



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS DE DOCTOR EN GEOGRAFÍA

**EFFECTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA
DEL BALNEARIO MONTE HERMOSO
SOBRE SU GEOMORFOLOGÍA COSTERA
Y EL CONFORT CLIMÁTICO**

MARÍA ANDREA HUAMANTINCO CISNEROS

DIRECTORA: DRA. MARÍA CINTIA PICCOLO

CO DIRECTOR: DR. GERARDO M. E. PERILLO

BAHIA BLANCA

ARGENTINA

2012

PREFACIO

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Geografía, de la Universidad Nacional del Sur 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 Departamento de Geografía y Turismo durante el período comprendido entre el 09 de agosto de 2007 y el 29 de febrero de 2012, bajo la dirección de la Dra. María Cintia Piccolo y la co-dirección del Dr. Gerardo M. E. Perillo.

Lic. María Andrea Huamantínco Cisneros



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente tesis ha sido aprobada el/..../..... , mereciendo la calificación de(.....)

A mi familia

AGRADECIMIENTOS

A mis directores: Dra. María Cintia Piccolo y Dr. Gerardo M.E. Perillo por brindarme la oportunidad de realizar el doctorado, por su ayuda, orientación y constante apoyo durante este tiempo de aprendizaje y formación.

Al CONICET por otorgarme las becas través de las cuales pude efectuar mis estudios de postgrado.

Al Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur.

A todo el personal de Apoyo del IADO, en especial a: Miguel Colombani, Hugo Pellegrini, Daniel Galfón, Roberto Zibecchi, Ariel Raniolo, Carlos Galán, Eduardo Fernández y Eder Dos Santos.

Al Dr. Alejandro Vitale y al Sr. Fernando Sidera por el desarrollo, instalación y mantenimiento de la estación meteorológica (EMAC) utilizada en esta tesis.

Al Dr. Ángel Marcos por la ayuda brindada en diferentes campañas y las charlas sobre Monte Hermoso.

Al Sr. Pedro Varela por los conocimientos transmitidos en el campo de la meteorología.

A las diferentes dependencias de la Municipalidad de Monte Hermoso por la información brindada.

A mis padres por todo su constante apoyo, consejos, ayuda y palabras de aliento en cada momento de mi vida. A mi hermana: Ana, gracias por estar siempre y por tu ayuda.

A mi abuela María, tu luz me ilumina desde donde estés y me acompañarás por siempre.

A mi Tío Pedrito por sus consejos y por transmitirme siempre el interés y cariño hacia la Geografía que tanto quería.

A mis raíces argentinas y peruanas: mi familia que, cerca o lejos, siempre me hacen llegar su cariño.

A mis amigos, mi segunda familia, los “*turísticos*” (Natalia, Mariana, Andrea, Gimena, Gabriela, Paolo y Cristina) y los “*geográficos*” (Alejandra, Paula, Ma. Verónica, Paola, Celeste, Barbi, María, Andrea, Ramiro, Jorge, Pablo, Laura y Gabriel) por su compañía y aliento a lo largo de mi carrera y por estar en los buenos y malos momentos. También, a los amigos que la vida supo presentarme y de quienes aprendo día a día.

A los amigos y compañeros del IADO. En especial a Vanesa Bohn, Vanesa Negrin y Claudia Fornerón por su compañía, apoyo y amistad. Gracias chicas por las largas charlas y sobre todo los consejos que llegaban (y llegan) en el momento oportuno. Por la colaboración que supieron darme en cada campaña, consultas y charlas a: Luján Bustos,

Sibila Genchi, Ana Laura Delgado, María Clara Menéndez, Natalia Revollo Sarmiento, Marina Cipolleti y Noelia Revollo Sarmiento.

A mis amigas y colegas marplantenses: Eleonora Verón y Alejandra Merlotto y a mi paleontóloga amiga Lydia Calvo Marcilese por estar siempre presentes y, a pesar de la distancia, por brindarme su ayuda.

RESUMEN

Los ambientes costeros se caracterizan por la complejidad de los procesos e interacciones que allí se desarrollan. A esto se suman los efectos que la población ejerce sobre estos espacios naturales. El objetivo general de la investigación es efectuar un estudio sobre los fenómenos meteorológicos que afectan la geomorfología de la costa y el confort climático del balneario Monte Hermoso. Entre los fenómenos meteorológicos estudiados, se encuentran los relacionados a la variación de los diferentes elementos del clima, las tormentas, las brisas de mar, los vientos fuertes, etc.

Del análisis de datos meteorológicos, durante el periodo 2008-2011, resultó que la temperatura media del balneario fue de 15,2 °C. Se observaron variaciones interanuales de la temperatura con un aumento entre 2008 y 2009 (0,6 °C) y un descenso entre 2009 y 2010 (-1,4 °C). El área de estudio presentó una humedad relativa media del 63 %. Los vientos registraron una velocidad promedio de 5 m s⁻¹ y predominaron de los sectores N, NNW y WNW. Las mayores precipitaciones se produjeron en el año 2010, mientras que 2008 se caracterizó por la escasez de las mismas. Los máximos valores de presión atmosférica se registraron en invierno y los bajos en verano.

Los estudios de brisas de mar evidenciaron su concentración en el verano. Las mismas predominaron del SE con una velocidad media de 4,2 m s⁻¹. Los estudios sobre isla de calor indicaron que el balneario presentó significativas variaciones térmicas diarias y estacionales. Las intensidades de las islas de calor oscilaron entre los 2 y 3 °C.

La aplicación de diagramas y diversos índices bioclimáticos permitieron identificar las situaciones de desconfort climático en Monte Hermoso. Durante los días más cálidos la población experimentó hasta 14 horas de desconfort (período estival 2007-2008). A partir de la utilización de índices de confort (período 2008-2011) se determinó que los meses de enero y febrero son los que registraron la mayor cantidad de días con desconfort. El mes de marzo se perfila como óptimo para el desarrollo de actividades recreativas y de esparcimiento.

Se evidenció que las tormentas provocaron cambios significativos en la morfología de playa y en el volumen de sedimento. Los análisis de datos de perfiles de playa a través de componentes principales permitieron observar las variaciones en el espacio y el tiempo. Los sectores de playa bajo influencia urbana son los más afectados (por ejemplo, el sector de Faro Recalada).

Se identificaron distintos usos del suelo en el balneario. La minería extractiva, la agricultura y la presencia de una reserva presentaron las mayores incompatibilidades. Se observó que existe legislación municipal que regula algunos de estos usos, pero no todos.

Los resultados obtenidos en esta investigación contribuyen a la elaboración de un plan de manejo costero que favorezca un ordenamiento territorial sostenible de este balneario que se encuentra en constante crecimiento.

ABSTRACT

Coastal environments are characterized by the complexity of their processes and interactions. The populations produce different effects over these natural spaces. The general objective of this investigation is to study the meteorological phenomena that affect the geomorphology of the beaches and the thermal comfort of the coastal city of Monte Hermoso, an important resort area of the South of the Buenos Aires province. Within the typical studied meteorological phenomena not only the main parameters of the climate were analyzed but storms, breezes, strong winds, etc.

The analysis of meteorological data, during 2008-2011, showed that the mean temperature of the city was of 15.2 °C. Interannual variations of the temperature were observed with a temperature increase between 2008 and 2009 (0.6 °C) and a decrease between 2009 and 2010 (-1.4 °C). The study area presented 63 % of mean relative humidity. The winds registered a mean velocity of 5 m s⁻¹ and they were predominant from N, NNW and WNW. During the study period only in the year 2010 were observed some precipitations. The maximum values of atmospheric pressure were registered in winter and the minimum values in summer.

The study of sea breezes showed a concentration of them in summer. The sea breezes from SE were predominant, with a mean velocity of 4.2 m s⁻¹. The studies of urban heat island indicated that this coastal city had daily and seasonal significant thermal variations. The heat island intensity had values between 2 and 3 °C.

The application of diagrams and different indexes allowed identifying the time of climatic discomfort in Monte Hermoso. During warm days the population experimented up to 14 hours of discomfort (2007-2008 summer periods). The use of different comfort indexes (2008-2011 periods) determined that January and February were the months that registered the major quantity of uncomfortable days. March is the ideal month for the development of recreational and leisure activities.

VIII

Storms produced significant changes in the morphology of the beach and sediment volume. The analysis of beach profile data through Principal Components Analyses showed spatial and temporal variations. Urbanized sectors are the most affected (p.e., sector of Faro Recalada).

Different uses of the soil were identified in this coastal city. The extractive mining, agriculture and a protected area showed the major incompatibility with other uses like fishing and sports and recreation. It was observed that exist a local legislation that controls some of these uses.

The results of this investigation contribute to the necessary background for the elaboration of a coastal management plan to prevent future damages of the coast knowing the continuous increase of touristic activities at Monte Hermoso.

INDICE

	Págs.
Prefacio	II
Agradecimientos	IV
Resumen	VI
Abstract	VII
Índice	IX
Capítulo 1. Introducción	
1.1- Introducción	1
1.2- Objetivos e Hipótesis de Trabajo	5
1.3- Área de estudio	6
Capítulo 2. El clima del Balneario Monte Hermoso	
2.1- Introducción	17
2.2- Método de trabajo	20
2.3- Clima del Suroeste Bonaerense	21
2.4- Caracterización meteorológica del balneario de Monte Hermoso	27
2.4.1- Temperatura	27
2.4.2- Humedad	30
2.4.3- Vientos	31
2.4.4- Precipitación y presión atmosférica	36
2.5- Conclusiones	37
Capítulo 3- Las brisas de mar en el balneario Monte Hermoso	
3.1- Introducción	40
3.2- Método de trabajo	43
3.3- La brisa de mar en el balneario Monte Hermoso	43
3.4- Conclusiones	49

Capítulo 4- Isla de Calor

4.1- Introducción	51
4.2- Plano de Monte Hermoso	56
4.3- Método de trabajo	59
4.4- Isla de calor de invierno	62
4.4.1 Distribución térmica durante la mañana y la tarde	63
4.4.2 Distribución de la humedad relativa durante la mañana y la tarde	64
4.5- Isla de calor de primavera	70
4.5.1 Distribución térmica durante la mañana y la tarde	71
4.5.2 Distribución de la humedad relativa durante la mañana y la tarde	72
4.6- Isla de calor de verano	77
4.6.1 Distribución térmica durante la mañana y la tarde	78
4.6.2 Distribución de la humedad relativa durante la mañana y la tarde	79
4.7- Isla de calor de otoño	84
4.7.1 Distribución térmica durante la mañana y la tarde	85
4.7.2 Distribución de la humedad relativa durante la mañana y la tarde	86
4.8- Conclusiones	91

Capítulo 5- Confort Climático del balneario Monte Hermoso

5.1- Introducción	93
5.2- Método de trabajo	96
5.3- El confort estival de Monte Hermoso	99
5.3.1- El confort estival y las temperaturas máximas mensuales en la temporada 2007-2008	99
5.3.2- Índices de confort aplicados al Balneario de Monte Hermoso	104
5.4- Sensación térmica de frío en Monte Hermoso	117
5.5- Conclusiones	121

Capítulo 6- Morfología de playa de Monte Hermoso

6.1- Introducción	124
6.2- Método de trabajo	128
6.2.1- Descripción de los sectores estudiados	128
6.2.1.1- Sector A	129
6.2.1.2- Sector B	129

6.2.1.3- Sector C	130
6.2.2- Metodología de campo	131
6.2.2.1- Mediciones de perfiles de playa mediante método Emery y GPS	131
6.2.2.2- Muestreo de sedimento	132
6.2.2.3- Mediciones de parámetros oceanográficos	133
6.2.2.4- Mediciones de las características fisicoquímicas del agua de mar	134
6.2.3- Metodología de laboratorio	135
6.2.3.1- Análisis de las muestras de sedimento	135
6.2.4- Análisis de gabinete	136
6.2.4.1- Método de análisis de los datos de Emery	136
6.2.4.2- Método de análisis de los datos de GPS	137
6.2.4.3- Corrección de los datos de altura del método Emery con datos del GPS	137
6.2.4.4- Método de cálculo de volúmenes	138
6.2.4.5- Método de Análisis de Componentes Principales (ACP)	138
6.3- Resultados	139
6.3.1- Descripción general de los perfiles de playa	139
6.3.1.1- Sector A	140
6.3.1.2- Sector B	145
6.3.1.3- Sector C	148
6.3.2- Efectos de las tormentas sobre los perfiles de playa	151
6.3.2.1- Efecto de una tormenta en noviembre de 2007	151
6.3.2.1.1- Condición sinóptica de la tormenta	151
6.3.2.1.2- Cambios morfológicos y volumétricos por sector	152
6.3.2.2- Efectos de tormentas durante el año 2008	156
6.3.2.2.1- Evento meteorológico de marzo	156
6.3.2.2.1.1- Condición sinóptica de la tormenta	156
6.3.2.2.1.2- Cambios morfológicos y volumétricos por sector	157
6.3.2.2.2- Evento meteorológico del mes de junio	160
6.3.2.2.2.1- Condición sinóptica de la tormenta	160
6.3.2.2.2.2- Cambios morfológicos y volumétricos por sector	161
6.3.2.2.3- Efectos del evento meteorológico del 14 y 15 de noviembre	164

6.3.2.2.3.1- Condición sinóptica de la tormenta	164
6.3.2.2.3.2- Cambios morfológicos y volumétricos por sector	165
6.3.2.3- Efectos de las tormentas de julio de 2009	168
6.3.2.3.1- Condiciones sinópticas de las tormentas	168
6.3.2.3.2- Cambios morfológicos y volumétricos por sector	169
6.3.2.4- Efectos de la tormenta de abril de 2010	173
6.3.2.4.1- Condiciones sinópticas de las tormentas	173
6.3.2.4.2- Cambios morfológicos y volumétricos por sector	174
6.3.3- Características fisicoquímicas del agua de mar del balneario de Monte Hermoso	178
6.3.4- Volúmenes de arena por sectores en el balneario de Monte Hermoso	179
6.3.5- Aplicación de Análisis de Componentes Principales (ACP) a los perfiles playa del balneario Monte Hermoso	186
6.3.5.1- Sector A	189
6.3.5.1.1- En función de la distancia	
6.3.5.1.2- En función del tiempo	191
6.3.5.2- Sector B	193
6.3.5.2.1- En función de la distancia	193
6.3.5.2.2- En función del tiempo	194
6.3.5.3- Sector C	197
6.3.5.3.1- En función de la distancia	197
6.3.5.3.2- En función del tiempo	198
6.4- Discusión	201
6.5- Conclusiones	203
Capítulo 7- El balneario como recurso turístico	
7.1- Introducción.	205
7.2- Método de trabajo	208
7.3- Balneario de Monte Hermoso: su costa como recurso	209
7.3.1- Legislación sobre los usos costeros en Monte Hermoso	213
7.3.2- Perfil del turista y su opinión del balneario	216
7.4- Propuestas orientadas a la elaboración de un Plan de Manejo Costero	219
7.5- Conclusiones	221
Capítulo 8- Conclusiones	223

Bibliografía	230
Anexo	247

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1- Introducción

Las zonas costeras se han caracterizado, desde tiempos remotos, por ser los espacios elegidos por el hombre para el desarrollo de sus actividades. En la actualidad, más del 60 % de la población del mundo reside en los 50 km más próximos a la línea de costa. La utilización intensa de este ambiente por parte del hombre genera diversos problemas entre los que se pueden mencionar: la contaminación de las aguas, los suelos y la atmósfera, alteración de la estabilidad de las playas, modificación de la fauna y flora del lugar, etc. El detrimento del ambiente natural afecta de manera significativa al ambiente social al producir efectos negativos sobre su población y economía.

El ambiente costero es el que presenta la mayor variedad de interacciones espacio-temporales. En este ámbito es donde se desarrollan procesos complejos entre los que se encuentran los físicos, biológicos y geológicos. Son procesos que se encuentran en constante cambio. La alteración de alguno de sus parámetros afecta el equilibrio dinámico de la costa que la caracteriza en ese momento. Son numerosos los estudios de interacción mar-atmósfera-continente en zonas costeras (p.e., Rey Benadero, 2001, Benavente *et al.*, 2000, Anfuso y Del Río, 2003, Bernabeu *et al.*, 2003). Los procesos de interacción mar-atmósfera han sido estudiados por Seager *et al.* (2003), quienes encontraron su influencia en los ciclos estacionales de los ciclones subtropicales. Las interacciones entre el viento local y las temperaturas del agua de las zonas costeras de Canterbury fueron estudiadas por McKendry *et al.* (2003). Los autores determinaron que, durante períodos de fuertes vientos, aquellos que provenían del continente hacia el mar generaban surgencias y el correspondiente descenso de la temperatura del agua en 3-4 °C, lo que provocaba un incremento en el efecto de la brisa de mar.

Diversos trabajos han enfocado su atención en una relación en particular que se produce en los ambientes costeros y es la del clima con la geomorfología. Entre ellos algunos autores analizaron las características de la variabilidad climática en diferentes escalas temporales (interanuales, decádicas o multidecádicas) y los efectos que provocaron

en la zona costera, los más destacados son la erosión, movimiento de médanos y la alteración de médanos costeros que generan un daño significativo en las estructuras costeras (Dingler y Reiss, 2002; Viles y Goudie, 2003; Ruggiero *et al.*, 2005.). En su estudio sobre los efectos de El Niño, en el período 1982-83 a 1997-98, Dingler y Reiss (2002) observaron procesos que afectaron el volumen, ancho y forma de las nueve playas relevadas en la Bahía Monterrey (EE.UU.). Las tormentas registradas durante ese período, en relación con el fenómeno de El Niño, afectaron seriamente el área intensificando el proceso erosivo. A su vez observaron que luego de cada fenómeno las playas tendían a reconstruirse lentamente. De la relación entre clima y la geomorfología costera, el estudio del efecto de las tormentas ha sido y es ampliamente estudiado (Birkemeier, 1979; Leatherman, 1979; Dubois, 1988; Larson y Kraus, 1994; Morton *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 1998; Masselink y Pattiaratchi, 2001; Hill *et al.*, 2004; Cooper *et al.*, 2004; Castelle *et al.*, 2007; Yates *et al.*, 2009).

Birkemeier (1979) observó los cambios provocados por una tormenta de invierno (19-12-1977) en la costa Este de Estados Unidos. Para ello monitoreó tres localidades que tuvieron respuestas diferentes al impacto de la tormenta. Dos de ellas fueron afectadas severamente por el evento con pérdidas notorias en el volumen de sedimento. Un día después de la tormenta, una de ellas pudo recuperarse rápidamente; mientras la otra no, evidenciando una leve pérdida de sedimento. La tercer localidad fue la menos afectada por la acción de la tormenta. Si bien experimentó un descenso en el volumen de sedimento, luego del evento meteorológico comenzó a recuperarse.

Morton *et al.* (1995) evaluaron los impactos de las tormentas en la distribución subaérea de sedimento y el subsiguiente movimiento de la línea de costa en escalas espaciales y temporales englobando decenas de kilómetros y décadas. Sus estudios se realizaron en la costa del Golfo de Texas en la isla de Galveston (EE.UU). Los autores observaron que la vulnerabilidad de la playa a la erosión depende de la condición previa de la playa, lo cual está relacionado con la diferencia entre la frecuencia de las tormentas y el período de recuperación de la playa. La erosión de la playa se acentúa cuando la tormenta excede el período de recuperación especialmente en aquellos sectores donde la disponibilidad de sedimento es mínima. Esta situación fue observada en las playas de Galveston, las cuales se tornaron más vulnerables a la erosión debido a la carencia de

sedimento. Además observaron que el movimiento de la línea de costa fue de 1,5 a 8 veces mayor luego del paso de un huracán. Las tormentas individuales no necesariamente aceleran el movimiento en la playa. Los efectos de las tormentas pueden magnificarse si su frecuencia excede el período de recuperación de las tormentas individuales.

En Broadbeach (Costa de Oro, Australia), ubicada en una importante zona turística, Castelle *et al.* (2007) enfocaron su estudio en la respuesta de esta playa frente a la acción de eventos de tormenta. Los autores evaluaron la capacidad de la playa para soportar dichos eventos y su recuperación durante períodos de baja energía de olas. Para ello utilizaron información precisa obtenida en cada salida de campo e imágenes de video desde el 1° de marzo al 10 de julio de 2006. Durante este período se sucedieron tres eventos de tormenta erosivos. El primer evento significó en pocos días, una pérdida importante de sedimento ($48 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1}$) en la playa subaérea y una migración de la barra de 70 m en dirección al mar. Este desplazamiento afectó la protección de la playa durante el paso de los dos eventos de tormenta restantes. Los autores concluyeron que la importante erosión registrada sugiere que el actual ancho promedio de la playa sea demasiado angosto como para soportar un evento meteorológico extremo.

