma representó el 14,98% y el resto de las frecuencias se distribuye en menores porcentajes (NNE 4,88%; ENE 2,00%; E 0,65%; ESE 4,00 %; SE 6,00%; SO 6,49%). En general, los vientos del cuadrante N y NE en la ciudad de Mar del Plata, resultan de manera referencial, similares a las direcciones dominantes de otros centros urbanos como la ciudades de Dolores, La Plata y Punta Indio (Burgos, 1971), situadas en el E de la provincia de Buenos Aires.

Figura 7. Rosa de los vientos (%) en Mar del Plata, período 1901-1990. Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN.



La humedad relativa media durante 1901-2020, fue 79%, manteniéndose constante en todo el período de estudio, con excepción durante la época invernal que registró 82% en promedio. Con el propósito de referencia, el análisis del valor promedio de la humedad relativa durante 1901-2020 (79%), fueron coincidentes con los 77% informados por García (2013) y los 79% citados por Giampietri y Piccolo (2000), para Mar del Plata.

Los días con cielos cubiertos durante el período 1901-1990, tuvieron 107 jornadas al año (29% anual) de frecuencia. Los meses del año durante 1901-2020, con mayores días con nubosidad media, están representados en la estación más fría de la siguiente manera: 4,7 días en mayo; 4,6 días durante junio y 4,5 días en los meses de julio y agosto respectivamente. En contraposición, las jornadas con menos nubosidad media, quedaron representadas en verano

y de la siguiente manera: 3,7 días en enero; 3,7 días durante febrero y 3,8 días en el mes de diciembre.

### **Variaciones espaciales de los principales parámetros climáticos en el período 1980-1984, en las estaciones meteorológicas costeras y urbano-costeras en Mar del Plata Mar del Plata Aero y Base Naval**

Se analizan y comparan las condiciones meteorológicas de dos estaciones (meteorológicas) situadas en dos áreas diferenciadas de la ciudad. La primera en el área interior o área interior costera (estación Mar del Plata Aero) y la segunda sobre el frente costero o área costera (estación Base Naval). Cabe destacar que sin bien cinco años no es un periodo climatológico, se ha utilizado para comparar las condiciones de ambas estaciones meteorológicas en un mismo periodo.

En la estación Mar del Plata Aero, la temperatura media calculada durante el lapso 1980-1984, fue 14,5°C. En verano, la media térmica fue 18,0° C y en invierno 9,7°C. En esta estación meteorológica, las temperaturas máximas absolutas registraron 38,1° C durante el verano y -6,4°C las mínimas absolutas en invierno, según se observará en la tabla 4. En la estación Base Naval por su parte, la temperatura media anual en el mismo lapso fue 14,8°C. Del mismo modo, la temperatura media mensual en verano calculada fue 17,9°C y 8,2°C en invierno. El promedio anual de las temperaturas medias máximas y mínimas estuvo en los 30,6°C y -0,1°C respectivamente.

Por otra parte, las temperaturas máximas absolutas registradas en verano fueron calculadas en 36,8°C, mientras que la media de la mínima absoluta registrada en invierno fue -4,3°C como se observa en la tabla 3, los días 21/01/80 y 02/08/83. De esta manera, los cálculos de las estaciones Mar del Plata Aero y Base Naval durante 1980-1984, resultaron menores en las temperaturas medias y máximas y mínimas absolutas en relación con las de 1901-2020.

Tabla 3. Temperaturas medias y temperaturas máximas y mínimas absolutas (° C) en las estaciones costeras Mar del Plata Aero y Base Naval. Periodo 1980-1984.

<b>Estaciones Meteorológicas</b>	<b>T° Media</b>	<b>T° Máxima absoluta</b>	<b>T° Mínima Absoluta</b>
<b>Mar del Plata Aero</b>	14,5	38,1	-6,4
<b>Base Naval</b>	14,8	36,8	-4,3

Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN.

Durante la estación estival, la temperatura media en Base Naval fue 19,2°C, es decir, 1,2°C mayor que en Mar del Plata Aero (18,0°C). Durante el otoño, en Base Naval la temperatura fue 14,2°C, mientras que en la estación Mar del Plata Aero registró 12,5°C, comprobando una temperatura media 1,7°C mayor en la estación meteorológica situada sobre el frente costero, probablemente por influencia eólica y la incidencia térmica del mar. En invierno, la variación en las temperatura medias se suavizan en ambas estaciones meteorológicas en 0,5° C, según el cálculo fue 9,7°C, en Mar del Plata Aero y 9,2°C, en Base Naval, respectivamente. Durante la primavera, la estación Base Naval tuvo una temperatura media de 14,8°C y 14,4°C en la estación Mar del Plata Aero, verificando de esta forma, una diferencia de 0,4° C entre ambas estaciones (Tabla 4).

La humedad relativa durante 1980 -1984, registró una media anual de 79% en Mar del Plata Aero y 77% en Base Naval. Los valores de humedad fueron uniformes durante todo el año en ambas estaciones de estudio. Los valores observados fueron compatibles con la humedad relativa anual (79%), observada en el lapso 1901-2020 en la ciudad de Mar del Plata.

Tabla 4. Temperaturas medias estacionales (° C) y variaciones espaciales entre las estaciones costeras Mar del Plata Aero y Base Naval. Período 1980-1984.

	<b>Mar del Plata Aero</b>	<b>Base Naval</b>	<b>Variación</b>
<b>Verano (DEF)</b>	18,0	19,2	1,2
<b>Otoño (MAM)</b>	12,5	14,2	1,7
<b>Invierno (JJA)</b>	9,7	9,2	0,5
<b>Primavera (SON)</b>	17,4	16,6	0,8
<b>Año (media)</b>	<b>14,4</b>	<b>14,8</b>	<b>0,4</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN.

La frecuencia de precipitación anual durante 1980-1984, fue 1010,0 mm y 948,0 mm, en las estaciones Mar del Plata Aero y Base Naval respectivamente. Las precipitaciones tuvieron distintos comportamientos en las dos estaciones meteorológicas de estudio. En otoño en estación Mar del Plata Aero, la precipitación fue mayor (370,8 mm), que la frecuencia de verano (251,0 mm). De la misma forma, el invierno con 327,0 mm, tuvo una frecuencia mayor que primavera que sumó 316,0 mm en Mar del Plata Aero (Tabla 5).

Tabla 5. Precipitaciones anuales y estacionales (mm), durante 1980-1984 en Mar del Plata Aero y Base Naval.

	<b>Mar del Plata Aero</b> <b>Media 1980-84</b>	<b>Base Naval</b> <b>Media 1980-84</b>
<b>Verano (DEF)</b>	351,4	289,1
<b>Otoño (MAM)</b>	371,8	324,9
<b>Invierno (JJA)</b>	327,7	210,0
<b>Primavera (SON)</b>	316,9	196,2
<b>Media anual</b>	<b>341,7</b>	<b>255,0</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN.

En estación Base Naval sucedió un comportamiento similar, con 324,9 mm en otoño y 289,1 mm en verano de frecuencia de lluvias. En tanto en invierno, las precipitaciones con 210,0, mm fueron mayores que los 196,2 mm, de la primavera (Tabla 6). El comportamiento descrito, no se considera una tendencia o anomalía, debido al breve periodo de tiempo de análisis (5 años). En la tabla 6, se presentan los cálculos de las precipitaciones y medias generales registradas por estación del año durante el periodo 1980-1984 en las estaciones Mar del Plata Aero y Base Naval.

La velocidad media anual del viento durante 1980 -1984, fue 12,9 km/h en estación Base Naval, mientras que en estación Mar del Plata Aero fue 15,2 km/h. Los cálculos indican una escasa diferencia de 2,3 km/h en la velocidad del viento medio en ambos sitios de observación.

Por otra parte, guarda correlación con los 16,0 km/h de velocidad promedio anual del viento observado en la ciudad de Mar del Plata para el periodo 1901-2020. El análisis de los dos casos de estudio durante 1980-1984, evidencia que la velocidad media del viento resulta similar (Tabla 6).

Tabla 6. Velocidad del viento (km/h) y variaciones espaciales entre las estaciones costeras en Mar del Plata Aero y Base Naval. Periodo 1980-1984

	<b>Mar del Plata Aero</b>	<b>Base Naval</b>
<b>1980</b>	15,4	16,8
<b>1981</b>	12,4	14,7
<b>1982</b>	15,0	12,2
<b>1983</b>	15,8	11,1
<b>1984</b>	17,4	9,7
<b>Media</b>	<b>15,2</b>	<b>12,9</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN.

El análisis de los valores medios mensuales velocidad del viento por estación del año (1980-1984), muestra que las velocidades medias con 13,5 km/h y 14,4 km/h fueron más altas en verano y primavera en estación Base Naval. Por otra parte, en la estación Mar del Plata Aero obtuvieron velocidades similares en las mismas estaciones del año con 15,0 km/h y 17,1 km/h., mensuales medios, como se observa en la tabla 7.

Tabla 7. Velocidad media del viento (km/h) por estación del año, en las estaciones costeras Mar del Plata Aero y Base Naval. Período 1980-1984.

	<b>Mar del Plata Aero</b>	<b>Base Naval</b>
<b>Verano (DEF)</b>	15,0	13,5
<b>Otoño (MAM)</b>	10,8	12,5
<b>Invierno (JJA)</b>	14,6	12,4
<b>Primavera (SON)</b>	17,1	14,4

Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN.

En general, las velocidades medias más altas, se presentaron en todas las direcciones durante 1980-1984, en ambas estaciones meteorológicas. En estación meteorológica Mar del

Plata Aero, las velocidades medias máximas oscilaron entre 33,0 km/h y 59,0 km en la circulación N y NE, especialmente durante enero de 1980. De la misma manera, los vientos del sector S, fluctuaron en 30 km/h y 33 km/h.

En estación Base Naval, las máximas velocidades fueron de dirección SE con 67 km/h y del S 44 km/h, en mayo de 1980 coincidiendo de esta manera, con vientos de condición de temporal y sudestada en el primer y segundo caso, respectivamente en la ciudad de Mar del Plata. Los vientos de dirección S y SE, provenientes del mar, durante condiciones de sudestada, son más fuertes aunque menos habituales, que los vientos de circulación continental N y NO, más frecuentes y menos intensos en la región.

No se observaron variaciones significativas en la frecuencia de los vientos en las estaciones Mar del Plata Aero y Base Naval en el período 1980-1984. De la misma forma, en ambas estaciones las direcciones han sido variables, sin alcanzar ninguno predominio durante el periodo de análisis 1980-1984. No obstante, se observaron vientos relevantes en las siguientes direcciones (Tabla 8) y según el siguiente orden de frecuencia en estación Mar del Plata Aero: N (16,0 %) NE (11,0%) SO (7,5 %) NO (12,0 %), SO (7,5%), O (12,0%) S (10,0%) y E (7,3%), como se observa en la rosa de los vientos de la figura 8.

De la misma forma en Base Naval, se presentan las direcciones (Tabla 8) de los principales vientos en orden de frecuencia: N (14,5 %) NE (10,0 %), NO (8,0%), S (7,8%), SO (7,1%), E (4,4%) y SE (4,1%) como se alcanza ver en la rosa de los vientos de la figura 8. Las calmas, (1980-1984) significaron el 19,0% y 37,3% en las estaciones Mar del Plata Aero y Base Naval respectivamente.

La observación de la frecuencia mensual del viento en estación Base Naval durante 1980-1984, indicó que el viento de dirección N, fue el de mayor frecuencia (Figura 9). Este aumentó su frecuencia en los meses de octubre y noviembre, coincidiendo con la primavera. El viento

orientación NE, que predominó en verano y primavera, acusó una importante disminución en los meses más fríos. Esta preponderancia es concurrente con la mayor frecuencia de la brisa marina en Mar del Plata, que se extiende desde la primavera hasta el mes de marzo coincidiendo con el fin del verano, como se analizará en un capítulo posterior.

Tabla 8. Frecuencias vientos anuales (%) en las estaciones Mar del Plata Aero y Base Naval. Período 1980-1984.

	Mar del Plata Aero	Base Naval
<b>Norte</b>	16,0	14,5
<b>NE</b>	11,0	10,0
<b>E</b>	7,3	4,4
<b>SE</b>	5,2	4,1
<b>S</b>	10	7,8
<b>SO</b>	7,5	7,1
<b>O</b>	12,0	6,8
<b>NO</b>	12,0	8,0
<b>Calma</b>	19,0	37,3

Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN.

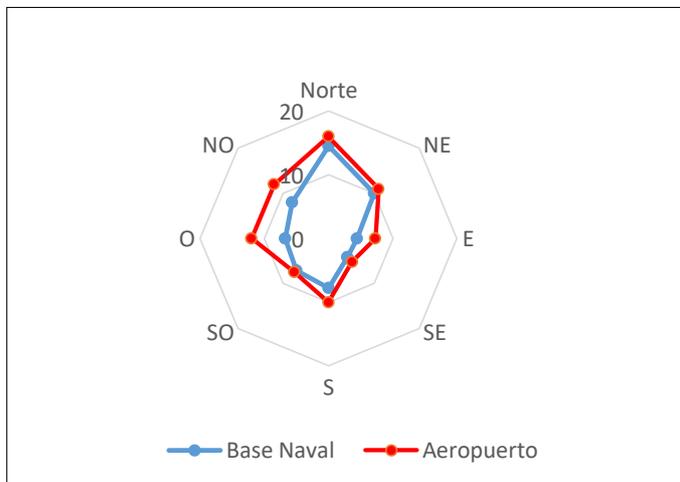


Figura 8. Rosa de los Vientos en las estaciones Mar del Plata Aero y Base Naval. Período 1980-1984.

Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN.

Por otra parte, se destacó el viento O, con un mayor predominio en los meses de junio, julio y agosto del periodo de estudio. El viento del NO, tuvo una mayor frecuencia desde el mes de abril hasta el mes de julio, coincidiendo con el otoño y el invierno marplatense (Figura 9). El viento del sector E tuvo durante el ciclo 1980-1984 su menor periodicidad en el mes de junio,

en tanto que los vientos del sector E y SE tuvieron menos frecuencia en los meses de invierno (Figura 9).

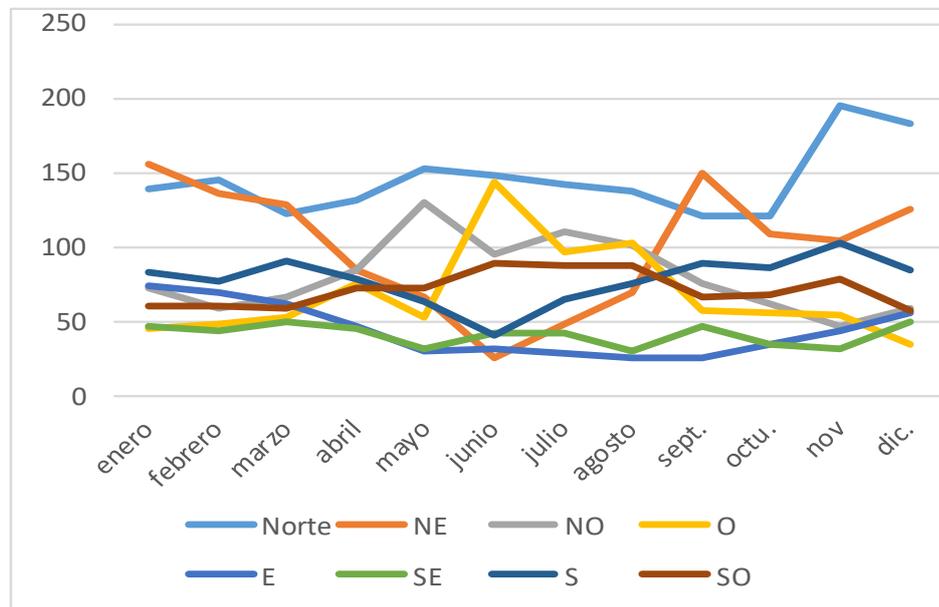


Figura 9. Frecuencia mensual de direcciones de vientos en Base Naval. Período 1980-1984. Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN.

El análisis de la periodicidad mensual del viento en la estación meteorológica Mar del Plata Aero, durante el lapso 1980- 1984 fue análoga en la estación Base Naval sobre el frente costero. El viento del sector N, tuvo preeminencia durante todos los años, con un leve descenso en los meses de abril, septiembre y diciembre (Figura 10). El viento de orientación NE, que acusó un pronunciado descenso en los meses de junio y diciembre, en particular noviembre durante el período 1980-1984 (Figura 10).

Del mismo modo, es importante la mayor frecuencia que tuvieron los vientos del O en el mes de junio. Por otra parte, el viento NO tuvo mayor asiduidad en los meses de mayo y julio y un importante descenso de la frecuencia en el mes de septiembre durante el periodo de análisis. Los vientos del E y SE tuvieron durante 1980-1984 en la estación Mar del Plata Aero una baja importante en los meses de invierno y con frecuencias similares durante todo el resto del año, como se observa en la siguiente figura 10.

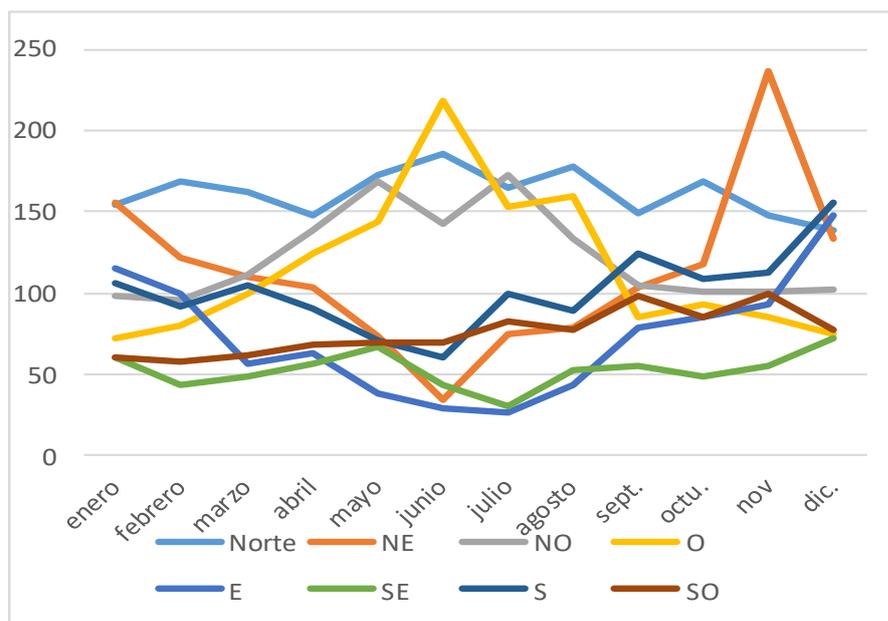


Figura 10. Frecuencia mensual de direcciones de vientos en Mar del Plata Aero. Período 1980-1984. Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN.

**Variaciones espaciales de los principales parámetros climáticos en durante los años 2014 y 2016, en las estaciones meteorológicas costeras y urbano-costeras Mar del Plata Aero, Club Náutico Mar del Plata y Radioaficionados.**

Se analizan las variaciones espaciales de las condiciones meteorológicas de tres estaciones meteorológicas) situadas en áreas diferenciadas de la ciudad. Son las estaciones Mar del Plata Aero Radioaficionados, en el área costera interior y la estación Club Náutico Mar del Plata, sobre la línea de costa. Es importante hacer la salvedad, dos años no es un periodo de análisis climatológico, no obstante fue utilizado para comparar las variaciones espaciales analizando los datos de los principales parámetros meteorológicos en las tres estaciones meteorológicas de Mar del Plata.

El cálculo de las temperaturas medias en las estaciones urbanas costeras Mar del Plata Aero y Radioaficionados durante los años 2014 y 2016 fueron 13,0°C y 15,2°C respectivamente (Tabla 10), en tanto que la temperatura media calculada en estación Club Náutico Mar del

Plata, ubicada sobre el frente costero fue 15,6°C. En este sentido, se observó 2,2°C de variación en la temperatura media entre las estaciones Mar del Plata Aero y Club Náutico Mar del Plata. De la misma forma, mientras que se reconoció entre las estaciones Mar del Plata Aero y Radioaficionados, un contraste de 2,2°C anual en la temperatura. Cabe destacar que ambas estaciones meteorológicas, guardan 8,5 km aproximadamente de distancia entre ellas.

Por otra parte, las temperaturas máximas y mínimas absolutas fueron 39,1°C el 18/1/2014 y 0,3°C el día 2/7/2016 respectivamente en estación Club Náutico Mar del Plata. En este mismo sentido, en la estación Radioaficionados en el interior urbano, el cálculo de las temperaturas máximas y mínimas absolutas fueron 39,8° C el día 18/6/2014 y 0,6°C el día 21/7/2016, en ese orden. Del mismo modo, en estación Mar del Plata Aero las máximas y mínimas absolutas en el año 2014, fueron 39,0°C y -4,4°C los días 18/1/2016 y 1/7/2016, respectivamente. De esta manera, se observó concordancia en las temperaturas máximas absolutas y divergencia en la mínima absoluta registrada en Mar del Plata Aero, que tiene una elevación de 18 metros sobre nivel del mar en relación con los otros sitios de estudio (18 y 5 m.s.n.m. estaciones Radioaficionados y Club Náutico, respectivamente)(Tabla 9).

Tabla 9. Temperaturas medias y temperaturas máximas y mínimas absolutas (° C) durante 2014 y 2016, en Mar del Plata Aero, Club Náutico y Radioaficionados.

	<b>Media</b>	<b>Max. Absoluta</b>	<b>Mín. Absoluta</b>
<b>Mar del Plata Aero</b>	13,0	39,0	-4,4
<b>Club Náutico</b>	15,6	39,1	0,3
<b>Radioaficionados</b>	15,2	39,8	0,6

Fuentes: Elaboración propia con datos de CIM-SMN; pwsweather.com, 2018.

Las temperaturas medias segmentadas por estación del año (Tabla 11) entre los años 2014 y 2016, mostró que la estación Radioaficionados fueron más altas. El otoño, el invierno y la primavera en la estación Mar del Plata Aero, las temperaturas fueron ligeramente más elevadas que el resto. El promedio de amplitud térmica calculado del periodo de los años 2014

y 2016, fueron similares en las tres estaciones de estudio. Fue 10,6°C, en estación meteorológica Club Náutico, 9°C en estación Mar del Plata Aero y 10,8°C en estación Radioaficionados. Al solo efecto de tener un valor referencial, 12,6°C fue la amplitud térmica calculadas por García (2013) en el periodo 1973-2016 en Mar del Plata.

Tabla 10. Temperaturas medias estacionales (° C) durante 2014 y 2016, en estaciones Aeropuerto; Náutico y Radioaficionados.

	Mar del Plata Aero	Náutico	Radioaficionados
<b>Verano (DEF)</b>	21,3	20,2	25,5
<b>Otoño (MAM)</b>	16,5	13,4	15,0
<b>Invierno (JJA)</b>	12,3	9,6	10,7
<b>Primavera (SON)</b>	13,3	16,0	S/D

Fuentes: Elaboración propia CIM-SMN; pswweather.com, 2018.

En relación con el viento, la velocidad media en 2014 y 2016, en estación meteorológica Mar del Plata Aero fue 15 Km/h en tanto que fue 14 km/h en estación Club Náutico Mar del Plata (Figura 11).

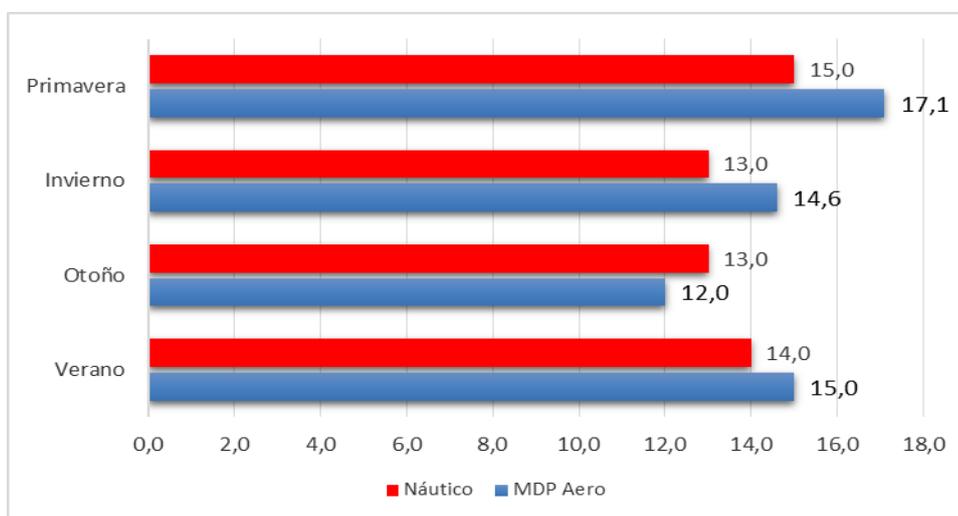


Figura 11. Velocidad del viento estacional (km/h) durante 2014 y 2016, en estaciones Mar del Plata Aero y Club Náutico Mar del Plata.

Fuente: CIM-SMN; pswweather.com, 2018.

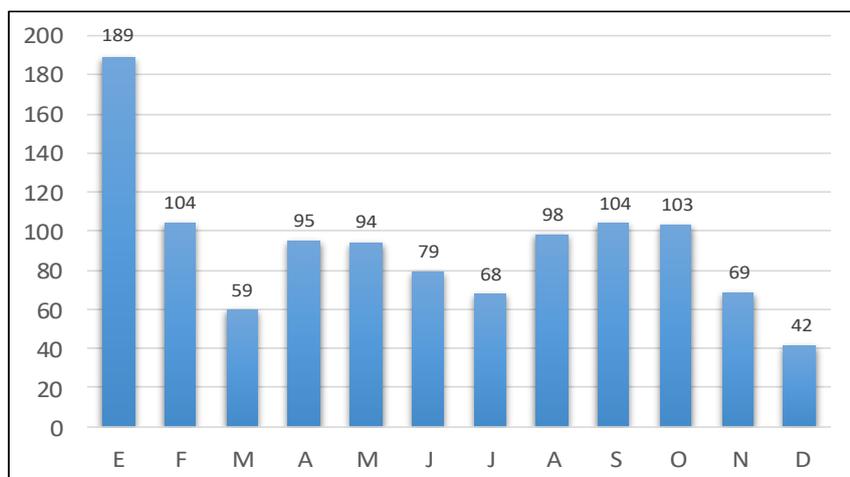
Por otra parte, y solo como condición referencial, las observaciones de Giampietri y Piccolo (2000) calcularon la velocidad promedio en 8,0 km/h , de modo similar a lo citado por García y Veneziano (2001).

En estación Mar del Plata Aero la mayor frecuencia de vientos en 2014 y 2016, 2016, tuvo el siguiente orden: N (12,0%), NE (13,3%), SO (9,0%), NO (25,0%) y O (8,0%) en el cuadrante Norte y del SO (9,0%) SE (8,0% y S (7,0 %) en el cuadrante Sur. Las calmas representaron el 11,5% durante el periodo analizado. Con la sola excepción de la frecuencia del cuadrante NO, no se detectaron variaciones importantes en la frecuencia de la dirección del viento en el interior de la ciudad de Mar del Plata, con relación con el periodo 1980-1984 desarrollado en el presente capítulo. Cabe destacar, que no se tuvo acceso de información referente de la orientación del viento en las estaciones Club Náutico Mar del Plata y Radioaficionados.

Los datos de precipitaciones de las estaciones antes citadas del año 2014 y año 2016, no fueron consistentes, debido que presentaban considerables discontinuidades. Por este motivo, se optó por analizar sólo las precipitaciones registradas en estación meteorológica Mar del Plata Aero en dichos años. Cabe destacar que se incluyó el análisis de precipitaciones por la importancia que tiene en las actividades al aire libre, como se verá en el capítulo 5. La media pluviométrica de 2014 y 2016, fue 1024,0 mm anual. Esta frecuencia pluviométrica (2014-2016) fue 87 mm más alto que la media histórica de lluvias en Mar del Plata (937 mm) en el periodo 1991-2020. El análisis pluvial mensual comprobó que los meses de enero y febrero concentraron los montos más importantes, con 189,0 mm y 104,0 mm, respectivamente

(Figura 12).

Figura 12.  
Precipitaciones medias (mm) 2014 y 2016, en estación Mar del Plata Aero.



Fuente Elaboración propia con datos de: <https://www.tutiempo.net/registros/sazm,2018>.

Durante el invierno, las lluvias de junio registraron 70,0 mm y en julio 68,0 mm . Las precipitaciones disminuyeron, como era previsible en esa época del año, con excepción del mes de agosto con 98,0 mm caídos.

La humedad relativa en Mar del Plata Aero para el año 2014 y año 2016, tuvo 76%.de porcentaje medio. De la misma manera, en estación Club Náutico Mar del Plata la media anual de humedad relativa fue de 70% para citado periodo. Como guía de referencia, estudios precedentes como el de Giampietri y Piccolo (2000), que observaron valores medios similares de humedad relativa (79%) distribuidos uniformemente durante el ciclo 1971-1980. Las precipitaciones en estación Mar del Plata Aero, en 2014 y 2016 respectivamente, con una media anual de 1024,0 fueron 89,9 mm mayores que los 934,1 mm calculados por García y Veneziano (2001) en el lapso 1971-2010 y los 959,0 mm estudiados por Giampietri y Piccolo (2000) para el período 1971-1980.

Los resultados del análisis de los años 2014 y 2016 destacaron que de octubre a marzo, la distribución mensual de precipitaciones fue más elevada (figura 12) ya título de referencia, análoga a la planteada por García y Veneziano (2001). Los máximos mensuales pluviométricos observados en 2014 y 2016 fueron en enero. Siempre como punto de referencia, estos resultados señalan el comportamiento representativo del régimen pluvial atlántico, consecuencia de una mayor influencia oceánica, de febrero a marzo, analizados por García y Veneziano (2001) durante el periodo 1971-2010.

Para fines de referencia, la temperatura media anual calculada en las estaciones analizadas Mar del Plata Aero, Club Náutico Mar del Plata y Radioaficionados en el año 2014 y año 2016, fue más elevada que los 12,1°C calculados por Giampietri y Piccolo (2000), y los 14,0°C computados por García y Veneziano (2014).

### **Conclusión del capítulo**

La presente sección cubrió distintas escalas de tiempo y distintas estaciones meteorológicas consideradas en el estudio, situadas sobre la costa y el interior de Mar del Plata. Ello permitió describir el contexto climático de esta ciudad, concordante con el clima tipo templado con influencia oceánica, propio del SE de la provincia de Buenos Aires. Este clima se describe por temperaturas moderadas y escasa amplitud térmica, debido a la influencia oceánica.

La temperatura media del período 1901-2020 en la estación meteorológica oficial Mar del Plata Aero, fue 13,9°C. Las máximas y mínimas absolutas fueron calculadas en verano e invierno fueron 39,6°C y -9,3°C respectivamente.

Las precipitaciones medias (1901-2020) totalizaron 937,0 mm, distribuidas regularmente. Durante la estación más fría, los montos pluviales disminuyen.

Los vientos más frecuentes fueron de direcciones N; NO; O; NE y S. Las velocidades medias anuales fueron del orden de los 16 km/h y las mayores velocidades se produjeron en verano y las menores en invierno.

Los porcentajes de humedad relativa media fueron homogéneos durante todas las estaciones del año. Su valor medio fue 79%.

El estudio de las variaciones espaciales de los principales parámetros climáticos en el periodo 1980 y 1984, entre las estaciones meteorológicas Mar del Plata Aero, ubicada en área urbano-costera y Base Naval sobre la costa, describió que las temperaturas medias oscilaron entre 14,5°C y 14,8°C respectivamente. Las temperaturas máximas absolutas registradas (1980-1984) en verano en estación Mar del Plata Aero, fue 38,1° C mientras que en estación Base Naval fue 36,8°C. En el mismo orden las temperaturas mínimas absolutas en invierno registraron -9,3°C y -4,3°C.

La frecuencia anual de precipitación durante 1980-1984, fue 1010,0 mm y 948,0 mm, en estaciones Mar del Plata Aero y Base Naval respectivamente. La velocidad media anual del viento fue 12,9 km/h en Base Naval, mientras que en Mar del Plata Aero registró 15,2 km/h.

Las direcciones de viento N; NE; SO; NO, SO, O y S, fueron las más frecuentes y análogas en las dos estaciones meteorológicas.

En los años 2014 y 2016, el análisis de variabilidad espacial de los principales parámetros climáticos en las estaciones meteorológicas urbano-costeras y costeras reconoció temperaturas medias de 13,0°C en Mar del Plata Aero, de 15,2°C en Radioaficionados y de 15,6°C en Club Náutico Mar del Plata. Por lo tanto se observó una variabilidad térmica espacial importante, en los tres sitios de estudio seleccionados de la ciudad. Las temperaturas máximas absolutas (en los años 2014 y 2016) registradas en verano fueron 39,0°C en estación Mar del Plata Aero, 39,8°C en estación Radioaficionados y 39,1°C en estación Club Náutico Mar del Plata. Las temperaturas mínimas absolutas fueron calculadas en -4,4°C en Mar del Plata Aero, 0,6°C en Radioaficionados y 0,3°C en Club Náutico Mar del Plata.

La velocidad media del viento en el año 2014 y año 2016, en estación meteorológica Mar del Plata Aero fue 15 Km/h y 14 km/h, en estación Club Náutico Mar del Plata. Los vientos más frecuentes en este periodo se caracterizaron por la orientación del N; NE; SO; NO; O; SO; SE y S en la estación costera interior Mar del Plata Aero.

La frecuencia pluviométrica anual fue 1024,0mm en la misma estación meteorológica y en el mismo periodo de estudio (2014 y 2016). El porcentaje medio de humedad relativa en los dos años analizados (año 2014 y año 2016) fue 76% en estación Mar del Plata Aero y 70% en Club Náutico Mar del Plata.

El conocimiento a partir de la caracterización y las variaciones espaciales del clima de la ciudad de Mar del Plata, favorece la planificación de las actividades de sus habitantes. En este

sentido, gran parte de ellas dependen de las condiciones meteorológicas. Cuando son desfavorables afectan al turismo, al campo y a la pesca, como así también restringen la posibilidad de hacer deportes y eventos recreativos en general. Esto tiene consecuencias tanto en la economía como en el bienestar humano en general.

Si bien no se dispuso de series continuas y actualizadas de las estaciones meteorológicas Base Naval Mar del Plata, Radioaficionados y Club Náutico Mar del Plata, el análisis de los periodos 1980-1984 (a partir de trabajos previos) y de los años 2014 y 2016, permitió establecer la variabilidad espacial de los parámetros meteorológicos en el interior urbano costero y costero de la ciudad.-

### Capítulo 3

## COMPORTAMIENTO DE LAS BRISAS EN LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA

### Introducción

El estudio de las brisas de mar ha sido y es ampliamente investigado en todo el mundo. Algunos de ellos se orientaron al estudio de la brisa marina y la influencia en la calidad del aire (Segal et al., 2017; Zhang et al., 2018). Otros estudios abordaron aspectos y revisiones generales de la brisa marina (Raman et al., 2017), y modelos numéricos y estadísticos y sus impactos (Almorox et al., 2019; Frysinger, et al., 1999). Otros autores contribuyeron al conocimiento de la brisa marina y sus aspectos meteorológicos, de calidad del aire y de energías renovables (Koračin et al., 2020); de la brisa marina y la morfología de las playas (Masselink y Pattiaratchi, 1998), del acoplamiento (coupling), océano-atmósfera y la brisa marina (Amador, 2019). Por su parte, Azorín Molina (2004) y Marino, Piccolo y Thomas (2005) desarrollaron metodologías para la identificación de brisas y frentes de brisas marinas. Además, la ocurrencia espacial de las brisas también ha sido estudiada desde la Geografía de la Percepción (Alomar Garau et al., 2004).

En el área donde confluye la tierra y el mar, la brisa marina se constituye en una característica meteorológica particular. Es la relación entre ambos dominios, que la Organización Meteorológica Mundial (1992:6) definió como “viento de las regiones costeras que sopla durante el día desde una extensión grande de agua como los mares y lagos, hacia

tierra debido al calentamiento diurno desde el suelo”. Por sus características, la brisa marina se define como viento costero de escala local y periódico. Se origina cuando el sol calienta una porción de la superficie terrestre, el aire calentado a su vez en contacto con esta superficie se eleva por convección, creándose un gradiente horizontal de presión que provoca que el aire marítimo –más denso y pesado– se mueva en dirección al área de aire ascendente sobre tierra – que es más ligero y menos denso–, para completar en ese lugar el vacío generado (Simpson, 1994).

El sentido de la dirección del viento tierra adentro se orienta a lo largo de este gradiente de presión. La brisa de mar es, inicialmente, perpendicular a la costa, de manera que su dirección depende de la orientación de la línea litoral. Sin embargo, la brisa se mueve acoplada al terreno, razón por la cual puede adoptar direcciones distintas en función de la orografía y la misma morfología litoral que incluye la urbanización. Su dirección se ve afectada además, por condicionantes físicos de más largo alcance, como la aceleración aparente del viento conocido con el nombre de fuerza de Coriolis, que produce una rotación horaria del viento y que se traduce en un giro hacia la derecha en el hemisferio norte a lo largo del ciclo diurno (Redaño et al., 1991; Zhang, et al., 1997). Por analogía en el hemisferio sur, la rotación horaria del viento por el efecto de Coriolis, se traduce en un desplazamiento con giro hacia la izquierda.

En áreas interiores más alejadas de la costa, las corrientes marítimas de la brisa se hacen verticales, estableciéndose a cierta altura un viento de retorno denominado brisa de tierra, configurando el conjunto una circulación cerrada de aire. Es por estos motivos que Alomar Garau (2013) define a la brisa de mar como un viento totalmente estable generado y mantenido por un sistema totalmente inestable, debido al calentamiento diurno de las superficies con menor capacidad térmica que el agua, generando de esta forma columnas ascendentes de aire, en cuya base la presión es baja, lo que genera inestabilidad. De similar

manera, se explica por el calentamiento y enfriamiento desigual de dos áreas vecinas, la marina y la terrestre. Sin embargo, su alcance territorial no se reduce a la zona de contacto y de transición entre ambos medios, es decir al litoral. Las distancias de penetración son muy distintas según el sitio. En este sentido, Simpson (1994) consigna una distancia de propagación continental de 100 km desde la costa sur del Reino Unido.

Por otra parte y en la región de Valencia, Azorín Molina (2004) comprobó de modo instrumental, el alcance de las brisas marinas en observatorios situados a más de 200 km de la costa, observando que el rango más frecuente de dicho alcance es entre 100-125 kilómetros en Alicante. De manera que el avance de la masa de aire marítimo se produce en una forma que recuerda a un frente frío, caracterizado por un repentino soplo de viento, descenso de la temperatura y un incremento de la humedad relativa. Como referencia en las islas Baleares (España), el aire que traen las brisas marinas se calienta fuertemente en tierra, disminuye por tanto la humedad relativa, la nubosidad y las niebla (García-Moya, et al.2015; Piñol, et al. 2017).

Otra característica importante es la circulación del sistema de brisas, que opera de manera autónoma dentro de un movimiento general de la atmósfera a escala sinóptica. Cuando a esta escala el gradiente de presión entre los anticiclones y los sistemas ciclónicos es suficiente para provocar vientos generalizados, la ventilación resultante desorganiza el aire ascendente de las eventuales columnas convectivas, impidiendo o entorpeciendo la formación de una circulación local o regional de brisas. Por lo tanto, las brisas de mar sólo se originan en condiciones de débil o nulo gradiente de presión en la escala sinóptica. Además, otra significativa condición para que se establezcan, se relaciona con la condición de que el calentamiento sea suficiente para que la temperatura de la superficie terrestre exceda la de la superficie del mar. En este aspecto, como ejemplo general para que se active el sistema, la diferencia térmica ha de ser

entre 3° C y 6 °C como media general en latitudes medias y en verano, según lo propuso Alomar Garau (2013). En resumen, factores tales como el tipo de suelo, la cobertura nubosa, la estabilidad atmosférica, la insolación, la configuración de la línea de costa o la extensión superficial del área terrestres (montañoso, llano, etc.) influyen en la formación organizada de un sistema de brisas y su comportamiento espacial.

Apelando a la clasificación propuesta por Fujita (1986), los fenómenos de brisas de mar son de tipo mesoescalar, donde se analizan aquellos fenómenos con dimensiones que van de 20 a 200 km y de 30 minutos hasta 6 horas de duración. Por otra parte, la brisa de tierra también denominada contra brisa, se produce en el atardecer y noche, producto del enfriamiento de la tierra por radiación nocturna y por consiguiente, la aparición de una alta presión térmica, que emite vientos hacia el sector de baja térmica en el mar. Además las brisas tienen consecuencias meteorológicas. Desde el momento en el que el flujo de aire marítimo remonta la línea de costa y entra en tierra firme, incorpora a la atmósfera inmediatamente cercana a la superficie terrestre, algunas de las propiedades del aire marítimo, produciendo variaciones de temperatura y humedad.

Otro aspecto importante de las brisas marinas desde el punto de vista meteorológico, es la capacidad de producir nubosidad con posibilidad de originar episodios locales de precipitación en el periodo estival. Del mismo modo, la brisa marina es un elemento de renovación ambiental, calidad del aire y transporte y distribución de contaminantes. Además, tiene un efecto beneficioso para mitigar los efectos de la isla de calor urbana. También radica su importancia, en la capacidad de las brisas de mar de mover y desplazar el sedimento arenoso que Servera (1997) sistematizó a partir de una velocidad de 16 km/hora (4,5 m/s) en playas erosivas de las Islas Baleares.

## **Método de trabajo**

Para la identificación de las brisas marinas, se aplicó el método propuesto por Zubillaga y Piccolo (1977/78a) y García y Piccolo (2004), siguiendo los siguientes criterios: brusco descenso de la temperatura simultáneamente a un aumento de la humedad relativa, cambio en la dirección y velocidad del viento, tomando en cuenta además: hora de inicio y finalización, dirección, velocidad y duración, previa y posterior del viento. Por otra parte, para la individualización de la brisa de tierra, los parámetros utilizados son los siguientes: ascenso de la temperatura, descenso de la humedad relativa, hora de inicio y finalización, dirección, velocidad y duración, previa y posterior del viento.

El estudio se extiende en dos períodos. El primero abarcó desde 1980 hasta 1984, con datos diarios y horarios de la ex estación meteorológica emplazada en el frente costero (estación Base Naval) y la estación urbana costera (estación Mar del Plata Aero). El segundo y más amplio se extendió desde 1980 hasta 2016 y se ciñe al área interior (urbano costera) algo más alejada de la costa (estación Mar del Plata Aero), en el aeropuerto de la ciudad. Los datos meteorológicos utilizados fueron proporcionados por el Centro de Información Meteorológica (CIM) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Los datos fueron divididos por décadas y estación del año con el objetivo mejorar la precisión del análisis. Los datos de brisa marina pueden variar de un año a otro y al dividir los datos en décadas se reduce esta variabilidad sensible para las actividades deportiva y recreativas al aire libre.

La segunda etapa, se realizó con análisis estadístico de los parámetros examinados, se realizó la identificación y variación espacial estacional y anual de la brisa de mar y de tierra en la ciudad de Mar del Plata, considerando como más significativos: frecuencia, velocidad y orientación, variaciones de temperatura y la humedad, duración y promedios de horarios de inicio. Cabe destacar, que en el método utilizado, se tuvo en consideración que los vientos del

NNE a S-SSE en Mar del Plata representan vientos de mar, mientras que del sector N al O resultan vientos de tierra.

## Resultados y discusión

### Las brisas en estación costera Base Naval en el período 1980-1984

La desafectada estación meteorológica Base Naval Mar del Plata, se encontraba ubicada en dichas instalaciones, con sentido SE, sobre la línea de costa. Durante el periodo analizado (1980-1984), se identificaron en dicho lugar 67 eventos de brisa marina y 3 de brisa de tierra. La frecuencia anual de brisa marina fue 21,8 días y 1,8 días por mes en este punto de observación meteorológica.

Durante dicho lapso, las brisas marinas fueron más frecuentes en verano y primavera, con porcentaje más alto en la estación estival (tabla 11). En verano, se presentaron aproximadamente cada 10,0 días (57,2% del año) y en primavera cada 4,7 días (27,0% del año). En otoño, el promedio disminuyó a 1,7 días (10,0%). En invierno fue la época del año, donde tuvo la menor frecuencia con 0,2 días (1,2%).

Tabla 11. Frecuencia estacional media de días por año y porcentaje de las brisas en estación Base Naval Mar del Plata. Período 1980- 1984

Estación BN	Verano		Otoño		Invierno		Primavera		Año
	DEF		MAM		JJA		SON		
	Días	%	Días	%	Días	%	Días	%	%
<b>Brisa de mar</b>	10,0	57,2	1,7	10,0	0,2	1,2	4,7	27,0	95,4
<b>Brisa de tierra</b>	0,0	0,0	0,2	1,2	0,0	0,0	0,5	3,4	4,6
<b>Total</b>	<b>10,0</b>	<b>57,2</b>	<b>1,9</b>	<b>11,2</b>	<b>0,2</b>	<b>1,2</b>	<b>5,2</b>	<b>30,4</b>	<b>100,0</b>

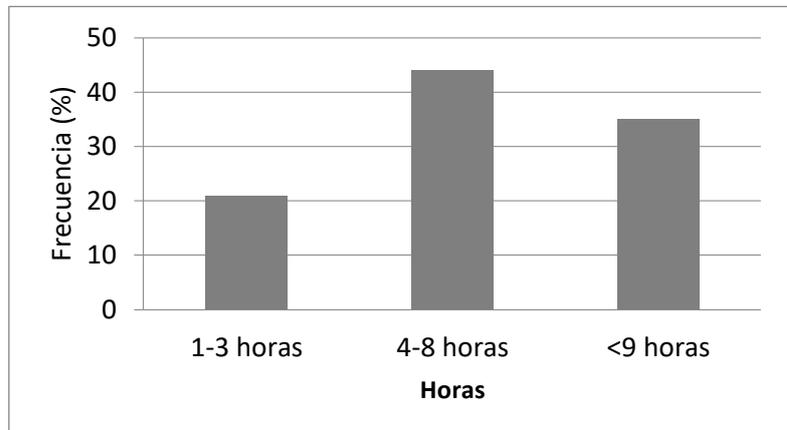
Fuente. Elaboración propia con datos de CIM-SMN. CIM. SMN.

Los meses de enero (23,0%); febrero (20,0%) y diciembre (14,2%) fueron los de mayor frecuencia de brisas de mar durante 1980-1984. Le siguieron los meses de septiembre (8,5%); octubre (10,0 %) y noviembre (8,5%) en primavera, con las mayores frecuencias de brisa de

mar. Durante el comienzo del otoño, el mes de marzo (8,5 %) fue el de mayor preeminencia. Por su parte, los meses de abril (otoño) y agosto (invierno) con 1,4%, respectivamente, fueron los de menor predominio de brisas de mar. Se observó que la brisa marina comenzó a intensificarse a partir del mes septiembre, con el comienzo de la primavera.

El 72,2 % de la brisa marina provino del NE. El cuadrante del sector Este constituyó el 12,3%. La circulación de vientos del cuadrante N (65,0%) y NO (30,0%) fueron los dominantes en situación previa a los eventos de brisa marina. La calma en los momentos precedentes a la aparición de la brisa representó el 5,0%. Los vientos posteriores a la brisa marina, tuvieron dirección N (55,0%), NO (13,0%) y del NE (20,7%). La calma constituyó el 11,3%, pos evento de brisa de mar. La duración entre 4 -8 horas represento el 44,0%, más de 9 horas el 35% y hasta 3 horas el 21,0 %. La permanencia media llegó a 7 horas (Figura 13).

Figura 13. Duración brisa marina estación Base Naval Mar del Plata. Período 1980-1984. Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN.



El descenso térmico inicial al comienzo de las brisa marina en la estación costera, en el 89,0% de casos fue entre 1,0 °C y 3,0° C y el 11,0% restante presentó una caída de 4,0°C a 8,0° C. Los rangos de declinación de las temperatura desde el inicio y hasta la finalización de las brisas fueron entre los 1,0°C y 3,0°C (6%); 4,0° C y 8,0° C (50,0 %) y más de 9 grados (44,0%).

La humedad relativa aumentó un 20% promedio (88% del periodo analizado) entre 10% y 15% en el 9,0% de los casos. Los casos que aumentaron la humedad relativa en el rango de 1%-

9% y entre 16-20% constituyeron el 1,5 % cada uno respectivamente. La velocidad media de las brisas marinas en estación Base Naval, fue 18,3 km/h. La brisa de mar de dirección NE alcanzó 19,7 km/h de velocidad media y 15,2 km, la de orientación E. La máxima velocidad observada durante este ciclo de tiempo (1980-1984) fue de 28,0 km/h, el día 14 de febrero de 1980. En dicho evento, la velocidad previa del viento se situó en 22 km/h, de dirección N. Luego del evento el viento posterior descendió hasta los 19 km/h, también del sector N.

El 71,0% de las brisas de mar en el frente costero (estación Base Naval) entre 1980 y 1984, se iniciaron entre las 11.00 horas y 16.00 horas. Las que se manifestaron desde las 16.00 horas, representaron el 29,0% de los casos observados.

El otoño con aproximadamente 0,2 días (1,2%) y la primavera con 0,5 (3,4%) fueron las épocas del año con mayor frecuencia de brisas de tierra observadas en el frente costero entre 1980 y 1984. Los meses de octubre y noviembre (con 1,4% en cada caso) y marzo (1,4%) fueron los meses de mayor frecuencia de brisas de tierra en el sitio y en el lapso citado. La circulación N (66,6%) y NO (33,4%) dominaron en las brisas de tierra ocurridas en el frente costero durante en el ciclo examinado.

Las brisas de tierra en el 100% de los casos fueron precedidas por vientos del NE y no superaron la hora de duración. Los aumentos térmicos son de 3,0°C en el 83,0% y de 9,0°C en solo 17,0% según los cálculos efectuados. La humedad relativa decreció hasta 9% en el 67% de los casos, mientras que, el descenso higrométrico entre 10% y 15% significó el 33,0%. La velocidad media de las brisas de tierra en el frente costero fue 21 km/hora.

### **Las brisas en estación urbana costera Mar del Plata Aero, en el período 1980-2016**

La estación meteorológica Mar del Plata Aero, está situada al norte de la ciudad, en un área urbana costera, aproximadamente a 4,5 km de distancia en línea recta a la costa, que presenta

una dirección NO-SE. Es la estación de medición meteorológica oficial y de referencia, por la seguridad de sus datos. Durante el período de estudio que se extendió de enero 1980 hasta diciembre 2016, se identificaron 718 casos de brisa de mar y 58 de brisa de tierra (figura 14). La media anual de días con brisas de mar durante el período 1980-2016, fue 21,7 días (5,9 %), con una media de 1,8 jornadas por mes.

La época del año con mayor frecuencia de brisas de mar durante el lapso citado, se presentó en verano con 278 eventos (36,1% del total de casos) y la primavera con 176 eventos (22%) según puede observarse en la Tabla 12 y figura 15. En otoño, fueron 196 casos (26,1%) y 67 (8,0%) en invierno.

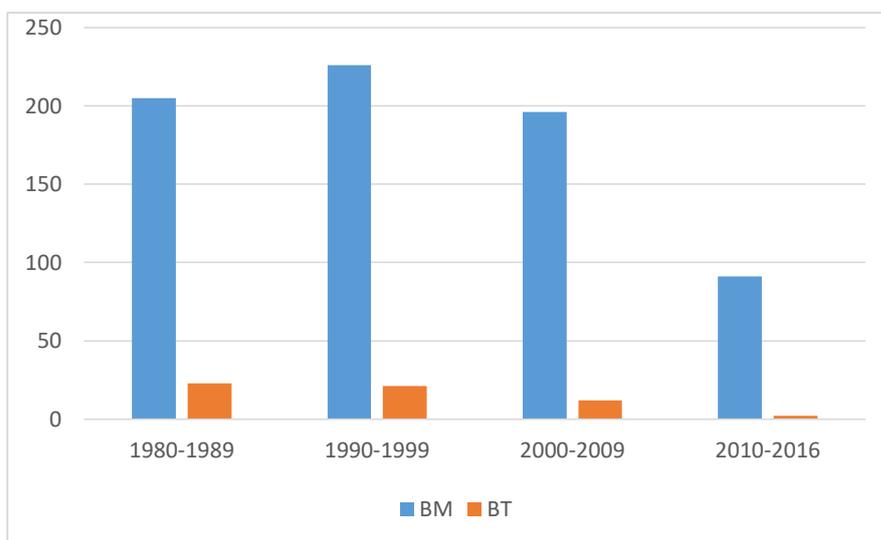


Figura 14. Brisas en estación Mar del Plata Aero. Período 1980-2016  
Fuente Elaboración propia con datos de CIM-SMN.

Por otra parte, los promedios de días por época de año durante 1980-2016, fueron en verano de 8,4 días (9,0%), mientras que en primavera fue 5,3 días (5,8%). Con menor frecuencia de días con brisa marina, se presentó en otoño con 6 días (6,6%) y en invierno con 2 días (2,2%) respectivamente.

Tabla 12. Frecuencia estacional media, en días y porcentajes promedio y total de días con brisas de mar y de tierra, estación Mar del Plata Aero. Periodo enero 1980 -2016

Est. MDP Aero	Verano				Otoño				Invierno				Primavera			
	BM	%	BT	%	BM	%	BT	%	BM	%	BT	%	BM	%	BT	%
1980-1989	89,0	11,0	6,0	0,9	51,0	7,0	5,0	0,6	18,0	2,5	1,0	0,1	47,0	6,0	11,0	1,5
1990-1999	71,0	9,1	6,0	0,9	71,0	9,1	8,0	1,0	26,0	3,5	4,0	0,5	58,0	8,0	3,0	0,5
2000-2009	76,0	10,0	4,0	0,5	44,0	6,0	2,0	0,2	16,0	2,0	1,0	0,1	60,0	8,0	5,0	1,0
2010-2016	42,0	6,0	2,0	0,2	31,0	4,0	0,0	0,0	7,0	s/d	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total %</b>		<b>36,0</b>		<b>2,5</b>		<b>26,0</b>		<b>1,8</b>		<b>8,0</b>		<b>0,7</b>		<b>22,0</b>		<b>3,0</b>
<b>Media total días</b>	69,5		4,5		49,2		15,0		16,8		2,0		44,0		6,3	
<b>Total días</b>	278,0		18,0		197,0		15,0		67,0		6,0		176,0		19,0	
<b>Media Días</b>	8,4		0,5		6,0		0,4		2,0		0,2		5,3		0,5	

Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN. CIM-SMN

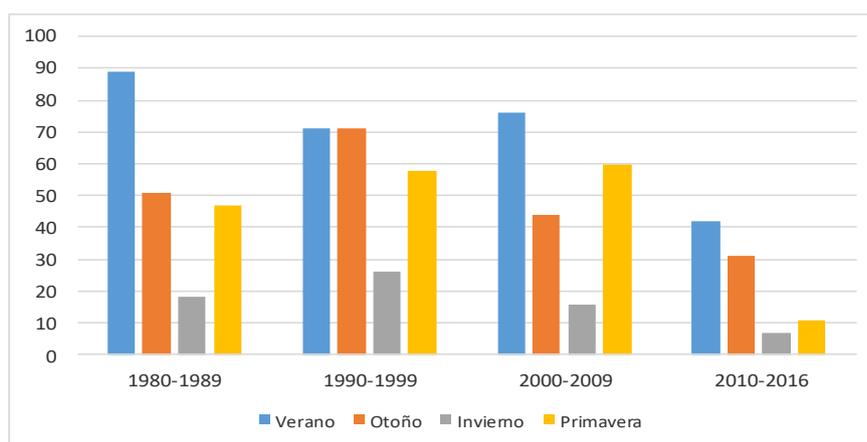


Figura 15. Frecuencia decádica de días con brisa de mar, estación Mar del Plata Aero. Período 1980-2016. Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN

La brisa marina registrada en la estación Mar del Plata Aero en el período 1980-2016, tuvo en el sector NE (91,0 %) su mayor frecuencia y en menor continuidad de cuadrante E (8,0%). Por otra parte, tuvo menor periodicidad la circulación SE (0,9%) y S (0,1%) (Figura 16).

La circulación previa al ingreso de la brisa marina al continente fue de direcciones N y NE. Los porcentajes fueron para el viento N (42,0%) y el NE (34,0%). Por el contrario, la menor periodicidad en la dirección del viento previa a la formación de la brisa marina, se relacionó

con la orientación Este (7,3%) y SE (5,0%).

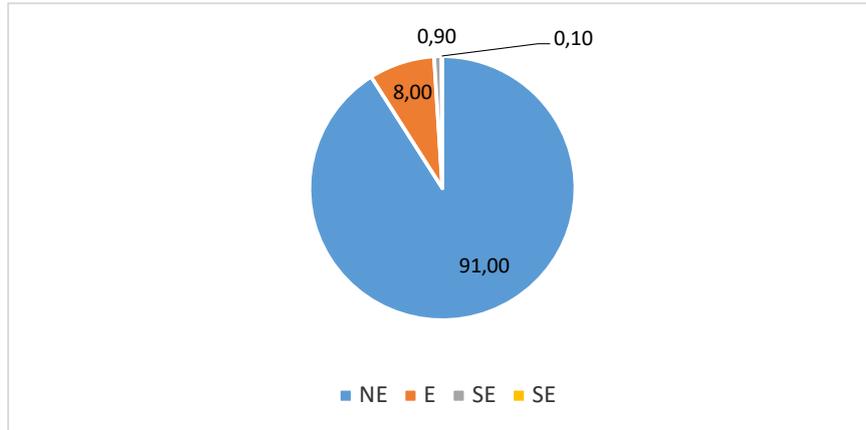


Figura 16. Frecuencia de la dirección (%) de la brisa de mar estación Mar del Plata Aero. Periodo 1980-2016

Fuente: Elaboración propia con datos de CIM. SMN.