Son escasos los trabajos realizados sobre situaciones sinópticas características de las costas del Sur de la provincia de Buenos Aires. Giampietri y Piccolo (2000) determinaron las diferencias climáticas en el área costera de Mar del Plata. Las brisas de mar en Mar del Plata y Necochea fueron estudiadas por García y Piccolo (2004), determinando su comportamiento a partir de sus horarios de incidencia y las situaciones sinópticas asociadas. Las situaciones generadoras de lluvias en el balneario de Marisol, durante el año 2002, fueron estudiadas por Piccolo y Mundiniano (2004). Campo de Ferreras *et al.* (2004) estudió la ocurrencia de sudestadas en el suroeste bonaerense y luego orientó su estudio a la influencia de los estados de tiempo sobre la actividad turística (Campo de Ferreras *et al.*, 2005). Por otro lado, Marino *et al.* (2005) estudiaron los frentes de brisa en la costa bonaerense.

Los estudios en el balneario Monte Hermoso se han orientado, fundamentalmente, a los aspectos turísticos y territoriales. El proceso de urbanización y la degradación ambiental del ecosistema costero fue estudiado por Del Pozo (2001). La autora concluyó

que la urbanización creciente y la masiva actividad turística en el verano, producen cambios significativos en el ecosistema. Los riesgos de anegación en un sector de la ciudad balnearia de Monte Hermoso fueron estudiados por Huespe (2001). Desde el punto de vista turístico, Ercolani y Visciarelli (2003) estudiaron las características de la demanda turística en la zona. Los autores señalaron la problemática planteada frente a la fuerte estacionalidad del balneario entre temporadas. El estudio del ecosistema costero a partir de la determinación de unidades de paisaje y la elaboración de indicadores de calidad ambiental fue realizado por Del Pozo y Bróndolo (2002, 2003), Vaquero y Pascale (2003) definieron el perfil turístico mediante un modelo de planificación participativa. La oferta turística del partido de Monte Hermoso fue diagnosticada por Ercolani y Garriz (2003). Por otro lado, Vaquero *et al.* (2004) desarrollaron una propuesta de desarrollo turístico en el Municipio de Monte Hermoso. Las recientes transformaciones socio-territoriales en el Municipio de Monte Hermoso y su incidencia en la actividad turística fueron analizadas por Genchi (2006). Vaquero *et al.* (2006) analizaron las características del turismo residenciado en el municipio de Monte Hermoso, diferenciándolo del turismo tradicional.

Los eventos meteorológicos extremos, como las tormentas, modifican las playas y la costa. El balneario de Monte Hermoso no es la excepción frente a estos hechos naturales por lo que su perfil de playa es continuamente transformado. En lo que respecta al estudio de eventos meteorológicos y sus efectos sobre la zona costera del balneario mencionado estos son escasos. Se destacan los trabajos realizados por Caló *et al.* (2000) y Varela (1982). Los primeros autores compararon el efecto de dos tormentas sobre la ciudad de Monte Hermoso en el año 1997. Las mismas, por sus características, afectaron de manera diferente al balneario Monte Hermoso. La primer tormenta fue de efecto eólico, originada por un centro de baja presión ubicado frente a la costa de la provincia de Buenos Aires. Los fuertes vientos provenían del Sur, con fuertes ráfagas (130 km h^{-1}) e incidieron sobre la localidad durante 12 horas. La misma generó olas de 2,5 m. La zona de generación de la tormenta se ubicaba a 250 km de la costa. Aunque el nivel del mar alcanzó las edificaciones costeras, no se observaron efectos de erosión costera. La segunda tormenta fue de efecto erosivo provocada por la presencia de un centro de baja presión ubicado en el sur de las Islas Malvinas. Los vientos incidentes provenían del Suroeste con ráfagas de 80 km h^{-1} y ejercieron su influencia durante 40 horas. La acción de esta tormenta originó olas de 5 m. La zona de generación de la tormenta se ubicó a 600 km del balneario. Los daños

provocados fueron deterioros de viviendas, descalce de camino costero y erosión de la playa.

Varela (1982) estudió las brisas de mar en Monte Hermoso e Ingeniero White. El autor observó que la brisa de mar en el balneario se presentaba con rotación del viento del Noreste al Sureste. La penetración de la brisa fue hasta una distancia de 15 km de la costa. Varela estableció que la irrupción de la brisa de mar se produjo entre las 10 y 11 h y finalizó entre las 18 y 19 h. La máxima velocidad media de la brisa osciló entre 4,1 y 5,5 m s⁻¹ y se produjo entre las 16 y 17 h.

Si bien se han realizado trabajos sobre las playas y médanos de la costa bonaerense (p.e., Perillo, 1997; Isla *et al.*, 1998, Bértola *et al.*, 1999; Bértola, 2006), los estudios de interacción mar-atmósfera-continente, en especial aquellos que relacionan el clima con la geomorfología, realizados en esta zona con miras a la formación y concreción de un plan de manejo costero integral son escasos. Se destacan los de Caló *et al.* (1998, 2005) y Fernández *et al.* (2003), quienes centran su análisis en sectores de playa afectados por ambientes urbanos. Los trabajos efectuados señalan la importancia de profundizar los estudios de playas bajo la influencia de ambientes urbanos incorporando el estudio de nuevas variables que no han sido consideradas en otras investigaciones.

Los estudios referidos a las interacciones mar-atmósfera-continente favorecen la comprensión de los cambios que se producen en las costas y que luego afectan la actividad humana y viceversa. Los mismos se constituyen en una fuente importante de información que puede contribuir con el desarrollo de planes de manejo costero. La planificación del espacio solo es posible si se conocen y respetan los procesos que ocurren en el medio natural.

1.2- Objetivos e Hipótesis de Trabajo

El objetivo general de la investigación es efectuar un estudio sobre los fenómenos meteorológicos que afectan la geomorfología de la costa y el confort climático del balneario Monte Hermoso.

Los objetivos específicos del tema de la investigación son:

- 1) Estudiar la climatología sinóptica de la zona y los estados del tiempo (ej., tormentas, sudestadas, etc.) que producen efectos importantes sobre la erosión y sedimentación en sus playas.
- 2) Analizar la frecuencia e intensidad de brisas marinas.
- 3) Estudiar la isla de calor urbano estacional.
- 4) Analizar el clima del balneario.
- 5) Estudiar el confort climático de la ciudad de Monte Hermoso.
- 6) Determinar el efecto de las tormentas en las costas de Monte Hermoso y analizar los procesos de erosión y sedimentación en relación con el núcleo urbano.

La hipótesis de trabajo es:

Los fenómenos meteorológicos y el clima del balneario Monte Hermoso afectan significativamente el confort climático y la geomorfología de sus playas.

Debido a la diversidad de temas a tratar en la presente investigación, cada capítulo contará con su propia metodología y descripción de antecedentes a los efectos de facilitar la lectura.

1.3- Área de estudio

El partido de Monte Hermoso se ubica en el Suroeste de la provincia de Buenos Aires con una extensión de 230 km². Limita al Norte y Este con el partido de Coronel Dorrego, al Sur con el océano Atlántico y al Oeste con el partido de Coronel Rosales. La ruta provincial N° 78, en un tramo de 26 km, conecta Monte Hermoso con la ruta nacional N° 3. El balneario Monte Hermoso (61° 15' 55'' O, 38° 59' 33'' S) es la ciudad cabecera del partido mencionado (Figura 1.1).

Su costa posee una dirección general E-O con una extensión de 32 km entre Punta Sauce a 14 km al Este del balneario y punta Pehuén Co al Oeste (Figura 1.2). La estructura general de la costa es de una amplia bahía entre ambos puntos pobremente desarrollada en profundidad. Monte Hermoso se ubica sobre el extremo Oeste de esta bahía.

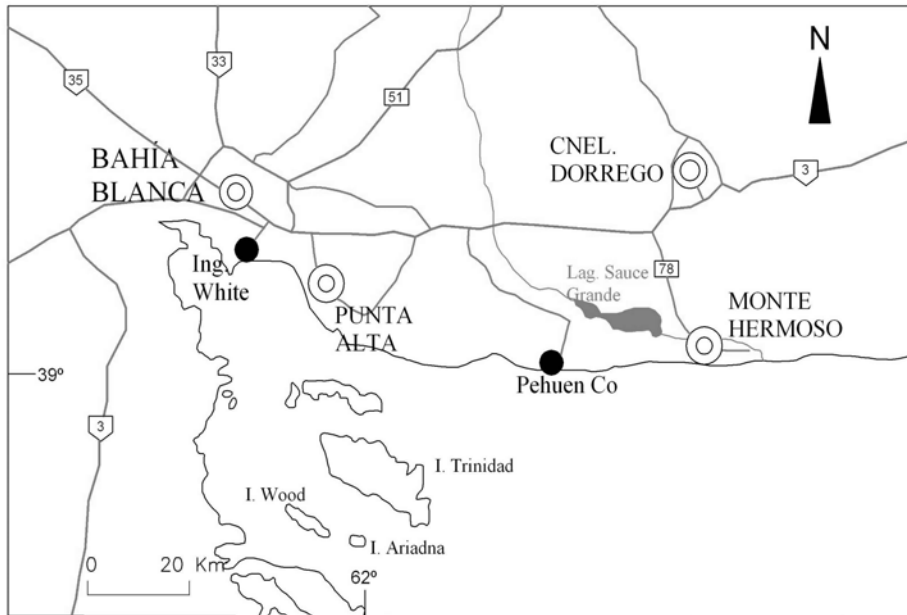


Figura 1.1. Ubicación del área de estudio dentro del suroeste bonaerense y principales rutas de la región. Fuente: Elaboración propia

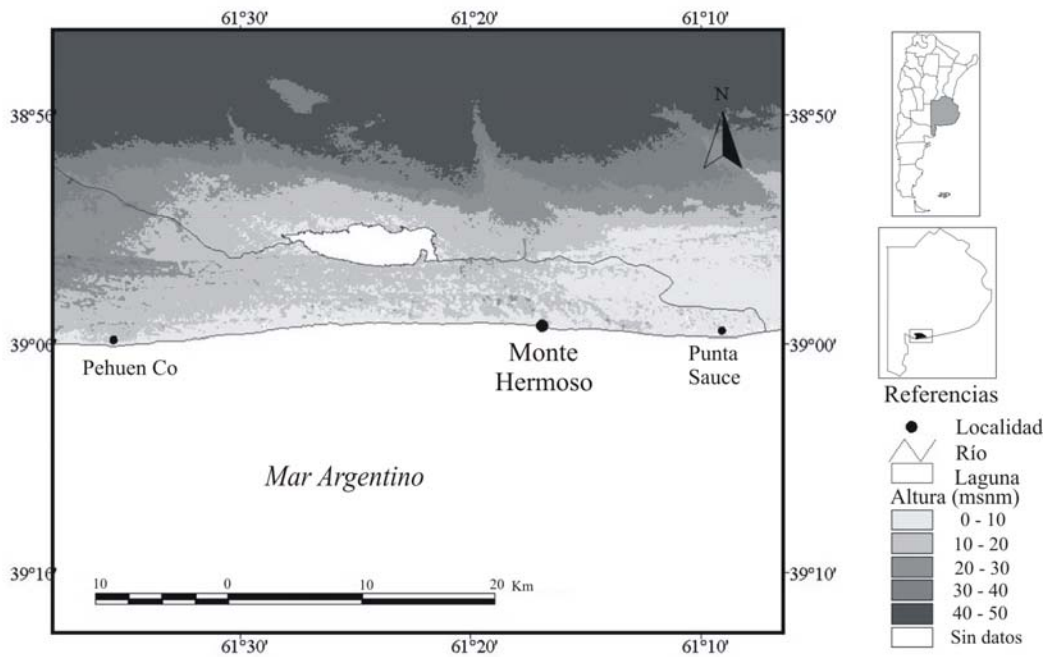


Figura 1.2. Ubicación de la costa del balneario de Monte Hermoso. Fuente: Elaboración propia

El ancho aproximado de la playa es de 260 m mientras que en algunos sectores céntricos de la ciudad ronda los 160 m. El perfil característico de su playa está compuesto por barras, canales y la presencia de médanos frontales. Este perfil coincide con el

presentado por Perillo (2003). La playa comienza con un *médano costero o frontal*, que coincide con la primera línea de médanos ubicada junto a la playa. Esta es considerada el reservorio o almacén de la playa. Los sectores definidos a lo largo del perfil de playa son: una *playa posterior o distal*, que incluye la zona de médanos, el espaldón y una serie de escalones o bermas; una *playa frontal* (en donde es posible encontrar barras de lavado) y una *playa exterior* (puede presentar dos o más barras de rompiente). Esta última es la que se encuentra junto al *frente de costa o shoreface* (Figura 1.3).

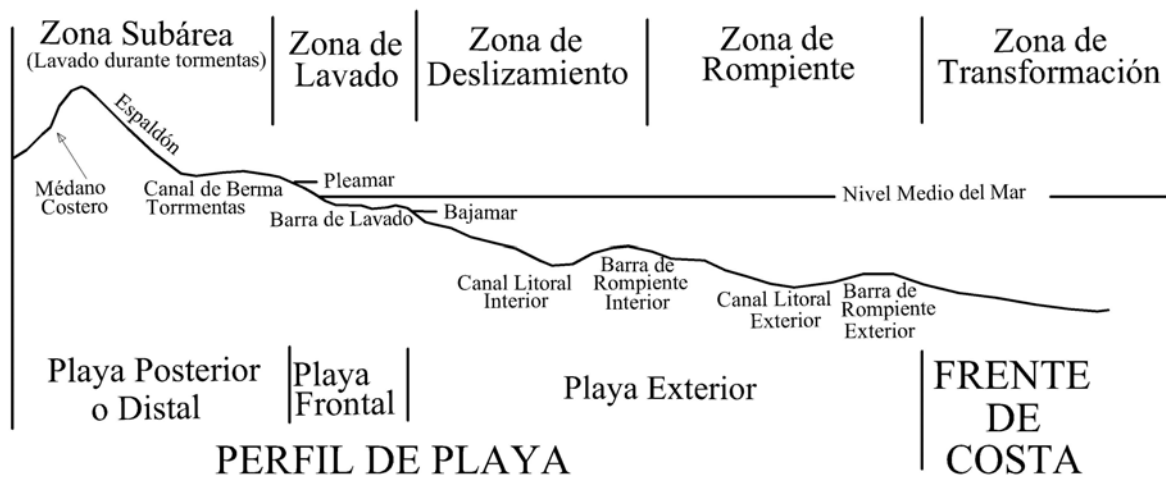


Figura 1.3. Perfil transversal de una playa típica. En la parte superior se indican las zonas hidráulicas y en la inferior los elementos geomorfológicos básicos.
Fuente: Modificado de Perillo (2003).

El régimen de marea de Monte Hermoso es mesomareal de tipo semidiurno. Presenta desigualdades diurnas con una amplitud máxima de 3,51 m en sicigia y una media de 2,29 m. La altura máxima en pleamar es 3,57 m y la media 3,09 m, mientras que en bajamar, la altura más baja es 0,03 m y la media 0,80 m (Servicio de Hidrografía Naval Argentina, 2008).

Desde el punto de vista biogeográfico, el área de estudio se encuentra en el límite entre la Provincia pampeana y la Provincia del espinal (Cabrera, 1958). En el Norte del partido se desarrolla una estepa graminosa, caracterizada por flechillas, de punta aguzada y fácil diseminación por el viento (Chiozza y Figueira, 1982), y paja vizcachera. En las zonas más húmedas se presentan matorrales de paja colorada. Otras especies que se

observan en los médanos literales son el hunquillo y el olivillo. Entre las especies arbustivas que pueden aparecer se mencionan: el chañar, el molle, talas y ombú.

En sus orígenes este espacio, en general, se caracterizaba por la ausencia de especies arbóreas y la presencia de una cobertura gramínea. La inexistencia de árboles, en la zona pampeana, ha sido motivo de diversos estudios. Uno de ellos, realizado por Frenguelli en 1941, señala que la pampa presenta condiciones óptimas para el desarrollo de vegetación gramínea donde las especies arbóreas no pueden competir. Las leñosas implantadas sólo pueden arraigarse y crecer cuando se extrae la vegetación herbácea (Chiozza y Figueira, 1982). De esta manera es que se observa en el área de estudio la presencia de especies introducidas como el eucalipto, el pino, el ciprés, junto con los tamariscos.

La fauna está compuesta por especies subtropicales con influencia patagónica entre ellas se mencionan roedores cavícolas, comadreja overa, comadreja colorada, zorrillo gris, zorrino, hurón, peludo y gato montés. Este último se encuentra en vías de extinción. Entre las aves que habitan las zonas de médanos interiores se encuentran las perdices y martinetas. Mientras que en el litoral se destacan las gaviotas, gaviotines, albatros y petreles. Las especies introducidas más conocidas son: el ciervo y la liebre europea.

Desde el punto de vista demográfico Monte Hermoso ha experimentado un gran crecimiento desde la creación del partido homónimo en el año 1983. El censo de 1980 indicó un núcleo estable de 3100 personas. En el censo del año 1991, la población permanente era de 3605 habitantes (Ercolani y Visciarelli, 2003; Vaquero *et al.*, 2007). Los datos censales del año 2001 indicaron una población estable de 5394 habitantes (INDEC, 2001). Por lo tanto, en las últimas décadas la población aumentó un 42,5 %. En los datos del último período intercensal 1991-2001, se destaca el centro urbano del balneario por contar con una de las tasas de crecimiento demográfico más altas de la región del Suroeste Bonaerense (Visciarelli y Gallucci, 2005).

Del total de población registrada en el censo 2001 en relación con las franjas etarias que conforman a la población del balneario, el 25,2 % correspondía a edades de 0-14 años. La población económicamente activa, de 15 a 64 años, representó el 62,6 % de la

población. Mientras que al grupo de más de 65 años sólo le correspondió el 12,2 %. Si se observa la composición de la población por sexo, el 51,1 % son varones mientras que el 48,9 % corresponde a mujeres (INDEC, 2001).

Los datos del reciente censo del año 2010 señalan un aumento de la población de Monte Hermoso al registrar 6499 habitantes. En cuanto a los grupos etarios, un 23,6 % representó a habitantes entre 0-14 años lo cual evidencia una disminución respecto del censo anterior. Un 63,3 % correspondió a la población económicamente activa. El grupo de más de 65 años representó el 13,1 % del total de habitantes. Estas dos últimas franjas etarias evidenciaron un leve incremento respecto de 2001. La composición de habitantes por sexo no experimentó cambios significativos ya que el grupo de varones representó el 51,2 %, mientras que el de mujeres el 48,8 % (INDEC, 2010).

En la ciudad se contabilizaron, en el censo de 2001, un total de 1672 viviendas. El problema habitacional del balneario consiste en la carencia de servicios básicos. De esta manera, el 30,7 % de las viviendas de Monte Hermoso no cuentan con servicio cloacal. Casi el 20 % no dispone de conexión a la red gas natural y el 13,25 % no posee agua de red. De acuerdo a los últimos datos del censo de 2010 la cantidad de viviendas es de 2270, no existen especificaciones respecto a los servicios básicos.

El turismo es la principal actividad económica de la localidad (Vaquero y Pascale, 2003). Este rasgo ha favorecido el mantenimiento de la población estable y con ello la evolución de balneario a centro turístico, caracterizado por un uso intensivo del espacio litoral. Se convierte así en el centro turístico de mayor crecimiento y expansión del Suroeste Bonaerense (Vaquero *et al.*, 2007), debido a que es uno de los destinos elegidos por turistas de todo el país. La dirección de su costa, de Este a Oeste, la convierte junto con Pehuén Co, en las únicas playas del país donde los turistas pueden observar el amanecer y el atardecer en el mar. Este rasgo permite la permanencia de los turistas en la playa por mucho más tiempo y sin conos de sombras. Otro atractivo para los visitantes es que la temperatura de sus aguas es 5 °C superior con respecto a otros balnearios bonaerenses (Del Pozo y Bróndolo, 2003).