El cálculo de la velocidad media de la brisa marina en esta estación meteorológica fue 14,7 km/h. La brisa del NE tuvo de velocidad media 12,4 km/hora. Con dominio del Este, tuvieron 14,4 km/h y en el caso SE, fue de 5,0 km/hora (figura 16). La mayor velocidad observada en el periodo 1980-2016, computó 37 km/h. de dirección NE, los días 8 de abril de 1985 y 25 de noviembre de 1990, respectivamente.

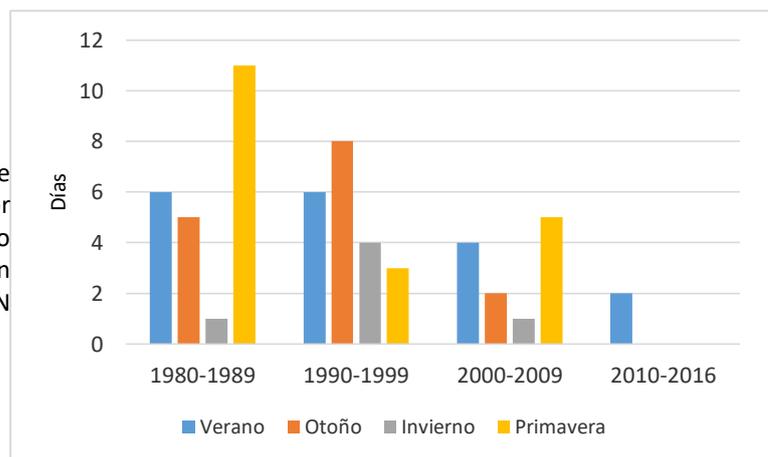
La duración de la brisa marina durante el lapso 1980-2016, fue el siguiente: entre 1 – 3 horas fue 29,0% y en el rango de 4-8 horas fue 48,0% y 23,0%, con más de 9 horas. El 66,2% de la brisa de mar, se inició entre las 11.00 horas y 16.00 horas, coincidiendo con la horas de mayor insolación del día. Por otra parte, el 33,0% de los eventos de brisa marina, se iniciaron después de 16.00 horas.

El rango de mayor descenso térmico fue entre 1,0° C y 3,0°C (84,0%), seguido por la categoría entre 4,0°C y 8,0°C (15,2%) y en menor proporción mayores de 9,0° C (0,8%). Por otra parte, la humedad relativa se incrementó con el ingreso de la brisa de mar en más de 20% en el 81% de los casos, seguido por el aumento entre 16% y 20 % (8,0%). En menor proporción, los aumentos de la humedad relativa fueron entre 10% y 15% (7,2%) y con 1% y 9%3 (5%). En

el período de observación no se observaron flujos de aire provenientes del mar antes de 11 de la mañana.

Durante el período de análisis (1980-2016) en Mar del Plata Aero, se observaron 58 eventos de brisa de tierra, que resultó en 1,5 días (0,4%) por año en la estación meteorológica Mar del Plata Aero. Durante todo el periodo de estudio 1980-2016, los días totales con brisa de tierra y según época del año fue el siguiente: 18 días en verano (2,3%); 6 días en otoño (26,1%), 6 días durante el invierno (0,7%) y 19 días en primavera (3,0%) (Tabla 14). El promedio estacional de días de la brisa de tierra, fue el siguiente: verano 0,5 días; primavera 0,5 días, otoño 0,4 días en y 0,2 días en invierno (Figura 17).

Figura 17. Frecuencia decádica de días con brisa de tierra, por estación del año  
Fuente: Elaboración propia con datos de CIM-SMN



Las brisas de tierra registradas fueron: N (84%); NO (14,0 %) y Este (2,0%), precedidas en todos los casos examinados, por vientos marítimos del sector NE. La duración promedio de la brisa de tierra durante 1985-2016, fue de 1 hora (71,4%), en tanto que, las de 2 horas de duración representaron 19,6% de los casos. El aumento térmico durante los eventos de brisas de tierra en estación Mar del Plata Aero, fue entre 1,0°C y 3,0°C y representó el 89,0%, mientras que el 5,5% registró aumentos de 4,0°C y 8,0°C respectivamente. Por otra parte, el aumento de la humedad relativa superior al 20% en los casos de la brisa de tierra fue con el 81,3% de los casos el más característico. Menos significativos fueron los aumentos entre 16% y

20% (20%), seguido con el segmento entre 10% y 15% (7,2%) y entre 1% y 9% (3,5%) de las observaciones. La velocidad promedio de la brisa de tierra fue de 19,2 km/hora.

### **Variaciones espaciales y similitudes de las brisas en estaciones meteorológicas costera y urbana costera Base Naval y Mar del Plata Aero.**

El análisis simultáneo de las brisas en las estaciones Base Naval y Mar del Plata Aero, para 1980-1984, permitió observar que el promedio de brisas de mar en el área interior (estación Mar del Plata Aero) con 67 eventos, fue 13,4 días anuales, mientras que en el frente costero (estación Base Naval) con 66 eventos de brisa de mar el promedio anual fue 13,2 días anuales. De esta forma, la diferencia observada de formación de brisa marina fue 0,2 % mayor en el interior que en la estación costera (Figura 18).

Por otra parte en el mismo lapso, la velocidad promedio de la brisa de mar en la estación Mar del Plata Aero mostró ser 15,8% menor (15,4 km/h) con respecto a estación Base Naval (18,3 km/h). La brisa de mar de dirección NE fue la más frecuente en ambos sitios de observación meteorológica con 63,0% y 47,0% y la dirección de viento previa -a la brisa de mar-fue del Norte, en 55,0% y 65,0% de los casos en las estaciones Mar del Plata Aero y Base Naval, respectivamente. Las calmas previas al evento de brisa fueron superiores en 66,0%, en ésta última en relación con la estación del Aeropuerto durante el periodo analizado.

El descenso térmico más habitual observado durante de eventos de brisa de mar fue en el rango de 4,0° y 8,0°C en Mar del Plata Aero, mientras que en estación Base Naval fue desde 1,0 ° C hasta 3,0°C. La humedad relativa, fue el parámetro meteorológico donde las observaciones guardaron similitud en ambas estaciones de observación con aumentos mayores al 20% en el 85% y el 88% de los casos en estaciones Mar del Plata Aero y Base Naval, respectivamente. El horario de inicio de las brisas entre las 11.00 y las 16.00 horas fue

coincidente en ambas estaciones meteorológicas. Otro aspecto compatible fue la duración de las brisas que en el rango de 4 a 8 horas la de mayor frecuencia tanto en Mar del Plata Aero (49,0%) como en estación Base Naval (44,0%), continuado por la categoría horaria de duración mayor a 9 horas ( 36,2% en estación Mar del Plata Aero y 35,0% en estación Base Naval).

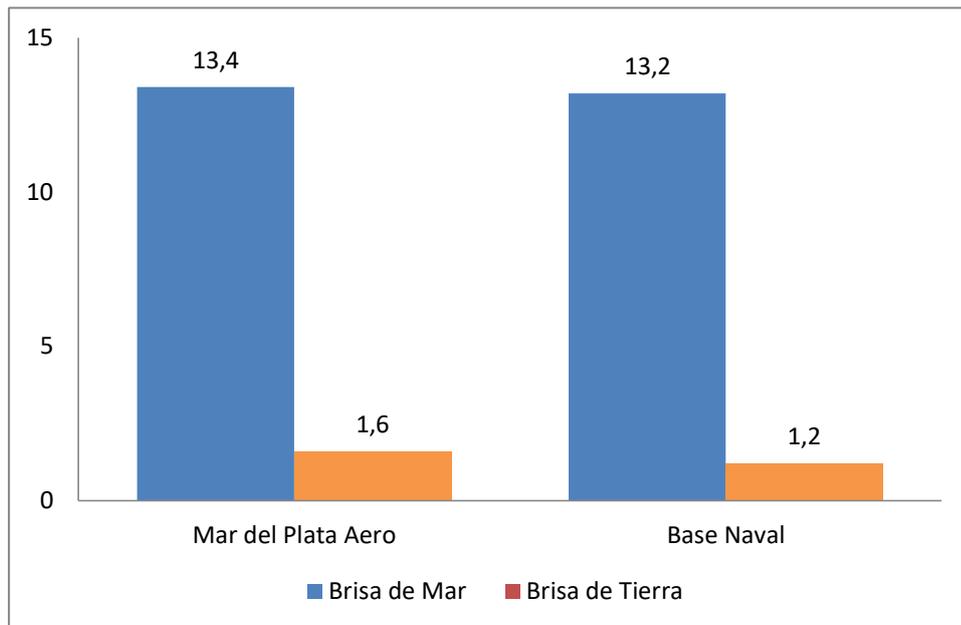


Figura 18. Frecuencia anual (%) de días con brisa de mar y brisa de tierra, en estaciones Mar del Plata Aero y Base Naval, 1980-1984. Elaboración propia con datos de CIM-SMN.

En cuanto a la frecuencia de la brisa de tierra durante 1980-1984 (Figura 18) fue similar con 1,6 y 1,2 días anuales en las estaciones Mar del Plata Aero y Base Naval respectivamente. De la misma forma, la dirección de la brisa de tierra fue principalmente N (71,0%) en estación Mar del Plata Aero y distribuidas proporcionalmente de dirección N (50,0%) y NO (50,0%) en Base Naval. La velocidad promedio de la brisa de tierra fue algo mayor en estación Base Naval 21,0 km/h en relación con los 16,7 km/h, registrado en estación Mar del Plata Aero. El aumento térmico en el rango de 1,0° -3,0°C es igual en ambas estaciones meteorológicas durante 1980-1984. De la misma forma, tuvieron concordancia en la duración (1 hora) de la brisa de tierra en las citadas estaciones de observación. El descenso de la humedad en el rango de 1,0 -9,0 % fue

equivalente tanto en estaciones Mar del Plata Aero (71,0%) y Base Naval (67,0%). El promedio de velocidad de la brisa de mar durante 1980-1984, en estación Mar del Plata Aero (15,4 km/h) fue inferior que en estación Base Naval (18,3 km/h) en idéntico lapso.

En la estación Mar del Plata Aero en el lapso 1980-2016, el descenso térmico de la brisa de mayor frecuencia entre 1,0° C y 3,0°C, concuerda con el descenso en estación Base Naval (1,0° C y 3,0°C) en dicho lapso. La humedad relativa, fue el parámetro meteorológico donde los cálculos coinciden en todas estaciones y periodos de observación con aumentos del gradiente mayores al 20,0%. De la misma manera, fueron análogos el horario de inicio de la brisa de mar (entre 11.00 y 16.00 horas) y la duración (de 4,00 y 8,00 horas), en las dos estaciones meteorológicas sujetos de estudio en el periodo 1980-1984. Los resultados del comportamiento de la brisa de tierra durante 1980-1984 son equivalentes a los registrados para el periodo 1980-2016 en estación Mar del Plata Aero y analizado previamente en el presente capítulo.

Como referencia, los resultados obtenidos en las estaciones meteorológicas Base Naval y Mar del Plata Aero, guardan similitud con otros sitios de la costa bonaerense y chubutense, por ejemplo, en la velocidad promedio se puede citar los 16,2 km/h, observados por Huamantín Cisneros y Piccolo (2011) en Monte Hermoso; los 18 km/h, medidos para las ciudades de Necochea-Quequén por García y Piccolo (2004) y los 15,0 km velocidad media de la brisa de mar en Puerto Madryn, en la provincia de Chubut, según Rivero y Barros (1975).

Por otra parte y como referencia tienen menos semejanza con los 8,5km/h, de velocidad media de la brisa marina en Mar del Plata, caracterizados por García y Piccolo (2004), durante el período diciembre 1998-marzo 2000. Como referencia en otros sitios del mundo, es significativamente menor a la velocidad media en el intervalo de los 20-28 km/h, registrada en la bahía de Palma de Mallorca y con más similitud con los 12-19 km/h observados en Alcudia,

situada al NO en la misma isla (Alomar Garau, 2013). En el mismo sentido, es similar a la velocidad máxima de 14,8 km/h, de la brisa de mar indicada por Azorín Molina (2004) en la zona costera de la comunidad de Valencia, en España.

En lo que respecta al rango de descenso térmico más alto (1,0° C y 3,0°C) que representa el 84,0% de la frecuencia, es levemente inferior en relación con el informado (2°C y 6°C) por las citadas autoras. Por otra parte y en lo que respecta a la hora de inicio de los eventos de brisa marina y el porcentaje de aumento de la humedad, los resultados del presente estudio guardan similitud con los observados por García y Piccolo (2004).

### **Conclusión del capítulo**

La brisa marina es el viento local característico de Mar del Plata, su influencia y los efectos en las actividades de las personas requiere de su estudio. Se observó circulación de brisa de mar en todas las épocas y meses del año y sin embargo, el verano se destaca. La circulación NE y E, de la brisa de mar fue dominante en ambos sitios de estudio mientras que, del sector N y NO, dominaron las brisas de tierra. En la estación meteorológica Mar del Plata Aero, se pudo observar que la velocidad del viento fue 15,8 % menor que la estación situada sobre el frente costero (estación Base Naval) La velocidad media en ambos sitios fue 16,8 km/h. La duración de la brisa de mar que con más frecuencia se observó estuvo en el rango de 4-8 horas

El conocimiento de la ocurrencia y característica de la brisa marina contribuye con la planificación de actividades deportivas, recreativas y turísticas que se desarrollan en el área costera de Mar del Plata. La influencia que puede ejercer sobre las personas (residentes y turistas) que desarrollan las actividades señaladas en el paseo costero y la playa, pueden interferir en su confort según la estación del año y hora del día, por lo tanto resulta provechoso reflexionar sobre los resultados obtenidos de este capítulo y establecer recomendaciones para que la información y utilización de la información sobre la brisa marina

GIAMPIETRI, L. 2023. *Diferencias térmicas y eólicas entre áreas costeras e interiores de la ciudad de Mar del Plata*

resulte interesante para establecer parámetros de confort y alternativas (que se analizan en el apartado siguiente) para quienes utilizan el área costera de la ciudad.-

## Capítulo 4

# CONFORT CLIMÁTICO PARA LAS ACTIVIDADES TURÍSTICAS, RECREATIVAS Y DEPORTIVAS, EN ÁREAS COSTERAS Y URBANO- COSTERAS DE LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA

### Introducción

El crecimiento urbano, poblacional y por ende, la complejidad de vivir en una ciudad de las características de Mar del Plata, hace inexcusable el desconocimiento de sus características bioclimáticas, a fin de ofrecer bienestar a la población tanto residente como visitante. Un sin fin de actividades se realiza al aire libre, ya sean económicas o de esparcimiento y en este sentido tanto el residente y/o el turista apreciarán realizarlas con el mejor bioclima posible.

En este sentido, el clima es en sí mismo, un recurso turístico (Martin, 2005). En este aspecto reside la importancia de indagar sobre las características de confort y/o desconfort en las cuatro estaciones del año de Mar del Plata. Las actividades en el ambiente exterior y especialmente las deportivas durante todo el año, se encuentran entre las de mayor crecimiento y adeptos en los últimos diez años en la ciudad y puede ser percibida por cualquier persona que recorra la costa en cualquier hora del día. El clima puede ser un factor limitante para su expansión, teniendo en cuenta la intrínseca relación entre clima y confort para las personas. Es de resaltar la importancia de facilitar adecuada información a la población para la

planificación de la práctica deportiva al aire libre, en función de las opciones de confort y/o desconfort esperado en horarios y días a lo largo de todo el año.

Los estudios sobre confort climático en Argentina y a modo de referencia histórica comenzaron con Brazol (1954) que confeccionó un reconocimiento bioclimático de país identificando los meses con bienestar climático. Otros como Hoffman y Medina (1971). Los estudios actuales relacionados con el bioclima en Argentina de autores como Ruiz, (2017); .Magnoli,(2018); Alcaraz-Segura,(2017) y Giorgi, (2019), cubren una amplia gama de temas relacionados con el bioclima en Argentina, incluyendo la zonificación bioclimática, la caracterización bioclimática, la clasificación bioclimática, la aplicación de técnicas de análisis multivariante y GIS, el uso de índices climáticos y datos de teledetección, y la aplicación de indicadores bioclimáticos en diversos campos, como la viticultura, la producción ganadera y la salud pública.

Por su parte, otros investigadores en la provincia de Buenos Aires, cuyos aportes constituyeron insumos para la presente tesis, centraron sus investigaciones de confort bioclimático en ciudades como Bahía Blanca (Marini y Piccolo, 2000 y Capelli de Steffens et al., 2005) y Tandil (Picone y Campo, 2016).

Además, otros trabajos estudiaron ciudades y balnerarios de la costa bonaerense como los realizados en Monte Hermoso por Huamantínco Cisneros y Piccolo (2010) y Huamantínco Cisneros (2012) y en Pehuén C6, por Bustos y Piccolo (2011). Los mismos autores en colaboración, han evaluado la percepci6n de la temperatura durante el invierno a partir del 6ndice de sensaci6n t6rmica del viento (Capelli de Steffens et al., 2005; Garc6a, 2009; Genchi y Piccolo, 2009) y sus efectos sobre la salud de la poblaci6n. Otro trabajo que impuls6 el inter6s para esta tesis, fue el estudio de Garc6a (2013), que abord6 el confort /desconfort bioclim6tico en Mar del Plata, con distintos 6ndices de frio y calor en invierno y verano.

### **Aspectos fisiológicos y componentes climáticos del confort climático**

Los componentes meteorológicos afectan el desarrollo humano en términos termofisiológicos. Hay consenso en cuanto que existe confort climático, cuando el contexto climático permite al organismo permanecer en estado de reposo o cuando los mecanismos de autorregulación que se activan son mínimos, gracias a la existencia de cierto equilibrio energético con el medio (Fernández García, 1994). Por otro lado, el desconfort climático produce situaciones en las que el cuerpo debe realizar un gran esfuerzo para resguardar su estabilidad, lo que causa un gran estrés (Besancenot, 1991). El concepto de confort desde el punto de vista psicológico, se puede definir como la condición mental en la cual existe satisfacción con el ambiente térmico y tiene un carácter subjetivo.

En el aspecto fisiológico, se asocia con la mínima proporción de señales nerviosas desde los receptores térmicos en la piel y el hipotálamo. Si se considera la definición energética, ésta se lograría cuando los flujos de calor desde y hacia el individuo están balanceados (Ruiz y Correa, 2009). El confort climático comprende tanto la hidrotermia o confort térmico, que equivale tanto al mantenimiento de la temperatura corporal, como también el confort hídrico. Este último se representa por el intercambio de oxígeno y vapor de agua entre el ambiente exterior y la sangre (Ramborger et al., 2018) y depende de la presión de vapor de agua presente en la atmósfera. Si dicha variable supera los 31,3 hPa, el vapor de agua excedente en el aire tiende a pasar al plasma y diluirlo, mientras que, si es inferior a dicho valor producirá evaporación a expensas del plasma y por ende, la persona se deshidrata (Ramborger et al., 2018).

Las principales variables climáticas, que influyen sobre el confort son: la temperatura, la humedad, el viento, la temperatura radiante además del calor corporal generado por la actividad y el aislamiento térmico de la vestimenta.

La que afecta de manera más directa en la sensación de bienestar es la temperatura, por la alta sensibilidad del organismo humano a sus cambios. Las temperaturas elevadas provocan vasodilatación, con la consiguiente disminución de la presión arterial periférica y sensación de agotamiento y fatiga por falta de irrigación sanguínea a los músculos y otros órganos vitales (Bessancenot, 1991).

Simultáneamente, requieren y fuerzan al cuerpo a transpirar grandes cantidades de líquido, con el motivo de disminuir la temperatura superficial de la piel. En este proceso de transpiración, el cuerpo pierde agua y electrolitos que causan, en el peor de los casos, deshidratación. Las temperaturas muy bajas, por el contrario, aumentan la presión arterial, provocando problemas circulatorios que pueden desembocar en diversos trastornos cardíacos (Bessancenot, 1991).

La humedad regula el proceso de evaporación, por lo que desempeña un papel importante cuando se presentan altas temperaturas. La relevancia de este proceso reside en la eliminación de la transpiración de la superficie de la piel, lo que da lugar a su enfriamiento. Un porcentaje bajo de humedad torna mucho más rápido dicho mecanismo, mientras que si se presentan valores altos, el mismo se vuelve lento y difícil, lo que genera malestar en los individuos. (Bessancenot, 1991). Por el contrario, cuando las temperaturas son bajas, aumenta la sensación de desconfort, sobre todo cuando el aire es muy seco. Ramborger et al. (2018) observaron que cuando la temperatura del aire es inferior a la temperatura corporal, se convierte en un elemento favorable por el aumento de la pérdida de calor de la piel. En cambio, cuando el aire se encuentra más caliente que la superficie corporal, el viento aumenta la sensación de calor (>25° C), y dificulta la pérdida de calor, produciendo desconfort. Por otro lado, las sensaciones que el hombre experimenta ante situaciones climáticas similares, pueden variar por la influencia de factores individuales a la capacidad de adaptación y cuestiones

subjetivas. No obstante, es posible encontrar cierta generalidad en la temperatura óptima y los parámetros climatológicos, que todo ser humano requiere para lograr una sensación de bienestar climático. Según Moreno Oliver (2002), esa generalidad, debería encontrarse en los valores que se presentan en tabla 13.

Tabla 13. Valores de confort de los parámetros meteorológicos

<b>Confort Atmosférico</b>	<b>Valores de Confort</b>
<b>Temperatura</b>	20,0° C a 25,0°C
<b>Humedad</b>	40,0% a 70,0%
<b>Velocidad del aire</b>	0,15 m/s a 0,25 m/s
<b>Presión atmosférica</b>	1013,2mb
<b>Contaminación</b>	Exenta
<b>Ionización atmosférica</b>	Predominancia de iones (-)

Fuente: Moreno Oliver, 2002.

Un antecedente en la investigación del confort bioclimático y que tiene una consideración importante en el desarrollo del presente capítulo, lo aporta Olgay (1963) que planteó un enfoque diferente, llamado diagrama bioclimático. En él se presentan un rango de condiciones en el confort térmico en dos ejes: uno la temperatura de bulbo seco y el segundo la humedad relativa, la radiación aparece en la parte inferior y el viento en la parte superior central y derecha, la evaporación en la parte superior izquierda. En el diagrama de Olgay (Figura 19), la zona de confort está limitada por la humedad relativa máxima (80,0%) y mínima (20,0%) y por las temperaturas máxima y mínima de una localidad que se obtienen sumando y restando 2,7 °C a la temperatura máxima de las medias mensuales.

Olgay (1963) sugirió un rango de confort confort bioclimático desde los 18,3°C hasta los 29,4 °C (Neila, 2004). Sin embargo, según Neila (2004), la temperatura máxima se limita a 26,5°C para las zonas calientes y 21,1°C para las localidades en áreas frías, debido a las limitaciones biológicas de la adaptación del cuerpo humano al ambiente. Por otra parte, cabe

destacar la importancia que las principales apps y sitios web internacionales de meteorología ofrecen las condiciones de polen y contaminantes en el aire que inciden en la salud y el confort para exponerse al aire libre. Por ejemplo The Weather Channel<sup>2</sup>, ofrece a sus subscriptores un índice para correr, en una escala de 1 a 10. En ella, 10 es el tiempo ideal y 1 el menos recomendable.

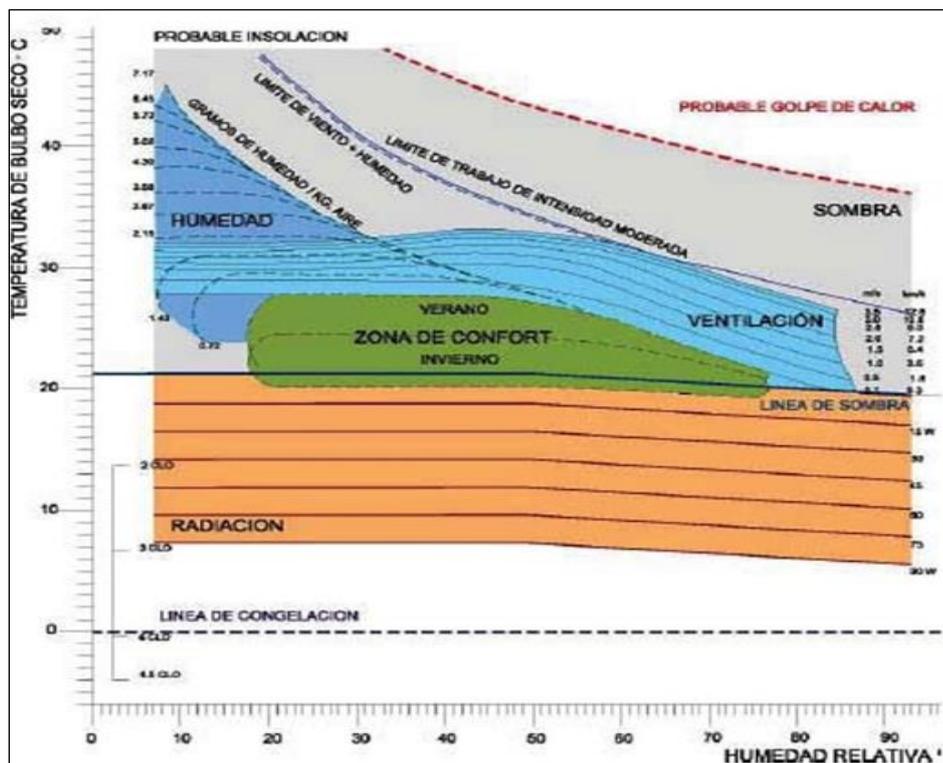


Figura 19. Carta Bioclimática de Olgyay  
Fuente: del Toro Arquitectos, según gráfico de Olgyay de 1963, en Larriva (2021)

### Confort y desconfort climático en el deporte al aire libre

En la práctica deportiva al aire libre, el confort climático y los distintos factores como la temperatura, la humedad, la presión atmosférica y la velocidad del viento, son las que más directamente influyen en la termorregulación del organismo y causan la necesidad de eliminar un exceso de calor durante el ejercicio físico. Cuando los factores meteorológicos impiden o

<sup>2</sup> <https://weather.com/es-US/tiempo/hoy/>

limitan la posibilidad de la sudoración y de otros fluidos, se origina una situación de incomodidad y en ocasiones, de sufrimiento.

En deportes que implican un esfuerzo sostenido en tiempo, velocidad y fuerza, requieren de una adecuada evapotranspiración. La misma será más severa cuanto más dure la práctica y ello incide en el confort bioclimático del deportista. Según Redondo (2012), en general el clima cálido afecta negativamente el rendimiento y el confort de los deportistas. También señala que a partir de 29,0°C en climas húmedos (como el de Mar del Plata) se experimentan dificultades fisiológicas y el mantenimiento de una actividad física prolongada provoca una disminución del rendimiento.

Por otra parte, en situaciones completamente opuestas, para combatir los efectos fisiológicos del frío, los seres humanos dependen principalmente de la ropa, que como señala Redondo (2012), hace que la adaptación a las bajas temperaturas sea menos compleja. En general, hay aceptación en la bibliografía, sobre que la temperatura es el parámetro ambiental que tiene correlaciones más significativas con el rendimiento y confort bioclimático en deportes populares como el running (Redondo, 2012).

Le siguen en importancia, la humedad y la velocidad del viento, en deportes al aire libre como el tenis y el ciclismo, donde adquieren decisiva relevancia en el confort y el rendimiento. Trabajos de investigación (Pallarés et al., 2016), sugieren que el deporte (correr) con clima frío, permitió un mejor rendimiento y mayor capacidad para mantener el ritmo y la velocidad.

Otros estudios que compararon los efectos del clima frío y cálido en el rendimiento de resistencia de deportistas, encontraron que el clima caluroso redujo el rendimiento y resistencia (Racinais et al., 2013). Además hay un aspecto importante en el confort climático, que es la adaptabilidad de las personas a su entorno y a condiciones que se creería

inaceptables o fuera de una zona de confort, por lo que cuestionan los estudios realizados en laboratorio (Humphreys et al., 2012).

Se concluye que diversos factores que influyen en la percepción de confort de un espacio muy difícilmente se pueden reproducir en un laboratorio o reducir a un esquema definido, como los climogramas de bienestar bioclimático.

### **Método de trabajo**

Para el análisis del confort climático en las épocas del año con temperaturas altas y templadas (verano, otoño y primavera respectivamente) se utilizó el índice de calor Humidex desarrollado por el Weather Service of Environment, Canadá (2001) aplicando datos diarios de temperatura, humedad y viento, solo la estación Mar del Plata Aero con información fue proporcionada por el Centro de Información Meteorológica del Servicio Meteorológico Nacional (CIM-SMN). En las estaciones meteorológicas privadas Club Náutico y Radioaficionados, se utilizó los índices Humidex aplicando los promedios mensuales de la página de información meteorológica <https://www.pwsweather.com> y comparándolos con los promedios de la estación Mar del Plata, con el propósito de referencia.

La selección de las tres estaciones meteorológicas de observación tuvo como objetivo analizar el confort climático para el ejercicio y la recreación en distintas épocas del año, al tiempo de verificar variaciones espaciales sobre dicho confort en distintos sitios del sector costero y urbano-costero de la ciudad. Además, es importante señalar que este aspecto del trabajo no contó con datos diarios y/u horarios en las estaciones meteorológicas privadas (Radioaficionados y Club Náutico) de manera que la comparación se efectuó con los promedios mensuales del sitio <https://www.pwsweather.com/>, consultado en diciembre de 2018.

En el mismo sentido, pero en este caso en invierno se aplicó el índice de Temperatura

Aparente (Steadman, 1984). Obtenidos los índices de confort, se realizó un análisis comparativo entre las estaciones meteorológicas seleccionadas con el mismo objetivo y desarrollo explicitado en el párrafo precedente.

Se estudió un mes de cada temporada climática del año. El criterio de selección de los meses estuvo determinado por la disponibilidad simultánea de las observaciones meteorológicas en los tres sitios de estudio. De esta forma, los datos de los meses de enero y abril de 2016, fueron los seleccionados para observar el verano y el otoño, mientras que los de agosto de 2015 fue para el invierno y diciembre del mismo año para la primavera. Si bien es cierto que el mes de diciembre no es el más representativo del clima en las tres estaciones, fue el único mes en el que fue posible obtener datos de todas las estaciones debido a su disponibilidad en el momento de recolección de datos. Resulta relevante señalar que, si bien diciembre no es un mes representativo de la primavera, en la ciudad de Mar del Plata este mes no es tan diferente a los meses precedentes debido a que esta ciudad no cuenta con un verano térmico pronunciado.

Para el análisis y caracterización del confort de verano, otoño y primavera se aplicó el índice Humidex (WSE, 2001) con los datos estadísticos de Mar del Plata Aero, de los meses de enero y abril de 2016 respectivamente. Para la estación de invierno, se utilizó el índice de Temperatura Aparente (Steadman, 1984) en agosto de 2015, con datos de temperatura, velocidad del viento y humedad relativa con las estadísticas climatológicas de Mar del Plata Aero.

Para diciembre de 2015, se aplicó el índice de Humidex con datos de la estación meteorológica Mar del Plata Aero. Cabe destacar que este mes fue seleccionado por la disponibilidad de observaciones simultáneas en las tres estaciones meteorológicas consultadas.

En los meses estudiados, se analizaron con datos de la marcha diaria de los parámetros

meteorológicos de interés, correspondientes a las 7:00 horas; 12:00 horas; las 17:00 horas y las 22:00 horas en estación Mar del Plata Aero. En esta selección, se tuvo en cuenta que los cortes horarios fueran los más representativos y aproximados en las preferencias de las personas que practican deportes y/o acciones recreativas durante todo el año.

En este sentido, se tuvo en consideración que el horario de 7:00 horas, lo prefieren y utilizan las personas antes de ir a sus actividades diarias. El de 12:00 horas, es escogido por quienes tienen la posibilidad de hacer una pausa en sus compromisos laborales o personales.

Por otra parte, desde 17:00 horas en adelante, es el horario seleccionado para todos aquellos que finalizaron sus obligaciones, principalmente en invierno. El horario alrededor de las 22:00 horas es el elegido en verano y primavera cuando las temperaturas son más frescas.

Como fue adelantado, en verano el otoño y primavera, se aplicó el índice de calor Humidex (WSE, 2001) que se expresa en grados centígrados. Su objetivo es, bajo determinadas condiciones de humedad y temperatura ambiente, indicar la temperatura efectiva que siente el ser humano sobre la piel.

Su fórmula es la siguiente:

$$\text{Humidex} = T + 5/9 * (e - 10) \quad (3)$$

Los rangos de confort/desconfort derivados de la aplicación del índice de Humidex, se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Rango de desconfort bioclimático

20,0°C -29,0°C	Confortable
30,0°C -39,0°C	algún desconfort
40,0°C -45,0°C	gran desconfort, evitar los ejercicios físicos
>45,0°C	Peligro
>54,0°C	inminente peligro de sufrir infarto al corazón

Fuente: Weather Service of Environment of Canadá, 2001.

De manera similar y para definir la comodidad térmica en la época más fría, se utilizó Temperatura Aparente (TA). Este índice, fue desarrollado en Australia por Steadman (1984) y es aplicado por el Australian Bureau of Meteorology.

El índice Temperatura Aparente, se expresa en grados. La fórmula es:

$$TA = -2,7 + 1,04T + 2,0E - 0,65 * V^{0,75}$$

A partir de este índice, se calculó el factor de enfriamiento que se utiliza para conocer la pérdida de calor de un individuo por medio de la diferencia de la temperatura equivalente con la temperatura real.

Para representar el mes de agosto el mes más frío de invierno analizado, se utilizó el rango de confort y/o desconfort de frío propuesto por Bustos y Piccolo (2011) en el balneario Pehuén Cór, que modificaron el diagrama propuesto por Olgyay (1963), para incluir el viento como factor de enfriamiento de primer orden. Los autores establecieron al desconfort por frío un intervalo de temperaturas entre los 9,0°C y 0,0°C. Por debajo de 0,0°C y hasta -2,0°C se genera riesgo de congelamiento y desde -2,0°C hasta -5,0°C la posibilidad de riesgo de congelamiento de extremidades, ante exposiciones prolongadas.

En la primera parte, obtenidos los resultados de la aplicación de los índices de confort Humidex y Temperatura Aparente, se procesaron los datos de estación Mar del Plata Aero, en hojas de cálculo analizando por día y corte horario de cada mes analizado por época del año. Los datos se presentan en tablas por cada mes y graficándolos con colores para su mejor comprensión.

Conjuntamente, se consultó a distintos autores especializados en condiciones meteorológicas y deporte, para que confirmaran o refutaran el planteo teórico de ajustar el rango de confort y/o desconfort de los índices Humidex y Temperatura Aparente, a uno

específico para el deporte al aire libre en la ciudad de Mar del Plata. En este sentido, se tuvo en cuenta a Cano Sánchez (2019), que sugiere un rango de confort entre 10,0°C y 23,0°C (tabla 15).

Tabla 15. Rangos de temperaturas (en ° C) óptimas para el deporte al aire libre.

Autores	Rango de temperaturas óptimas	
	Mínimas	Máximas
Galloway y Maughan	11,0	- 20,0
Sánchez	10,0	- 23,0

Fuente: Cano Sánchez (2019) y Galloway y Maughan (1997).

Cano Sánchez (2019) estimó que, cuando las temperaturas alcanzan los 24,0 ° C hay exceso de calor, lo que repercutirá negativamente en el desarrollo de la actividad, principalmente cuando se trata de deportes de larga duración como correr, el ciclismo y el tenis, pueden aparecer síntomas de agotamiento por calor (reacción general a la exposición prolongada al calor). Sucede lo contrario, cuando en el exterior y en ausencia de viento, la temperatura se posiciona por debajo de los 10,0 ° C y la persona abrigada evita no perder calor y energía innecesariamente, pues de lo contrario, podría llegar a una situación de hipotermia.

Del mismo modo, se consideró el aporte de Galloway y Maughan (1997) quienes establecieron un rango óptimo entre 11,0°C y 20,0°C (tabla 15) de confort bioclimático para el deporte al aire libre. Estos investigadores indagaron que el consumo óptimo de oxígeno ocurre a los 10,0°C, con un deterioro en cuanto llega a los 20,0°C que afecta no sólo el rendimiento, sino también directamente en el confort cuando se hace un deporte al aire libre.

La diferencia de temperatura mínima entre ambos autores es de 1°C mientras que en la temperatura máxima esa diferencia se amplía en 3°C. Lo expuesto, se corrobora con la opinión de varios entrenadores marplatenses, quienes fueron consultados acerca de las características

del clima y las temperaturas que afectan favorablemente y desfavorablemente en las condiciones de confort en las personas que practican deportes durante todo el año en la ciudad.

De modo que, con las modificaciones a lo sugerido por Cano Sánchez (2019) y por Galloway y Maughan et al. (1997) se propone un rango de confort/desconfort bioclimático (Tabla 18) que, a los efectos de del presente trabajo, se plantea como propuesta confort/desconfort para el deporte y recreación al aire libre en Mar del Plata (CDRMdP). Se formula un rango de confort térmico óptimo para el deportista marplatense amateur y general, que se extiende desde los 9,0°C de temperatura mínima hasta las 21,9°C de temperatura máxima. La temperatura promedio óptima se estimó en 15,0°C, para los deportes libres en la ciudad en condiciones climáticas normales (Tabla 16).

De esta forma y a continuación, se asignó a los datos obtenidos de Humidex y Temperatura Aparente, la categoría propuesto en esta tesis, con los rangos de confort/desconfort sugeridos por Bustos y Piccolo (2011) para temperaturas frías y según WSE (2001) para temperaturas cálidas. Los meses analizados fueron enero y abril de 2016 para verano y otoño y agosto y diciembre de 2016, para el invierno y la primavera respectivamente.

Tabla 16. Propuesta de categoría de confort /desconfort para el deporte y actividades recreativas al aire libre en Mar del Plata

> 3,0°C	Alto desconfort por exceso de frío. Evitar deportes y actividades recreativas al aire libre
3,1 a 8,9°C -	Desconfort por bajas temperaturas
9,0°C a 21,9°C	Confort térmico para la actividad deportiva y recreativa al aire libre
22,0 C -29,9 C	Desconfort por altas temperaturas
< 30,0 °C	Alto desconfort por exceso de calor. Evitar deportes y actividades recreativas al aire libre

Fuente: propuesta personal a partir de adaptaciones a lo planteado por Cano Sánchez (2019) y Galloway y Maughan (1997).

Para una mejor comprensión, visualización y diferenciación se elaboraron y presentaron los

resultados en tablas a partir de hojas de cálculo y se graficaron los resultados en figuras de barras. Para diferenciar mejor los resultados de las tablas y figuras de la primera etapa de análisis, se otorgó otra gama de colores.

## **Resultados y discusión**

### **Confort térmico en verano**

En enero de 2016, se analizaron 124 valores de confort bioclimático obtenidos con Humidex (Weather Service of Environment of Canadá, 2001), en estación Mar del Plata Aero (Tabla 17). En este mes, la situación de confort prevaleció durante todo el mes. En estación meteorológica Mar del Plata Aero, se estableció que el 70,0%, de los días tuvieron confort climático, mientras que el desconfort representó el 8,2%. Las jornadas sin riesgo de malestar térmico por calor (Humidex menor de 20,0 ° C), significaron el 21,8%. El valor Humidex de confort más bajo presentó 20,0°C. Durante el mes considerado, no se observaron días con alto desconfort (>45,0°C). El promedio de confort Humidex fue 24,3° C. Cabe destacar que, durante el mes de investigación no se registraron eventos de ingreso de brisas marinas.

Tabla 17. Valores de Humidex en verano en estación Mar del Plata Aero. Enero de 2016.

		Horas									
Días	7:00	22:00	17:00	22:00	Días	7:00	12:00	17:00	22:00		
1	25,0	25,0	28,0	28,0	17	23,0	37,0	31,0	23,0		
2	28,0	21,0	31,0	28,0	18	18,0	25,0	25,0	20,0		
3	28,0	34,0	31,0	27,0	19	15,0	29,0	27,0	25,0		
4	30,0	35,0	32,0	30,0	20	23,0	32,0	29,0	28,0		
5	26,0	16,0	22,0	20,0	21	27,0	33,0	32,0	28,0		
6	18,0	22,0	21,0	18,0	22	20,0	32,0	33,0	25,0	Referencias	
7	17,0	30,0	25,0	18,0	23	24,0	24,0	22,0	20,0	Sin malestar por calor <20,0°C	
8	10,0	20,0	29,0	26,0	24	25,0	32,0	39,0	37,0	Confort 20,0 °C-a 29,0°C	
9	15,0	17,0	18,0	17,0	25	26,0	23,0	21,0	19,0	Desconfort 30,0°C s 45,0°C	
10	15,0	26,0	29,0	25,0	26	19,0	20,0	19,0	17,0	Alto desconfort >45,0°C	
11	24,0	29,0	30,0	30,0	27	26,0	25,0	23,0	21,0	Modificado según WSE Canadá, 2001	
12	27,0	25,0	26,0	19,0	28	18,0	28,0	27,0	23,0		
13	13,0	20,0	22,0	21,0	29	20,0	29,0	29,0	13,0		
14	15,0	29,0	29,0	27,0	30	22,0	31,0	28,0	15,0		
15	23,0	21,0	19,0	15,0	31	13,0	21,0	2,00	18,0		
16	13,0	23,0	30,0	28,0							

Fuente: WSE (Canadá, 2001) con datos del CIM-SMN.

El análisis del confort con Humidex de enero de 2016, en los cuatro segmentos horarios diarios del mes (estación Mar del Plata Aero), se expresó en porcentajes en figura 20. De esta manera, se observó que el confort obtuvo la frecuencia más alta a las 17:00 horas de la tarde con 20,2 %, continuando a las 12:00 horas con un 19,4%. En torno de las 22:00 horas de la noche alcanzó 16,1% y finalmente en el horario matutino de las 7:00 horas llegó al 14,5%.

El desconfort tuvo las frecuencias más importantes a las 12:00 horas con el 4,0% y 17:00 horas (3,2 %) (Figura 20). No se hizo presente por la mañana y fue mínimo durante la noche.

El promedio general de días en el mes de enero estudiado, fue de confort en un 33,0%, mientras que las condiciones de desconfort fueron 49,2% en tanto que, las condiciones de alto desconfort totalizaron 18,3% de los cálculos (Figura 20).

Por otra parte, si comparamos los porcentajes de confort/desconfort obtenidos usando los rangos de Humidex (70% confort), con los que se obtienen al usar los rangos propuestos por el autor (CDRMdP) en base a Cano Sánchez (2019) y Galloway et al. (1997), se observa (Tabla 18) que los contextos de desconfort (49,2%) y alto desconfort (18,3%), los cálculos, habitualmente durante todo el mes en la estación Mar del Plata Aero.

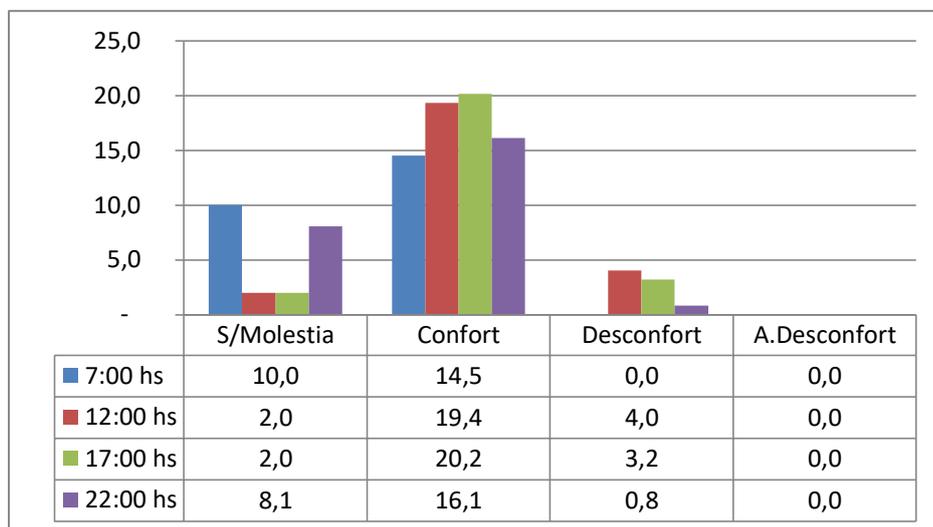


Figura 20. Frecuencia (%) confort/desconfort por segmentos horarios con Humidex en estación Mar del Plata Aero. Enero 2016.  
Fuente WSE Canadá, 2001, con datos del CIM-SMN.

Con el CDRMdP propuesto en esta tesis y durante este mes (enero 2016), en la estación meteorológica de referencia (Mar del Plata Aero), se observó que a las 7:00 horas se reconocieron 14 días con confort y 17 días con desconfort. Por otra parte, a las 12:00 horas del mediodía, sólo 10 días resultaron confortables, mientras que 17 jornadas acreditaron sensación de desconfort y 9 días con alto desconfort (tabla 18).

Del mismo modo, a las 17:00 horas, 16 días evidenciaron desconfort, 9 días alto malestar térmico y 6 días con confort. Por la noche a las 22:00 horas, se registraron 10 jornadas que

presentaron condiciones de confort, 13 días con desconfort y 3 días de alto desconfort, según se detalló en la Tabla 18.

Tabla 18. Valores de Humidex, aplicando rango confort/desconfort para el deporte y recreación al aire libre (CDRMdP) en estación Mar del Plata Aero. Enero 2016.

Días	Horas										Referencias	
	7:00	12:00	17:00	22:00	Días	7:00	12:00	17:00	22:00			
1	25,0	25,0	28,0	28,0	17	23,00	37,0	31,0	23,0			
2	28,0	21,0	31,0	28,0	18	18,0	25,0	25,0	20,0			
3	28,0	34,0	31,0	27,0	19	15,0	29,0	27,0	25			
4	30,0	35,0	32,0	30,0	20	23,0	32,0	29,0	28,0			
5	26,0	26,0	22,0	19,0	21	27,0	33,0	32,0	28,0			
6	19,0	22,0	21,0	18,0	22	29,0	32,0	34,0	25,0			
7	17,0	26,0	25,0	18,0	23	24,0	24,0	22,0	20,0	Referencias		
8	10,0	20,0	29,0	26,0	24	25,0	32,0	39,0	37,0	Confort: 9,0°C a 21,9°C		
9	15,0	17,0	18,0	17,0	25	26,0	23,0	21,0	19,0	Desconfort: 8,0°C a 4 ,0°C y 22,0 C a 29,9 C		
10	15,0	26,0	29,0	25,0	26	19,0	20,0	19,0	17,0	Alto desconfort: > 3,0°C < 30,0 °C		
11	24,0	29,0	30,0	30,0	27	26,0	25,0	23,0	21,0	Modificado de las propuestas de Cano Sánchez (2019) y Galloway y Maughan (1997)		
12	27,0	25,0	26,0	19,0	28	18,0	28,0	27,0	23,0			
13	13,0	20,0	22,0	21,0	29	20,0	29,0	29,0	13,0			
14	15,0	29,0	29,0	27,0	30	22,0	31,0	28,0	15,0			
15	23,0	21,0	19,0	15,0	31	13,0	21,0	20,0	18,0			
16	13,0	23,0	30,0	28,0								

Fuente: modificado WSE Canadá, 2001, con datos del CIM-SMN.

El análisis de la frecuencia en porcentajes, a través de los resultados Humidex con el rango CDRMdP, se presenta en figura 21. Las situaciones de confort para el deporte al aire libre en estación Mar del Plata Aero en el mes de enero, en los segmentos diarios de las 7:00 horas y 22:00 horas, con 11,3% y 12,0% obtuvieron las frecuencias más altas En el segmento horario de 12:00 horas, presentó predominio de desconfort con el 4,8% alto desconfort 7,3% de los días del mes examinado (Figura 21).

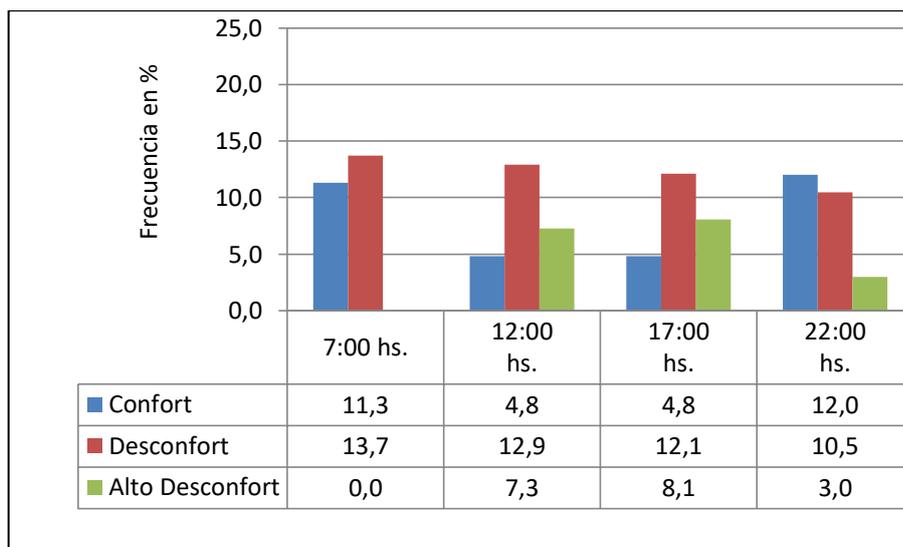


Figura 21. Frecuencia (%) aplicando rango confort/desconfort para el deporte y recreación al aire libre (CDRMdP) en estac. Mar del Plata Aero. Enero 2016.

Fuente: CIM-SMN.

La situación bioclimática de sin malestar por calor obtuvo el valor promedio Humidex para el mes de enero de 15°C (y 15° C de temperatura media real como punto de referencia registrada por el SMN en estación Mar del Plata Aero). El desconfort más elevado observado fue a las 17:00 horas, con 39,0°C de Humidex (tabla 19), y se registró el 4 enero (2016). El alto desconfort climático estuvo ceñido en los 21,7°C de temperatura real o ambiente, la elevada humedad con 86% y viento a 9km de velocidad del Norte. Por otra parte, el desconfort térmico medio Humidex, sobre las 7:00 horas, computó 22,0°C y tuvo las siguientes condiciones meteorológicas reales: 30°C, la humedad relativa 85,0%, y vientos con 10,8 km/h, de velocidad.

Como fue comentado en párrafos precedentes, en el mes estival examinado, el desconfort climático que pudo haber experimentado la población, se concentró en torno del mediodía (12:00 horas) y de la tarde (17:00 horas). Sobre las 12:00 horas, el desconfort estuvo conformado por promedios elevados de la temperaturas y humedad reales en torno a 23,5°C y 76% respectivamente y a una velocidad de 23 km/h, con predominio de viento cálido del

cuadrante Norte. De la misma manera, a las 17:00 horas, el desconfort térmico observado fue generado por promedios de temperaturas y humedad reales altas en torno de: 24,9°C y 77 % en orden y viento de 30,4 km/h de velocidad, cálido del sector Norte que acentuó la incomodidad climática a esa hora de la tarde de las jornadas del mes estival analizado.

Como cabe recordar, no se registraron eventos de brisa de mar, porque prevaleció el viento Norte. En Mar del Plata, en el mes estival analizado, las condiciones de viento Norte producen temperaturas altas, con aumento de la humedad y consiguiente desconfort climático en la mayor parte del transcurso de los días de verano.

En estación Radioaficionados el valor promedio de Humidex para el mes de enero fue 25,0 °C. lo que indico desconfort, debido probablemente al contexto del emplazamiento, en un sitio muy urbanizado, alejado del frente costero y sin una adecuada cubierta arbórea. Como guía de referencia, los escenarios de desconfort en esta estación meteorológica coinciden en general con las variaciones espaciales que halló García (2019) en Mar del Plata. La autora informo incrementos de Humidex de hasta 5°C donde la vegetación arbórea era más escasa de menor porte o follaje que las áreas sombreadas en los barrios Santa Mónica y Los Pinos (distante 1,5 km., aprox., estc. Radioaficionados).

En estación Club Náutico Mar del Plata, el valor promedio de Humidex para el mes de enero fue 22,0°C, que indica confort. La diferencia entre el índice Humidex y temperatura media mensual fue 2,5°C. Al comparar los entornos de confort a través de Humidex, que predominaron en estación costera Club Náutico Mar del Plata, se observó que fueron similares con los calculados en estación Mar del Plata Aero y diferentes a los valores Humidex de desconfort que predominó en estación Radioaficionados

Para tener como referencia, los parámetros meteorológicos medios generales en enero en estación Club Náutico Mar del Plata registraron 20,5°C la temperatura, 68 % la humedad y 27,0 Km/h. la velocidad del viento.

Para uso como referencia, la consistencia de los valores Humidex obtenidos en la estación meteorológica de referencia (Mar del Plata Aero), con otras ciudades costeras de la provincia de Buenos Aires (en especial del suroeste donde el confort climático fue más estudiado), el desconfort tuvo un valor Humidex más alto (44,8°C), en el balneario Pehuén Co, situado en el suroeste de la provincia de Buenos Aires (Bustos y Piccolo, 2011).

Similares características tiene el Humidex en estación Mar del Plata Aero, con las ciudades de Claromecó y Necochea (suroeste y sureste de la provincia de Buenos Aires, respectivamente) es la distribución de horas con confort, que se distribuyen entre las 10.00 y 22:00 horas, si bien con cierta disminución hacia la tarde en la primera (Marini y Piccolo, 2000) en el mes estival.

Como guía de referencia, presentó diferencias con respecto a la localidad Marisol, en el suroeste de la provincia de Buenos Aires, que según Marini y Piccolo (2000) las horas de confort se extendieron desde las 10.00 hasta las 12:00 horas y a partir de las 17:00 horas, debido a la menor influencia del viento que no alcanza a disipar el calor acumulado. En el caso de la localidad portuaria de Coronel Rosales (suroeste de la provincia de Buenos Aires), en cambio, las horas de confort ocurren desde las primeras horas de la mañana hasta las 10,00 horas, para pasar a situaciones de gran desconfort entre las 14,00 y 19,00 horas (Marini y Piccolo (2000).

Para tener como referencia, en la ciudad de Monte Hermoso (suroeste de la provincia de Buenos Aires) como en Mar del Plata predominó el confort sobre el desconfort en enero, prevaleciendo este último desde las horas de la mañana hasta la noche en época estival

(Huamantín Cisneros, 2011).

Por otra parte y para fines de referencia, el valor de Humidex fue 27,1<sup>o</sup> C en la ciudad de Tandil (separada 173 kilómetros del mar, en el centro de la provincia Buenos Aires), según informaron Picone y Campo (2016). Los autores (Picone y Campo, 2016), comunicaron un Humidex de, en el periodo 1971-2010 mientras que, el promedio Humidex fue 24,3<sup>o</sup>C, para el mismo mes estival en Mar del Plata.

### **Confort térmico en otoño**

En abril de 2016, se analizaron 124 valores de confort bioclimático obtenidos con Humidex (WSE, Canadá, 2001), en estación Mar del Plata Aero. El valor del Humidex para la estación Mar del Plata Aero fue 23.8<sup>o</sup>C, que representa una situación de confort. Los escenarios de confort térmico y sin malestar por calor representaron 29,1% y 70% respectivamente, mientras que, el desconfort fue 0,9% en el mes examinado (Tabla 19).

Los porcentajes de los valores de Humidex calculados, tuvieron situaciones de confort térmico más altos a las 12:00 horas y 17:00 horas, con 9,8% ambos horarios. A la vez, las condiciones sin malestar por calor también fueron elevadas en los horarios estudiados, resultando el 21% de la frecuencia (Figura 22) en torno de las 7:00 horas en el mes de abril analizado.

Por otra parte en el mes examinado (abril de 2016), se observó el predominio de contextos de desconfort y alto desconfort térmico con 49,2% y 18,3%, contra 33,0% de escenarios de confort (Tabla 20) cuando se efectuó la interpretación de los resultados del índice Humidex utilizando los rangos modificados CDRMdP en estación Mar del Plata Aero. El análisis de los cuatro horarios planteados a de la interpretación de los resultados del índice Humidex, con el rango modificado CDRMdP, se presentan en porcentajes en figura 23. Se observó que dominó

el contexto de confort térmico y en particular la situación de sin malestar por calor en estación Mar del Plata Aero, según rangos Humidex del WSE (Canadá, 2001).

Tabla 19. Humidex en otoño en estac. Mar del Plata Aero. Abril de 2016.