De acuerdo con la clasificación de espacio turístico propuesta por Boullón (1994), Monte Hermoso es un *centro turístico*. Este se define como “... *todo conglomerado urbano que cuenta en su propio territorio o dentro de su radio de influencia con atractivos turísticos de tipo y jerarquía suficientes para motivar un viaje turístico*” (Boullón, 1994: 69). Dentro de los tipos de centros turísticos identificados por este autor, Monte Hermoso es un *centro de estadía*. Esto significa que los turistas acuden diariamente a un atractivo principal, en este caso, la playa. La permanencia de los turistas en estos centros puede ser de 5 días o más (Boullón, 1990).

El municipio está abocado a la protección de sus playas, dado que la ciudad depende económicamente del turismo desde sus orígenes. La oferta turística se ha diversificado desde fines de la década de los `90 con la aparición de nuevos productos. Estos incluyen el turismo de golf, de congresos y convenciones, de aventura, actividades deportivas, ecoturismo y turismo urbano (Genchi, 2006).

La mayor afluencia de visitantes se verifica durante los meses estivales, destacándose el mes de enero (Figura 1.4). Estudios cuantitativos arrojan que Monte Hermoso es un centro funcionalmente especializado en la recepción turística, a partir del desarrollo de una oferta variada de alojamiento (Visciarelli y Galucci, 2005).



Figura 1.4. Turistas en un sector de la playa de Monte Hermoso.

En Monte Hermoso el flujo de personas hacia la costa se evidencia por la gran cantidad de vehículos que ingresan y circulan por la zona urbana en la época estival. En la temporada 1998/99 ingresaron a Monte Hermoso 122 113 vehículos (Del Pozo, 2001). Según datos suministrados por la Secretaría de Turismo de la Municipalidad de Monte Hermoso (2009) ingresaron 206 376 vehículos durante la temporada 2008/2009. Este dato demuestra el creciente flujo hacia este centro turístico.

La pesca artesanal es la segunda actividad económica en importancia de Monte Hermoso. Actualmente 120 familias dependen directamente de la misma. Se destaca, también, la pesca deportiva como una de las prácticas más singulares y en constante crecimiento.

La presencia de grandes establecimientos rurales en el sector Norte y la existencia de áreas medanosas que rodean a la planta urbana, en forma de semicírculo, limitan el crecimiento del partido. El área urbana, de forma rectangular y con una extensión de 186 ha, se dispone de manera longitudinal siguiendo la zona costera (Del Pozo, 2001). La ciudad se extiende, principalmente, hacia el sector Oeste y en menor medida hacia el Norte y el Este. La existencia de propiedades rurales de grandes dimensiones, del Faro Recalada y de tierras pertenecientes al Gobierno Nacional constituye un límite a la expansión de la ciudad hacia el sector Este.

La ciudad presenta un diseño de tipo regular, en damero, que predomina frente a las irregularidades del terreno debido a la existencia de médanos (Del Pozo, 2001). En algunos sectores, estos médanos han sido reemplazados por construcciones y obras de infraestructura debido a una urbanización no planificada (Fernández *et al.*, 2006).

La evolución del plano se observa en los distintos tipos de amanzanamientos con sectores rectangulares, cuadrangulares e irregulares. El núcleo originario de la ciudad se distingue por sus manzanas de diferentes tamaños, ubicados junto a las calles de acceso Dufaur y Avenida Patagonia. Las mismas son las únicas que mantienen su trazado original siguiendo las formas del terreno. Al Oeste de la ciudad, el Parque Barrio Dufaur posee una forma simétrica que le otorga al plano un diseño irregular. El sector Este de la planta

urbana con la Urbanización Monte Hermoso del Este se caracteriza por su trazado irregular (Figura 1.5).

De acuerdo a las Normas de Zonificación y Usos del Suelo del Municipio de Monte Hermoso (Secretaría de Obras y Servicios Públicos, 1990), la ciudad queda dividida en 4 zonas (Figura 1.5):

- *Zonas Centrales*: CC – CI. Se caracteriza por una densidad de 200 hab ha⁻¹. En esta zona se encuentran los usos de gobierno, educación y culturales.
- *Zonas Costeras*: C - C1 – C2. Son las que registran la mayor densidad de población con un límite de 1000 hab ha⁻¹. El uso del suelo predominante es el de vivienda y comercio.
- *Zonas Residenciales*: R1 – R2 – R3 – R4 – R5 – R6 - R7- R8 – R9 – R10. La densidad de población de estas zonas oscila entre los 170 y 300 hab ha⁻¹. Dentro de los usos correspondientes a viviendas unifamiliares o multifamiliares, se destaca la zona R8 con un uso hotelero (300 hab ha⁻¹).
- *Zonas Industriales*: II. Esta zona incluye las actividades de industrias y servicios. Su densidad poblacional oscila entre los 200 y 100 hab ha⁻¹.

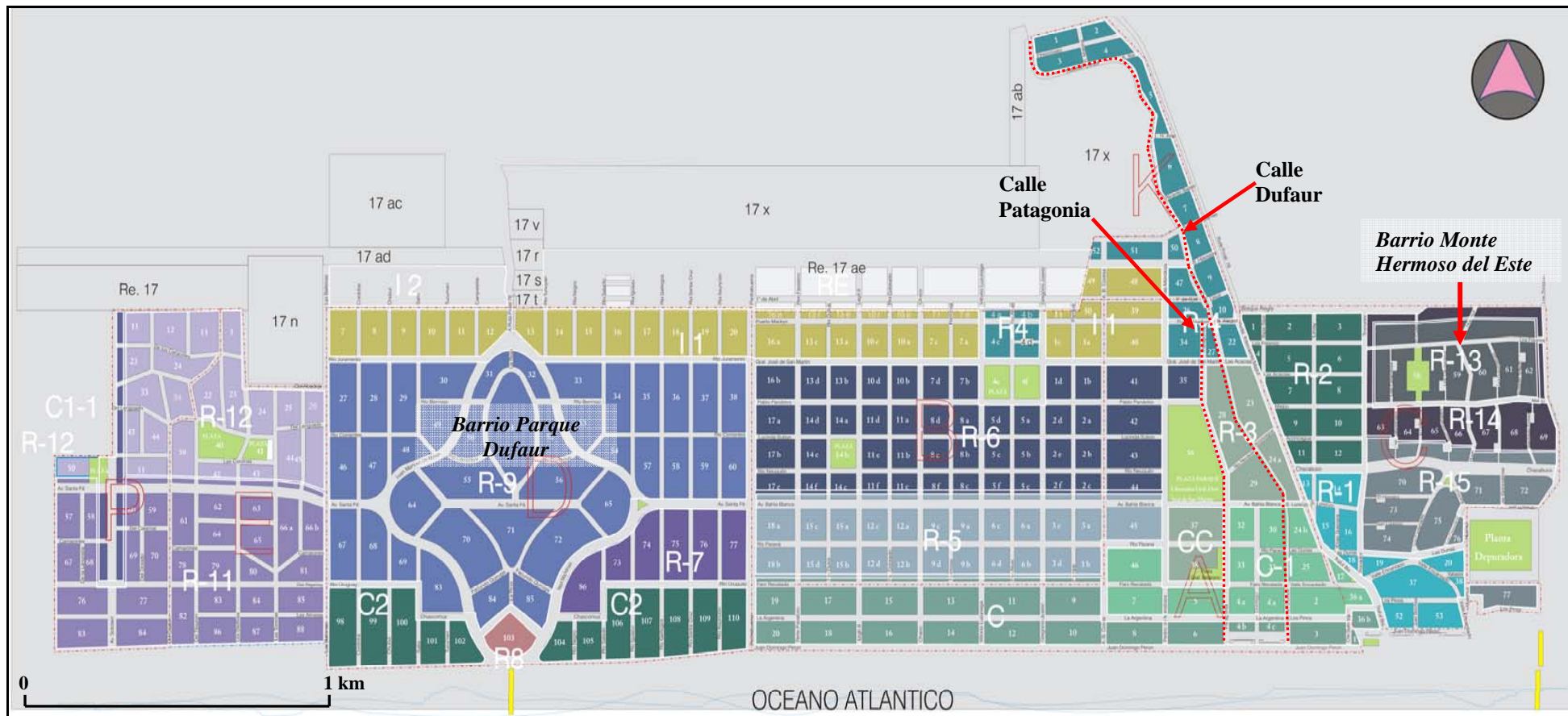


Figura 1.5. Plano del balneario de Monte Hermoso.

Fuente: Departamento de Obras Particulares. Secretaría de Obras y Servicios Públicos. Municipalidad de Monte Hermoso.

Con el fin de facilitar la lectura de la presente tesis, a continuación se presenta la estructura de la misma:

En el *Capítulo 1* se efectúa una introducción a la temática a abordar. Se presentan los objetivos (generales y específicos) y la hipótesis que guía el desarrollo de la tesis. Además se realiza la descripción del área de estudio.

En el *Capítulo 2* en primer lugar se describen las características climáticas de la región del Suroeste bonaerense, dentro de la cual se encuentra el área de estudio. Posteriormente, se realiza la caracterización meteorológica del balneario Monte Hermoso durante el período 2007-2011. Los parámetros analizados son: temperatura, humedad, vientos, precipitación y presión atmosférica.

En el *Capítulo 3* se analizan las brisas de mar en el balneario. El período analizado abarca de diciembre de 2007 a julio de 2010.

En el *Capítulo 4* se analiza la isla de calor urbana del balneario para cada estación del año. Las mediciones se efectuaron a partir de junio de 2010 y finalizaron en mayo de 2011, se seleccionaron los meses representativos de cada estación. El análisis estacional de la isla de calor está estructurado con la descripción de las condiciones sinópticas del día de medición, de la distribución térmica y de la humedad durante la mañana y la tarde asociado a su correspondiente cartografía. Además, se presenta cartografía actualizada del plano de Monte Hermoso.

En el *Capítulo 5* se analizan las condiciones de confort térmico del balneario de Monte Hermoso para los meses de verano e invierno. Como Monte Hermoso es un núcleo turístico, es justamente en esas dos estaciones del año donde se observa la mayor actividad y presencia de visitantes en la ciudad.

En el *Capítulo 6* se realiza el análisis de la morfología de playa del balneario. Se describen los sectores seleccionados para su estudio y los perfiles de playa de cada sector. Se analiza el efecto de las tormentas más significativas, ocurridas entre los años 2007 y 2011, sobre las variaciones morfológicas y volumétricas de los sectores definidos. Se efectuó el análisis de los cambios en el volumen de sedimento de cada sector. Por último, se aplicó la técnica estadística de Análisis de Componentes Principales (ACP) a los perfiles de playa del balneario. Se estudia la variabilidad que tiene la morfología de la playa y su evolución en función de zonas de alta, media y baja influencia antrópica.

En el *Capítulo 7* se analiza al balneario como recurso. Se presentan los resultados de las encuestas efectuadas en el balneario durante el verano de 2011.

En el *Capítulo 8* se presentan las conclusiones generales de la presente investigación.

CAPÍTULO 2

EL CLIMA DEL BALNEARIO MONTE HERMOSO

2.1- Introducción

De todos los recursos naturales que conforman al medio ambiente, el clima es uno de los más relevantes. Sus variaciones, resultado del comportamiento atmosférico, se ven reflejadas en los cambios que provoca en el ambiente natural, ya sea físico o biológico. Estas modificaciones, a su vez, afectan el desarrollo y evolución del espacio ocupado por el hombre. De esta relación existente entre la climatología y las actividades del hombre es que se define al clima como *“la suma total de las condiciones atmosféricas que hacen un lugar de la superficie terrestre más o menos habitable para los seres humanos, animales y plantas”* (Köeppen, 1948: 20).

Al interactuar con el ser humano, el clima adquiere un carácter de “recurso social”. Esta característica se observa al tener en cuenta la importancia de la atmósfera en su capacidad de dispersante de contaminantes, lo que determina la localización de fábricas e industrias o la planificación urbana frente a problemas de contaminación. También el clima es importante en el confort de la población en zonas turísticas, en la determinación de áreas de cultivo o para la planificación y ubicación de espacios verdes y recreativos en las urbes (Chiozza y Figueira, 1981b).

Nuestro país, dentro de la clasificación de clima zonal vinculada con la circulación atmosférica general, se ubica en la zona templada. La misma se caracteriza por la acción de diversos estados de tiempo y la influencia de un frente polar. De este modo, Argentina se encuentra bajo la influencia de cuatro centros de acción: Anticiclón del Atlántico Sur, Anticiclón del Pacífico Sur, depresión del NO y el flujo de sistemas de bajas presiones desde el sur del territorio. Estos ven modificada su posición dependiendo de la época del año y el movimiento aparente del sol. El frente polar, con una trayectoria de S a N, registra aproximadamente 70 ingresos al año de diversa intensidad y efectos (Capitanelli, 1992) (Figura 2.1).

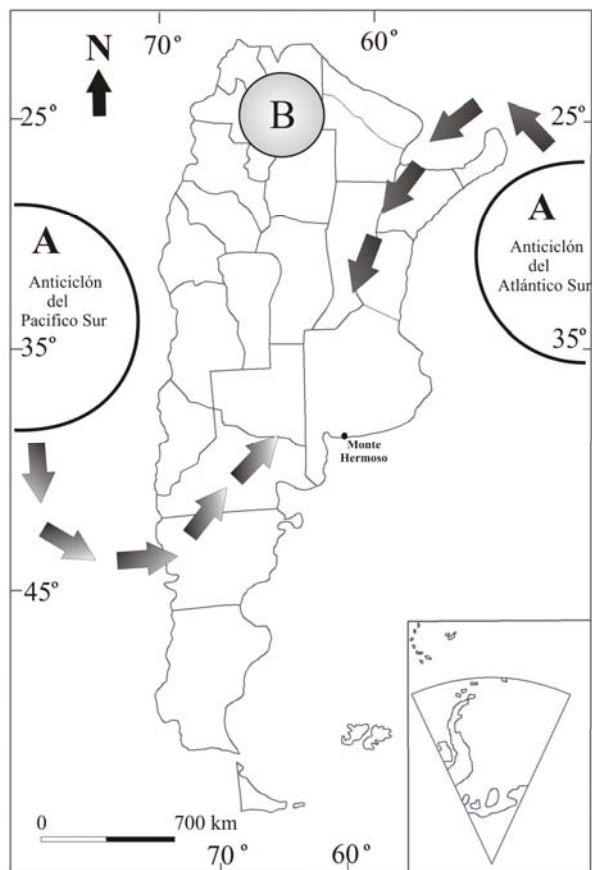


Figura 2.1. Centros de acción sobre la República Argentina.
 Fuente: Modificado de Capelli de Steffens y Campo de Ferreras (2007).

De esta manera, por su ubicación latitudinal, la provincia de Buenos Aires se encuentra dentro de la *zona de climas templados*, también denominado *clima templado pampeano* (Chiozza, 1975). El mismo está dominado por la acción de vientos húmedos del Anticiclón del Atlántico Sur y vientos locales originados por la cercanía al mar. A su vez, está expuesto al accionar de vientos secos y frescos provenientes del suroeste y del sector sur.

La provincia presenta una marcada variación estacional que se evidencia en una mayor diferencia en la duración de los días y las noches (más evidente en el S). En el norte del territorio provincial los días estivales son más largos que los invernales (4.30 h más), mientras que en el sur esta diferencia alcanza las 6 h. Las temperaturas medias del mes de enero oscilan entre 25 y 22 °C y en el mes de julio entre 10 y 7 °C. Las amplitudes térmicas se hacen más notorias hacia el O, al aumentar la continentalidad. Las precipitaciones disminuyen de manera gradual de NE a SO (900 a 400 mm) y el invierno se caracteriza por ser la estación seca (Chiozza y Figueira, 1981a; García, 2009).

Este tipo de clima templado pampeano que domina todo el territorio bonaerense presenta en su sector sur una heterogeneidad climática. La misma se observa en sus dos variedades: *oceánica* al Este y *templado de transición* hacia el Oeste (Chiozza, 1975; García, 2009). Este último es el que caracteriza a la zona del área de estudio.

Se han realizado diversas investigaciones sobre el clima de Argentina y sus regiones. Entre ellos pueden mencionarse estudios sobre las tendencias en temperatura, humedad y precipitaciones en el país (Hoffmann *et al.*, 1997), análisis de las temperaturas extremas (Rusticucci y Barrucand, 2001; Barrucand y Rusticucci, 2002; Rusticucci y Tencer, 2008) y del régimen de los vientos (Snaider, 2004). Otras investigaciones se enfocan en el estudio del comportamiento de las precipitaciones, como por ejemplo en la provincia de La Pampa (Vergara *et al.*, 2005) o en la región del Noreste argentino (Pérez, 2009).

Se han publicado diversos trabajos sobre la climatología de la provincia de Buenos Aires. Entre ellos se pueden mencionar estudios sobre tendencias climáticas realizadas en el balneario de Necochea-Quequén (Merlotto y Piccolo, 2009), frecuencias de nevadas en el SE bonaerense (Salio *et al.*, 2006), régimen de precipitaciones del NO bonaerense (Sierra y Pérez, 2006), características de las precipitaciones estacionales y anuales en la región suroeste (Zapperi *et al.*, 2007a,b; Gil *et al.*, 2008; Campo *et al.*, 2009; Gabella *et al.*, 2010) y en el sureste de la provincia (García y Piccolo, 2006). Además, se han llevado a cabo estudios detallados referidos a la caracterización de climas regionales (Capelli de Steffens y Campo de Ferreras, 1994; Campo de Ferreras *et al.*, 2004) y locales, como es el caso de la ciudad de Bahía Blanca (Capelli de Steffens *et al.*, 2005).

El objetivo del presente capítulo es caracterizar el clima del balneario Monte Hermoso. Para ello se describe el clima regional del Suroeste bonaerense, donde se encuentra el área de estudio, utilizando la información de trabajos publicados. Luego, se estudian las condiciones meteorológicas del balneario mediante datos obtenidos de una estación meteorológica especialmente instalada.

2.2- Método de trabajo

Se utilizaron registros de parámetros meteorológicos medidos en la playa del balneario desde diciembre de 2007 a agosto de 2011. Los mismos se obtuvieron de una estación meteorológica que fue diseñada y construida en el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO) para el desarrollo de esta tesis debido a que no existían datos meteorológicos históricos del área de estudio (Figura 2.2). La estación forma parte de las Estaciones de Monitoreo Ambiental Costero (EMAC), fue instalada en diciembre de 2007 y se encuentra a 200 m del mar aproximadamente (Figura 2.3). Los parámetros que registra corresponden a radiación solar, temperatura del aire, humedad relativa, viento (velocidad y dirección) y precipitación. Con esta información se realizó una estadística meteorológica que incluyó el promedio mensual de cada uno de los parámetros como así también el análisis de sus valores diarios.



Figura 2.2. Estación meteorológica del balneario de Monte Hermoso (EMAC).

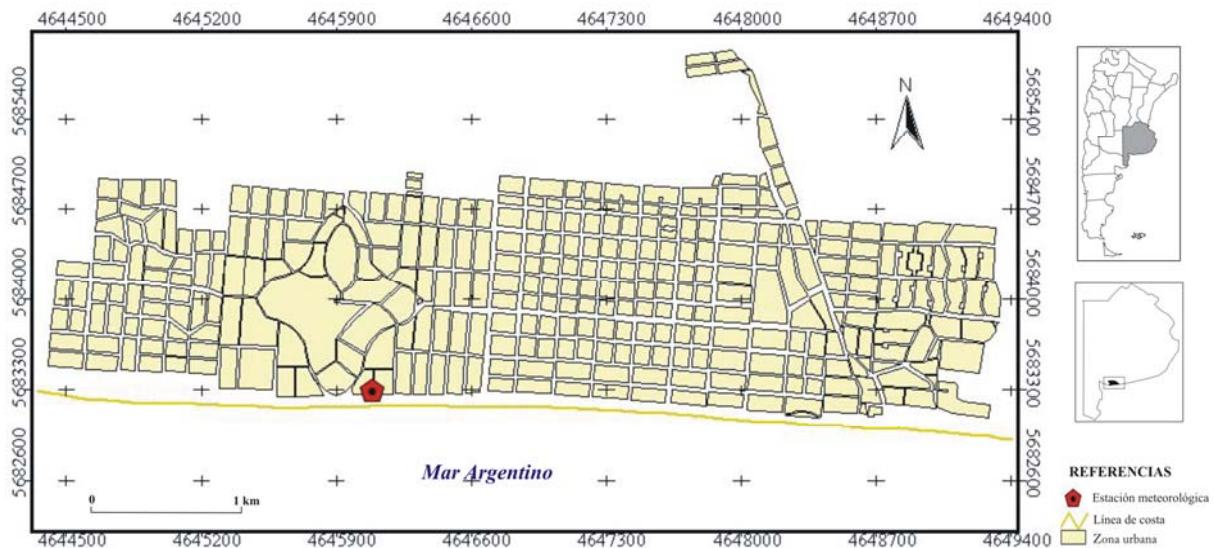


Figura 2.3. Ubicación de la estación meteorológica (EMAC) en el balneario Monte Hermoso. Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantín Cisneros, 2011).

Por tareas de mantenimiento y cambios del sensor de medición en la estación meteorológica algunos parámetros presentaron ausencia de datos. De esta manera, no existen registros de humedad de enero a mayo de 2008 y de temperatura entre abril y junio de 2009. Los registros de presión atmosférica comenzaron a obtenerse a partir del año 2010.

Para la descripción del clima regional se realizó una búsqueda bibliográfica. Los trabajos publicados permitieron caracterizar los parámetros de temperatura, precipitación, humedad, días con heladas, amplitud térmica entre otros, de la región del Suroeste bonaerense.

2.3- Clima del Suroeste Bonaerense

La región del Suroeste bonaerense se ubica, aproximadamente, entre los 37° 30' y los 41° S (Figura 2.4). Su clima encuentra diferentes denominaciones dentro de la clasificación de climas templados. Entre ellas pueden mencionarse: *templado subhúmedo* (debido a las escasas precipitaciones) o *templado de transición* (por sus características de aridez y su transición hacia la región patagónica) (Chiozza, 1975; Chiozza y Figueira, 1981a,b; Capelli de Steffens y Campo de Ferreras, 1994). Más allá de estas denominaciones todas coinciden en que esta zona recibe la influencia alternada de diversas y grandes masas de aire que le otorgan una variabilidad en las condiciones del tiempo.

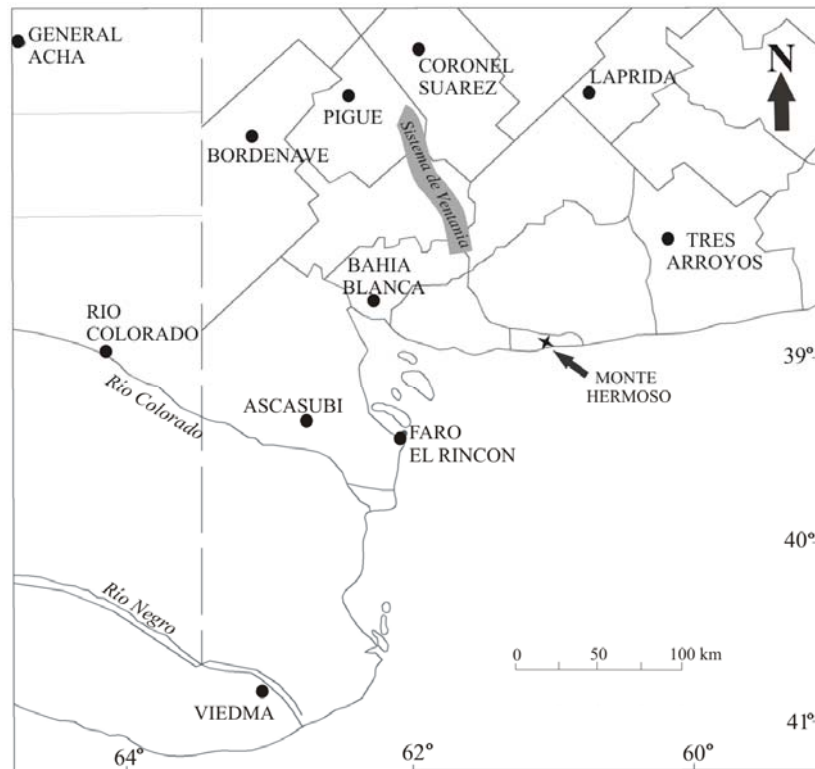


Figura 2.4. Región del Suroeste bonaerense.
 La flecha señala la ubicación del balneario Monte Hermoso dentro de la región.
 Fuente: Modificado de Campo de Ferreras *et al.*, 2004.

Los centros de acción del hemisferio sur, anticiclones semipermanentes del Atlántico y del Pacífico, determinan el origen de estas masas de aire. Del primer centro de alta presión se origina una masa de aire cálido y húmedo que ingresa al continente en forma de abanico por el NE del país. Su entrada al territorio, favorecida por la presencia de la baja presión térmica del NOA y ausencia de sistemas montañosos, provoca gran parte de las precipitaciones registradas en el N y NE del país hasta la región pampeana. La humedad que la caracteriza decrece al llegar al S de la provincia de Buenos Aires, razón por la cual las precipitaciones se tornan escasas.

Del anticiclón del Pacífico se originan vientos con altos contenidos de humedad que provocan precipitaciones al interponerse en su trayectoria la Cordillera de los Andes. Al traspasar la zona cordillerana, los vientos continúan su recorrido transformados en fríos y muy secos. En el verano, estos vientos poseen una acción desecante y erosiva al transportar polvo en suspensión (Capelli de Steffens y Campo de Ferreras, 1994).

El accionar de estas masas de aire provenientes del E y O junto con la presencia de la Cordillera de los Andes y la baja térmica del NOA determinan la existencia de un sector, de límites indefinidos, denominado “diagonal árida argentina”. El mismo, caracterizado por la escasez de precipitaciones, se extiende desde el norte de Perú hasta las costas patagónicas (Bruniard, 1982). De esta manera se considera a esta diagonal como un límite o divisoria climática de la acción de los vientos provenientes del Atlántico y del Pacífico. A esta situación se suma el ingreso de aire antártico de muy bajas temperaturas que produce condiciones de tiempo muy frías y con probabilidad de precipitaciones. Su accionar no se limita a la Patagonia ya que, en algunos casos, su influencia se extiende hasta algunos sectores del N del país provocando heladas (Capelli de Steffens y Campo de Ferreras, 1994). La circulación atmosférica del suroeste bonaerense justifica su *transicionalidad climática* entre la humedad pampeana y el comienzo de la aridez patagónica.

Los rasgos de continentalidad de la región se acrecientan de NE a SO y se observan en las precipitaciones, temperatura y amplitud térmica. Las precipitaciones de la región son más abundantes en el N de la misma, en cercanías al sector serrano y comienzan a descender hacia el Sur. Según Campo *et al.* (2009), valores superiores a los 800 mm anuales fueron registrados en el N de la región (en la localidad de Coronel Suárez). De igual manera, se produce una disminución de las precipitaciones de E a O. Los autores mencionados señalaron que el límite E de la región (localidad de Tres Arroyos) contó con 795 mm; valores que comenzaron a decrecer en dirección al O y S, donde las localidades de Bahía Blanca y Ascasubi registraron 685 y 524 mm, respectivamente. Según análisis estacionales efectuados en la región (período 1916-2009), no se han observado variaciones relevantes en los regímenes de precipitación (Gabella *et al.*, 2010).

En el mismo sentido, se observan cambios espaciales en la distribución de la temperatura. Campo *et al.* (2004) asocian estas variaciones a la presencia de factores locales. Entre ellos la presencia del Sistema de Ventania. En torno a éste se encuentran las temperaturas más bajas de la región (13,4 °C). En dirección al S, los valores térmicos comienzan a incrementarse en un promedio de 14,5 °C (Figura 2.5).

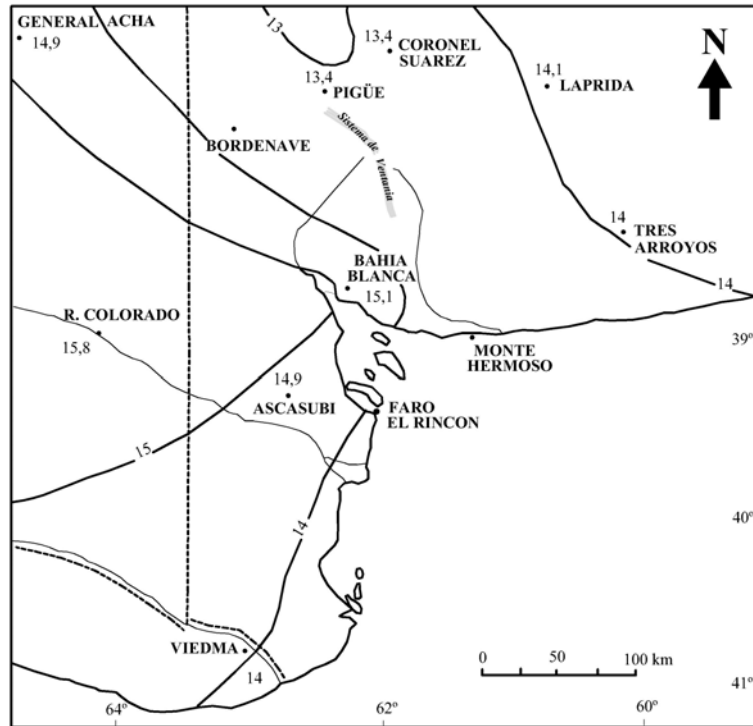


Figura 2.5. Isotermas de la región del Suroeste bonaerense.
Fuente: Modificado de Campo de Ferreras *et al.* (2004).

Otros parámetros que certifican la continentalidad del Suroeste bonaerense son la amplitud térmica y la cantidad de días con heladas. Con respecto al primero, las mayores diferencias se observan hacia el O, a medida que se ingresa al territorio (Figura 2.6). Cabe señalar que las amplitudes térmicas son menores en cercanías a cuerpos de agua donde el aporte de humedad en la atmósfera, a partir de la evaporación, produce un descenso en la temperatura (Capelli *et al.*, 1994; Campo de Ferreras *et al.*, 2004). La cantidad de días con heladas se incrementa de E a O. Además, su relación es directamente proporcional con el aumento de la amplitud térmica. El sector E de la región, a la altura de la ciudad de Tres Arroyos, ha registrado 25 días con heladas. Mientras que desde Bahía Blanca al S se registra un promedio de 40 a 44 días (Figura 2.7).

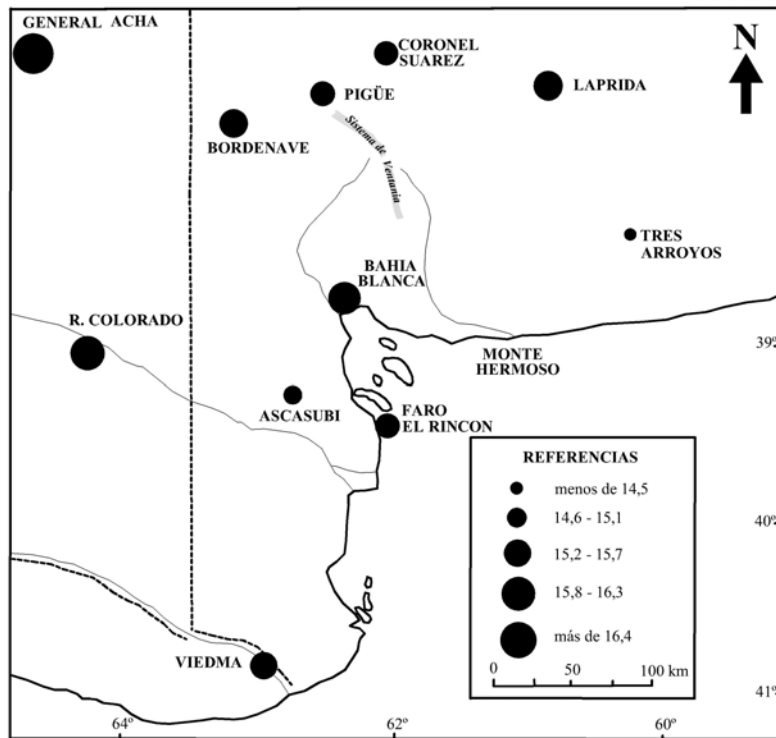


Figura 2.6. Amplitudes medias anuales de la región del Suroeste bonaerense.
Fuente: Modificado de Campo de Ferreras *et al.* (2004).

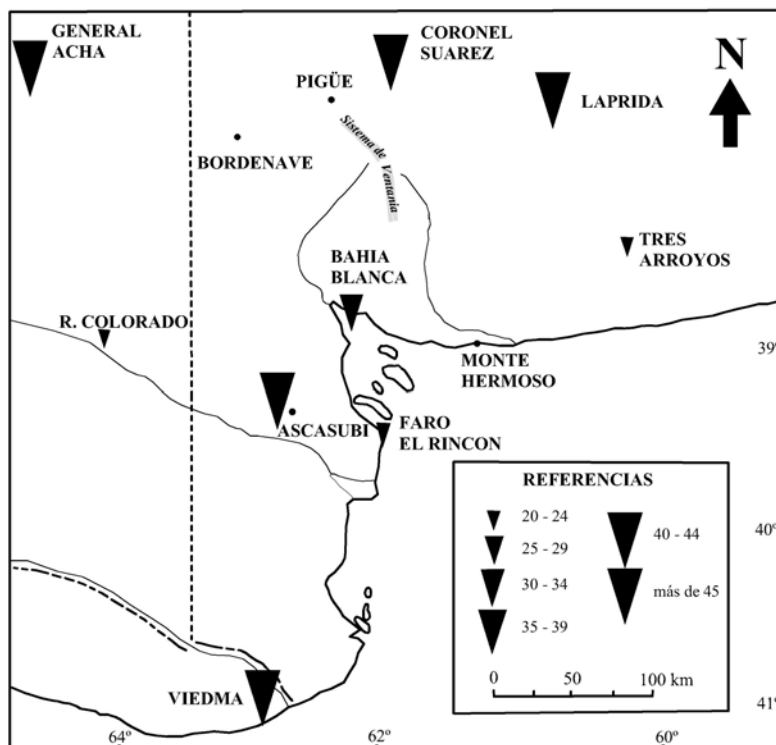


Figura 2.7. Número medio de días con heladas de la región del Suroeste bonaerense.
Fuente: Modificado de Campo de Ferreras *et al.* (2004).

La dirección predominante del viento, en general, proviene del N y del NO y se produce durante todo el año. Campo de Ferreras *et al.*, (2004) identificaron una variación estacional en las frecuencias de las direcciones del viento en un total de 11 localidades estudiadas: Bahía Blanca, Bordenave, Coronel Suárez, Faro el Rincón, Hilario Ascasubi, Laprida, Pigüé y Tres Arroyos en la provincia de Buenos Aires; Río Colorado y Viedma en la provincia de Río Negro y General Acha en la provincia de La Pampa (período 1981-1990). En verano, las mayores frecuencias correspondieron al sector N en el 60 % de las localidades analizadas y, en menor medida, del NO (20 %), E (10 %) y S (10 % restante). Durante la primavera continuó la predominancia los vientos del N en un 60 % de las ciudades y la presencia de vientos del NO (20 %), del E (10 %) y NE (10 %). En otoño, la mayor frecuencia en la dirección del viento fue del N en un 50 % de las localidades y en menores porcentajes: NO (20 %), E (10 %) y NE (10 %). En invierno, la mayor frecuencia en la dirección del viento fue del N en un 30 % de las localidades y en menores porcentajes: NO (40 %), W (10 %) y E (10 %). Finalmente, la situación se modificó en el invierno al registrar las mayores frecuencias de vientos del NO y del N en el 40 % y 30 % de las ciudades respectivamente, los menores porcentajes correspondieron al E (10 %) y NE (10 %) (Figura 2.8).

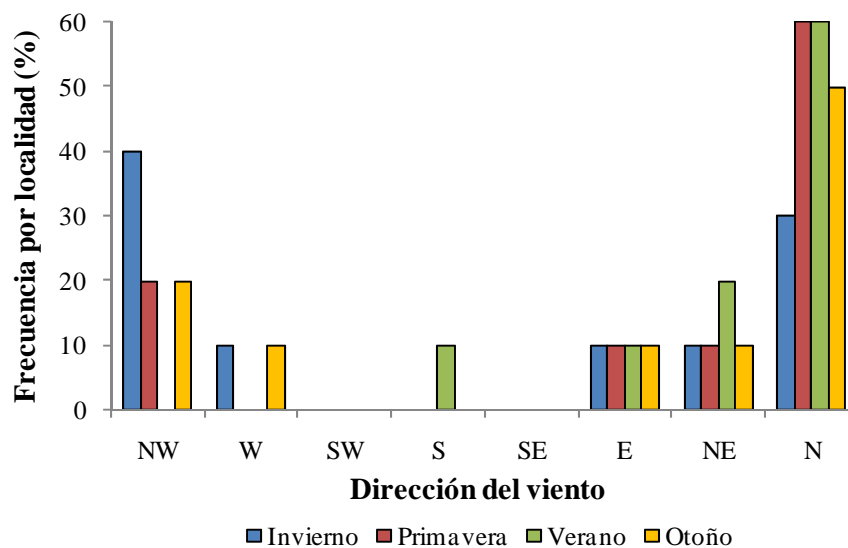


Figura 2.8. Frecuencia de las direcciones del viento por porcentaje de las localidades.
Fuente: Modificado de Campo de Ferreras *et al.*, 2004.

En lo que respecta a la velocidad del viento, el Suroeste bonaerense se caracterizó, durante el período 1981-1990, por un valor medio anual de $4,2 \text{ m s}^{-1}$. El verano y el invierno poseen los máximos valores medios con $4,6$ y $4,5 \text{ m s}^{-1}$ respectivamente. Las estaciones intermedias, otoño y primavera, presentaron el mismo valor al registrar $3,8 \text{ m s}^{-1}$ (Campo de Ferreras *et al.*, 2004). Las intensidades en la velocidad del viento aumentan a

medida que se aleja de la zona serrana (Sistema de Ventania) ya que esta ofrece una protección ante la acción de los vientos.

2.4- Caracterización meteorológica del balneario Monte Hermoso

2.4.1- Temperatura

La temperatura media del período considerado (enero 2008 - agosto 2011) en el balneario Monte Hermoso fue de 15,2 °C. El valor medio de temperatura durante los meses de verano fue de 21,4 °C. El invierno presentó una temperatura media de 8,5 °C, mientras que las estaciones intermedias fueron 16,7 °C (otoño) y 14,2 °C (primavera). Estos valores confirman la marcada diferenciación estacional del área de estudio, característica de los climas templados.

Del año 2008 al 2009 se produjo un aumento en la temperatura media anual de 0,6 °C. Al año siguiente (2010), esta situación no se mantuvo sino que se produjo un descenso de la temperatura de 1,4 °C respecto del año 2009. En lo referente a la temperatura máxima media anual se registró un aumento de 0,8 °C de 2008 a 2009, que luego se modificó entre 2009 y 2010 con un descenso de 1,5 °C. No se observaron cambios entre las temperaturas mínimas anuales de 2008 a 2009, manteniéndose el registro de 10,9 °C. Sin embargo, se registró un descenso de 1,4 °C en la temperatura mínima anual entre 2009 y 2010.

De esta manera, el año más cálido fue 2009 con una temperatura media de 15,9 °C y el más frío 2010 con 14,5 °C. De acuerdo a los valores de temperatura media mensual, 2009 presentó los meses más cálidos del verano (enero con 23,4 °C) y del invierno (agosto con 11,3 °C). El año 2010 registró los menores valores de temperatura media mensual del período estudiado, destacándose el mes de julio (6,7 °C). Los años 2008 y 2011 presentaron valores con escasa diferencia entre sí (Tabla 2.1).

Los valores medios mensuales de temperatura, del período 2008-2011, en los meses de verano oscilaron entre los 17,2 y los 23,4 °C. Mientras que en invierno, las temperaturas fluctuaron entre 6,7 y 11,3 °C. Las estaciones intermedias presentaron valores entre 11 y 20,1 °C en otoño y entre 10,5 y 19,4 °C en primavera (Figura 2.9, Tabla 2.1). Por lo expresado, se observaron variaciones interanuales significativas.