Días	Horas								Días	7:00	12:00	17:00	22:00	Referencias	
	7:00	12:00	17:00	22:00											
1	21,0	28,0	25,0	25,0	16	20,0	21,0	17,0	12,0						
2	25,0	25,0	25,0	22,0	17	10,0	14,0	13,0	8,0						
3	15,0	25,0	25,0	22,0	18	14,0	14,0	14,0	16,0						
4	18,0	17,0	19,0	20,0	19	15,0	19,0	15,0	13,0						
5	19,0	21,0	22,0	19,0	20	7,0	19,0	21,0	19,0						
6	14,0	14,0	21,0	14,0	21	11,0	19,0	19,0	7,0	Referencias					
7	8,0	22,0	22,0	17,0	22	2,0	16,0	18,0	14,0	S malestar p. calor <20,0°C					
8	16,0	23,0	22,0	20,0	23	15,0	23,0	25,0	19,0	Confort 20,0 °C-29,0°C					
9	11,0	20,0	19,0	14,0	24	14,0	19,0	15,0	12,0	Desconfort 30,0°C-45,0°C					
10	13,0	15,0	14,0	26,0	25	10,0	13,0	14,0	10,0	Alto desconfort >45,0°C					
11	12,0	14,0	15,0	14,0	26	6,0	10,0	8,0	6,0	Modificado según WSE (Canadá,2001)					
12	8,0	18,0	12,0	18,0	27	5,0	8,0	10,0	5,0						
13	17,0	23,0	26,0	18,0	28	8,0	12,0	15,0	11,0						
14	14,0	26,0	26,0	26,0	29	8,0	11,0	8,0	7,0						
15	25,0	30,0	27,0	20,0	30	8,0	11,0	12,0	10,0						

Fuente: WSE (Canadá, 2001) con datos del CIM-SMN.

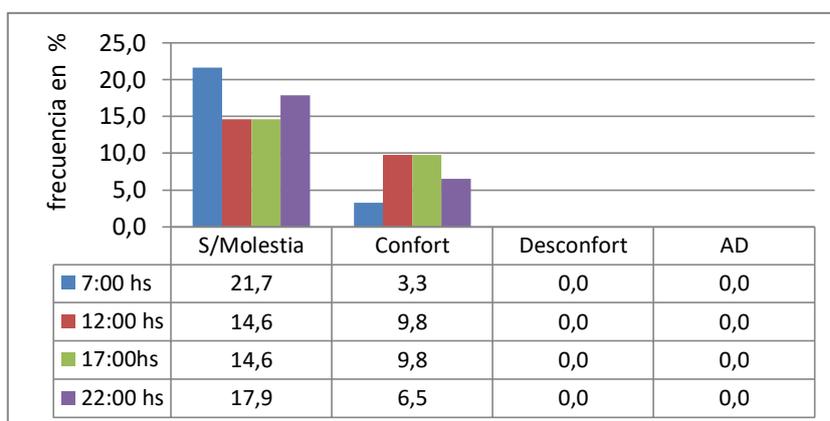


Figura 22. Frecuencia (%) de confort/desconfort por segmentos horarios con Humidex en estación Mar del Plata Aero. Abril 2016.

Fuente: WSE Canadá, 2001, con datos del CIM-SMN.

Tabla 20. Humidex, aplicando rango confort/desconfort para el deporte y recreación al aire libre (CDRMdP), en estación Mar del Plata Aero. Abril 2016.

		Horas									
Días	7:00	12:00	17:00	22:00	Días	7:00	12:00	17:00	22:00		
1	21,0	28,0	25,0	25,0	16	20,0	21,0	17,0	12,0		
2	25,0	25,0	25,0	22,0	17	10,0	14,0	13,0	8,0		
3	15,0	25,0	25,0	22,0	18	14,0	14,0	14,0	16,0		
4	18,0	17,0	19,0	20,0	19	15,0	19,0	15,0	13,0		
5	19,0	21,0	22,0	19,0	20	7,0	19,0	21,0	19,0		
6	14,0	14,0	21,0	14,0	21	11,0	19,0	19,0	7,0	Referencias	
7	8,0	22,0	22,0	17,0	22	2,0	16,0	18,0	14,0	Confort: 9,0°C -21,0°C	
8	16,0	23,0	22,0	20,0	23	15,0	23,0	25,0	19,0	Desconfort: 8,0°C -4 °C y 22,0 C -29 C	
9	11,0	20,0	19,0	14,0	24	14,0	19,0	15,0	12,0	Alto desconfort: > 3,0°C < 30,0°C	
10	13,0	15,0	14,0	26,0	25	10,0	13,0	14,0	10,0	Modificado de las propuestas de Cano Sánchez (2019) y Galloway y Maughan (1997)	
11	12,0	14,0	15,0	14,0	26	6,0	10,0	8,0	6,0		
12	8,0	18,0	12,0	18,0	27	5,0	8,0	10,0	5,0		
13	17,0	23,0	26,0	18,0	28	8,0	12,0	15,0	11,0		
14	14,0	26,0	26,0	26,0	29	8,0	11,0	8,0	7,0		
15	25,0	30,0	27,0	20,0	30	8,0	11,0	12,0	10,0		

Fuente: WSE (2001), con datos del CIM-SMN.

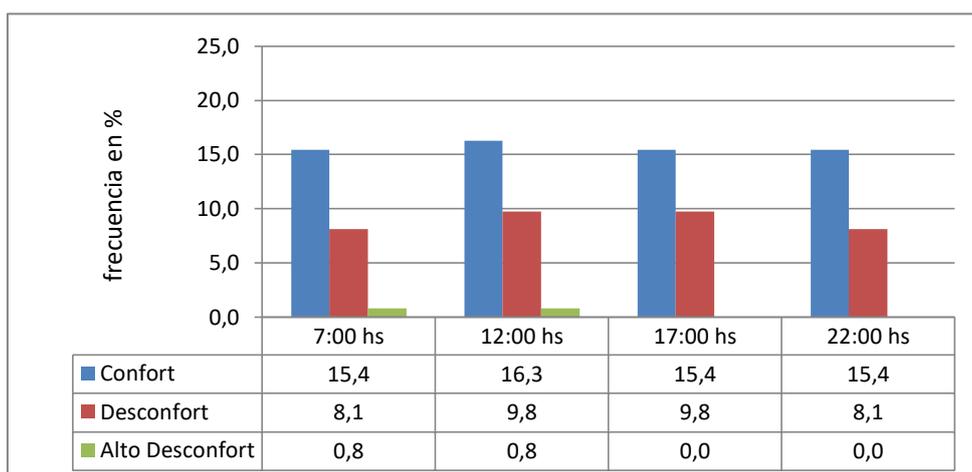


Figura23. Frecuencia (%) aplicando rango confort/desconfort para el deporte y recreación al aire libre (CDRMdP) en estac. Mar del Plata Aero, en otoño. Abril 2016.

Fuente: CIM-SMN.

Los episodios de confort se dieron aproximadamente a las 7:00 horas y a manera de referencia con temperaturas, humedad y velocidad del viento reales promedio (registrados por el SMN en la estación Mar del Plata Aero), de 12,1°C, 94 % y 3,6 Km/h del sector Norte. En tanto que, las condiciones de las variables meteorológicas reales que originaron del rango Humidex, de sin malestar por calor, fueron con condiciones de 12°C, de temperatura real, 88% humedad y 8,6 km/h la velocidad viento del cuadrante Norte.

Como referencia, el confort térmico de las 12:00 horas, tuvieron sindicados a 21,0°C de temperatura real, 68% la humedad y viento del sector Norte de 24,7 Km/h. De la forma, el rango Humidex, sin malestar por calor tuvieron los siguientes valores reales: 20,5° C, humedad 56,0 % y viento 17,8 Km/h de velocidad de sector Norte.

En torno de las 17:00, el confort climático se originó con promedios mensuales tomados de los registros del SMN en la estación Mar del Plata Aero de: 19,8°C de temperatura, 66% la humedad y 22,8Km/h , la velocidad del viento del Norte. En lo que respecta a sin malestar por calor, esta condición tuvo su origen con 20°C de temperatura, 74,4% de humedad, con viento a 22,7Km/h de velocidad del cuadrante Norte.

A las 22:00 horas, predominó el confort climático asociado a temperatura, humedad y vientos reales que se hallaban en 17,2°C y 77 % y viento Norte a 9 Km/h de velocidad. Con las mismas características, la condición térmica sin malestar por calor a las 22:00 horas, estuvo ligada a 15,6°C de temperatura, 81% de humedad y viento a 9,3 km/h de velocidad del Norte.

### **Confort térmico en invierno**

El mes de agosto de 2015 representativo del invierno, fue analizado con datos estadísticos de las estaciones meteorológicas Mar del Plata Aero y Club Náutico Mar del Plata. Se exceptuó de esta época del año la estación Radioaficionados, por no contar con datos consistentes.

En estación Mar del Plata Aero prevaleció el desconfort para realizar actividades y deportes al aire libre (Tabla 21). Se efectuaron 124 observaciones con el índice de Temperatura Aparente (TA), aplicando el rango de confort/desconfort por frío propuesto por Bustos y Piccolo (2011) a partir de las modificaciones hechas a Olgyay (1963). Este rango y como fue citado precedentemente, estableció la situaciones de desconfort térmico por frío en valores desde 9,0°C hasta 0,0°C. Por debajo de 0,0°C y hasta - 2,0°C se genera riesgo de congelamiento y desde -2,0°C hasta -5,0°C con riesgo de congelamiento de extremidades.

El promedio de desconfort térmico por frío (9°C y -0°C) representó el 70,0 % de los días en los cuatros horarios diarios examinados (tabla 21). Las temperaturas de congelamiento totalizaron en promedio 4,8% y aquellas con riesgo de congelamiento de extremidades en exposiciones prolongadas 2,7%. Las jornadas que tuvieron contexto de confort térmico representaron 22,5% del mes estudiado (tabla 21). El promedio de Temperatura Aparente fue 6,2°C en el mes invernal analizado y -con -4,1°C bajo cero de térmica señalada por el índice.

El día 19 de agosto de 2015, en torno de las 7:00, fue la jornada que tuvo el rango de posibilidad de congelamiento de extremidades expuestas al frío prolongado. Como referencia la diferencia entre la temperatura medida por el termómetro (3,6°C) en la estación Mar del Plata Aero y el índice Temperatura Aparente fue 7,7°C (- 4,1°C).

El confort/desconfort térmico determinado con Temperatura Aparente (TA) en estación Mar del Plata Aero, según los horarios en que se segmentaron las jornadas, se exhiben en figura 24. Por otra parte, ajustados los valores de Temperatura Aparente (TA), con rango CDRMdp, se observó que, durante el mes de agosto tuvieron predominio los escenarios de desconfort en un 60,0% de los días y alto desconfort 13,0% de los mismos. En lo que respecta a las jornadas que presentaron confort bioclimático representó el 27,0% de los datos diarios analizados (Tabla 22).

Tabla 21. Temperatura Aparente en invierno en estación Mar del Plata Aero. Agosto 2015.

Días	Horas								Referencias		
	7:00	12:00	17:00	22:00	Días	7:00	12:00	17:00			22:00
1	0.6	11	3.8	5	17	0.4	8.4	10.5	5.7		
2	4.9	10.6	14.4	8.4	18	-4.1	13.9	7.7	5.1		
3	5.8	6.2	9.1	0.7	19	-5.7	3.5	2.6	0.5		
4	-1.7	9	7	3.8	20	2.1	7.5	7.8	1		
5	4.8	7.5	6.9	7.2	21	6.8	10.4	10.8	9.4	Referencias	
6	7.4	13.1	15.8	16.7	22	5.9	10.2	8.6	2.5	Sin malestar por frío >10,0	
7	12.7	12.4	7.8	8.5	23	0.9	0.2	0.3	-3.7	Desconfort por frío 9,0°C a 0,0°C	
8	3.4	4.8	6.7	9.5	24	1.6	5.3	3.7	3.4	Tº congelamiento 0,0°C < - 2,0°C	
9	12.3	16.2	11.9	6.9	25	3.6	7.9	11.6	9.6	Posible congelamiento extrem. en exp.prolong. 2,0°C < - 5,0°C	
10	5.9	4.4	6.4	4.8	26	10.6	7.6	14.8	7.3	Modificado a partir propuesta de Bustos y Piccolo (2011) modificado de Olgay (1963)	
11	3.8	6.3	7	8.2	27	4.5	6.7	8.9	3.9		
12	3.2	7.7	6.6	4.9	28	4.1	6.8	13.4	12.8		
13	4.2	5.7	5.1	4.7	29	11.6	16.4	17.2	9.7		
14	4.3	4.2	7	6.1	30	9.4	10.3	10.7	8.3		
15	0.7	8.2	11	6.6	31	4.3	8.9	3	1.5		
16	4.5	3.2	12.1	7.4							

Fuente: modificado a partir de la propuesta de Bustos y Piccolo (2011) con datos del CIM-SMN.

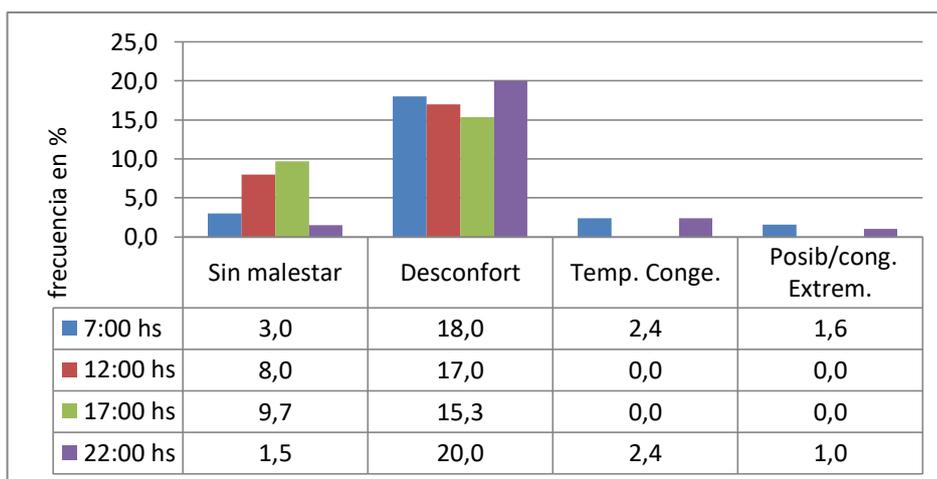


Figura 24. Frecuencia (%) de confort/desconfort con Temperatura Aparente (TA) por segmentos horarios en estación Mar del Plata Aero. Agosto 2015.

Fuente: modificado a partir de la propuesta de Bustos y Piccolo (2011) modificado de Olgay (1963) con datos del CIM-SMN.



SO y SE. A manera de referencia, en torno de 22:00 horas el desconfort climático estaba circunscrito a 9,5°C la temperatura promedio, 72% la humedad y viento a 12,1 Km/h de velocidad en estación Mar del Plata Aero.

Los escasos días con características de confort climático en invierno de 2015, fueron observados con mayor frecuencia sobre las 12:00 horas y se originaron a modo de referencia cuando las condiciones de temperatura promedio a esa hora rondaban 14,0°C, 88% la humedad y vientos a 10,8 Km/h de componente Norte. Así, las condiciones de viento S SSE y SO contribuyeron a generar mayor o menor desconfort térmico por frío durante todos los días del mes. De distinta forma, los vientos de componente Norte contribuyeron al aumento de las temperaturas invernales con el consecuente contexto de confort climático en el mes de agosto examinado.

Cuando se aplicó el rango CDRMdp (tabla 22), a los valores del índice Temperatura Aparente (TA), se observó que el desconfort fue el más frecuente en los cuatro horarios diarios examinados en estación Mar del Plata Aero. Se determinó que, en torno de las 7:00 horas 17 y 9 días tuvieron desconfort y alto desconfort por frío respectivamente, representando 13,7% y 7,2 % de las jornadas, respectivamente. Sobre las 12:00 horas, 11 días tuvieron confort (35,0%), 19 días presentaron desconfort (61,0%) y 1 día alto desconfort (4%) como se observa en tabla 22.

Por la tarde (17:00 horas), presentaron condiciones de confort 13 días (42,0%), en tanto que 15 días tuvieron características de desconfort térmico (48,0%) y 3 días (10,0%) se caracterizaron por alto desconfort (tabla 22). Durante la noche (22:00 horas), se observó que sólo 6 días (19%) tuvieron condiciones de confort, 19 días (62,0%) fueron con desconfort y 6 días (19,0%) presentaron alto desconfort por frío, y por consiguiente desaconsejable para exponerse a realizar deportes a la intemperie (tabla 22). Cabe señalar que se registró el ingreso

de brisa marina el día el 25 de agosto entre las 17:00 y 21.00 horas, con condiciones de confort térmico al inicio y desconfort al finalizar el evento.

El análisis de índice de Temperatura Aparente, aplicando el rango CDRMdp con temperaturas frías, indicó que la frecuencia confort térmico en invierno, se concentró sobre las 12:00 horas (11,0%) y a las 17:00 horas (13%). El escenario de desconfort térmico en el mes de agosto presentó frecuencia más alta en todos los segmentos horarios diarios analizados, como así también el alto el desconfort que tuvo la periodicidad más alta (9%) en el horario de la mañana (figura 25).

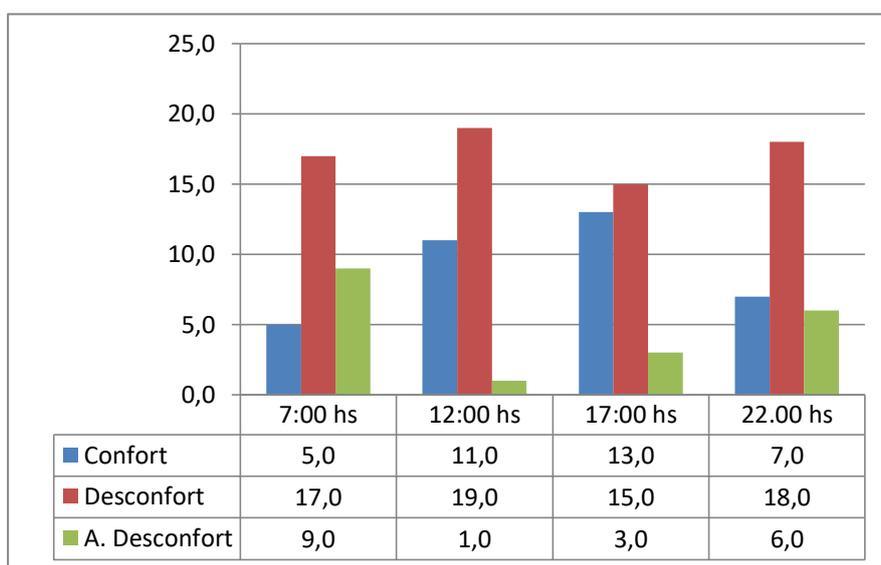


Figura 25. Frecuencia ( %) confort/ desconfort por segmentos horarios con Temperatura aparente (TA) según rango confort/ desconfort para el deporte y recreación al aire libre (CDRMdp) en Estación Mar del Plata Aero. Agosto 2015.

Fuente: elaboración propia con datos de CIM-SMN.

En estación Club Náutico, el promedio mensual del índice Temperatura Aparente (aplicando los resultados obtenidos de la Temperatura Aparente según el rango propuesto por Bustos y Piccolo (2011) modificado de Olgay, 1963) , señaló 4,2°C, mientras que, el mismo índice aplicando el rango CDRMdp fue 6,2°C en estación Mar del Plata Aero. A modo de referencia

las temperatura real calculadas fueron 11,8 ° (estación Club Náutico Mar del Plata) y 14,6°C, (estación. Mar del Plata Aero).

La comparación del promedio general mensual del índice Temperatura Aparente entre las estaciones Club Náutico y Mar del Plata Aero, determino el predominio de desconfort climático en el mes invernal analizado y como es previsible, está vinculado por las bajas temperaturas. El promedio mensual del índice de Temperatura Aparente fue levemente más frío en estación Club Náutico Mar del Plata con respecto a la estación Mar del Plata Aero, situada más alejada de la costa. Esta diferencia del índice de Temperatura Aparente, se relaciona con el hecho de que la estación Club Náutico Mar del Plata, se encuentra en situación de mayor exposición e influencia del viento marítimo en el sector costero y en consecuencia, sometida a un mayor enfriamiento del aire, según fue observado por García (2011). Similares resultados en la estación invernal, a los informados por García (2011) para las ciudades de Mar del Plata- y Necochea-Quequén en cuanto que, las temperaturas, la humedad y el viento fueron generadores de las condiciones de desconfort, con sensaciones térmicas próximas a temperaturas de congelamiento, utilizando el índice de Temperatura Aparente.

Para tener como referencia, los resultados observados en el mes invernal, son coincidentes con Bustos et al. (2011) en su trabajo sobre Pehuén C6, que presentan valores de desconfort por frío similares. Siempre a modo de referencia, en Mar del Plata, como en Coronel Rosales (en el suroeste de la provincia de Buenos Aires), el contexto de los rangos de congelamiento y “riesgo de congelamiento de extremidades ante exposiciones prolongadas” fueron similares durante la noche y a la mañana (en Cnel. Rosales hasta las 12:00 horas), para después durante el transcurso de las jornadas, situarse en general en desconfort por frío sin riesgo.

Al comparar los resultados con la ciudad de Tandil (provincia de Buenos Aires), esta ciudad presentó características de poco confort en el invierno (Picone y Campo, 2016). Así, Mar del

Plata tuvo el promedio más alto 5,8°C de índice de Temperatura Aparente con respecto del valor 4,3°C del índice de Temperatura Equivalente en la ciudad de Tandil (Picone y Campo, 2016).

### Confort térmico en primavera

Las condiciones de confort/desconfort en la primavera, se consideraron a partir del análisis de diciembre de 2015, en estación Mar del Plata Aero. Se exceptuó de esta época del año a la estación Radioaficionados, por no contar con datos consistentes para examinar. El promedio general Humidex de este mes fue 20,0°C. Examinadas 124 observaciones, el índice Humidex expuso los siguientes porcentajes: sin malestar por calor 34% y confort 46,7%. El desconfort alcanzó 13,7% y alto desconfort el 5,6% del mes (Tabla 23).

Tabla 23. Humidex en primavera en estación Mar del Plata Aero. Diciembre 2015.

Días	Horas								Referencias	
	7:00	12:00	17:00	22:00	Días	7:00	12:00	17:00		22:00
1	19,0	30,0	24,0	17,0	17	22,0	29,0	27,0	23,0	Sin malestar p. calor <20°C Confort 20 °C-29°C Desconfort 30°C-45°C Alto desconfort >45°C Modificado de WSE Canada,2001
2	16,0	18,0	18,0	18,0	18	18,0	18,0	18,0	14,0	
3	23,0	29,0	27,0	23,0	19	15,0	19,0	19,0	14,0	
4	25,0	27,0	25,0	23,0	20	14,0	25,0	26,0	18,0	
5	18,0	15,0	14,0	9,0	21	22,0	29,0	27,0	25,0	
6	10,0	14,0	15,0	11,0	22	23,0	30,0	29,0	26,0	
7	11,0	23,0	27,0	20,0	23	22,0	33,0	23,0	19,0	
8	20,0	23,0	25,0	23,0	24	13,0	25,0	30,0	23,0	
9	15,0	25,0	23,0	19,0	25	23,0	19,0	36,0	25,0	
10	14,0	25,0	27,0	17,0	26	25,0	36,0	37,0	27,0	
11	13,0	31,0	33,0	19,0	27	25,0	39,0	40,0	33,0	
12	21,0	30,0	26,0	21,0	28	31,0	41,0	41,0	35,0	
13	21,0	32,0	26,0	22,0	29	31,0	41,0	35,0	29,0	
14	19,0	17,0	21,0	18,0	30	30,0	32,0	27,0	24,0	
15	18,0	18,0	17,0	13,0	31	25,0	25,0	27,0	24,0	
16	15,0	26,0	27,0	19,0						

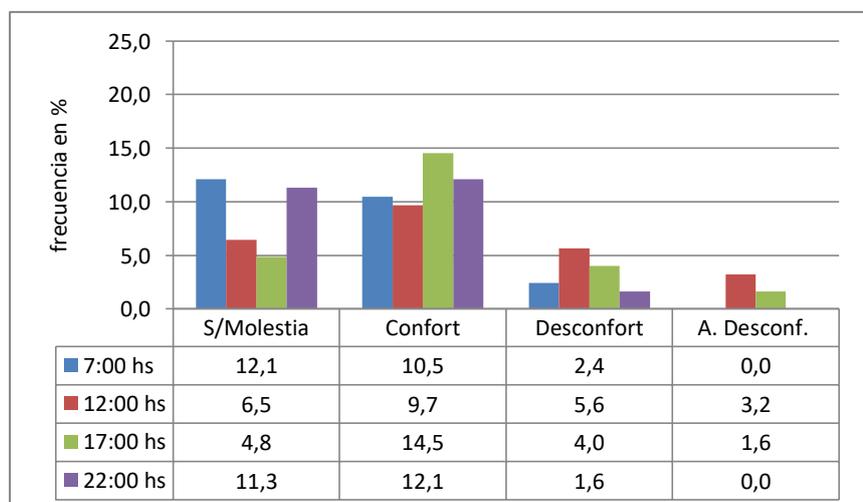
Fuente: a partir de datos del CIM-SMN.

En lo que respecta a estación Club Náutico, el índice Humidex con el rango de confort según WSE (2001) tuvo características de confort térmico con 19,0°C de promedio general. A título de referencia, la diferencia entre el promedio mensual Humidex con los 17,2 °C de temperatura media real fue de 6,8°C. La humedad relativa mensual promedio se situó en 69,0% y 22,6 km/h, la velocidad del viento.

Seguidamente, el análisis del confort determinado con Humidex según WSE (2001), sobre los cuatro horarios individualmente en estación Mar del Plata Aero, fueron graficados en porcentajes, en la figura 26. En contraposición con lo observado precedentemente, predominó el desconfort (42%) y alto desconfort térmico (19%) sobre el confort 39% (tabla 26), cuando los valores de Humidex obtenidos en diciembre de 2015 se adecuó al rango de confort/desconfort (CDRMDP), con modificaciones de las propuestas de Cano Sánchez (2019) y Galloway et al., 1997).

De esta manera, a las 7:00 horas de la mañana, 18 días presentaron situaciones confortables para hacer deportes y recreación al aire libre, mientras que 9 y 3 días tuvieron contextos de desconfort y alto desconfort para las personas, en ese orden. Durante el horario del mediodía (12:00 horas), 8 días presentaron confort, 12 días con condiciones de desconfort y 11 días con alto desconfort térmico.

Figura 26.  
Frecuencia (%) de confort/desconfort por segmentos horarios con Humidex en estación Mar del Plata Aero. Diciembre 2015.  
Fuente: modificado WSE, 2001, con datos del CIM-SMN.



Durante la tarde (17:00 horas), 17 días de los días del mes tuvieron situaciones de desconfort, 7 días con alto desconfort y 7 días con confort térmico. En contraposición, hacia las 22 horas durante de la noche, 16 días se caracterizaron por condiciones de confort, 13 días tuvieron situaciones desconfort y 2 días, alto desconfort térmico (tabla 24).

Tabla 24. Humidex, aplicando rango confort/desconfort para el deporte y recreación al aire libre (CDRMdP), en estación Mar del Plata Aero. Diciembre 2015

Días	Horas				Días	Horas				
	7:00	12:00	17:00	22:00		7:00	12:00	17:00	22:00	
1	19,0	30,0	24,0	17,0	17	22,0	29,0	27,0	23,0	
2	16,0	18,0	18,0	18,0	18	18,0	18,0	18,0	14,0	
3	23,0	29,0	27,0	23,0	19	15,0	19,0	19,0	14,0	
4	25,0	27,0	25,0	23,0	20	14,0	25,0	26,0	18,0	Referencias
5	18,0	15,0	14,0	9,0	21	22,0	29,0	27,0	25,0	Confort: 9°C -21°C
6	10,0	14,0	15,0	11,0	22	23,0	30,0	29,0	26,0	Desconfort: 8°C -4 °C y 22 C -29 C
7	11,0	23,0	27,0	20,0	23	22,0	33,0	23,0	19,0	Alto desconfort: > 3°C < 30 °C
8	20,0	23,0	25,0	23,0	24	13,0	25,0	30,0	23,0	Modificado de las propuestas de Cano Sánchez (2019) y Galloway y Maughan (1997).
9	15,0	25,0	23,0	19,0	25	23,0	19,0	36,0	25,0	
10	14,0	25,0	27,0	17,0	26	25,0	36,0	37,0	27,0	
11	13,0	31,0	33,0	19,0	27	25,0	39,0	40,0	33,0	
12	21,0	30,0	26,0	21,0	28	31,0	41,0	41,0	35,0	
13	21,0	32,0	26,0	22,0	29	31,0	41,0	35,0	29,0	
14	19,0	17,0	21,0	18,0	30	30,0	32,0	27,0	24,0	
15	18,0	18,0	17,0	13,0	31	25,0	25,0	27,0	24,0	
16	15,0	26,0	27,0	19,0						

Fuente: CIM-SMN.

Los resultados del análisis del confort determinado por el índice de Humidex de diciembre de 2015, en los distintos segmentos horarios seleccionados correspondientes a la estación Mar del Plata Aero, quedaron graficados en la figura 27. Las frecuencias de situaciones de confort para hacer deporte, aplicando CDRMdP, tuvo a las 7:00 horas, una frecuencia de

11,3%, mientras que en la frecuencia en situación de desconfort alcanzó el 13,7% de los días a esa hora de la mañana (tabla 25). El contexto de desconfort (12,9%) y alto desconfort (7,3%) sobre las 12:00 horas, tuvieron mayor incidencia en relación con la situación de confort (4,8%) en esa estación meteorológica (figura 27).