Meses	2008				2009				2010				2011			
	T Media Mensual	T Máx. Media	T Mín. Media	Amplitud térmica	T Media Mensual	T Máx. Media	T Mín. Media	Amplitud térmica	T Media Mensual	T Máx. Media	T Mín. Media	Amplitud térmica	T Media Mensual	T Máx. Media	T Mín. Media	Amplitud térmica
Ene	21.9	28.2	16.5	11.8	23.4	28.9	18.4	10.5	23.4	29.9	17.4	12.5	22.8	29.6	17.2	12.4
Feb	21.9	27.7	18.4	9.3	23.1	30.6	18.2	12.4	20.5	26.4	15.2	11.2	20.9	27.5	14.1	13.4
Mar	18.8	23.5	14.4	9.1	21.4	27.2	16.3	11	19.2	24.4	14.5	10	20.1	26.3	14.4	11.9
Abr	16.3	22.1	11	11.1	17.8	22.9	12	10.9	14.2	19.9	9.1	10.8	15.6	21.2	10.1	11.1
May	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	11.7	16.7	7	9.7	11.6	17	6.5	10.6
Jun	8.1	12.7	3.8	8.8	9.2	14	4.7	9.3	8.6	13.1	4	9.1	8.2	12.6	3.4	9.2
Jul	9	13.4	5	8.4	7.3	11.9	3.2	8.7	6.7	11.1	2.4	8.5	8.3	13.8	3.3	10.4
Ago	9.4	14.9	4.1	10.8	11.3	16.7	6.9	9.8	8.2	13.8	3	10.8	8.3	12	4.2	8.3
Sep	10.8	14.7	7.9	6.8	10.5	15.9	5.4	10.6	10.6	16	6	10	s/d	s/d	s/d	s/d
Oct	15	21	9.6	11.4	14.8	21	9.5	11.5	14.1	19.5	9.1	10.5	s/d	s/d	s/d	s/d
Nov	19.4	25.6	13.7	11.9	16.5	22.2	11.2	11	16.5	22	11.2	10.9	s/d	s/d	s/d	s/d
Dic	17.2	23.9	15.6	8.4	20.2	25.8	14.7	11.2	20.2	26.5	14.5	12	s/d	s/d	s/d	s/d
ANUAL	15.3	20.7	10.9	9.8	15.9	21.5	10.9	10.6	14.5	20	9.5	10.5	14.5	20.1	9.2	10.9

Tabla 2.1. Temperatura (Media Mensual, Máxima Media, Mínima Media y Media Anual) y amplitud térmica (Media Mensual y Media Anual) del balneario Monte Hermoso para el período enero 2008 - agosto 2011.

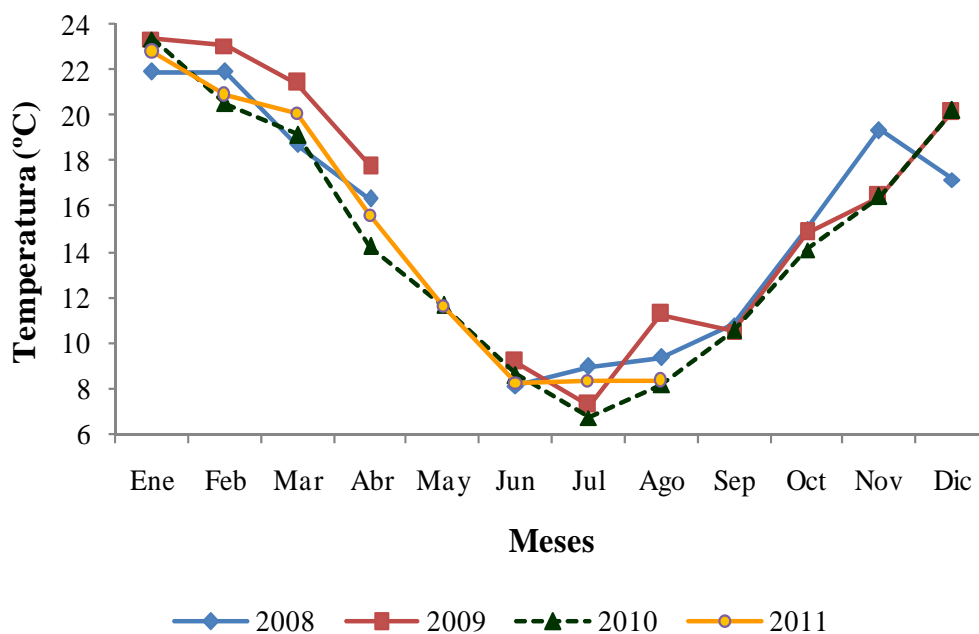


Figura 2.9. Temperatura media mensual de Monte Hermoso.

La temperatura máxima media del balneario fue de 20,7 °C durante el período 2008-2011. En los años considerados, los valores oscilaron entre los 30 y 11 °C (Figura 2.10). El máximo valor medio mensual se registró en el mes de febrero de 2009 con 30,6 °C (Tabla 2.1). El día más caluroso fue el 15 de febrero del año mencionado con 39,2 °C.

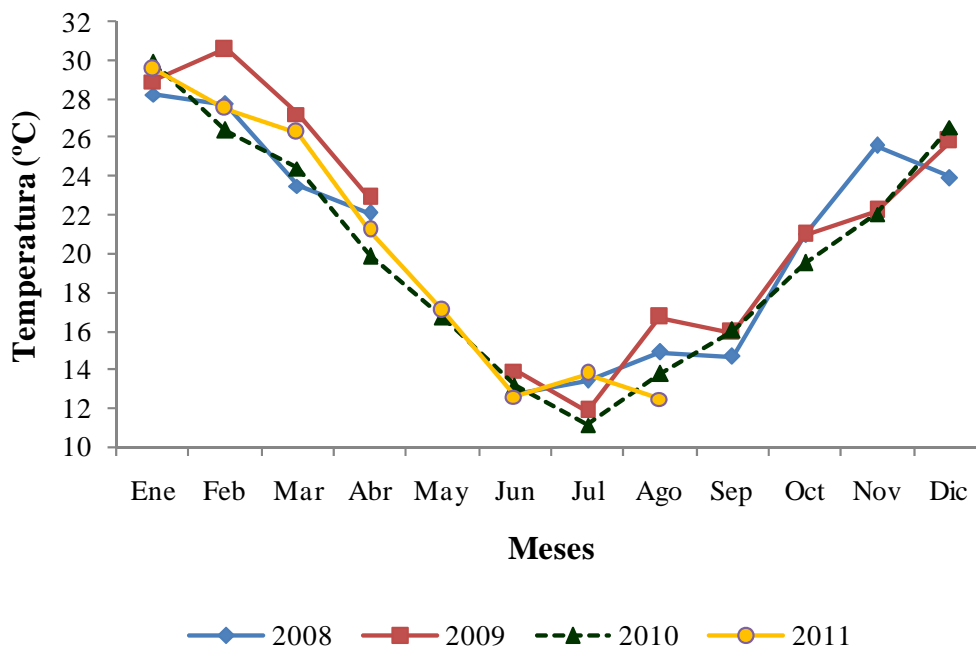


Figura 2.10. Temperatura máxima media mensual del balneario Monte Hermoso.

La temperatura mínima media en Monte Hermoso fue de 10,2 °C en el tiempo de medición estudiado. Sus valores mensuales oscilaron entre los 2,4 y 18,4 °C (Figura 2.11) (Tabla 2.1). El mínimo valor medio mensual que se registró fue de 2,4 °C en julio de 2010. La mínima temperatura absoluta de todo el período fue de -2,6 °C, registrada el 18 de julio de 2010.

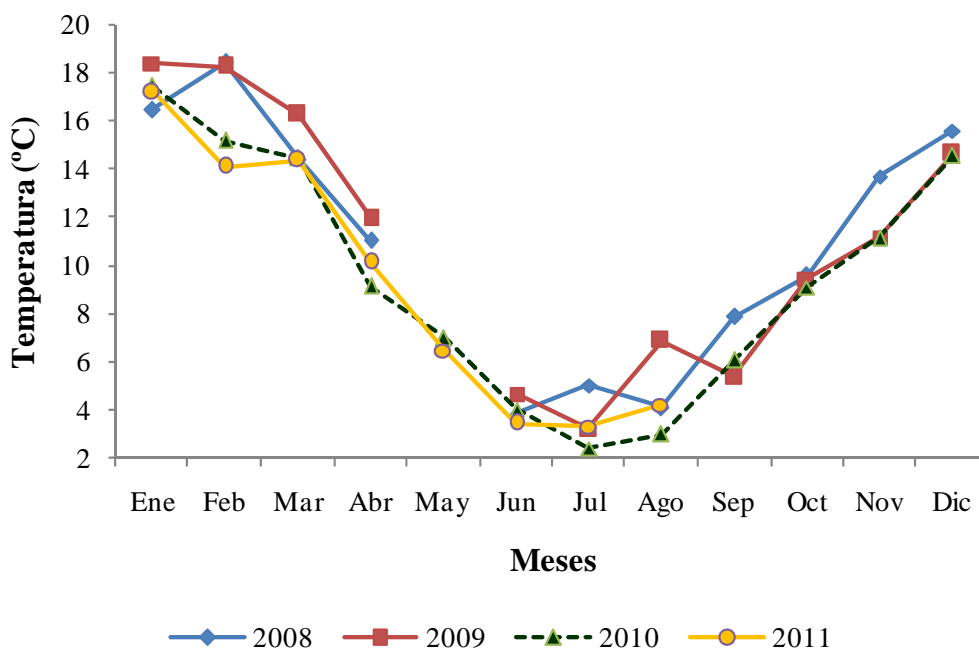


Figura 2.11. Temperatura mínima media mensual del balneario Monte Hermoso.

La amplitud térmica media del período 2008-2011 fue de 10,4 °C. Los valores de amplitud media mensual oscilaron entre 6,8 °C (septiembre de 2008) y 13,4 °C (febrero de 2011) (Tabla 2.1). Las menores amplitudes se observan en los meses de invierno (junio-julio-agosto) y las mayores durante la primavera (septiembre-octubre-noviembre) y el período estival (diciembre-enero-febrero).

2.4.2- Humedad

La humedad relativa media de todo el período analizado fue del 63 %. A partir del año 2009 los valores de humedad relativa media anual fueron superiores al 62 % y evidenciaron un aumento paulatino. En total se registró un incremento del 13 % en el valor de este parámetro. El año 2011, hasta el momento analizado, evidenció el mayor valor de humedad media anual (68 %).

El año 2008 fue el que registró el menor porcentaje de humedad (54,8 %). Los valores medios mensuales, de 2008-2011, oscilaron entre el 85 (septiembre de 2008) y 27

% (enero de 2008) (Figura 2.12). De todo el período analizado, el máximo valor medio mensual de humedad relativa correspondió al 100 % y el mínimo estuvo cercano al 10 %.

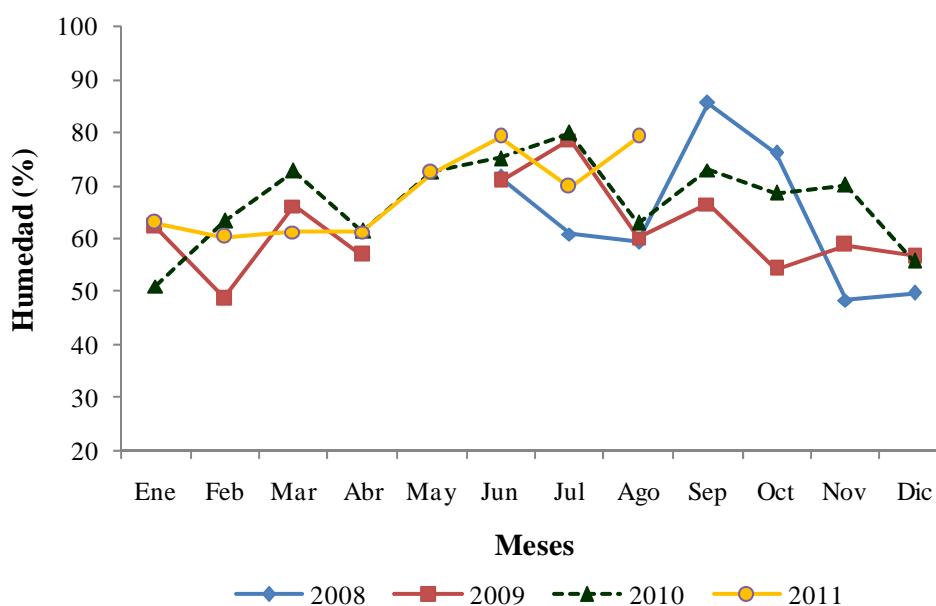


Figura 2.12. Humedad media mensual del balneario Monte Hermoso.

Los meses de invierno presentaron los mayores porcentajes de humedad en todo el período con un valor medio del 71 %. Los mínimos valores medios estacionales correspondieron al verano y otoño con 53 y 55 % de humedad relativa, respectivamente. La primavera presentó un valor medio de 67 % de humedad.

2.4.3- Vientos

La velocidad media del viento durante todo el período analizado fue de 5 m s^{-1} . El año 2008 presentó la mayor velocidad media con $6,2 \text{ m s}^{-1}$ y los mayores valores medios mensuales con un máximo de $7,4 \text{ m s}^{-1}$ (noviembre). El año 2010 tuvo la menor velocidad media del período ($4,3 \text{ m s}^{-1}$) y los menores valores medios mensuales. La mínima velocidad media ocurrió en el mes de junio ($3,4 \text{ m s}^{-1}$) (Figura 2.13).

Durante el período analizado (enero 2008-agosto 2011), las mayores velocidades medias tuvieron una dirección del SSE ($7,55 \text{ m s}^{-1}$), SSO ($7,42 \text{ m s}^{-1}$) y S ($7,04 \text{ m s}^{-1}$). Las menores velocidades correspondieron al sector NE ($2,79 \text{ m s}^{-1}$). El resto de las direcciones presentaron velocidades entre 3 y $6,6 \text{ m s}^{-1}$.

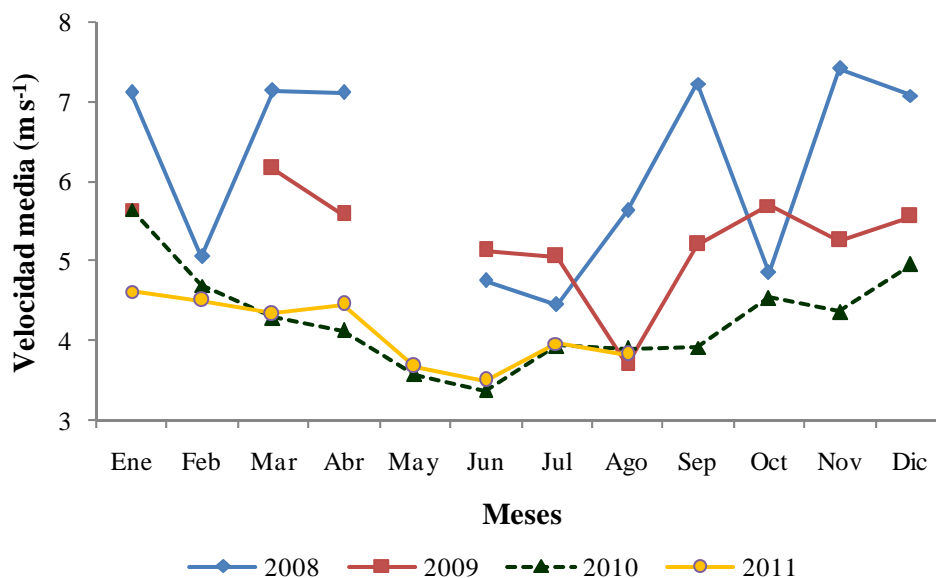


Figura 2.13. Velocidad media mensual del viento en el balneario Monte Hermoso.

Las direcciones predominantes del viento fueron del sector N (14,72 %), NNO (12,75 %) y NO (10,49 %) con una velocidad media de 4 m s⁻¹ (Figura 2.14). Las direcciones que presentaron una menor permanencia en el tiempo correspondieron al ENE (3,31 %). Si bien los vientos con direcciones del ESE, SE, SSE, S, SSO y SO registraron una gran intensidad, presentaron valores bajos en lo que respecta a su permanencia en el tiempo (un promedio de 4,1 %). El resto de las direcciones tuvieron una permanencia promedio del 5,4 % (Figura 2.14).

El año 2008, como ya se mencionó, se caracterizó por registrar los mayores valores de velocidad media del viento. Los mismos correspondieron a las direcciones del sector SSE, SE y ESE con 9,9, 9,1 y 8,4 m s⁻¹, respectivamente. Estas direcciones, a su vez, presentaron las mínimas frecuencias de ese año con valores entre el 4,07 y 3,7 %. Las mínimas velocidades medias provinieron del NO (4,6 m s⁻¹) y ENE (5,1 m s⁻¹). Mientras que las mayores frecuencias en el tiempo fueron del N y NNE con 23,8 y 13,9 %, respectivamente. De esta manera se confirma la característica expresada anteriormente: los vientos del sector Sur (marinos) son más intensos y menos frecuentes en el tiempo en contraposición a los vientos del sector Norte (continentales) (Figura 2.15).

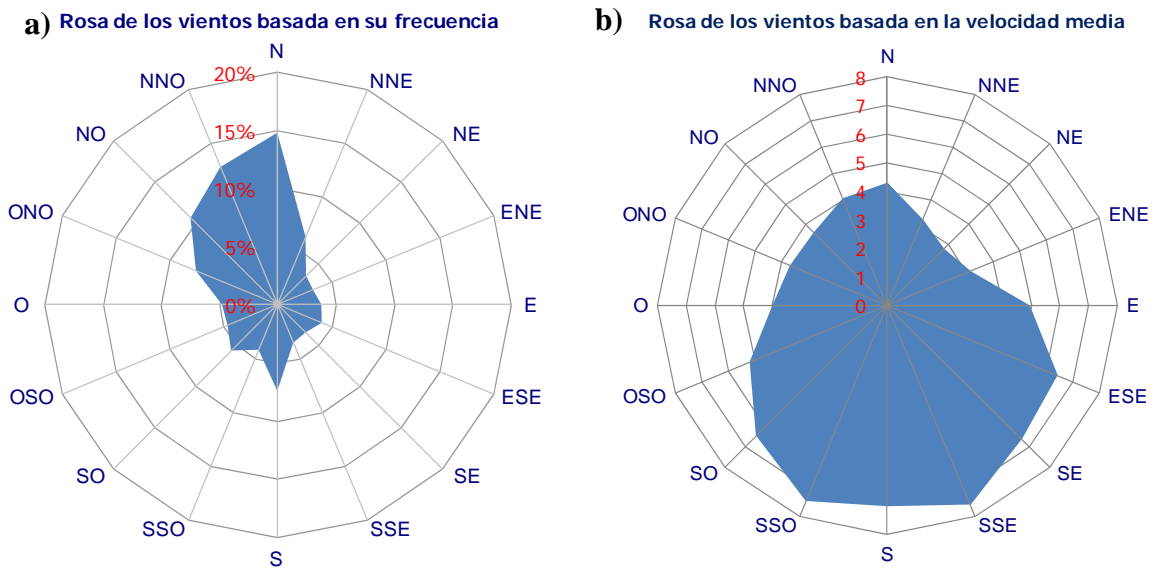


Figura 2.14. Rosas de los vientos basada en a) su frecuencia y en b) su velocidad media ($m s^{-1}$) en el balneario Monte Hermoso durante el período 2008 - 2011.

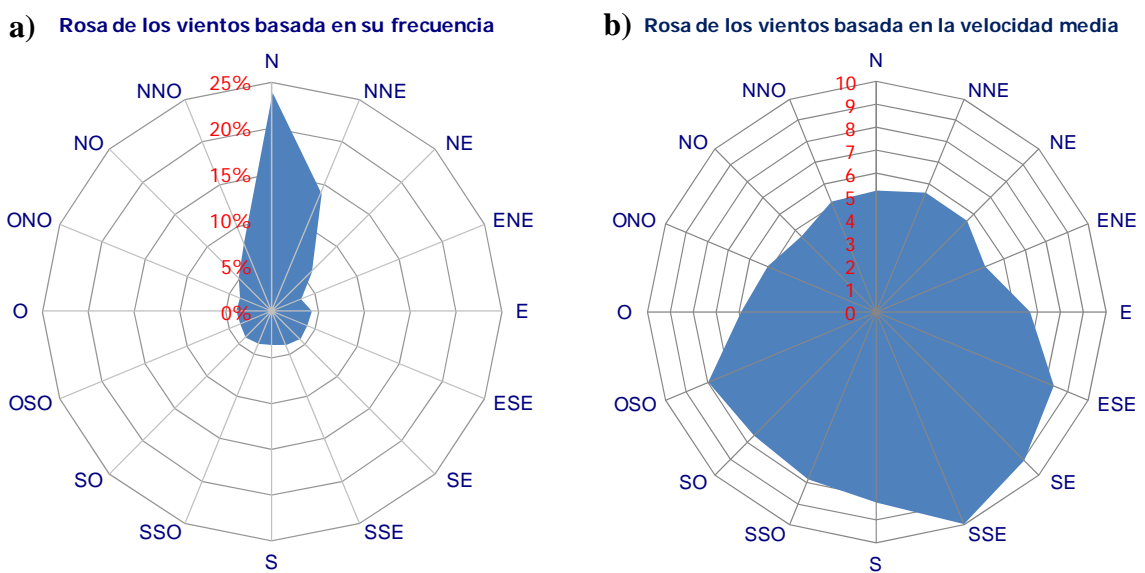
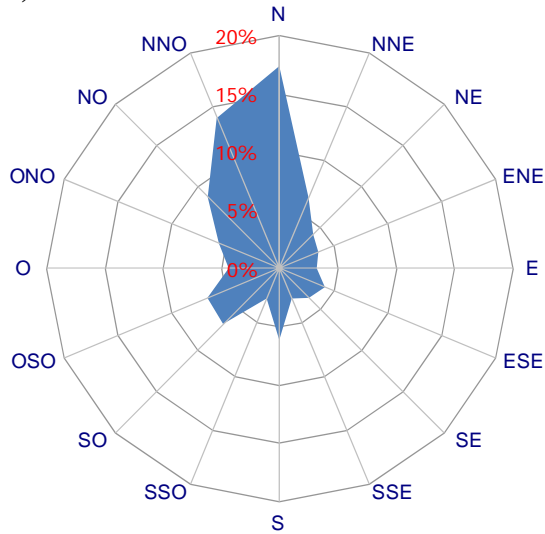


Figura 2.15. Rosas de los vientos basada en a) su frecuencia y b) basado en la velocidad media ($m s^{-1}$) del balneario Monte Hermoso durante el año 2008.

Las máximas velocidades medias durante el año 2009 correspondieron a vientos procedentes del SSO ($8,21 m s^{-1}$), S ($7,81 m s^{-1}$), SO ($7,57 m s^{-1}$) y SSE ($7,43 m s^{-1}$). La menor velocidad media fue del ENE con $3,56 m s^{-1}$. Los vientos continentales del N y NNO fueron predominantes con 17,3 y 13,9 %, respectivamente. Las menores frecuencias correspondieron al sector SSO y SSE con un 2,8 % (Figura 2.16).

a) Rosa de los vientos basada en su frecuencia



b) Rosa de los vientos basada en la velocidad media

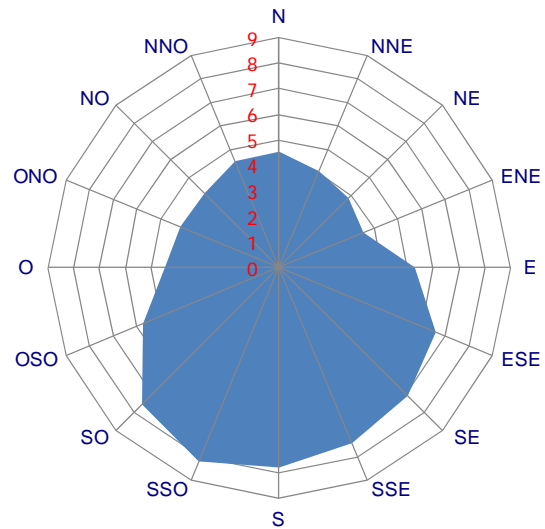
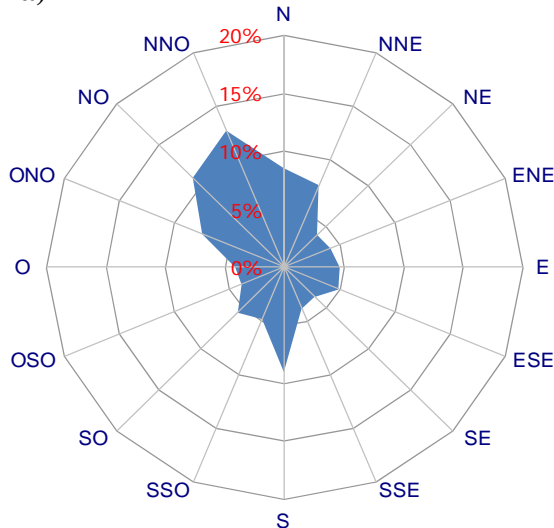


Figura 2.16. Rosas de los vientos basada en a) su frecuencia y b) en la velocidad media (m s⁻¹) del balneario Monte Hermoso durante el año 2009.

El año 2010, si bien mantuvo el mismo comportamiento de los vientos, presentó menores valores en su velocidad media respecto al 2008. Las direcciones con mayor velocidad media fueron del SSO (7,1 m s⁻¹), SSE (6,6 m s⁻¹), S (6,4 m s⁻¹) y SE (5,7 m s⁻¹). Las menores frecuencias correspondieron a los vientos marinos provenientes del SE (3,6 %) y SSE (3,8 %). Las menores velocidades medias fueron del sector NE (2,1 m s⁻¹), NNE (2,4 m s⁻¹) y ENE (2,6 m s⁻¹) (Figura 2.17).

a) Rosa de los vientos basada su frecuencia



b) Rosa de los vientos basada en la velocidad media

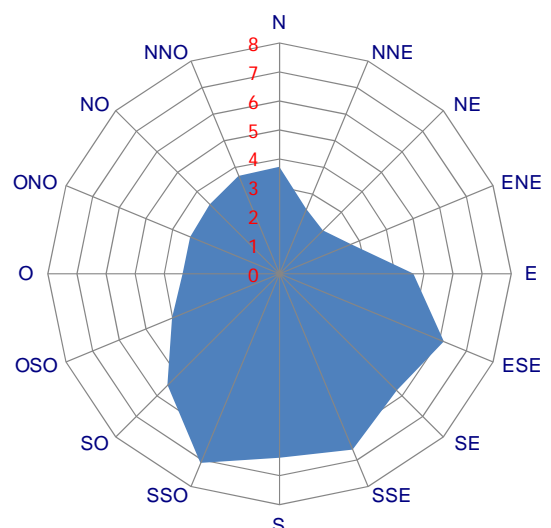


Figura 2.17. Rosas de los vientos basada en a) su frecuencia y b) en la velocidad media (m s⁻¹) del balneario Monte Hermoso durante el año 2010.

Del análisis estacional de los vientos se observó que las mayores velocidades se produjeron en primavera con $6,9 \text{ m s}^{-1}$. Las menores velocidades correspondieron a los meses invernales con $4,5 \text{ m s}^{-1}$. Los meses de verano y otoño presentaron velocidades medias de $5,7$ y $5,1 \text{ m s}^{-1}$, respectivamente. En todos ellos las direcciones predominantes, más frecuentes, pertenecieron al sector N y NNO. Sin embargo, al tener en cuenta las direcciones basándose en la velocidad media, las mayores velocidades correspondieron a aquellas del sector SSE y SSO.

Durante el verano las direcciones predominantes fueron del sector N (16,7 %), NNE (12,1 %) y NNO (9,2 %). Las direcciones con menor frecuencia pertenecieron al O, SSO, SSE, OSO, SE y ONO (entre el 3 y 3,8 %). Las mayores velocidades medias correspondieron a vientos provenientes del ESE y SSE con 8 m s^{-1} y del SE con $7,9 \text{ m s}^{-1}$. Las menores velocidades medias del verano fueron del ONO ($3,8 \text{ m s}^{-1}$), NO (4 m s^{-1}) y O ($4,3 \text{ m s}^{-1}$) (Figura 2.18a).

El otoño tuvo un predominio de vientos del sector NNO (13,5 %), NO (12,8 %) y N (11,2 %). Los vientos de mayor intensidad fueron del SSE ($8,7 \text{ m s}^{-1}$), S ($7,8 \text{ m s}^{-1}$) y SE ($7,5 \text{ m s}^{-1}$). Los de menor velocidad media provinieron del sector NE ($2,9 \text{ m s}^{-1}$), NNE ($3,1 \text{ m s}^{-1}$) y ONO ($3,2 \text{ m s}^{-1}$) (Figura 2.18b). Los meses de invierno se caracterizaron por la preponderancia de vientos del sector N (17,7 %) y NNO (12 %). Los vientos más veloces fueron del SSO con $8,1 \text{ m s}^{-1}$. Las direcciones de menor intensidad correspondieron al ENE ($2,4 \text{ m s}^{-1}$) y E ($2,7 \text{ m s}^{-1}$) (Figura 2.18c).

La primavera se caracterizó por las mayores velocidades medias estacionales y sus direcciones predominantes fueron del N (21,7 %) y NNO (12,4 %). Los vientos de mayor intensidad fueron del OSO (12 m s^{-1}), SSO ($10,3 \text{ m s}^{-1}$) y SO ($10,2 \text{ m s}^{-1}$). Los vientos el ENE tuvieron la menor velocidad media ($3,8 \text{ m s}^{-1}$) (Figura 2.18d).

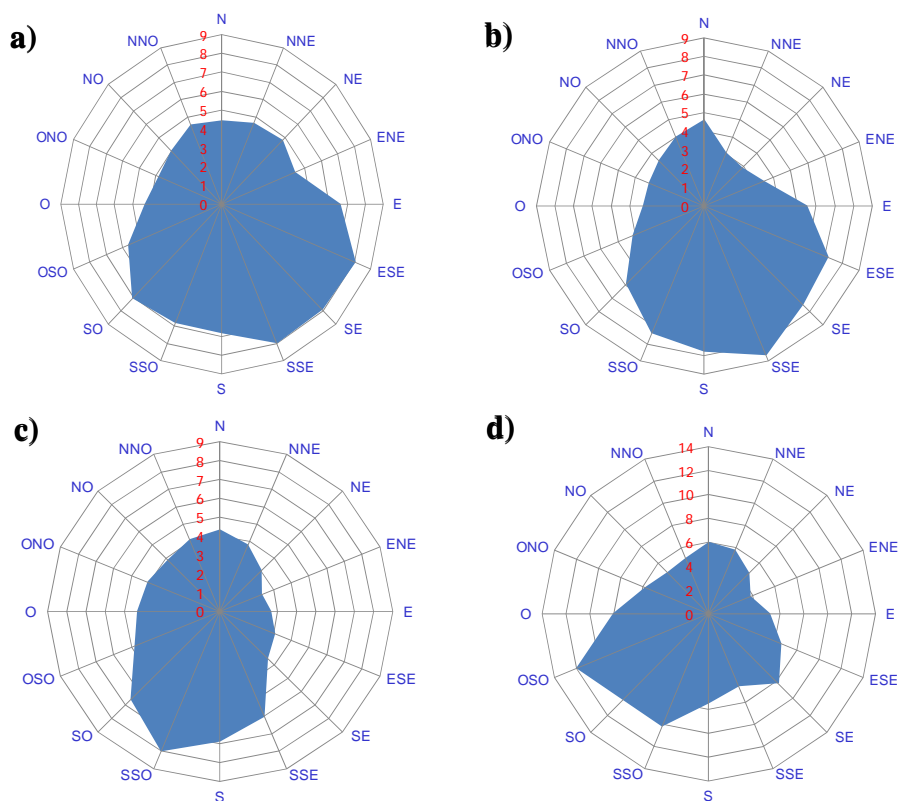


Figura 2.18. Rosas de los vientos de (a) verano, (b) otoño, (c) invierno y (d) primavera basada en las velocidades medias ($m s^{-1}$) del balneario Monte Hermoso durante el período 2008-2011.

2.4.4- Precipitación y presión atmosférica

El año 2010 registró la mayor cantidad de precipitaciones con 525,6 mm. Le siguió el año 2009 con 459,4 mm. En menor medida, los años 2008 y de 2011 con 108,3 y 108 mm, respectivamente (Tabla 2.2). Estos valores de precipitación coinciden con la característica de un clima templado de transición. Además, se destaca el año 2008, ya que se produjo una importante sequía en toda la región del suroeste bonaerense.

Año	Precipitación (mm)
2008	108.3
2009	459.4
2010	525.6
2011	108

Tabla 2.2. Valores anuales de precipitación del balneario Monte Hermoso.

El máximo valor mensual se registró en el mes de febrero de 2010 con 135 mm distribuidos en 8 días. El día con mayor precipitación fue el 28 de febrero al registrar 30,6

mm. El menor valor mensual de precipitaciones se produjo en el mes de agosto de 2008 con tan solo 2 mm (Figura 2.19).

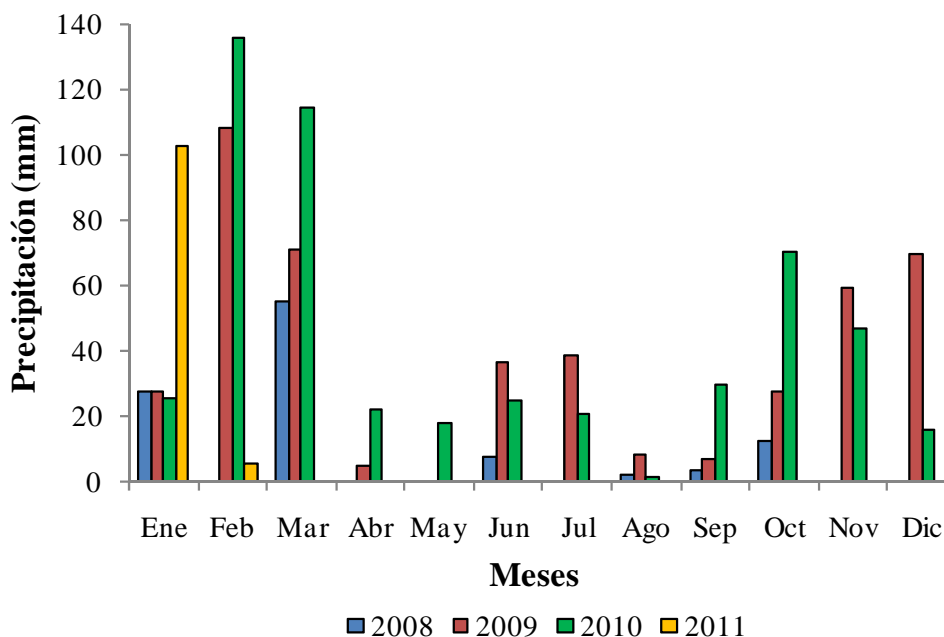


Figura 2.19. Precipitaciones mensuales del balneario Monte Hermoso.

En lo que respecta a precipitaciones estacionales del lapso estudiado, las mayores concentraciones se produjeron en el verano (diciembre-enero-febrero) con un total de 518,4 mm. En esta estación los años con mayores precipitaciones fueron 2009 (205,5 mm) y 2010 (177,6 mm). El invierno presentó el menor valor de precipitaciones con 140,3 mm. El año con menor registro durante la estación invernal fue 2008 con 9,8 mm. Otoño y primavera presentaron valores intermedios con escasa diferencia entre sí al registrar 285,3 y 257,4 mm, respectivamente.

La presión media del año 2010 fue de 1017,3 hPa. Los mayores valores medios mensuales de presión atmosférica (1022-1023 hPa) se produjeron durante el invierno de 2010. La presión media ocurrieron durante el período estival fue de 1007 hPa siendo el valor estacional más bajo. El máximo valor absoluto fue de 1043,1 hPa en julio de 2010. El mínimo valor absoluto se produjo en marzo de 2010 con 982,2 hPa.

2.5- Conclusiones

El presente capítulo cubre dos escalas importantes a ser consideradas en el estudio de un espacio: la regional y la local. De esta manera, se describió el contexto climático del

Suroeste Bonaerense para luego, al ampliar la escala, caracterizar meteorológicamente al balneario Monte Hermoso.

La región del suroeste bonaerense se ubica dentro de la clasificación de clima templado de transición (Chiozza, 1975; García, 2009). Las precipitaciones son abundantes en el N (800 mm) y decrecen hacia el S (600-500 mm), también disminuyen de E a O. Las menores temperaturas se encuentran en cercanías a las zonas serranas, mientras que hacia el S se produce un aumento de las mismas. Los vientos predominantes son del sector N y NO. Las velocidades medias anuales son del orden de los 4 m s^{-1} . Las mayores velocidades del viento se producen en verano e invierno.

Del período analizado (2008-2011) la temperatura media del balneario fue de $15,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Desde el inicio de las mediciones se evidenció una tendencia negativa en la temperatura ($-0,6 \text{ }^\circ\text{C}$). Se observaron variaciones interanuales con un aumento en los valores de 2008 a 2009 ($0,6 \text{ }^\circ\text{C}$) y un brusco descenso de 2009 a 2010 ($-1,4 \text{ }^\circ\text{C}$). El año 2009 fue el más cálido y 2010 el más frío con un promedio de $15,9$ y $14,5 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente. La temperatura máxima media fue de $20,7 \text{ }^\circ\text{C}$ y la absoluta, cercana a los $40 \text{ }^\circ\text{C}$, se registró en febrero de 2009. En cambio la temperatura mínima media fue de $10,2 \text{ }^\circ\text{C}$ y la mínima absoluta alcanzó los $-2,6 \text{ }^\circ\text{C}$ en julio de 2010. La amplitud térmica media fue de $10,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Los promedios anuales de este parámetro evidenciaron un aumento de $1,1 \text{ }^\circ\text{C}$ entre 2008 y 2011.

La humedad relativa evidenció un aumento paulatino en el período de estudio. Los mayores porcentajes de humedad relativa media se registraron en invierno y los menores en verano. El año 2008 fue el que presentó el menor valor del período con $54,8 \%$ de humedad relativa.

La velocidad promedio del viento fue de 5 m s^{-1} . Se evidenció un descenso de la velocidad de los vientos ($-1,9 \text{ m s}^{-1}$) entre los años 2008 y 2010. Las mayores velocidades medias corresponden a los sectores S, SSO, SSE. Siendo estas direcciones menos frecuentes durante el período analizado. La situación fue diferente para aquellos vientos con dirección del N, NNO, ONO que si bien registraron las menores velocidades medias son los vientos predominantes. La primavera registró las mayores intensidades de los vientos ($6,9 \text{ m s}^{-1}$) a diferencia del invierno ($4,5 \text{ m s}^{-1}$) que presentó las menores.

Las precipitaciones del período analizado fueron más abundantes durante el año 2010, a diferencia de los años 2008 y 2011 que evidenciaron una escasez de las mismas. Las mayores precipitaciones se observaron en verano y las menores en invierno. En cuanto a la presión atmosférica, las altas presiones se registran durante el invierno (1043,1 hPa en junio) y las bajas en los meses estivales (982,2 hPa en marzo).

La función del clima como “recurso social” adquiere gran relevancia. El conocimiento de las características climáticas y meteorológicas de un espacio determinado favorece la planificación de las actividades del hombre. Si aquellas son adversas pueden afectar el desarrollo de una temporada y, por ende, la economía local. Las características climáticas y meteorológicas, a su vez, son las que la posicionan de manera positiva respecto a otros balnearios de la costa bonaerense y del país. En el caso del balneario Monte Hermoso gran parte de las actividades económicas, turismo y pesca, dependen de las condiciones meteorológicas. Si bien todavía no se dispone de una serie larga de tiempo, el análisis de cuatro años de información meteorológica permitió caracterizar meteorológicamente el área de estudio.

CAPÍTULO 3

LAS BRISAS DE MAR EN EL BALNEARIO MONTE HERMOSO

3.1- Introducción

Gran parte de la población mundial habitan en zonas costeras. Por este motivo, resulta necesario profundizar los conocimientos de los fenómenos resultantes de la interacción mar- tierra- atmósfera. Entre ellos se destaca la formación de las brisas marinas. El conocimiento de su dinámica y características (frecuencia, velocidad, dirección predominante, entre otras) contribuye a la planificación de las actividades desarrolladas por el hombre.

La brisa de mar es un viento costero de escala local y periódico. El mismo tiene lugar en zonas tropicales y latitudes medias donde se producen alternancias de gradientes térmicos y béricos (Celemín, 1984; García y Piccolo, 2004; Marino *et al.*, 2005). Se origina por la diferencia de temperaturas entre el continente y el mar (SMN, 2009). De acuerdo a sus características espacio-temporales y siguiendo la clasificación de Fujita (1986), los fenómenos de brisas de mar son de tipo mesoescalar (RAM, 2002). En este tipo de escala se estudian aquellos fenómenos con dimensiones que van de 20 a 200 km y una duración entre 30 minutos y 6 horas.