La misma situación, fue observada a las 17:00 horas de la tarde, con una mayor incidencia del desconfort (12,1%) y alto desconfort (8,1%) diario, en relación con el confort climático que tuvo una frecuencia de 4,8% a esa hora del día. De manera análoga, alrededor de las 22:00 horas de la noche, la suma de la frecuencias de desconfort (10,5%) y alto desconfort (3,0%) predominaron por sobre las condiciones de confort (12%).

Durante diciembre en estación Mar del Plata Aero, las situaciones de confort y sin malestar por calor a las 7:00 horas, registraron valores de Humidex de 22,9° C y 15,0° C, para cada uno, en relación con temperaturas medidas de 17,7° y 13,0°C respectivamente, con vientos de componente Norte. Así, las desviaciones con respecto a las temperaturas reales fueron de 5,2°C, para confort y de 2,0° C, para la situación de sin malestar por calor, respectivamente.

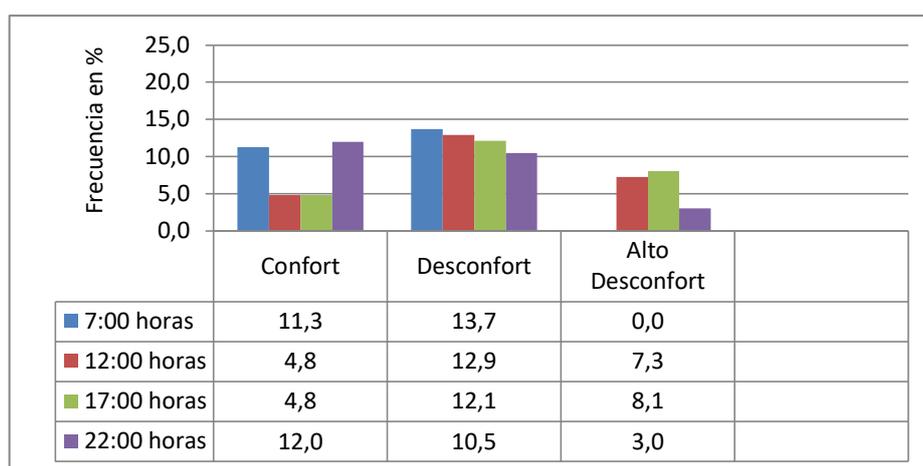


Figura 27. Frecuencia (%) de confort por segmentos horarios con Humidex, según rango confort/desconfort para el deporte y recreación al aire libre (CDRMdP), en estación Mar del Plata Aero. Diciembre 2015.

Fuente: datos del CIM-SMN.

La situación de confort climático al mediodía estuvo conformado por valores térmicos y humedad reales en torno de 23,2°C y 53% respectivamente, con vientos a 8,7 km/h de velocidad de componente Norte y NNE. El valor de Humidex promedio en situaciones de confort fue 26,2º y tuvo una desviación de 3°C con respecto a la temperatura efectiva a esa hora del día (12:00 hs). En ese momento, las condiciones de desconfort 32º C, la desviación fue 8,8°C, con respecto al cálculo térmico promedio efectivo (23,2°C) a esa hora del día.

De la misma manera, a las 17:00 horas, las condiciones de confort observado fue generado por temperatura efectiva en torno de 23,5°C y humedad 51 %, con vientos moderados a una velocidad de 23,3 km/h con orientación Norte y NNE. La desviación en este caso, se situó en 2,2°C, con respecto a la temperatura real a esa hora de la tarde con situación Humidex en 25,7°C.

Durante la noche (22:00 horas), el confort térmico estuvo generado por condiciones meteorológicas de 20,6°C de temperatura real y 43%, de humedad con vientos leves que oscilaron en 14,3 Km/h de velocidad, de componente Norte y NNE. Se observó una diferencia de 3,6°C, entre la temperatura efectiva y el valor Humidex el cálculo obtuvo promedio fue 24,2°C.

En la ciudad de Mar del Plata, las condiciones de viento Norte y NNE, las temperaturas moderadas y la relativamente baja humedad, incidieron en las situaciones de confort climático que predominó en la mayor parte de los días de diciembre. Ello explica las diferencias observadas entre las térmicas registradas por el índice de calor Humidex con respecto a las temperaturas reales.

Los rangos de confort/desconfort (según WSE, 2001, modificado por Bustos y Piccolo (2011) y CDRMdp) aplicados a los índices de calor y de frío (Humidex y Temperatura Aparente), no presentaron el mismo número de días durante los distintos meses y períodos estudiados. El

motivo de esta variación radica en que el rango de confort según WSE (2001) tuvo más incidencia en los meses analizados, por tener un rango más elevado de temperaturas (20,0°C a 29,9 °C) mientras que en la categoría CDRMdp, las temperaturas de bienestar pensadas para la actividad deportiva son menores (9,0°C a 21,9 °C) y por tanto más difícil de alcanzar usando Humidex en las estaciones más templadas y cálidas. En contraposición, durante la estación invernal en ambas categorizaciones WSE (2001) y CDRMdp los rangos de desconfort fueron análogos. Además, al incluir en la investigación el rango CDRMdp (según las modificaciones a las propuestas Cano Sánchez, 2019 y Galloway et al., 1997), la frecuencia de confort disminuyó por establecer una jerarquía más restrictiva (9,0 °C a 21,9 °C), en relación con el confort generado por el índice de WSE, (2001).

La comparación de las frecuencias de confort/desconfort de los meses analizados con Humidex, graficados en la figura 28 (considerando que el rango confort térmico incluye también la categoría “sin malestar por calor” y en el desconfort por calor se incluye el rango alto desconfort), permite visualizar que las condiciones climáticas confortables y con desconfort, cuando se aplicó al índice de calor o Humidex (WSE, 2001), en comparación con el rango CDRMdp, propuesto en este trabajo.

Por otra parte, la frecuencia de días con confort en época invernal, fueron similares con los cálculos obtenidos con Temperatura Aparente y los rangos de confort/desconfort planteados por Bustos y Piccolo (2011) modificado de Olgay (1963) con rango CDRMdp para el deporte y actividades recreativas al aire libre propuesto para Mar del Plata en esta tesis. La causa está relacionada con el confort óptimo que oscila entre 10,0°C y 9,0° C en ambos rangos.

Los resultados sugieren que cuando una persona debe elegir una época y un sitio para hacer deportes al aire libre en Mar del Plata, tiene en consideración el horario o etapa del día, según la época del año para evitar las condiciones de desconfort. De esta forma, en verano

considera sitios cercanos al mar ya que el confort en esta estación del año disminuye, según los resultados obtenidos, en las zonas más alejadas del mar o urbano costeras, debido a densidad demográfica, la cobertura edilicia y dependiendo del barrio, de una adecuada cobertura arbórea.

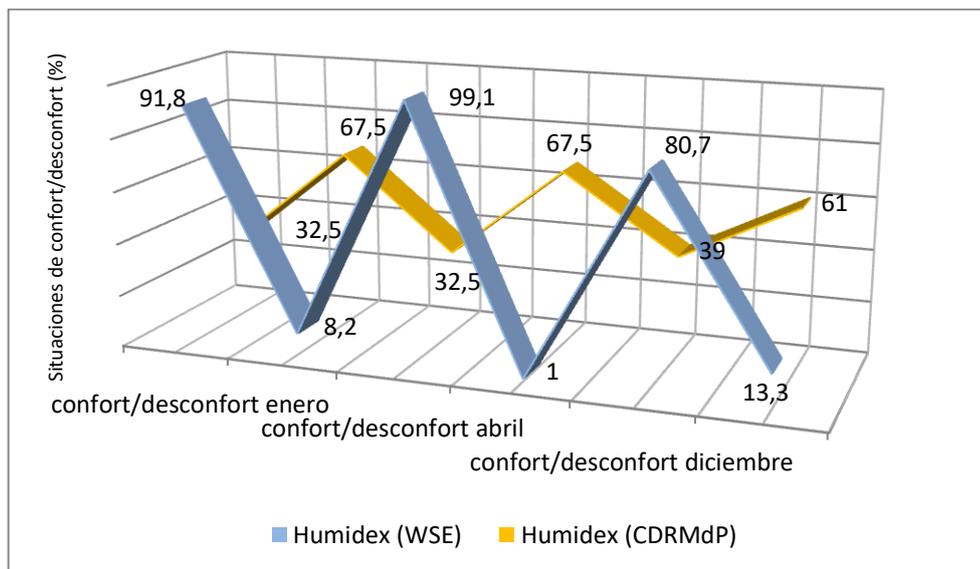


Figura 28. Comparación de Humidex según WSE Canadá, 2001 y Humidex con rango CDRMDP según modificaciones a las propuestas Cano Sánchez (2019) y Galloway y Maugham (1997) para enero y abril de 2016 y diciembre 2015. Fuente con datos del CIM-SMN

El invierno es la estación del año que concentra los días y horas con mayor número de días y horas con desconfort por frío. Los resultados de índice de confort climático apuntan que la mejor opción para los deportistas, es concurrir para dichas prácticas, en los horarios del mediodía y la tarde. En cambio, si la elección es la mañana y noche en esa época del año, las recomendaciones de los expertos pasan por el uso de vestimenta térmica adecuada, a fin de mantener el confort corporal pertinente sin riesgos de hipotermia y particularmente, proteger las extremidades más expuestas a la intemperie.

En consecuencia y para una mejor visualización se presentan los resultados de las temperaturas de confort climático con Humidex (verano, otoño y primavera) y Temperatura Aparente (invierno) en las estaciones meteorológicas Mar del Plata Aero, Radioaficionados y

Náutico, en la tabla 25. Como consecuencia no se observan variaciones espaciales importantes en los tres sitios de observación en el interior y sobre la línea de costa. La diferencia de 2,0°C en el índice de desconfort por frío y Humidex 7,0°C en otoño son las que más destacadas.

Tabla 25. Comparación de los promedios Humidex y Temperatura Aparente en estaciones Mar del Plata Aero, Radioaficionados y Club Náutico Mar del Plata

Estaciones meteorológicas			
Mes	Mar del Plata Aero	Radioaficionados	Club Náutico Mar del Plata
Enero 2016 (verano)	24,0°C	25,0°C	22,0°C
Abril 2016 (otoño)	23,0°C	19,0C	26,0°C
Agosto 2015 (invierno)	6,2°C	s/d	4,2°C
Diciembre 2015 (Primavera)	25,0°C	s/d	24,0°C

Fuente: con datos CIM-SMN

### Conclusión del capítulo

En este capítulo, se aplicaron distintos procesos para evaluar el confort con relación con el deporte y actividades lúdicas durante las cuatro estaciones del año. En este sentido, para definir el confort/desconfort se aplicó Humidex (calor) y Temperatura Aparente (frío). Se cotejaron las temperaturas reales con los índices de calor y frío en los meses seleccionados por estaciones del año para conocer las variaciones espaciales existentes de confort y desconfort en la ciudad.

Se elaboraron tablas de Humidex y Temperatura Aparente en distintos rangos horarios, indicando el confort en grados Celsius y asignando un color para los distintos grados de confort/desconfort. Además, se obtuvieron tablas bioclimáticas que permitieron correlacionar los índices de calor y frío aplicados en las cuatro estaciones climáticas del año en meses representativos de las mismas en los años 2015 y/o 2016, con el rango de confort/desconfort (CDRMdP) para realizar actividades deportivas y recreativas al aire libre en Mar del Plata, cuya

propuesta se incluye en esta tesis.

Luego de analizar estas estaciones del año se observó que el otoño es la mejor estación del año para entrenar y realizar actividades lúdicas al aire libre en Mar del Plata. Este mes no presentó temperaturas máximas tan altas. Por ello, el riesgo de golpes de calor resultó menor. Asimismo, en esta estación del año las temperaturas mínimas no fueron tan bajas, por lo que las posibilidades de confort quedaron aseguradas por lo general, a lo largo de toda la jornada otoñal.

De la misma forma, en verano los mejores horarios para la actividad física estuvieron dados a las 22:00 y 7:00 horas respectivamente, momentos en los cuales las temperaturas no fueron tan elevadas. En invierno, las franjas horarias de las 12:00 y 17:00 horas, resultaron las más aptas para el esparcimiento al aire libre, debido que no presentaron temperaturas mínimas extremas. Este aspecto en invierno disminuyó el riesgo de congelamiento o malestar de las personas que realizaron deportes al aire libre. En primavera, los mejores horarios fueron a las 7:00 y 22:00 horas, cuando los valores térmicos no resultaron tan elevados. Las variaciones más altas entre Humidex y la temperatura efectiva se observaron en un contexto de alto desconfort sobre el mediodía y la tarde del mes de diciembre.

El desconfort invernal estuvo fuertemente influenciado por las bajas temperaturas y el viento, generando sensaciones térmicas muy bajas en el frente costero y en el área interior de la ciudad. En general en Mar del Plata (con excepción del área urbana consolidada o urbana costera), presentaron similares características en cuanto a la sensación de confort estival, especialmente durante las mañanas y noches, por influencia de la temperatura y la humedad.

Esta ciudad se caracteriza por una importante actividad deportiva y/o recreativa sobre sus espacios públicos al aire libre, con diversos eventos que incrementan la afluencia tanto de residentes como visitantes durante todo el año. Por este motivo, resulta beneficioso ofrecer la

información sobre el confort climático para toda la comunidad interesada, a los fines de una mejor planificación de las actividades, que contribuya a prevenir a los practicantes, sobre los riesgos de desconfort por temperaturas altas o muy bajas que expongan la salud de la población.

## Capítulo 5

# PERCEPCIÓN DE CONFORT BIOCLIMÁTICO Y PRÁCTICA DEPORTIVA AL AIRE LIBRE

### Introducción

Los emplazamientos urbanos son importantes factores en la modificación de las condiciones naturales del entorno donde se establecen y se expanden. Sus habitantes quedan en sus viviendas, separados generalmente de la realidad natural y de las influencias del clima.

Las viviendas están preparadas para mantener condiciones ambientales próximas a las del confort climático, tanto en invierno o verano. En este sentido, hay una gran diferencia con las residentes del medio rural (Fuentes y Bustamante, 2019; McBoyle, 1972).

Las personas se informan habitualmente por los medios de difusión o por variadas aplicaciones que ofrecen una variedad de posibilidades en relación con el pronóstico del tiempo. No obstante esta popularización de la meteorología, el aislamiento o artificialización que el medio urbano provoca en las personas, repercute en el escaso conocimiento del clima de la ciudad. Por ejemplo, el que llueva o no en una ciudad tiene escasa repercusión en las actividades laborales, más allá de ciertos inconvenientes en los desplazamientos, salvo que se trate de eventos extremos (Middel y Selover, 2019; McBoyle, 1972).

Es común escuchar en cualquier conversación hablar sobre cómo está el clima y qué se espera de él, sin ahondar demasiado en él. Sin embargo, este desinterés cambia cuando el tiempo influye en las actividades como el ocio o la recreación al aire libre. En esas

circunstancias, existe una mayor afinidad porque el clima afectará directamente en las actividades planeadas. Este hecho, modifica extraordinariamente la percepción meteorológica y climatológica de las personas urbanas, dando lugar a veces, a distorsiones que no conciben con la realidad.

La percepción del clima y el modo cómo los habitantes de una ciudad o territorio perciben el clima y el tiempo, ha sido de interés de diversos grupos de investigadores en Estados Unidos y en la década de los noventa en otras comunidades científicas, como la española, tal como lo plantea Palacios et al., (2018).

Existe cierto número de trabajos que representan una variedad de enfoques teóricos y empíricos como las encuestas para comprender la percepción y el comportamiento en relación con el entorno construido y natural. Desde la teoría del comportamiento humano hasta la teoría de la cognición ambiental y la teoría de la psicología ambiental, ofrecen una amplia perspectiva de las discusiones actuales en la disciplina geográfica (Gärling et al., 1991; Nasar, 1998); Cattell, 2001; Brown et al., 2007)

Vide (1990) por su parte, establece que conviene señalar que el clima percibido puede diferir bastante de lo que un análisis climático objetivo, basado en series sistemáticas y homogéneas a veces no muy amplia, pero con el aval de la rotundidad y coincidencia de sus resultados, que superan cualquier umbral de significación (Chamussy, 1988). Vide (1990) sugiere que el clima y el tiempo percibido suministran algunas de las pautas de las impresiones que despiertan en la población y en su comportamiento, determinados sucesos y hechos meteorológicos y climáticos.

La percepción climatológica y/o meteorológica tiene una gran fuerza, por sus profundas raíces en unas experiencias y vivencias personales -en una geografía subjetiva o personal consideradas, así, como creencia y no ciencia. En este sentido, hay variedad de enfoques

teóricos y empíricos para comprender dicha percepción y las experiencias personales en relación con el clima. Desde la teoría del comportamiento humano hasta la teoría de la psicología ambiental y la biometeorología, ofrecen una amplia perspectiva de las discusiones actuales en la disciplina (Ballester et al., 2005; Perry et al., 2007; Sheridan, 2007; Ebi et al., 2008)

La importancia que suele darse a estos juicios se explica en efecto, por el hecho que los argumentos se originan o basan en la experiencia personal. Es común escuchar decir: *hace menos frío..., ya no hay primavera..., el tiempo está loco...,* etc. En algunos casos la afirmación puede ser cierta y en otros, no. Algunos autores han explorado la percepción que los habitantes urbanos tienen de su entorno a través de refranes o dichos populares (Toharia Cortéz, 1985; Fernández de Arroyabe, 1999).

Aunque el paradigma de la percepción en la Geografía, tiene ya un largo camino iniciado con Lynch (1974) para áreas urbanas entre otros autores, hay varios que se han enfocado en la manera que los habitantes percibían el tiempo y el clima (Palacios et al., 2018); García, et al., 2000). Otros investigadores trataron sobre las percepciones de los ancianos y los cambios climáticos en su vida (Benito et al., 2020).

Una renovada manera de evaluar el confort es, según Ochoa de la Torre et al., (2009) con los índices cualitativos basados en encuestas, donde se hacen preguntas a una muestra representativa de personas acerca de su sensación de confort y otros aspectos relacionados, como su vestimenta, sus expectativas o el tiempo que lleva en ese lugar, etc. Los resultados del estudio realizados en dos de los centros (Los Cabos y Cancún, en México), sugirieron el del confort ambiental previo y durante la planeación y el proceso proyectual de un desarrollo turístico puede mejorar sensiblemente el grado de satisfacción de los usuarios (Ochoa de la Torre et al., 2009).

El confort climático es subjetivo y depende de muchos factores como por ejemplo la edad, forma corporal, el género, la alimentación, el color de la piel, el estado general de la salud, entre otros. Es la correspondencia existente entre el clima de un sitio y la percepción de la población, que podrá variar durante las distintas épocas del año.

Existe una diferenciación entre clima real y percibido. En verano y según García (2009) la temperatura del aire, la humedad relativa, el viento, las precipitaciones y la radiación solar son las variables que influyen en el confort climático. En este capítulo, se incorporó el análisis de la percepción de la población como un abordaje complementario de la investigación en la presente tesis. La misma se planteó como objetivo identificar la influencia climática percibida por los marplatenses sobre las actividades deportivas y recreativas al aire libre durante todo el año y la contrastación con los resultados obtenidos a través de los índices de calor y frío considerados en el capítulo anterior, para resaltar las principales coincidencias y distorsiones observadas.

### **Método de trabajo**

El estudio de la percepción climática en relación con la actividad deportiva y recreativa al aire libre, se realizó a partir del análisis de 146 cuestionarios. El mismo incluyó 17 preguntas cerradas y abiertas, sencillas y similares a las realizadas en otras investigaciones sobre la percepción del clima urbano. (García, 2013; de Freitas, 2001; McBoyle, 1972). Se realizaron a personas adultas, residentes transitorios o habitantes permanentes en la ciudad de Mar del Plata.

Se aplicaron aleatoriamente a personas y también a grupos que realizan deportes durante todo el año en la ciudad, utilizando la técnica de muestreo aleatorio simple a través de Google Forms en agosto de 2021. Gran parte de las encuestas no se pudo realizar en forma presencial

por las razones explicadas en el capítulo inicial derivada de la situación de pandemia de COVID-19 y sólo se pudo efectuar una parte de ellas en febrero de 2020.

La primera parte del formulario indaga sobre los datos de cada encuestado (edad, género, lugar de residencia y ocupación). En todos los casos los datos consignados fueron tomados para realizar un análisis genérico, sin revelar la filiación de los encuestados. El cuerpo principal de la encuesta refiere a qué actividades aire libre realizan en el área urbano-costera y las zonas de práctica y sobre la percepción de parámetros meteorológicos como la brisa marina, temperatura, viento y su incidencia en las actividades deportivas-recreativas.

Las consultas efectuadas en la encuesta fueron las siguientes:

1. *Edad*

Menos de 20 años.

20 a 40 años.

40 a 60 años.

Más de 60 años.

2. *Género*

Masculino

Femenino

Otro

3. *Lugar de residencia.*

MDP hasta 5 cuadras de la Costa.

MDP entre 5 y 25 cuadras de la Costa.

MDP entre 25 y 50 cuadras de la Costa.

No reside en MDP

Otro

4. *Ocupación.*

Estudiante.

Docente.

Empleado.

Cuentapropista/Profesional.

Otro.

5. *¿Qué actividades al aire libre en el área urbano-costera realizas?*

6. *¿En qué zona de la ciudad practicas deporte al aire libre?*

7. *¿En qué zona época del año realizas actividades?*

8. *¿En qué momento del día realizas las actividades?*

9. En el lugar donde practicas tu actividad *¿Percibes la brisa de mar?*

SI

NO

10. *¿Consideras que hay diferencias de temperatura entre la Avenida Costanera y las calles internas de la ciudad?*

SI

NO

10. a. Si la respuesta 10 fue afirmativa, *¿cómo lo notas?*

10. b. Si la respuesta fue afirmativa *¿De qué rango sería la variación de temperatura aproximada que percibe?*

1°C

2°C

3°C

+3°C

11. A tu criterio *¿Cuál es el área más ventosa del espacio donde practicas actividades al aire libre y por qué?*

11. a. Si la respuesta 11 fue afirmativa, *la influencia de las brisas marinas sobre la ciudad, en tu opinión, se siente aproximadamente hasta:*

1km.

5km.

+5km.

Se limita solo al sector costero.

12. *¿Consideras que el viento influye en tu confort para la práctica de tu actividad al aire libre?*

SI

NO

12. a. Si la respuesta 12 fue positiva. *¿Qué cambios realizas para el desarrollo de la actividad por las situaciones meteorológicas?*

13. *¿Cuáles son las situaciones meteorológicas que restringen o anulan tu práctica deportiva o recreativa?*

La información proporcionada por las encuestas fue en parte obtenida través de Google Forms y otra en forma directa. Ambas fueron volcadas y procesadas con planilla de cálculo. Una vez evaluados los resultados, se procedió a diferenciar el confort bioclimático percibido en los deportes y la recreación al aire libre con las características objetivas del clima urbano de Mar del Plata y el confort bioclimático, desarrollados en los capítulos 2 y 4 de la presente tesis de Maestría.

## **Resultados y discusión**

El tratamiento de este tema incluyó como ya se manifestó, encuestas a 146 personas,

aleatoriamente distribuidas en el espacio urbano y que practicaran deportes y/o actividades recreativas en el área urbano-costero de la ciudad de Mar del Plata. Las respuestas a la primera parte del cuestionario (preguntas de la 1 a la 4) fueron las siguientes y se detallan en la figura 29.

El *grupo etario* más representado fue el comprendido entre 40 y 60 años (49,3%) y los mayores de 60 años (45,1%). El resto se distribuyó entre el grupo de 20 a 40 años con el 4,9% y el grupo de menores de 20 años (0,7%).

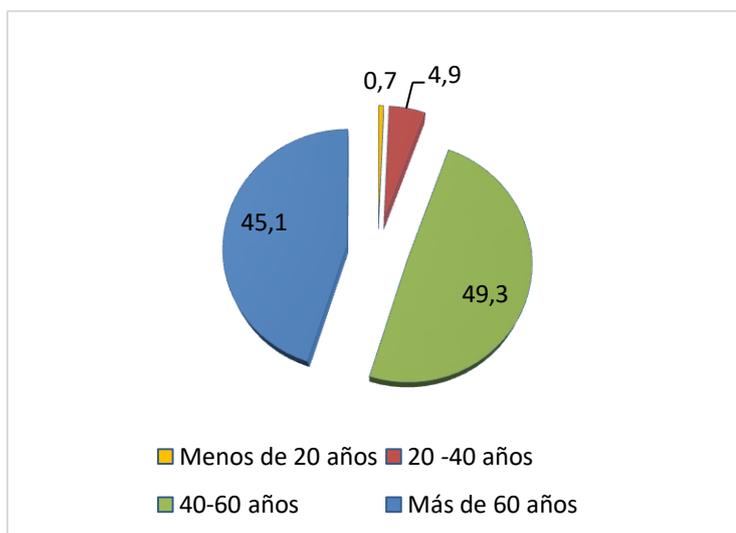


Figura 29. Grupos etarios (%)

En lo que respecta al *género*, el 79,9% de las personas que respondieron las encuestas fueron mujeres y un 20,1% hombres (Figura 30). No consignaron otro.

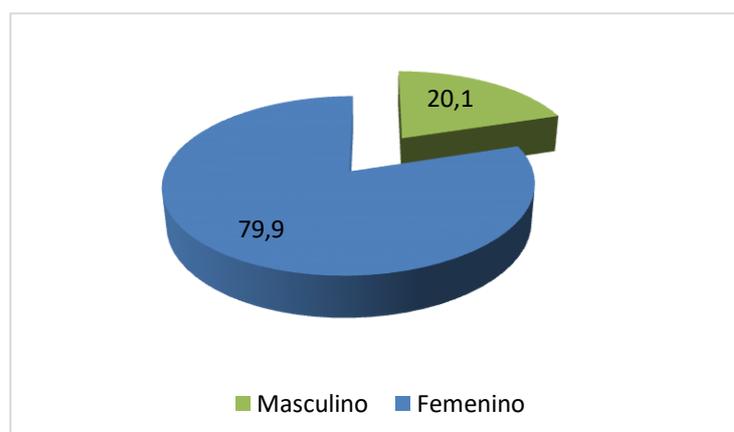


Figura 30. Género (%)

Por otra parte, el 38,3% de los encuestados tiene *residencia* entre 5 y 25 cuadras de la costa y el 33,3% entre 25 y 50 cuadras de la costa marplatense. El grupo que reside hasta 5 cuadras de la costa representó el 24,3%. El resto se distribuyó equitativamente entre el grupo de los que no residen en Mar del Plata (1,4%) y otro (2,8%) (Figura 31).

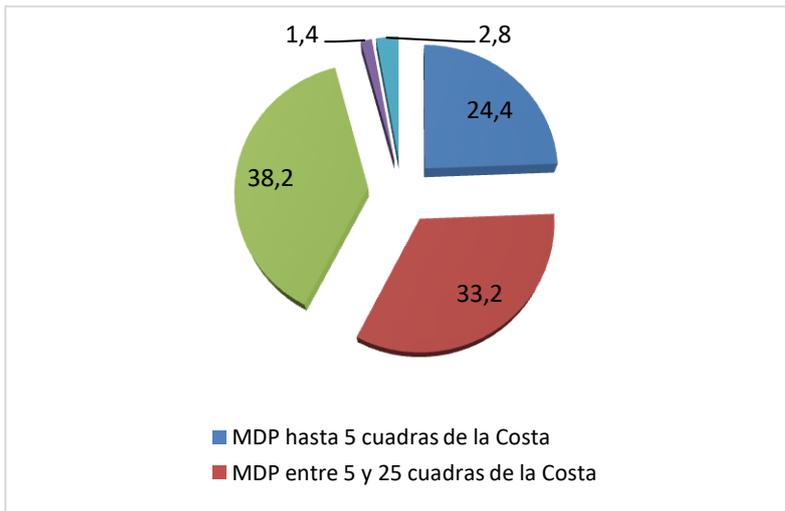


Figura 31. Lugar de residencia

En lo que respecta a la *ocupación de los encuestados*, el grupo ocupacional profesional totalizó el 20,1%, empleados (13,2%), docentes (10,4%), cuentapropista (9,1%) y estudiante con 2,1%. La categoría Otro representó el 45,1% de los encuestados (Figura 32).

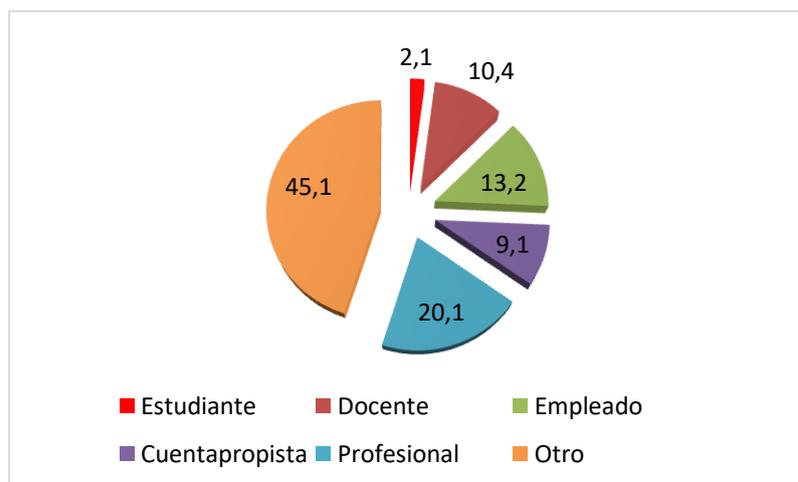


Figura 32. Ocupación

El primer grupo de preguntas específicas estuvo referida al tipo y sitios de la ciudad donde

los encuestados desarrollan sus actividades al aire libre. Los resultados fueron los siguientes:

En relación con la pregunta *¿Qué actividades al aire libre en el área urbano-costera realizas?* el 55,0 % de los encuestados respondió que corre y hace caminatas por el sector costero marplatense. El ciclismo lo practican el 21,0% de los encuestados y el 17,0% deportes relacionados con el kayak, natación y surf. El 7,0% contestó que practica actividades diversas como Tai Chi; gimnasia, zumba entre otros. La respuesta condice con la realidad. Muchos residentes y no residentes utilizan el sector costero durante todo el año. Es habitual ver a miles de personas convocarse en el sector costero en determinadas horas de día y en especial los fines de semana, cuando se cierra al tránsito en algunas lugares como La Perla y el corredor Norte de Mar del Plata, para que los deportistas tengan mayor espacio y seguridad.

Acerca de la consulta *¿En qué zona de la ciudad practicas deportes al aire libre?*, el 73,0% de las personas encuestadas respondió que lo hacía en la costa en general. Un 7,0 % respondió que practica en playa La Perla; 9,0% en Zona Norte; Playa Grande 8,0%, 2,0% Cabo Corrientes – Varese, 4,0% Punta Mogotes, 2,9% Acantilados, 16,0% Plazas y Parques (Primavese y San Martín), 4,0% Camet, 2,0% Laguna y Sierra de Los Padres y 1,0% Bosque Peralta Ramos (Figura 33).



Figura 33. Ubicación de áreas donde se practican deportes al aire libre

Fuente: modificado de Google Earth, 2022

La respuesta también se ajusta a la realidad. Los lugares mencionados son los más concurridos de la costa por la concentración urbana y accesibilidad al contacto con el mar, en un marco urbano imponente como el que ofrece la ciudad de Mar del Plata. También es apropiada por la amplia actividad que se desarrolla en la mención de las plazas y parques sobre la costa, como Plaza España en la Perla (Figura 34), Parque Camet y Parque San Martín.

En el mismo sentido, los espacios verdes situados entre 5 y 3 cuadras del sector costero como Plaza Pueyrredon y Parque Primavera, son muy utilizados para convocar a deportistas por su cercanía con la costa. Menos populares y más particulares, son la Reserva Natural Laguna de Los Padres y sus alrededores que, aunque en menor proporción que la costa, son también muy utilizados.



Figura 34. Plaza España en La Perla  
Fuente: archivo personal

Sobre la pregunta *¿En qué época del año realizas actividades?*, el 96,0 % de las encuestas confirmaron que lo hacen durante todo el año, mientras que los que seleccionaron el otoño-

primavera-verano representaron el 4,0% de las personas encuestadas. El 1,0% de las personas encuestadas excluyeron el invierno. Las respuestas reflejan lo que se observa. La pretérita percepción que el deporte al aire libre se practicaba solo con tiempo favorable ha quedado atrás. La mejora y accesibilidad a una indumentaria adecuada a las condiciones externas y también un mejor conocimiento y mejor acceso a la información del tiempo meteorológico, contribuye a favorecer la realización de actividad deportiva o recreativa al aire a lo largo de todo el año, independientemente de la meteorología adversa.

En relación con la consulta *¿En qué momento del día realizas las actividades?*, el 38,0% de los encuestados mencionó que lo hacía durante la tarde; el 36,0 % de mañana; el 15,0 % en torno al mediodía y 11,0% de noche. La respuesta coincide con la cantidad de personas que aprecian en horas de la mañana y a la tarde principalmente. Si bien no hay un momento del día específico para practicar una actividad deportiva-recreativa al aire libre, ello depende de muchos factores que las respuestas de los encuestados han tenido en cuenta. Estos son tanto factores personales como elementos externos que no se pueden controlar. Entre los primeros por ejemplo se pueden citar los horarios y compromisos laborales, familiares, de estudio etc. Entre los segundos, las estaciones del año. Por ejemplo: no es lo mismo salir correr a las 19:00 horas en invierno que hacerlo a la misma hora en verano. Del mismo modo, también es muy importante tener en cuenta el horario, la alimentación y las pautas que siguen los deportistas en este sentido.

Se analizó también la percepción de las personas acerca del viento en la ciudad, cuyas preguntas y resultados son los siguientes:

En la consulta *En el lugar donde practicas tu actividad, ¿percibís la brisa de mar?* El 93,8% de las personas encuestadas percibió la brisa de mar en sus prácticas al aire libre. Solo el 6,2% respondió que no percibió la brisa de mar.

Al indagarles acerca de si *¿Consideras que hay diferencias de temperatura entre la Avenida Costanera y las calles internas de la ciudad?*, el 96,0% de las personas consultadas consideró que sí. Esta percepción coincide con lo observado por García (2013). Las respuestas reflejan lo que se observa La velocidad media del viento es menos intensa en el interior de la ciudad que en las zonas costeras, por efectos de la rugosidad urbana (García, 2013). Además, las calmas se incrementan en las áreas no costeras de la ciudad, según la misma autora.

Al preguntar sobre *si la respuesta 10 fue afirmativa, ¿cómo lo notas?*, el 55,0% de los encuestados señalaron por el viento y los que incluyeron por el viento y la sensación de mayor frío en el cuerpo el 33,0%. Las personas que respondieron por mayor humedad y condiciones de niebla (bruma es la palabra más enunciada) fue el 12,0%. La percepción resulta adecuada. La brisa de mar como viento local, es un factor climático que interviene en la sensación térmica. Los encuestados tienen la percepción de la brisa de mar asociada con el frío y es correcta tal apreciación. No obstante, cabe resaltar que no hubo respuestas que referenciaran a los vientos cálidos en los meses estivales con sensación de desconfort.

En relación con la consulta acerca de *Si la respuesta anterior fue afirmativa ¿De qué rango sería la variación de temperatura aproximada que percibes?*, el 40,6% de los encuestados respondieron 2,0°C. Los que contestaron 3,0°C fueron el 33,3% y más de 3,0°C, el 22,5°C. Por otra parte, los que respondieron 1,0°C, representaron el 3,6°C. Esta percepción es correcta y coincide con la investigación de García (2013) que observó que el descenso más importante por el ingreso de las brisas de mar en la ciudad es en primer lugar entre 2,0°C y 6,0°C y del orden de 1,0°C en segundo término (Figura 35).

Las personas consultadas que respondieron que perciben un descenso térmico de 2,0°C y 3,0°C, coinciden con el rango entre 1,0 C a 3,0°C en la estación costera de Base Naval observado en el capítulo 3 de la presente tesis. Mientras que los que indicaron más de 3,0°C

coinciden con el descenso encontrado en la estación interior en Mar del Plata Aero (4,0°C a 8,0°C).

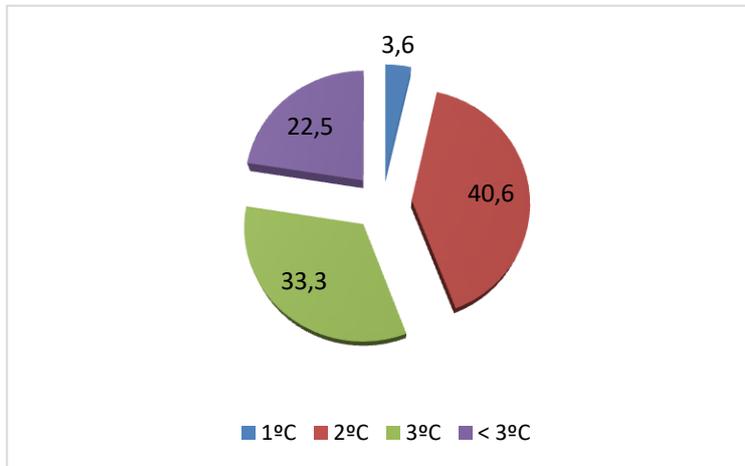


Figura 35. Rango de variación de temperatura percibida (%).

Sobre la consulta: *A tu criterio ¿Cuál es el área más ventosa del espacio donde practicas actividades al aire libre y por qué?*, todos los encuestados respondieron en la costa. El 54,0% respondió afirmativamente por la costa en general. De ellos, el 46,0% respondieron lugares puntuales. Parte de ellos que identificaron lugares costeros en particular, el resultado fue el siguiente: Cabo Corrientes 15,0%, Zona Norte 8,0%, Playa Chica- Parque San Martín 7,0%, Acantilados- Costanero Sur 6,0%, Playa Grande 4,0%, La Perla 3,0% y Las Toscas, Sta. Cecilia y Punta Mogotes con 1,0% cada uno respectivamente (Figura 33).

Las respuestas reflejan lo observado y comprende a la costa marplatense en general, lugar donde la brisa marina tiene influencia más importante y directa. En este sentido y como fue observado en el capítulo tres y por Giampietri y Piccolo (2000), la brisa marina en la estación meteorológica costera Base Naval con 18,3 km/h fue levemente superior que los 15,4 km/h registrados en la estación interior Mar del Plata Aero en el capítulo 3 del actual trabajo. Por otra parte, las respuestas de los encuestados refieren a los sitios más emblemáticos de la costa de la ciudad.

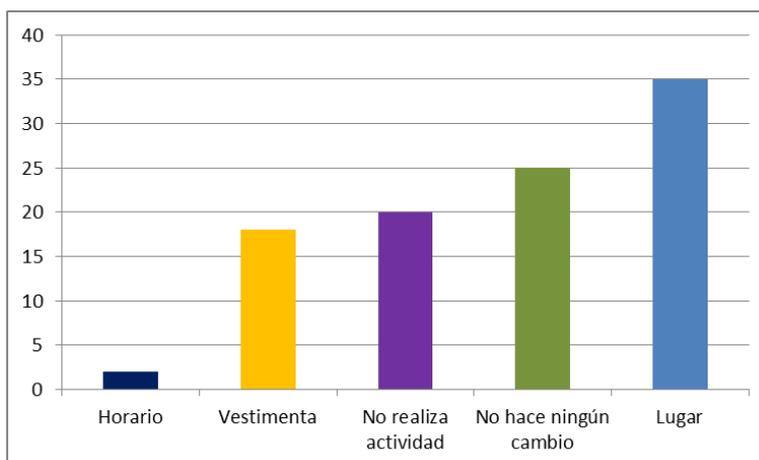
De las respuestas a la consulta *Si la respuesta número 11 fue afirmativa, la influencia de las*

*brisas marinas sobre la ciudad, en tu opinión, se siente aproximadamente hasta?*, el 37,1% de las personas señalaron 1 km y el 32,9% que se limita al sector costero. El 22,1% hasta 5 km y más de 5 km el 7,9%. La percepción de los mayoría de las respuestas (37,1% hasta 1 km y 32,9% el sector costero) coincide con la marcada predominancia de la brisa de mar en particular en Base Naval Mar del Plata, informado por Giampietri y Piccolo (2000). Por otra parte, la ausencia de estudios sobre la distancia efectiva de penetración de la brisa de mar en la ciudad, señala la conveniencia de continuar investigando este tópico en otros sectores urbanos.

Sobre la pregunta *¿Consideras que el viento influye en tu confort para la práctica de tu actividad al aire libre?*, el 80,8% de las respuestas fue afirmativa. Esta percepción de las personas encuestadas se ajusta a la realidad. Es conocida la influencia de la intensidad, ya que la velocidad del viento tanto de escala sinóptica como local (brisa de mar) en el área costera afecta según la época de año en el confort o desconfort bioclimático en las actividades contemplativas y no contemplativas al aire libre.

En relación con la consulta *Si la respuesta 12 fue positiva. ¿Qué cambios realizas para el desarrollo de la actividad por las situaciones meteorológicas?*, el 35,0% señaló que cambia de lugar y el 25,0% no hace ningún cambio. El 18,0% adapta la vestimenta y sólo el 2,0% cambia de horario. El 20,0% respondió que no realiza actividad cuando las condiciones meteorológicas son adversas. La respuesta de cambio de lugar es adecuada y razonable, cuando la actividad recreativa y deportiva se cambia a lugares menos expuestos al viento, la lluvia, temperaturas altas, etc. Las respuestas que no hacen ninguna variación podrían relacionarse también con la vestimenta, dado que los materiales y diseños específicos, permiten alcanzar el confort requerido para la práctica deportiva en condiciones climáticas normales y desfavorables (Figura 36).

Figura 36. Cambios realizados para el desarrollo de actividad deportiva/recreativa por situaciones meteorológicas (%)



Sobre la pregunta *¿Cuáles son las situaciones meteorológicas que restringen o anulan tu práctica deportiva o recreativa?*, el 74,0% de las respuestas fue por lluvias, el 16,0% por vientos de más de 20 km/h y el 10,0% por temperaturas frías y calurosas que los entrevistados la refirió por debajo de 9,0°C y por encima de 25,0°C respectivamente.

La respuesta acerca de la lluvia es correcta. La lluvia es el elemento meteorológico que más influye negativamente en cualquier deporte y por tanto, el más adverso. Cualquier precipitación, ya sea en forma de llovizna o lluvia según su intensidad, puede ser motivo más que suficiente para la suspensión, no sólo por la incomodidad sino también por las situaciones de peligro en deportes como el ciclismo y correr, por el piso deslizante por ejemplo. El viento (<20 km) que fue la respuesta más elegida en segundo término, es correcta. El viento de moderado a fuerte puede hacer muy desapacible el ambiente para la práctica las actividades deportivas al aire libre, como por ejemplo, las prácticas de un ciclista o algún paseante con viento en contra. Por otra parte, la respuestas que calificaron que las temperaturas repercuten desfavorablemente del confort y el rendimiento físico es correcta y representaron el 9,0% (Figura 37).

El 40,6% de los consultados consideró que la diferencia térmica entre la costa y el interior urbano es de 2,0°C. Asimismo, el 33,3 % percibieron 3,0°C de diferencia entre ambas áreas.

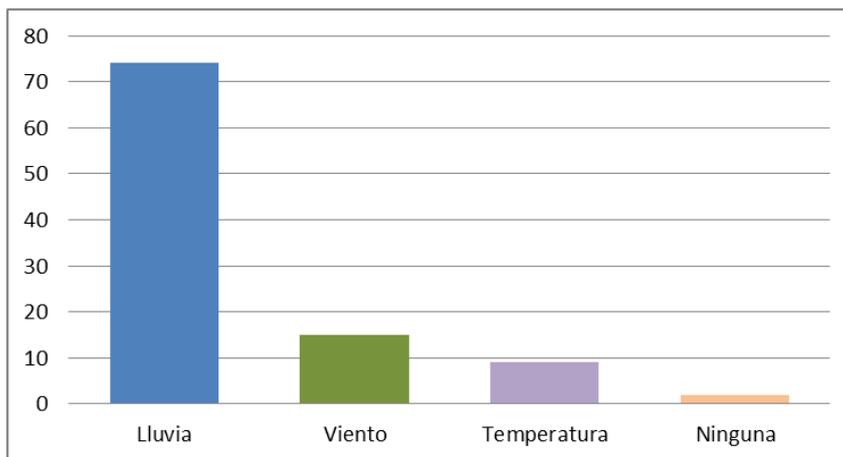


Figura 37. Situaciones meteorológicas que restringen o anulan la práctica deportiva o recreativa (%)

Por otra parte, el 54,0 % de las encuestas señaló al sector costero como el más ventoso de la ciudad. Otro 35,0 % de los encuestados señalaron que el viento no interfiere en la actividad deportiva- recreativa al aire libre.

El 76,0% de los consultados confirmó que la lluvia es el factor más importante para desistir de realizar una actividad libre. En este caso, no hay variaciones significativas entre los cálculos de lluvias entre el área costera y el área interior urbana.

El 38,0 % de las encuestas señaló que se realizan actividades durante la tarde y el 36,0 % durante la mañana. En general, se explica por disponibilidad de las personas por sus horarios de trabajo y ocupaciones cotidianas, pero también en general coinciden con los horarios del día más convenientes bioclimáticamente en primavera en verano durante las mañanas (Figura 38), según lo analizado en el capítulo 4 de esta tesis.



Figura 38. Recreación en fin de semana en Plaza España, en la costa marplatense

### **Propuestas y recomendaciones**

Lo expuesto en este trabajo sugiere que las variables meteorológicas, como la temperatura, el viento y las precipitaciones, resultan importantes en cualquier sitio pero de manera más manifiesta en ciudades costeras para los deportes y actividades recreativas no contemplativas durante todo el año. No obstante, la meteorología no tiene actualmente una relevancia destacable en la programación y la toma de decisiones a nivel gubernamental en general y el municipal en particular. Los resultados de la encuesta de opinión indican que, los individuos tienen conocimiento y percepción de las variables meteorológicas que inciden -en este caso- en la práctica de su deporte preferido y en función de las condiciones buenas o malas del tiempo, la elección de las áreas de la ciudad más apropiadas según el caso. De manera que, el conocimiento por parte de confort bioclimático de los habitantes Mar del Plata, es significativo para la toma de decisiones y la planificación de la administración local de las actividades deportivas y recreativas al aire libre durante todo el año en costa de la ciudad.

Los estudios de los índices de confort, brindan información necesaria para orientar las políticas públicas destinadas al ordenamiento del espacio urbano y la planificación de las actividades al aire libre. Por consiguiente, se recomienda a los actores responsables de la administración pública, tener en cuenta los rasgos bioclimáticos de la ciudad y en este sentido poner a disposición la información de las condiciones de confort – desconfort diarias y las recomendaciones de vestimenta, sitios más aptos en las áreas costeras e interiores de la ciudad, protección de la piel, hidratación entre otras, a través por ejemplo, de aplicaciones meteorológicas, redes sociales y medios de comunicación articulando con los actores privados. De manera que, poder reducir las restricciones meteorológicas, aumentar el conocimiento climático y el bienestar humano relacionado con el clima en general y el tiempo en particular,

que, por sus características topográficas, geográficas, urbanísticas, se originan en distintas áreas de la ciudad.

### **Conclusión del capítulo**

En el presente capítulo, los encuestados demostraron conocer rasgos característicos del clima de la ciudad. Las personas encuestadas refirieron positivamente el reconocimiento de la brisa marina influyendo en el descenso de la temperatura.

Lo expuesto en este capítulo sugiere que los parámetros meteorológicos resultan fundamentales, en particular el reconocimiento de la brisa marina en el confort urbano. Asimismo, la profundización de los estudios del clima urbano de la ciudad, permitirán conocer mejor las posibilidades de planificar y mejorar el equipamiento urbano y dotar de mejores opciones de decisión a los vecinos para sus salidas recreativas y deportivas en condiciones de confort bioclimático.

## CONCLUSIONES

El objetivo general la tesis se centró en caracterizar las variaciones térmicas y eólicas y su influencia en la percepción de las condiciones meteorológicas por parte de las personas.

Permitió comprobar los niveles de confort/desconfort bioclimático y su incidencia en la práctica deportiva y recreativa al aire libre. Para llegar a este punto, se estudiaron los parámetros meteorológicos (T, HR, V y PP) que permitió determinar variaciones temporales y espaciales entre la costa y el interior de Mar del Plata, concordantes con el clima tipo templado con influencia oceánica, propio del SE de la provincia de Buenos Aires, en consonancia con el Objetivo. 1.

De acuerdo con dicho objetivo, se estableció en este estudio que no hubo variaciones espaciales significativas en las temperaturas medias y en las velocidades medias del viento entre el área costero y urbano-costera. En lo que respecta a las temperaturas, se verificó 3,9°C de variación espacial media menor en el área interior (estación Mar del Plata Aero), en relación al frente costero (estación Náutico Mar del Plata) y el área urbana interior (estación Radioaficionados), influidas por su exposición al viento u otras condiciones de sitio. Las variaciones anuales más importantes en las temperaturas medias, fueron observadas entre la estación interior urbana Radioaficionados (+2,6°) y sobre estación Club Náutico Mar del Plata (+2,2°C) situada en la línea de costa, en relación con la estación meteorológica oficial Mar del Plata Aero, en el interior. Los resultados de las temperaturas medias en los meses más calurosos y templados no indicaron variaciones espaciales importantes en el área costera y

urbano-costera. De manera similar, ocurrió en época invernal.

Siguiendo el Objetivo 2, se observó circulación de brisa en todas las épocas y meses del año, dominando en verano. La circulación de brisa marina del NE y E fue dominante. La brisa de tierra, del N y NO. La velocidad brisa marina fue 15,8 % menor en el interior que en el frente costero y su duración media fue de 4-8 hora. Las brisas inciden en el disfrute de actividades de ocio y deportivas,

En relación con el Objetivo 3, aplicando las categorías de confort/desconfort a los índices Humidex y Temperatura Aparente, permitieron estudiar la variación espacial del confort urbano en las cuatro estaciones del año, identificando en los meses analizados, los días y horarios con confort y desconfort para las actividades deportivas y recreativas al aire libre.

Los resultados en verano sugieren que el frente costero tuvo las mejores condiciones de confort que las áreas interiores, sobre todo a las 7:00 y a las 22:00 horas cuando las temperaturas no superan los 21,0°C. Por otra parte, en invierno, el confort bioclimático se verifico a las 12:00 y 17:00 horas, cuando las temperaturas máximas superan los 8,0°C.

Por otra parte, en primavera los mejores horarios fueron en torno de las 7:00 horas y 22:00 horas, cuando los promedios de las temperaturas medias mínimas fueron 9,7 ° C, y las máximas 19,0°C, con rango CDRMdp se ubicaron dentro de confort climático. De la misma manera, en otoño con 17,0 ° C, las temperaturas medias máximas y 8,0 ° C, medias mínimas, el mes analizado (abril 2016), se encuentra en el rango de confort CDRMdp, sugerido en este trabajo para los deportes al aire libre.

Los resultados de aplicar la categoría de confort/desconfort específico para los deportes y actividades recreativas al aire libre en Mar del Plata (CDRMdp) a los índices Humidex y Temperatura Aparente, exhibieron una cantidad menor días y horarios con condiciones de confort para realizar actividades físicas al aire libre. En este sentido, las observaciones indican

que, el otoño es la mejor época del año para hacer deportes en el exterior, en todos los horarios.

Los resultados de los índices Humidex y Temperatura Aparente, permitieron identificar y comparar el confort climático en el frente costero y en el interior la ciudad. De esta manera durante el mes de verano analizado (enero 2016), las estaciones interiores Mar del Plata Aero, Radioaficionados y Club Náutico Mar del Plata en el frente costero las temperaturas medias reales tuvieron con  $24,0^{\circ}\text{C}$ ;  $25,0^{\circ}\text{C}$  y  $22,0^{\circ}\text{C}$  respectivamente, fueron similares con calculados con Humidex. En otoño (abril 2016), los resultados, fueron menos homogéneos comparado con el índice Humidex, con promedios generales de temperaturas medias reales en los tres sitios de observación del ejido urbano de la ciudad. Durante el invierno (agosto 2014) los resultados proponen una diferencia de  $2^{\circ}\text{C}$  en el desconfort por frío con promedios de temperatura de  $6,2^{\circ}\text{C}$ ; y  $4,2^{\circ}\text{C}$  en el área interior (estación Mar del Plata Aero) y sobre la línea de costa (estación Club Náutico Mar del Plata) en ese orden. Los resultados del índice Humidex de temperatura de confort promedio en primavera (diciembre 2014), fueron similares con  $25^{\circ}\text{C}$  en el área interior y  $24^{\circ}\text{C}$  en el frente costero.

Según lo planteado en el Objetivo 4, la encuesta de opinión demostró que el confort climático es subjetivo y está en estrecha relación con aspectos culturales, psicológicos, edad, género, nutrición entre otros, de cada persona. Los resultados de la misma demostraron que los individuos tienen conocimiento y percepción de las variables meteorológicas que inciden en este caso en su deporte y ocio preferidos y que en función de las condiciones de tiempo, seleccionan las áreas de la ciudad más apropiadas según el caso.

En línea con el Objetivo 5, los resultados de la percepción de los vecinos encuestados, resulta de interés para la toma de decisiones y la planificación de la administración local para mejorar el equipamiento urbano y dotar de mejores opciones de decisión a los vecinos para

sus salidas recreativas y deportivas en condiciones de confort bioclimático (Objetivo 5).

Se sugiere con el fin de cumplir con lo establecido en el Objetivo 5, la participación de los referentes públicos, privados y la comunidad en general en los procesos de planificación urbana donde se incorpore la climatología, a fin de mejorar la calidad ambiental de la ciudad. Además, teniendo en cuenta que el crecimiento edilicio y demográfico de la ciudad, se sugiere contar con la información para planificar las actividades al aire libre. En este sentido y de acuerdo con la información aportada por los encuestados, la costa y los espacios verdes no muy alejados de ésta como plazas y parques, requieren un mejoramiento de esas áreas recreativas y también, repensar su diseño y equipamiento como por ejemplo, baños químicos, bebederos de agua, señalización vertical y horizontal, sombra, entre otros. Puede analizarse, la ampliación de ciclovías y sendas peatonales, la disminución del tránsito automotor en los días y horarios de la semana con mayor afluencia de deportistas, el mejoramiento del arbolado y la restricción de la construcción de megaedificios de altura, que provocan el aumento del viento y disminuyen la radiación solar por el cono de sombra que proyectan, para evitar desconfort térmico en el entorno de esos emplazamientos.

Los resultados obtenidos prueban la validez de la hipótesis principal de la investigación que los sitios abiertos y el clima de Mar del Plata, tienen condiciones de confort bioclimático, que permiten realizar deportes al aire libre todo el año, con los debidos resguardos. El estudio del confort urbano y la sensación térmica constituye una herramienta que podría ayudar al desarrollo y gestión de políticas destinadas a mejorar las condiciones bioclimáticas con el objetivo de beneficiar la calidad de vida de los habitantes, priorizando por ejemplo a las personas que hacen de la actividad al aire libre en todas las estaciones del año, una parte importante de su vida y de relación con el entorno urbano y susceptibles al desconfort climático, como son por ejemplo, los grupos de deportistas y de los que se recrean en sectores

costeros e interiores de la ciudad.

Los estudios sobre confort bioclimático vinculados a las actividades deportivas y recreativas al aire libre eran al momento de plantear esta investigación, inexistentes en Mar del Plata en particular y Argentina en general. Este trabajo resultó el primero en abordar el tema, resultado de la formación y la orientación académica de la Maestría en Geografía de los Espacios Litorales. La profundización de estudios de climatología aplicada como éste, contribuyen al reconocimiento de las potencialidades y restricciones del clima urbano-costero de Mar del Plata para la recreación y los deportes al aire libre.

## REFERENCIAS

- Alcaraz-Segura, D. (2017). Bioclimatic analysis of the Andean region in Argentina using climatic indices and remote sensing data. *Intern. Journal of Remote Sensing*, 38(10), 2861-2879.
- Almorox, J., y Hontoria, C. (2019). Sea breeze: A review of numerical models and its impacts. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111, 30-44.
- Alomar Garau, G. A. (2013). Las brisas marinas y su significación geográfica. El caso de Mallorca. *Sémata: Ciencias sociais e humanidades*, (25).
- Amador, J. A. (2019). Ocean–atmosphere coupling and the sea breeze. *Oceanography*, 32(3), 16-25.
- Andrés, M. D., & Barragán Muñoz, J. M. (2016). Desarrollo urbano en el litoral a escala mundial. Método de estudio para su cuantificación. *Revista de Estudios Andaluces*, 33 (1), 64-83.
- Azorin Molina, C. (2004). *Estimación de la ocurrencia de la brisa marina en Alicante*, en J. C. García Codron; D. Liaño; P. Fernández de Arróyabe Hernández; C. Garmendia Pedraja y D. Rasilla Álvarez (eds.): *El Clima entre el Mar y la Montaña*. Santander, Asociación Española de Climatología y Universidad de Cantabria, 19-30 p.
- Ballester, J., & Rodríguez-Lázaro, J. (2005). *Climatología y percepción social del clima*. Madrid: McGraw Hill.
- Besancenot, J.P., 1991. *Clima y Turismo*. Masson S.A. Barcelona. 223 pp.
- Benito, Á., Rodríguez, R. M., & Portela, A. (2020). *Percepción pública de las variaciones climáticas recientes*. Acta de las Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española, (28).