El estudio de las brisas de mar ha sido y es ampliamente investigado por varios autores. Algunos de ellos se han orientado a brindar una visión general de teorías sobre brisas (Clarke, 1955) y su interacción con aguas costeras (Pielke, 1981) o al estudio de las estructuras de las brisas sobre áreas urbanas y suburbanas (Yoshikado y Kondo, 1989; Yoshikado, 1990). Otros han analizado su influencia sobre el tiempo atmosférico y el hombre (Pielke, 1975), sobre la morfología de las playas (Masselink y Pattiaratchi, 1998) o utilizaron modelos numéricos y estadísticos para su estudio (Pielke, 1974, 1975; Frysinger, 1999) y el desarrollo de metodologías para la identificación de brisas y frentes de brisas (Azorín Molina, 2004; Marino *et al.*, 2005). La ocurrencia espacial de las brisas también ha sido estudiada desde la Geografía de la Percepción a través de la elaboración de un mapa cognitivo resultado de encuestas efectuadas a residentes (Alomar Garau *et al.*, 2004).

En Argentina, diversos estudios sobre la brisa de mar se han efectuado desde 1975. En la ciudad de Puerto Madryn ($42^{\circ} 46' 2,74''$ S, $65^{\circ} 2' 11,49''$ O), ubicada en la Provincia de Chubut, Rivero y Barros (1975) observaron que este fenómeno influye en la distribución de la concentración de los contaminantes. A los efectos de caracterizar el fenómeno, realizaron un análisis estadístico de los datos obtenidos en un año (1974-1975). En la zona de Cabo San Antonio ($36^{\circ} 40'$ S, $56^{\circ} 42'$ O) y Pinamar ($37^{\circ} 6' 57''$ S, $56^{\circ} 51' 25''$ O), provincia de Buenos Aires, Zubillaga y Piccolo (1977-1978 a, b, c) estudiaron la brisa de mar con el fin de conocer su dinámica. Para ello recurrieron al análisis estadístico, al estudio de los procesos de la brisa a través de la meteorología descriptiva y determinaron sus características más importantes. En Cabo San Antonio se observó una escasez de brisas de mar con vientos geostroficados procedentes del océano y un aumento en la frecuencia de las mismas con vientos que circulaban desde el continente o paralelos a la costa. Otro aspecto observado fue que, luego de un lento ingreso en el continente, el frente de brisa experimentó una brusca aceleración que le permitió extenderse a sectores alejados de la costa (Zubillaga y Piccolo, 1977/78a). Además, se identificaron brisas marinas durante todo el período analizado (agosto 1974- diciembre 1976) con predominancia en primavera y verano, una máxima frecuencia en el inicio de la brisa entre las 9 y 13 h, una duración media de 8,5 h en verano y 5,6 h en invierno. El 72,7 % de las brisas marinas presentó velocidades entre $0,05$ y $5,14 \text{ m s}^{-1}$ y un 24,1 % entre $5,2$ y $7,7 \text{ m s}^{-1}$ (Zubillaga y Piccolo, 1977/78b).

En la ciudad de Pinamar, Zubillaga y Piccolo (1977, 78c) efectuaron mediciones en altura de la circulación de las brisas marinas durante enero y febrero de 1976. De éstas observaciones algunas de las características identificadas fueron: un espesor variable de las brisas de mar entre los 800 y 1000 m, una brusca aceleración del frente de brisa luego de su lento ingreso en el continente que lo llevó a adentrarse 70 km respecto de la costa y la presencia de un “chorro de brisa” entre los 300 y 400 m de altura sobre la costa.

Las brisas marinas estivales de las ciudades de Mar del Plata ($38^{\circ} 0' 6''$, $57^{\circ} 33' 4''$ O) y Necochea ($38^{\circ} 33' 16''$ S, $58^{\circ} 44' 22''$ O) durante el período diciembre 1998- marzo 2000 fueron caracterizadas por García y Piccolo (2004). Para ello, analizaron datos meteorológicos con los que determinaron el descenso de la temperatura y el aumento de la humedad del aire al momento en que irrumpe la brisa. Además analizaron su influencia en

las actividades turístico-recreativas. Los descensos térmicos presentaron diferencias entre ambas ciudades al registrar entre 2 y 6 °C en Mar del Plata y valores superiores a los 7 °C en Necochea. La humedad aumentó un 15 % con el ingreso de la brisa. Las brisas de mar más intensas se identificaron en el mes de diciembre para las ciudades mencionadas. La velocidad media de las brisas marinas fue de 2,36 m s⁻¹ en Mar del Plata y de 5 m s⁻¹ en Necochea. La hora de inicio de la brisa de mar registró los mayores porcentajes entre las 11 y 16 h para las dos ciudades con un 75,4 % en Mar del Plata y un 62,5 % en Necochea. Las autoras señalaron, además, la importancia del conocimiento de la dinámica y características de la brisas al influir en la sensación de confort que experimentan los usuarios de las playas y al contribuir en la planificación turística de estos balnearios cuya mayor afluencia turística se produce en los meses de diciembre y enero. Frente a esta situación efectuaron recomendaciones dirigidas a turistas y residentes con el fin que estos adapten sus horarios de exposición y su vestimenta. También sugirieron a concesionarios de balnearios y zonas recreativas la implementación de obras de protección contra el viento (cercos verdes, pantallas de madera, entre otros).

Para la detección de un frente de brisa, Marino *et al.*, (2005) presentaron un modelo de generación de brisas a partir del uso de fluctuaciones de parámetros meteorológicos. Los autores establecieron una serie de condiciones en los cuales se origina un evento de brisa marina. Esta metodología se aplicó en el balneario Marisol, provincia de Buenos Aires y su utilización contribuiría en la generación de un sistema de alerta en sectores costeros donde se registra dispersión de contaminantes a la atmósfera.

En las localidades de Monte Hermoso e Ingeniero White, Varela (1982) realizó un estudio sobre brisas de mar para el período diciembre 1980 - febrero 1982. El autor determinó la altura del frente de brisa entre unos 650 y 750 m y la hora de irrupción entre las 10 y 11 horas. Además, observó la formación de nubosidad de tipo cumuliforme sobre el continente y analizó la influencia de la brisa de mar en el confort climático de la zona. Actualmente, la localidad de Monte Hermoso constituye un centro turístico de excelencia que no solamente ha aumentado su población estable sino que durante el verano recibe gran afluencia de turistas provenientes de distintos puntos del país. Por esta razón y ante los efectos que produce sobre el hombre, el objetivo del presente capítulo es caracterizar y

determinar la ocurrencia de las brisas de mar en esa localidad durante el período 2007-2010.

3.2- Método de trabajo

Para la identificación de la brisa marina en Monte Hermoso se utilizaron los datos de la estación meteorológica ubicada a 200 m de la línea de costa, mapas sinópticos e imágenes satelitales. La estación meteorológica, diseñada y construida por el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO), forma parte de las Estaciones de Monitoreo Ambiental Costero (EMAC¹). El intervalo de muestreo fue de 5 minutos y se midió temperatura del aire, humedad, dirección y velocidad del viento. El período analizado abarca desde diciembre de 2007 a julio de 2010. Para la determinación de los días que presentaban características de brisas de mar se utilizaron los siguientes criterios: brusco descenso de la temperatura simultáneamente a un aumento de la humedad relativa, cambio en la dirección y velocidad del viento y situación sinóptica de la brisa de mar. En cuanto al cambio de dirección, el viento rota y su dirección es, principalmente, del sector SE. Se utilizó la metodología presentada por Zubillaga y Piccolo (1977/78a) y García y Piccolo (2004) para la identificación de este fenómeno.

Por otro lado, se analizaron mapas sinópticos e imágenes satelitales del Servicio Meteorológico Nacional y del INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil) a los efectos de complementar el análisis de los datos mencionados. Posteriormente se realizó una estadística de la ocurrencia mensual de las brisas, los gradientes típicos de temperatura que indicaban el inicio de las brisas en la costa, gradientes de la humedad relativa, hora de inicio y finalización de la brisa, duración, dirección predominante y velocidad media. Se efectuó una comparación interanual del período registrado. Para el análisis estadístico se aplicaron técnicas estándar.

3.3- La brisa de mar en el balneario Monte Hermoso

La costa de Monte Hermoso presenta vientos predominantes del cuadrante Norte provenientes del continente debido a la presencia del Anticiclón Semipermanente del Atlántico Sur. Durante el período de estudio sólo se identificaron 40 casos de brisas de

¹ <http://emac.criba.edu.ar/>

mar. La mayor frecuencia de las mismas se evidenció durante el verano (18 eventos). La ocurrencia de las brisas en el resto de las estaciones del año presentó entre 6 y 8 casos. Los meses de enero de 2008 y 2010 presentaron la mayor cantidad de días con brisa (10 y 12,5 %, respectivamente), mientras que el mes de julio no presentó brisas de mar durante el período analizado (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2011).

Las brisas marinas, ocurridas entre 2007 y 2010, predominaron del sector ESE (27,2 %) y SE (19,49 %). En menor medida se observaron del E (12,97 %), S (12,41 %) y SSE (10,34 %) (Figura 3.1). La máxima frecuencia (60 %) de brisas del ESE se registró en el mes de marzo de 2010. La ocurrencia de brisas del SE tuvieron su máximo valor en abril de 2008 (62,5 %). Las brisas provenientes del E, S y SSE tuvieron su máxima frecuencia en marzo de 2010 (71,43 %), mayo de 2009 (65,38 %) y abril de 2008 (37,5 %) respectivamente (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2011).

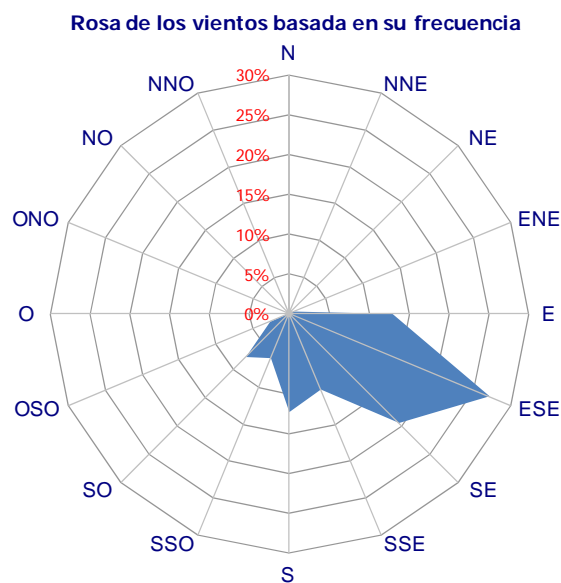


Figura 3.1. Brisas de mar en Monte Hermoso. Período diciembre 2007-julio 2010
Fuente: Elaboración propia.

Las brisas predominantes del ESE y SE presentaron velocidades medias entre 5 y 4 $m s^{-1}$ (Figura 3.2). La velocidad media de las brisas marinas fue de 4,5 $m s^{-1}$. Este valor fue superado en los meses de diciembre (5,5 $m s^{-1}$), enero (5,2 $m s^{-1}$) y marzo (5,1 $m s^{-1}$). El mes de junio presentó las velocidades más débiles con 2,4 $m s^{-1}$. Al inicio y final de cada brisa se observó un gradiente medio de temperatura de 1 °C y un aumento de la humedad relativa de un 15 % aproximadamente. El día 18 de marzo de 2009 presentó la máxima

variación en su temperatura con un descenso de 4,2 °C y aumento de la humedad relativa del 45 % al ingresar la brisa de mar en la costa (Figura 3.3) (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2011).

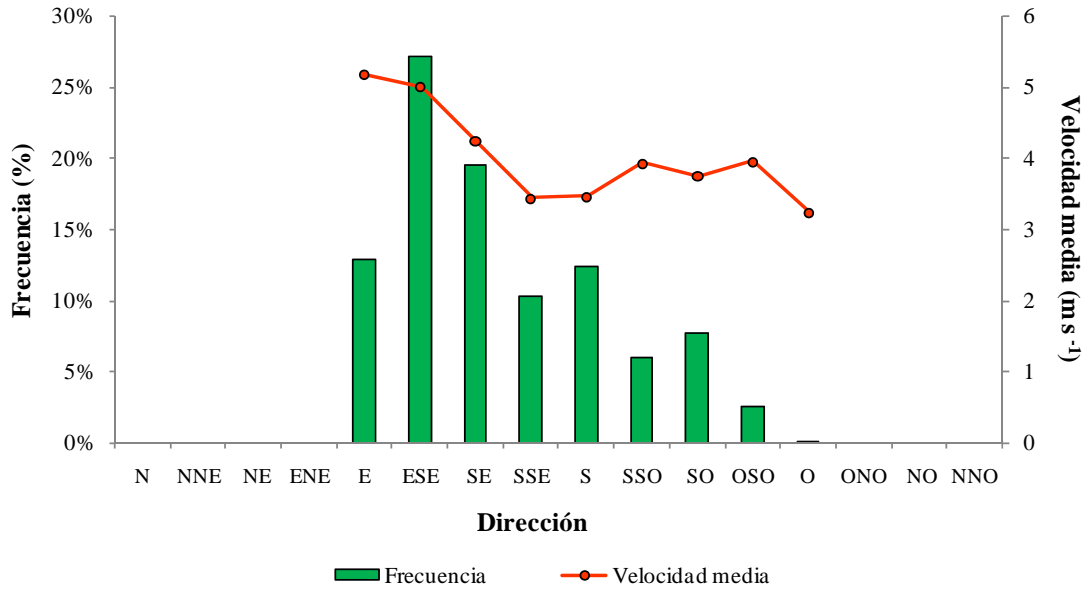


Figura 3.2. Frecuencia y velocidad media de las brisas de mar en Monte Hermoso según su dirección para el período diciembre 2007-julio 2010. Fuente: Elaboración propia.

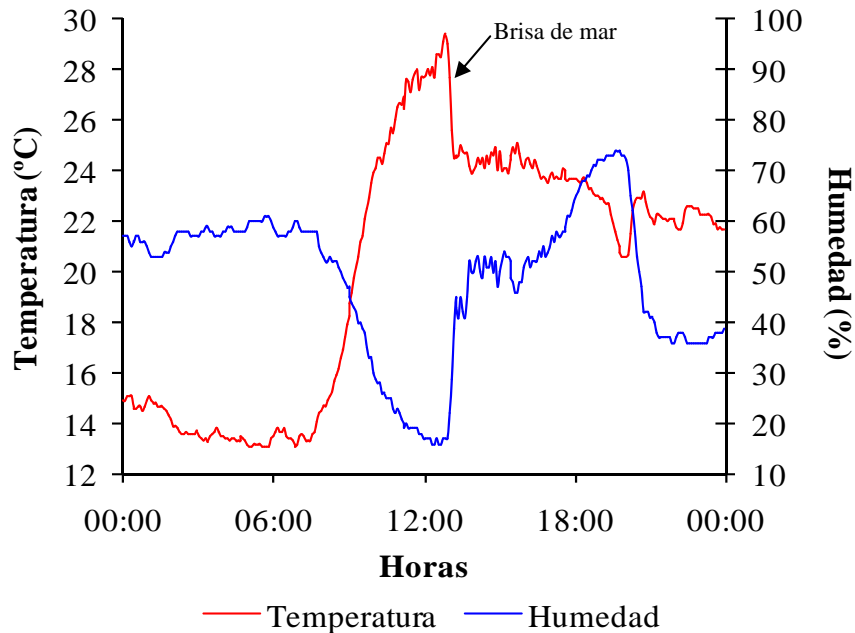


Figura 3.3. Situación de brisa marina registrada el 18-03-2009. Fuente: Elaboración propia.

El ingreso de la brisa al continente se distingue por el brusco descenso de la temperatura y el simultáneo aumento de la humedad relativa. Se determinó el gradiente promedio para estos cambios en las variables mencionadas. La temperatura presentó un gradiente medio de $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ y la humedad de $2\text{ }\% \text{ min}^{-1}$, durante el período 2007-2010. El máximo gradiente se observó el 1 de enero de 2008 con $1,5\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ y $8\text{ }\% \text{ min}^{-1}$ (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2011).

La hora de inicio de la brisa de mar en el 52,5 % de los casos se produjo entre las 12 y 14 h, coincidente con el momento de máxima insolación. Se presentaron casos donde la brisa comenzó entre las 10-12 h y 14-16 h con porcentajes cercanos al 20 %. Escasos eventos de brisa de mar se generaron luego de las 16 h. La hora de finalización de las brisas marinas fue entre las 14-16 h y de 16-18 h con un 37,5 % para cada rango. Un 15 % de las brisas finalizaron entre las 12 y 14 h. El 10 % de los casos concluyeron su efecto dentro del rango de las 18-20 h (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2011).

La brisa en Monte Hermoso tuvo una duración promedio de dos horas y media. El 32 % de los casos, la mayor frecuencia, presentó una duración entre una y dos horas. El 2,5 % indicó una permanencia de la brisa entre seis y siete horas. En el 12,5 % de los casos la persistencia del evento fue inferior a una hora, la mínima duración fue de 40 minutos (Figura 3.4) (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2011).

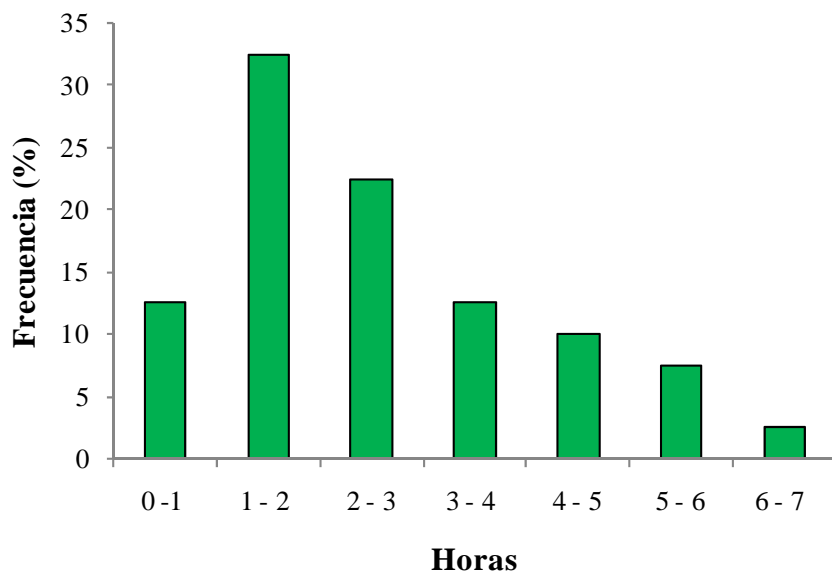


Figura 3.4. Duración de la brisa de mar en Monte Hermoso durante el período diciembre 2007-julio 2010
Fuente: Elaboración propia.

A modo de ejemplo se presentan el mapa sinóptico y la imagen satelital del día 18 de marzo de 2009 (Figura 3.5a, b) donde se identificó un típico día con presencia de brisa de mar. Se observa, sobre el área de estudio (zona rectangular en la figura), la ausencia de nubosidad y la influencia ejercida por un centro de alta presión (1020 hPa) ubicado sobre la costa uruguaya. Los vientos regionales fueron leves debido al escaso gradiente de las isobaras en la zona de estudio.