- GIAMPIETRI, L. 2023. *Diferencias térmicas y eólicas entre áreas costeras e interiores de la ciudad de Mar del Plata*
- Brazol, D. (1954): Bosquejo bioclimático de la República Argentina. *Meteoros*, 4, pp. 381-394.
- Bravo, M. F. G., & De la Torre, J. M. O. (2014). *Confort Térmico en los Espacios Públicos Urbanos, Clima cálido y frío semi-seco*. Hábitat Sustentable, 52-63. Bravo, M. F. G., & De la Torre, J. M. O. (2014). Confort Térmico en los Espacios Públicos Urbanos, Clima cálido y frío semi-seco. Hábitat Sustentable, 52-63.
- Brown, G., & Raymond, C. (2007). The Relationship between Place Attachment and Landscape Values: Toward Mapping Place Attachment. *Applied Geography*, 27(2), 89-111.
- Bustos, M. L., Ferrelli, F., Cisneros, M. A. H., Piccolo, M. C., y Gil, V. (2016). Estudio preliminar del ajuste entre datos meteorológicos in situ y del Reanálisis (NCEP/NCAR) en distintos ambientes de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Estudios Geográficos*, 77(280), 335-343.
- Bustos, M. L. y Piccolo, M. C. (2011). Desconfort térmico en verano e invierno para la localidad de Pehuen Co, Argentina". *Nimbus. Revista de Meteorología, Climatología y Paisaje*, 27/28: 63-76.
- Cano, J., & Benseny, G. (2013). Clima y turismo. Evolución de la temperatura y precipitación en el período 1951-2010 en Mar del Plata, Argentina.
- Cano Sánchez, Javier (2019). *Condiciones meteorológicas y deporte* [Blog de AEMET. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11765/11717>
- Capelli de Steffens, A., Piccolo, M. C., Campo de Ferrera, A. (2005). *Clima urbano de Bahía Blanca*. Editorial Dunken, Buenos Aires, Argentina. 199 p.
- Capitanelli, R.G. (1992). *Los ambientes naturales del territorio argentino*. En La Argentina: Geografía General y sus marcos regionales. Planeta Editorial. Bs. As. 2da. edición 73-143 p.
- Cattell, V. (2001). Environmental and Behavioral Determinants of Outcomes for Older People: *A Review of the Literature. Environment and Behavior*, 33(1), 3-26.

- GIAMPIETRI, L. 2023. *Diferencias térmicas y eólicas entre áreas costeras e interiores de la ciudad de Mar del Plata*
- Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022 Disponible en:  
[https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/cnphv2022\\_resultados\\_provisionales.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/cnphv2022_resultados_provisionales.pdf)
- Chamussy, H. (1988). *Reflexions sur la perception de l'environnement climatique*. (Inédito).  
Citado en Vide, J. M. (1990). La percepción del clima en las ciudades. *Revista de Geografía*, 27-33.
- Chang, W.L. (1997). *Tropical coastal winds*. Report 37, World Meteorological Organization/TD-N° 840, Geneva, Switzerland. 40 p.
- Chávez Del Valle, F. J. (2002). *Zona variable de confort térmico*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Donnelly, A. A., MacIntyre, T. E., O'Sullivan, N., Warrington, G., Harrison, A. J., Igou, E. R., & Cloak, R. (2016). Environmental influences on elite sport athletes well being: from gold, silver, and bronze to blue green and gold. *Frontiers in psychology*, 7, 1167.
- Ente Nacional Regulador del Gas (2021). Informe Intervención Norma: IRAM 11603:2012. Ampliación del Régimen de Zona Fría Ley N°27.637. Clasificación bioambiental de la República Argentina Junio 2021.  
Disponible en: [https://www.enargas.gob.ar/secciones/zona-fria/mapa\\_bioambiental.pdf](https://www.enargas.gob.ar/secciones/zona-fria/mapa_bioambiental.pdf).
- Fernández García, F., 1994. Clima y confortabilidad humana. Aspectos metodológicos. *Serie Geográfica* 4:109-125.
- Fernández de Arróyabe Hernández, P. (1999). Evaluación del valor científico de los refranes como fuentes indirectas de información climática. *Lurralde*, 22, 323-338.
- Fuentes, F., & Bustamante, W. (2019). La vivienda y el medio ambiente: análisis de la relación entre la calidad del hábitat y el confort térmico. *Revista INVI*, 34(97), 165-187.
- Fujita, T. T. (1981). Tornadoes and downbursts in the context of generalized planetary scales. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 38(8), 1511-1534.

- GIAMPIETRI, L. 2023. *Diferencias térmicas y eólicas entre áreas costeras e interiores de la ciudad de Mar del Plata*
- Frysjer, J. R.; Brueske, S. L. y Lindner, B.L. (1999). Prediction and characterization of sea breezes in Charleston, South Carolina. Third Conference on Coastal Atmospheric and Oceanic Prediction and Processes. New Orleans, *American Meteor. Soc.*, 27-32 p.
- Gaitani N., Mihalakakou G., Santamouris M. (2007). On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces. *Building and Environment* 42, 317-324.
- Galloway, S.D., & Maughan, R.J. (1997). Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(9), 1240-1249.
- García-Moya, J. A., et al. (2015). On the Use of Wind Roses to Identify the Local Wind Systems in the Balearic Islands (Western Mediterranean). *Atmospheric Research*, 152, 141-153.
- García, M.C. (1999). El régimen de vientos de la ciudad de Mar del Plata y sus implicancias turístico - ambientales. *Nexos* Año 6 Nro. 10. Univ. Nacional de Mar del Plata, 16-21p.
- García, M.C. (2003). *Brisa de mar estival en las ciudades de Necochea – Quequén y sus implicancias turísticas – recreativas*, en Resúmenes y cd de la V° Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Mar del Plata, 111 p.
- García, M. C. (2009). *El clima urbano costero de la zona atlántica comprendida entre 37° 40' y 38° 50'S y 57° y 59° W*. Tesis doctoral, UNS.
- García, M.C. (2011). Escenario de riesgo climático por sudestadas y tormentas en Mar del Plata y Necochea-Quequén, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*. Uberlândia, v. 2, n. 2, p. 286-304, jul./dec. 2011
- García, M. C. (2013). *Clima urbano costero de Mar del Plata y Necochea-Quequén*. Serie Especial nº 12. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Ciudad Autónoma de Buenos

GIAMPIETRI, L. 2023. *Diferencias térmicas y eólicas entre áreas costeras e interiores de la ciudad de Mar del Plata*

Aires. 1ª. Edición. BM Press. 402 p.

García, M. C. (2019). *Thermal differences, comfort / discomfort and Humidex summer climate in Mar del Plata, Argentina*. En: Henriquez, C y Romero, H. (editores). *Urban Climate of Latin-American Cities*. Chapter 5 (83-110). 414 p. Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-97013-4>.

García, M. C. y Mensi, S. A. (1994). *Geografía del partido de General Pueyrredón y de la ciudad de Mar del Plata: un aporte teórico-práctico para la educación general básica*. Universidad Nacional de Mar del Plata.

García, M. C. y Piccolo, M. C. (2004). *Brisas de mar estivales en Mar del Plata y Necochea. Provincia de Buenos Aires, Argentina*, en Fritschy, B. (Ed.): *Actas de la V Jornadas Nacionales de Geografía Física*, 2004, 95-103 p.

García, M. C. y Piccolo, M.C. (2009). *La isla de calor en urbana en Necochea*. El Territorio, las Actividades Económicas y la Problemática Ambiental del Sudoeste Bonaerense. *Actas de las V Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste bonaerense*. Vaquero, M. del C. y Pascale, J.C. (Eds), EdiUNS: 63-70 p.

García, M.C, Rimondi, M.M. (2002). *Enfriamiento del aire y confort bioclimático invernal en la ciudad de Mar del Plata, pcia de Buenos Aires, Argentina*, en *Actas IV° Jornadas Nacionales de Geografía Física*, Mar del Plata.153-164.

García, M.C y Veneziano, M.F. (Colaboración de Rimondi, M.; Martins, V. y Mondini, R. (2000). *Contrastación entre clima percibido y clima real en la ciudad de Mar del Plata*, en *Actas III° Jornadas Nacionales de Geografía Física*, Mar del Plata.153-164.

García, M.C y Veneziano, M. F. (2001). *Confortabilidad climática estival en la ciudad de Mar del Plata, Argentina*. En *Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas* (pp. 361-367)

- GIAMPIETRI, L. 2023. *Diferencias térmicas y eólicas entre áreas costeras e interiores de la ciudad de Mar del Plata*
- García, M.C. y Veneziano, M. F. 2014. *Comportamiento temporal y tendencias climáticas en la ciudad de Mar del Plata (período 1971-2010)*. 75º Congreso Internacional/Semana de Geografía. GAEA. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. San Juan. 77-93
- Gärling, T., y Evans, G. W. (Eds.). (1991). *Environment, Cognition, and Action: An Integrated Approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Gassmann, M. I., Pérez, C. F., y Gardiol, J. M. (2002). Sea-land breeze in a coastal city and its effect on pollen transport. *International Journal of Biometeorology*, 46, 118-125.
- Genchi, S.A y Piccolo. M.C. (2009). *Extremos térmicos en puerto Coronel Rosales*. V Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense, Actas: 71 -74 p.
- Giampietri, L. (1995). *La Calidad del Paisaje de la Cuenca del Arroyo y Laguna de Los Padres (Provincia de Buenos Aires). Su aplicación a recomendaciones de usos turísticos*. Tesis de Licenciatura en Geografía. Universidad Nacional de Mar del Plata. 130p.
- Giampietri, L. (2017). *La percepción del clima histórico en la ciudad de Mar del Plata*. (Trabajo final Seminario de Posgrado la mirada histórica sobre la construcción de lugares turísticos junto al mar: turismo). Maestría Geografía Espacios Litorales. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Giampietri, L. y Piccolo, M.C. (2000). Diferencias Climáticas en el Área Costera de la ciudad de Mar del Plata. *Geoacta*. Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas. Vol. 25.. Disponible en: [www.aagg.org.ar/geoacta%2025.htm](http://www.aagg.org.ar/geoacta%2025.htm), 65 - 78 p.
- Giorgi, F., et al. (2019). Bioclimatic indicators for health impact assessment in Argentina: a case study on heat-related mortality. *Science of the Total Environment*, 651, 1467-1477
- Gómez, F.; Gil, L.; Jabaloyes, J. (2004). Experimental investigation on the thermal comfort in the city: relationship with the green areas, interaction with the urban microclimate. *Building and environment* 39, pp. 1077-1086

- GIAMPIETRI, L. 2023. *Diferencias térmicas y eólicas entre áreas costeras e interiores de la ciudad de Mar del Plata*
- Hoffmann, J y L. Medina. 1971. *Ensayo para una clasificación bioclimática en la República Argentina*. Meteorológica, vol. II, nº 1-2-3. 150-170
- Höppe, P. (2002). Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and buildings*, 34(6), 661-665.
- Huamantínco Cisneros, M. A. H. Piccolo, M. C. (2010). Índices de confort aplicados al balneario de Monte Hermoso. *Investigaciones geográficas*, nro. 52. Instituto de Geografía, Universidad de Alicante. Actas: 201 -214 p.
- Huamantínco Cisneros, M. A. H. Piccolo, M. C. (2011). Caracterización de la brisa de mar en el balneario de Monte Hermoso, Argentina. *Estudios Geográficos*, 72(271), 461-475 p.
- Huamantínco Cisneros, M.A. (2012). *Efecto de la variabilidad climática del balneario Monte Hermoso sobre su geomorfología costera y el confort climático*. Tesis de Doctor en Geografía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina, 93-123 p.
- Humphreys, M. A., Nicol, J. F., & Raja, I. A. (2012). Field studies of indoor thermal comfort and the progress of the adaptive approach. In *Advances in building energy research* (pp. 55-88). Routledge. [Google Scholar].
- Isla, F.I. y C.A. Lasta (eds.). 2006. *Manual de manejo costero para la Provincia de Buenos Aires*. Editorial Universidad de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina. 128 p.
- Koračin, D., y Ivić, I. (2020). Sea breeze and its meteorological, air quality and renewable energy aspects: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119, 109596.
- Larriva, M. T. B. (2021). Salud urbana, confort térmico y acústico en espacios públicos exteriores, en el marco de las ciudades amigables con los mayores. *Cuadernos de investigación urbanística*, (135), 1-92.
- Lynch, Kevin (1960). *La imagen de la ciudad*. Buenos Aires, Infinito, 1974.
- Magnoli, C. E.(2018). Bioclimatic characterization of Argentina using a combination of thermal

indices and multivariate statistical analysis. *Climate Research*, 76(3), 191-205.

Marini, M.F y Piccolo, M.C. (2000). *El confort estival en diversos estuarios del Sudoeste Bonaerense*. Actas de las III Jornadas Nacionales de Geografía Física: 169 -176. Santa Fe, 169-176 p.

Marino, B. M.; Piccolo, M. C y Thomas, L. P. (2005). *Detección de frentes de brisa marina en la costa bonaerense*, en Actas IX Congreso Argentino de Meteorología CONGREGMET (CD Rom), Buenos Aires, 1-10 p.

Martín, M.B. G. (2005). Reflexión geográfica en torno al binomio clima-turismo, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 40, pp. 111-134.

Masselink, G. y Pattiaratchi, C. B. (1998). The effect of sea breeze on beach morphology, surf zone, hydrodynamics and sediment resuspension. *Marine Geology*, 146, 115-139 p.

Masuda, Y., Ikeda, N., Seno, T., Takahashi, N., & Ojima, T. (2005). A basic study on utilization of the cooling effect of sea breeze in waterfront areas along Tokyo Bay. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 4(2), 483-487.

McBoyle, G. R. (1972). *Perception of urban climate*. International Geography 1972, Papers submitted to the 22nd International Geographical Congress, Canada, 1, pp. 162-164, University of Toronto Press.

Middel, A., & Selover, N. (2019) Weather and climate knowledge, attitudes and behaviors: A review of the literature. *Atmosphere*, 10(6), 297.

Moreno Oliver, F. X. (2002). Meteoropedagogía. *Revista de ciéncies de l'educació. Universitat Tarraconensis*, nº 1, pág. 93-102.

Nasar, J. L. (1998). *The Evaluative Image of the City*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Neila, J. (2004). *Arquitectura Bioclimática en un Entorno Construido*. Munilla-Lería (Ed.). Madrid, Spain, 2004. [Google Scholar]

- GIAMPIETRI, L. 2023. *Diferencias térmicas y eólicas entre áreas costeras e interiores de la ciudad de Mar del Plata*
- Ochoa de la Torre, J. M., Marincic Lovriha, I., & Alpuche Cruz, M. G. (2009). *Análisis del confort climático para la planeación de sitios turísticos*. In 5th International Conference Virtual City and Territory, Barcelona, 2, 3 and 4 June 2009 (pp. 481-488). Centre de Política de Sòl i Valoracions.
- Oke, T.T. (2000). Observing urban weather and climate using standard stations. *Scientist contributions*. Disponible en: <http://www.meteo.bg/EURASAP/35/paper1.html>, 35p.
- Olgay, Victor, & Olgay, A. (1963). *Design with climate*. Princeton University Press.
- OMM (1992). *Vocabulario Meteorológico Internacional*. OMM / No. 182, Secretaría de la OMM, Segunda Edición.
- Palacios, D., & Garrido, A. (2018). Microclimas urbanos y percepción térmica en áreas peatonales del centro histórico de Madrid. *Estudios Geográficos*, 79(285), 305-333.
- Pallarés, J.P., López –Guillón, J.M., Fernández- Elías, V.E. (2016).- Running Performance in Hot and Cold Environments Following a Warm-Up Protocol Simulating Competition Conditions. *PLOS ONE Journals*.
- Pérez Cueva, A. J., Gómez Lopera, F., & Tornero, J. (2006). Ciudad y confort ambiental: estado de la cuestión y aportaciones recientes *Cuad. de Geogr.* 80 - 147 – 182, València 2006 [Google Scholar].
- Perry, R. W., & Otero, T. L. (2007). *Weather and Society: Toward Integrated Approaches*. New York: Springer
- Piccolo, M.C. y Capelli de Steffens, A. (1987). *Isla de calor invernal en Bahía Blanca*. Anales II. Congreso Interamericano de Meteorología. V Congremet. Centro Argentino de Meteorología. 14.1, 1-5 p.
- Picone, N., & Campo, A. M. (2016). Análisis del confort climático en la ciudad de Tandil, Argentina. *Revista Geográfica Venezolana*, 57(1), 114-127.

<https://www.pwsweather.com/> (consultado en octubre de 2019)

Piñol, J. (2017). Sea Breeze Dynamics in the Balearic Islands (Western Mediterranean): A Study Based on a High-Resolution Numerical Model. *Atmospheric Research*, 183, 275-287.

Racinais S., Periard J.D., Karlsen A. (2013) Effect of temperature on endurance performance and pacing strategies in elite athletes. *British Journal of Sport Medicine*.

Raman, S., y Bhat, G. S. (2017). A review on sea breeze. *Journal of Coastal Research*, 33(6), 1259-1273.

Ramborger, M. A., Campo, A. M., & Lorda, M. A. (2018). Confort climático del sector norte y sur de la ciudad de Bahía Blanca. *Geograficando*, 14

Redaño, A.; Cruz, J.; Lorente, J. (1991). Main features of the sea-breeze in Barcelona. *Meteorol. Atmos. Phys.*, 46: 175-179 p.

Redondo, R. B. (2012). Aclimatación al ejercicio físico en situaciones de estrés térmico. *Archivos de Medicina del Deporte: Revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 29(148), 621-631.

Rivero, M. y Barros, V. (1975): *Aspectos estadísticos de la brisa de mar en Puerto Madryn durante el verano 1974-1975*. Puerto Madryn, Comisión Nacional de Estudios Geo-Heliofísicos-Centro Nacional Patagónico, 22 p.

Rojas, S. E. C. (2016). *Condiciones de confort térmico en áreas de climas templados, las plazas del centro histórico de La Serena (Chile)* (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid).

Ruiz, M. E., y Scian, B. (2017). Bioclimatic zoning of Argentina. *Climate Research*, 72(1), 49-62.

Ruiz, M. A., y Correa, E. N. (2009). Confort térmico en espacios abiertos. Comparación de modelos y su aplicabilidad en ciudades de zonas áridas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13, p. 71-78. Recuperado de:

- GIAMPIETRI, L. 2023. *Diferencias térmicas y eólicas entre áreas costeras e interiores de la ciudad de Mar del Plata*
- <http://www.asades.org.ar/modulos/averma/trabajos/2009/2009-t001-a010.pdf>.
- Segal, M., y Arritt, R. W. (2017). The sea breeze: its definition, circulation, and influences on air quality. *Atmospheric Research*, 198, 69-79.
- Servera Nicolau, J. (1997): *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears*. Tesis Doctoral inédita. Universitat de les Illes Balears, Palma.
- Sheridan, S. C. (2007). A Survey of Public Perception and Response to Heat Waves in the United States. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 46(6), 827-835.
- Simpson, J.E. (1994). *Sea Breeze and Local Winds*. Cambridge University Press, UK, 234 p.
- Steadman, R. G. (1984). A universal scale of apparent temperature. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 23(12), 1674-1687.
- Strahler, A. (1989). *Geografía Física*. Ediciones Omega. Barcelona. Lámina C4, 152 p.
- Toharia Cortés, M (1985). *Tiempo y Clima. Predecir el tiempo: tarea difícil, tarea importante*. Colección Temas Clave. Ed. Salvat. Barcelona. España.
- Tojo, J. F. (2001). La ciudad y el medio natural (Vol. 3). Ediciones AKAL. Madrid. *Revista Geofísica*. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. 17: 73 – 85 p.
- Verón, E. M. (2010). Estimación de la isla de calor en Santa Teresita, Partido de la Costa, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Geográfica de América Central*, 2(45), 129-148.
- Vide, J. M. (1990). La percepción del clima en las ciudades. *Revista de Geografía*, 27-33.
- Weng, Q., LU, D. y Shubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature - vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*, 89: 467-483.
- Weather Service of Environment of Canadá (2001). <http://msc.ec.gc.ca/>

- GIAMPIETRI, L. 2023. *Diferencias térmicas y eólicas entre áreas costeras e interiores de la ciudad de Mar del Plata*
- Zhang, L. y Zhang, M. (1997). Study of the Sea –land Breeze System in Hong Kong. *HLMetS Bulletin* Vol. 7 n°.1, 1997.
- Zhang, D., y Venkatraman, C. (2018). Sea-breeze dynamics and its impact on air quality. *Current Pollution Reports*, 4(1), 27-37.
- Zubillaga, J. V. y Piccolo, M. C. (1977-1978a). Características más importantes de las brisas de mar y tierra en zona del Cabo San Antonio y alrededores. *Meteorológica*, VIII-IX, 121-130 p.
- Zubillaga, J. V. y Piccolo, M. C. (1977-1978b). Climatología de las brisas de mar y tierra en la zona del Cabo San Antonio y alrededores. *Meteorológica*, VIII-IX, 157-166 p.
- Zubillaga, J. V. y Piccolo, M. C. (1977-1978c). Una serie de observaciones de la brisa de mar en Pinamar y alrededores. *Meteorológica*, VIII-IX, 22-26 p.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Contenido	Pág.
<b>Capítulo 1</b>		
1.	Ubicación de la ciudad de Mar del Plata y estac.meteorológicas Mar del Plata Aero, Base Naval, Radioaficionados y Club Náutico .....	19
2.	Entorno del Aeropuerto.....	20
3.	Entorno Radio Radiaficionados.....	21
4.	Entorno de las estaciones Base Naval Mar del Plata y Club Náutico.....	21
<b>Capítulo 2</b>		
5.	Zonas bio-ambientales de Argentina.....	27
6.	Ubicación y distancia de la costa de las estaciones meteorológicas de estudio .....	28
7.	Rosa de los vientos, en Mar del Plata, período 1901-1990.....	34
8.	Rosa de los vientos en las estaciones costeras Mar del Plata Aero y Base Naval, período 1980-1984.....	40
9.	Frecuencia mensual de direcciones de vientos en Base Naval. Periodo 1980-1984.....	41
10.	Frecuencia mensual direcciones. vientos Mar del Plata Aero. Periodo 1980-1984.....	42
11.	Velocidad del viento estacional (en Km/h) durante 2014-2016 en estaciones Mar del Plata Aero y Náutico.....	45
12.	Precipitaciones medias (en mm) durante 2014 y 2016, estación Mar del Plata Aero..	46
<b>Capítulo 3</b>		
13.	Duración brisa marina en estación Base Naval Mar del Plata Período 1980-1984.....	57
14.	Brisas en estación Mar del Plata Aero. Período 1980-2016.....	60
15.	Frecuencia decádica de días con brisa de mar, estación Mar del Plata Aero Periodo1980-2016.....	60
16.	Frecuencia de la dirección (en %) de la brisa de mar estación Mar del Plata Aero Periodo 1980-2016.....	62
17.	Frecuencia decádica de días con brisa de tierra, por estación del año.....	64

18. Frecuencia anual (en%) de días con brisa de mar y brisa de tierra, en Mar del Plata Aero y Base Naval, 1980-1984.....	64
---	----

#### Capítulo 4

19. Carta Bioclimática de Olgyay.....	71
20. Frecuencia (en %) confort/desconfort por segmentos horarios con Humidex en estac. Mar del Plata Aero. Enero 2016.....	81
21. Frecuencia (en %) aplicando rango confort/desconfort para el deporte y recreación libre (CDRMDP) en Mar del Plata Aero. Enero 2016 .....	83
22. Frecuencia (en %) de confort/desconfort por segmentos horarios con Humidex en estación Mar del Plata Aero. Abril 2016 .....	87
23. Frecuencia (en %) aplicando rango confort/desconfort para el deporte y recreación libre (CDRMDP) en estac. Mar del Plata Aero, Abril 2016.....	88
24. Frecuencia (en %) de confort/desconfort con Temperatura Aparente (TA) por segmentos horarios en estación Mar del Plata Aero, Agosto 2015.....	91
25. Frecuencia (en %) de confort/desconfort por segmentos horarios con Temperatura Aparente (TA) según rango de confort para el deporte y actividades al aire libre en estac. Mar del Plata Aero. Agosto 2015.....	94
26. Frecuencia (en %) de confort/desconfort por segmentos horarios con Humidex en estación Mar del Plata Aero. Diciembre 2015 .....	97
27. Frecuencia (en %) de confort por segmentos horarios con Humidex, según rango confort/desconfort para el deporte y las actividades al aire libre (CDRMDP) en estac. Mar del Plata Aero. Diciembre 2015.....	99
28. Comparación de Humidex según WSE Canadá, 2001 y Humidex con rango CDRMDP planteado según las modificaciones a las propuestas de Cano Sánchez (2019) y Galloway et al., 1997) para enero y abril de 2016 y diciembre 2015.....	102

#### Capítulo 5

29. Grupos etarios .....	113
30. Género .....	113
31. Lugar de residencia .....	114
32. Ocupación .....	114
33. Ubicación de áreas ventosas.....	115

34. Plaza España en La Perla .....	116
35. Rango de la variación de temperatura aproximada percibida.....	119
36. Cambios realizados para el desarrollo de actividad deportiva – recreativa por situaciones meteorológicas (en %). .....	121
37. Situaciones meteorológicas que restringen o anulan la práctica deportiva o recreativa (en %). .....	122
38. Recreación en fin de semana en el “corredor saludable” en la costa marplatense....	122

## ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Contenido	Pág.
<b>Capítulo 1</b>		
1.	Características de las estaciones meteorológicas Mar del Plata Aero, Base Naval, Radioaficionados y Club Náutico.....	18
<b>Capítulo 2</b>		
2.	Principales parámetros meteorológicos, durante 1901 -2020 en la ciudad de Mar del Plata .....	31
3.	Temperaturas medias y temperaturas máximas y mínimas absolutas (en ° C) en estaciones costeras Mar del Plata Aero y Base Naval. Periodo 1980-1984.....	35
4.	Temperaturas medias estacionales (en ° C) y variaciones entre estaciones costeras en Mar del Plata Aero y Base Naval. Período 1980-1984.....	36
5.	Precipitaciones anuales y estacionales (en mm) por estaciones del año, durante 1980-1984 en Mar del Plata Aero y Base Naval.....	38
6.	Velocidad del viento (en km/h) y variaciones entre las estaciones costeras en Mar del Plata Aero y Base Naval. Periodo 1980-1984.....	38
7.	Velocidad media del viento (en km/h) por estación del año, en las estaciones costeras Mar del Plata Aero y Base Naval. Período 1980-1984.....	38
8.	Frecuencias vientos anuales (en %) en las estaciones costeras Mar del Plata Aero y Base Naval. Período 1980-1984 .....	40
9.	Temperaturas medias y temperaturas máximas y mínimas absolutas (en ° C) durante 2014 y 2016, en Mar del Plata Aero, Club Náutico y Radioaficionados.....	44
10.	Temperaturas medias estacionales durante 2014 y 2016, en estac. Mar del Plata Aero, Náutico y Radioaficionados.....	44

### Capítulo 3

11. Frecuencia estacional media de días por año y porcentaje de las brisas en la estación Base Naval Mar del Plata. Período 1980- 1984.....	56
12. Frecuencia estacional media, en días y porcentajes promedio y total de días con brisas de mar y de tierra, estación Mar del Plata Aero. Periodo enero 1985 -2016.....	60

### Capítulo 4

13. Valores de confort de los parámetros meteorológicos.....	72
14 Rango de desconfort bioclimático. ....	78
15. Rangos de temperaturas (en °C) óptimas para el deporte al aire libre.....	79
16. Propuesta de categoría de confort /desconfort para el deporte y actividades recreativas al aire libre en Mar del Plata .....	81
17. Humidex en verano en estación Mar del Plata Aero. Enero de 2016 .....	82
18. Humidex, aplicando rango confort/desconfort para el deporte y recreación al aire libre (CDRMDP) en estación Mar del Plata Aero. Enero de 2016.....	84
19. Humidex en otoño en estación Mar del Plata Aero. Abril de 2016.....	89
20. Humidex, aplicando rango confort/desconfort para el deporte y recreación al aire libre (CDRMDP) en estación Mar del Plata Aero. Abril de 2016.....	91
21. Temperatura Aparente en invierno en estación Mar del Plata Aero. Agosto 2015.	91
22. Temperatura Aparente aplicando rango confort/desconfort para el deporte y recreación al aire libre (CDRMDP) en estación Mar del Plata Aero. Agosto 2015...	95
23. Humidex en primavera en estación Mar del Plata Aero. Diciembre de 2015 .....	100
24. Humidex, aplicando rango confort/desconfort para el deporte y recreación al aire libre (CDRMDP) en estación Mar del Plata Aero. Diciembre 2015 .....	103
25. Comparación índices de Humidex y Temperatura Aparente en estaciones.....	107

Mar del Plata, marzo 2023.-