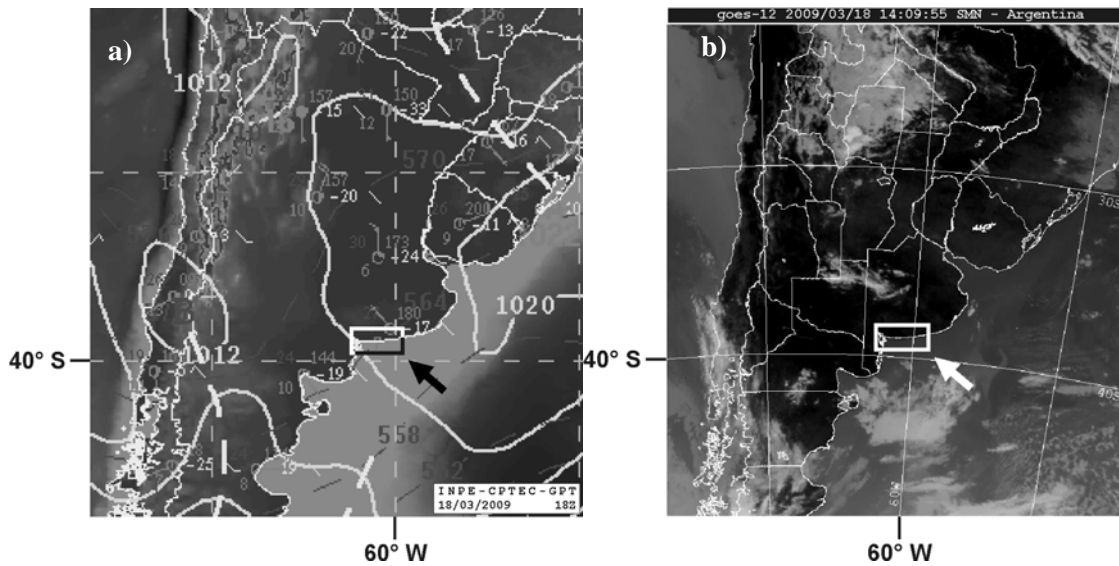


Figura 3.5. Situación sinóptica de la brisa marina registrada el 18-03-2009.

Fuente: a) Mapa sinóptico del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, Brasil) y b) Imagen satelital del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, Argentina). La zona rectangular con una flecha señala el área de estudio.

El mes de enero registró un total de 10 casos de brisa de mar durante el período analizado (2007-2010). Como ya se mencionó, la mayor cantidad de eventos de brisas marinas se concentraron en el mes de enero de 2008 y 2010. La dirección predominante de estos fue del sector ESE con una velocidad media de 5,05 y 5,37 m s^{-1} respectivamente. En el año 2009 se generó un solo caso de brisa del SE con una velocidad media de 7,27 m s^{-1} . La influencia de la brisa de mar superó las 10 horas en enero de 2008 y 2010. La situación fue diferente en enero de 2009 donde el evento identificado permaneció por 2 horas. La máxima duración de la brisa de mar fue el 26 de enero de 2010 con 4 horas 40 minutos (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2011).

En el 75 % de los casos de enero de 2008, enero de 2009 y en el 40 % de los eventos de enero de 2010 la hora de inicio de la brisa marina fue entre las 12-14 h. Otros

eventos en el año 2010 registraron su inicio entre las 10-12 h en un 40 % y entre las 14-16 h en un 20 % de los casos (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2011).

La hora de finalización de las brisas marinas fue entre las 14-16 h para el 75 % de los eventos de enero de 2008 y para el único evento de enero de 2009. Al año siguiente la situación se modificó ya que el 80 % de los casos de brisa de mar finalizaron entre las 16-18 h (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2011).

Entre los aspectos positivos provocados por el ingreso de la brisa de mar se destaca el efecto atemperador de los valores térmicos registrados en el continente. De esta manera su accionar influye directamente sobre la sensación de confort percibida por el hombre. Esto se observa mundialmente durante el período estival, donde la población se dirige a la costa con el objeto de aprovechar la fresca influencia de la cercanía del mar y sus consecuencias directas como la brisa. Además, las ciudades costeras se benefician del accionar de las brisas de mar ya que éstas dispersan los contaminantes. Por otra parte, la intensidad y permanencia de la brisa de mar puede provocar situaciones de desconfort, el movimiento de sombrillas que no se mantienen en su posición y el constante salto de arena que perjudican la permanencia del visitante en la playa.

Si bien Varela (1982) consideró un período de estudio menor (diciembre 1980-febrero 1982) se pudo efectuar una comparación con sus resultados. Mientras que Varela (1982) identificó 131 casos durante diciembre 1980-febrero 1982, sólo 40 fueron reconocidos desde diciembre 2007-julio 2010. La hora de irrupción de las brisas para 1980-1982 se iniciaba entre las 10 y 11 h (Varela, 1982). Durante 2007-2010 las brisas marinas comenzaron, principalmente, entre las 12-14 h. En el período analizado por Varela (1982) la finalización de las brisas de mar se extendía hasta las 19 horas, aproximadamente. Esta situación no se repite en 2007-2010 donde la mayor cantidad de casos de brisas finalizan entre las 14-16 y 16-18 horas (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2011). Dado que el método utilizado por Varela (1982) es similar al utilizado en esta investigación, de esta comparación resulta que en 30 años, se produjo una reducción de la cantidad de días con brisa y un retraso en el inicio de las mismas (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2011).

Las diferencias observadas en los valores de las brisas de mar entre ambos períodos pueden basarse en tres causas. La primera de ellas relacionada con la forma de medición que incluye cierto error. Los datos utilizados por Varela (1982) se midieron con termógrafos mientras que la información del período actual se registró mediante sensores digitales. La segunda causa puede ser la existencia de una variabilidad climática entre 1980-1982 y 2007-2010, este último caracterizado por una fase de sequía. Por último, un aumento de la temperatura del agua de mar puede originar el descenso de la ocurrencia de las brisas marinas. La diferencia de temperatura entre el mar y el continente no sería suficiente para generar el fenómeno de brisa.

3.4- Conclusiones

La presencia del hombre y el desarrollo de sus actividades en espacios costeros hacen necesaria la comprensión de las interacciones entre la atmósfera y el mar. Las brisas de mar son un claro ejemplo de las mismas. Su accionar en una escala local, su influencia en la zona costera y sus efectos sobre el hombre requieren de su estudio. En el balneario de Monte Hermoso se observó una mayor cantidad de días con brisa de mar durante el verano. El resto del año presentó 6 u 8 eventos estacionales.

Las brisas predominaron del SE con una velocidad media de $4,2 \text{ m s}^{-1}$. El valor medio de las velocidades durante 2007-2010 fue de $4,5 \text{ m s}^{-1}$. Su hora de inicio coincidió con el momento de mayor insolación y su duración promedio fue de dos horas y media. Las brisas marinas de enero tuvieron una dirección predominante del ESE con una velocidad media de 5 m s^{-1} aproximadamente. Se observaron diferencias en su inicio y una variación en su finalización con un retraso de dos horas en 2010 respecto a años anteriores. La comparación de los resultados obtenidos con un estudio anterior (Varela, 1982) señaló una disminución en el número de brisas y una modificación en el inicio y duración de las mismas.

El conocimiento de la ocurrencia y características de la brisa marina contribuye con la planificación de actividades y el bienestar de la población. La influencia que ejerce sobre la sensación de confort de las personas que concurren a la playa puede interferir con las actividades que allí se llevan a cabo. Dado que Monte Hermoso es un centro turístico en constante crecimiento y la playa es su principal recurso, resulta conveniente considerar

estos resultados para establecer pautas que permitan la utilización de la información de brisa para el confort climático y plantear alternativas que beneficien a los visitantes.

CAPÍTULO 4

ISLA DE CALOR

4.1- Introducción

El aumento de la población trae aparejado el crecimiento de las ciudades y con ello la alteración del espacio natural en el que se emplazan. Uno de los aspectos más modificados, a partir del proceso de urbanización, es el clima local. Dentro de él, la mayor alteración corresponde a la distribución de calor en el núcleo urbano comparado con el área rural circundante. Las islas de calor urbanas son el ejemplo más claro de la acción del hombre sobre el clima local. La isla de calor se define como el “*exceso de calor generado en un ambiente urbano por efecto de la acción antrópica*” (Capelli de Steffens *et al.*, 1997, 2001).

De esta manera se evidencia un aumento de la temperatura en las ciudades respecto de su periferia. A partir de esta diferencia queda expresado el concepto de “intensidad de la isla de calor”. El mismo se define como la diferencia entre las máximas temperaturas de la ciudad y la periferia. La isla de calor presenta una característica de ubicuidad al ser encontrada en ciudades de todas las regiones climáticas (Oke, 1995). La misma recibe la denominación de “isla” debido a que la forma de las isothermas de la temperatura del aire cercana a la superficie, se asemejan a la forma de una “isla” rodeada por una periferia más fría (Oke, 1995).

Oke (1978) analizó la distribución térmica de los centros urbanos. Señala que en el centro de la ciudad, zona de mayor concentración y altura edilicia, se observa la existencia de una “cumbre”. La misma representa la mayor intensidad de la isla de calor. Otra de las formas identificadas en el perfil térmico es la de una “meseta” que coincide con el sector suburbano caracterizado por viviendas bajas y uniformes. Por último, una pendiente en el perfil evidencia un descenso en la temperatura y con ello la transición hacia el área rural (Figura 4.1).

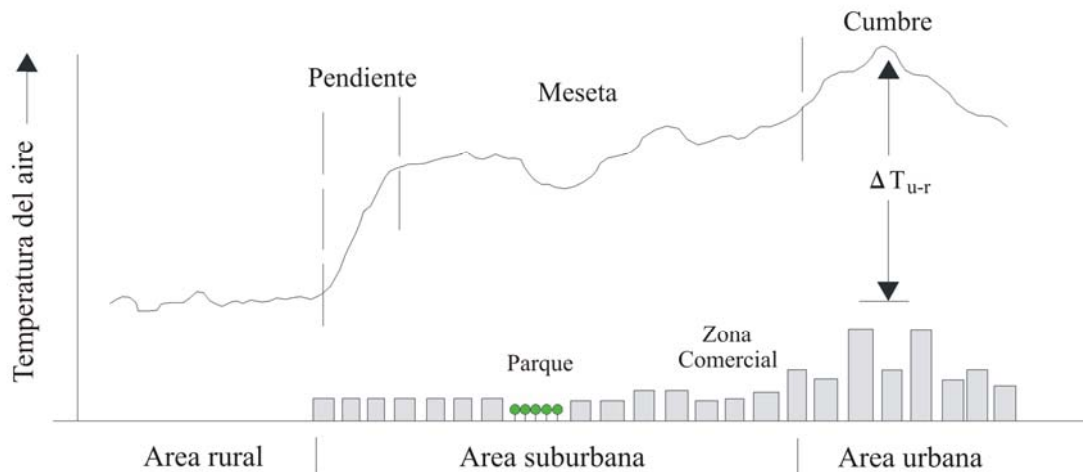


Figura 4.1. Esquema del perfil de temperatura de un área urbana. Modificado de Oke (1978).

Las diferencias de temperatura entre ambos ambientes, urbano y rural, son resultado de la respuesta de la ciudad frente a la radiación solar. De esta manera, la influencia de la radiación natural en la temperatura del aire y los intercambios energéticos que se producen en una ciudad determinan la temperatura urbana (Capelli de Steffens *et al.*, 2005). De esta interacción, Rivero (1988) identifica que: la temperatura media urbana es superior a la rural; las variaciones térmicas entre ambos ambientes son más notorias durante la noche y existe una demora en el momento en que se registra la máxima temperatura en la ciudad y en el ambiente rural debido a la capacidad térmica típica de la ciudad y, por último, los rasgos cambiantes de la isla de calor ejercen su influencia sobre los seres vivos (confort, requerimientos de calor o frío, prolongación de los períodos de crecimiento vegetal, entre otros) (Capelli de Steffens *et al.*, 2001).

La isla de calor, en lo que se refiere a su forma e intensidad, evidencia variaciones en tiempo y espacio producto de las características meteorológicas, geográficas y urbanas. Entre los factores que condicionan la aparición e intensidad de la isla de calor se pueden mencionar:

- *Condiciones meteorológicas o situación sinóptica predominante:* es propicia la formación de la isla de calor en días diáfanos y calmos; la misma desaparece en días nublados y ventosos.

- *Velocidad del viento:* la isla de calor puede detectarse cuando no supera cierto límite crítico. Para identificar el límite de la velocidad crítica del viento, se utiliza una

ecuación desarrollada por Oke y Hännell (1968) que la relaciona con la cantidad de habitantes de la ciudad.

-*Tamaño de la ciudad*: la intensidad de la isla de calor está estrechamente vinculada con el tamaño de la ciudad, el cual se determina a partir del número de habitantes (Oke, 1992) (citado en Capelli *et al.*, 2005) con la siguiente fórmula:

$$\Delta T_{u-r} = 2,01 \log P - 4,06 \quad (1)$$

Donde ΔT_{u-r} es la diferencia de temperatura entre el espacio urbano y el rural y P es la cantidad de habitantes de la ciudad.

Además, la isla de calor se ve favorecida en las grandes ciudades con una estructura urbana compacta. Esta particularidad disminuye los efectos provocados por el viento que actúa sobre la isla de calor (García, 2009).

- *Ubicación geográfica*: influye en el clima y la topografía del espacio urbano y rural. Ejemplo de ello son las ciudades costeras que, en verano, ven reducida su temperatura debido a que las temperaturas de la superficie del mar son más frías que la tierra y el viento toma dirección hacia el continente (Voogt, 2004)

- *Topografía del lugar*: ejerce influencia sobre la isla de calor, debido a las características que presenta en cuanto a su geometría, orientación, grado de exposición y altura. Esta última está relacionada con la temperatura, radiación solar, las precipitaciones y la incidencia del viento (García, 2009).

-*Materiales utilizados en la construcción de las ciudades*: tales como cemento, ladrillos, hierro, entre otros conducen el calor casi tres veces más rápido que los suelos arenosos, húmedos o con cobertura vegetal superficial. De esta forma, la ciudad almacena y libera calor, originando una fuente adicional de energía (Lowry, 1967; Eliasson, 2000).

Otros aspectos relacionados con la influencia del ambiente urbano en la formación de la isla de calor son las características de superficie de la ciudad en lo que respecta al tamaño de los edificios y su espaciamiento, las propiedades térmicas y la presencia de áreas verdes como así también de partículas de polvo o de contaminantes en la atmósfera (Voogt, 2004; Capelli de Steffens *et al.*, 2005; García, 2009). A todo ello se suma un tipo de calor denominado calor antropogénico, generado por la acción del hombre (actividades comerciales e industriales, tráfico de vehículos, consumo de energía por industrias; uso de

aire acondicionado, calefacción u otras fuentes de calor). El impacto del calor antropogénico es más notorio durante el invierno y en el centro de la ciudad. En ciudades de gran desarrollo, en el período estival, este tipo de calor registra un aumento significativo provocado por el uso de energía para la refrigeración de los edificios (Voogt, 2004; Rizwan *et al.*, 2008; García, 2009)

Las islas de calor pueden impactar de manera positiva o negativa en la ciudad. La salud del hombre se ve afectada al incrementar el desconfort climático durante la estación estival, en especial con la ocurrencia de las olas de calor en zonas templadas y también al ofrecer condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades transmitidas por distintos vectores (Voogt, 2004). Las islas de calor incrementan la demanda de energía en el verano a partir del uso de aire acondicionado. Este consumo energético se ve reducido en el invierno al disminuir la necesidad de calefaccionar los ambientes, debido a un incremento del confort por la presencia de isla de calor (Heisler y Brazel, 2010). Esto provoca mayor liberación de calor al aire así como también emisiones de gases contaminantes que deterioran la calidad del aire urbano (Voogt, 2004). Las islas de calor pueden ser beneficiosas para el desarrollo de especies vegetales, pueden provocar un crecimiento y florecimiento anticipado e incluso la proliferación de especies exóticas (García, 2009; Heisler y Brazel, 2010).

Se han efectuado varios estudios con el fin de mitigar los efectos de las islas de calor. De esta manera brinda a la población beneficios ambientales y económicos (Rizwan *et al.*, 2008). Una de las técnicas más utilizadas es la de introducir áreas verdes en la ciudad. La presencia de parques y paseos urbanos arbolados y vegetados producen un efecto de sombra que favorece el enfriamiento del ambiente a partir de la evaporación. Otros ejemplos incluyen: plantar árboles alrededor de los edificios, calles, estacionamientos o la aplicación de “techos verdes” (es decir utilizar vegetación en los techos para reducir la acumulación de calor en los edificios).

La aplicación de estas estrategias beneficia a los propietarios de edificios al reducir los costos del consumo energético. En lo que respecta a la salud de los habitantes produce mejoras en la calidad del aire: los contaminantes se depositan en los árboles, se reducen las emisiones de gases contaminantes por el uso de aire acondicionado y disminuye la

formación de ozono (Voogt, 2004). Otra de las medidas para la integración de las islas de calor incluyen aspectos de diseño urbano, en cuanto a la ubicación de los edificios dentro de la urbe o en el tipo de edificio a construir (Rizwan *et al.*, 2008).

Los estudios sobre isla de calor se remontan hacia el siglo XIX cuando Luke Howard efectuó un estudio de la climatología urbana de Londres. Su descubrimiento más destacable fue el de identificar que las ciudades se presentan más cálidas respecto del área periurbana que la rodea. A partir de las diferencias de las temperaturas medias mensuales entre ambos ambientes, identificó la existencia de una isla de calor. Su origen se lo atribuyó al uso de combustibles como la leña y el carbón.

Desde ese momento se han sucedido una gran cantidad de trabajos sobre este fenómeno en ambos hemisferios (Landsberg, 1981; Watanabe, 1990; Oke, 1995; Bello Fuentes, 1994; 1995; Wong y Yu, 2005; Serra Pardo, 2007; Heisler Brazel, 2010). Entre los estudios de isla de calor desarrollados en América del Sur se pueden mencionar los efectuados en la ciudad de Santiago de Chile. Aceituno y Ulriksen (1981) estudiaron el efecto de isla calórica en la ciudad mencionada. Los autores señalaron que las ciudades presentaron temperaturas mayores que el entorno suburbano. El núcleo cálido se correspondió con las zonas de mayor densidad residencial, comercial, industrial y de tránsito vehicular. Salinas (1982) observó temperaturas nocturnas superiores a 10 °C entre el centro y el ambiente suburbano de la ciudad de Santiago.

En nuestro país, se destacan los estudios efectuados en la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. Capelli *et al.*, (1985) estudiaron la isla de calor estival de la ciudad mencionada y señalaron que la ciudad se presentó más fresca que el área periférica dando lugar a una “isla fría”. Por la noche la ciudad fue más cálida que las áreas rurales o costeras más cercanas, presentando una intensidad de la isla calórica de 7 °C (Capelli de Steffens *et al.*, 1985; Piccolo y Capelli de Steffens, 1987). La situación se modificó en el invierno ya que la ciudad presentó durante el día una pequeña isla de calor. Este calor puede atribuírsele un origen antrópico provocado por la utilización de artefactos de calefacción, la industria o el transporte. Por la noche, la distribución de temperatura coincidió con los resultados generales de la isla de calor (centro de la ciudad más cálido que la periferia).

En la costa bonaerense son incipientes las investigaciones realizadas sobre esta temática. Verón (2010) realizó un estudio de la isla de calor en la localidad balnearia de Santa Teresita (Partido de la Costa) a través del cual determinó variaciones diurnas de la temperatura ocasionada por edificaciones, la influencia del mar y la presencia de vegetación. García y Piccolo (2009) estudiaron la isla de calor matutina estival en Necochea-Quequén. Las autoras determinaron en Necochea una intensidad de la isla de calor de 3 °C. La misma se ubicó en el sector con mayor cantidad de edificaciones en altura en el área costera. Se destaca también la influencia moderadora del mar, en Quequén, la intensidad de la isla de calor fue de 1 °C. En el caso del balneario de Monte Hermoso no se han realizado estudios de isla de calor. Por este motivo, el objetivo de este capítulo es analizar por primera vez la isla de calor urbana en el balneario de Monte Hermoso para cada una de las estaciones del año.

4.2- Plano de Monte Hermoso

Cabe señalar que sobre la base del plano proporcionado por el municipio de Monte Hermoso (Figura 4.2), se elaboró uno nuevo y actualizado (Revollo Sarmiento y Huamantincó Cisneros, 2011) (Figura 4.3). El motivo de esta realización fue la problemática presentada para la organización de recorridos de medición dentro de la ciudad: la no concordancia del plano oficial con la realidad. Al momento de efectuar mediciones o relevamientos, los inconvenientes presentados se relacionaron con la inexistencia de calles aunque estas figuraran en el plano oficial. Esto se observó principalmente en el sector del Barrio Dufaur con el trazado de calles sobre un área medanosa. A ello se suman, la ubicación errónea de manzanas y la aparición de nuevos lotes que no figuraban en el plano oficial, lo que imposibilitaba la orientación y circulación dentro de la planta urbana. El plano actualizado es el que se utiliza en las gráficas de isla de calor del presente capítulo.



Figura 4.2. Plano original del balneario Monte Hermoso.

Fuente: Departamento de Obras Particulares. Secretaría de Obras y Servicios Públicos. Municipalidad de Monte Hermoso.

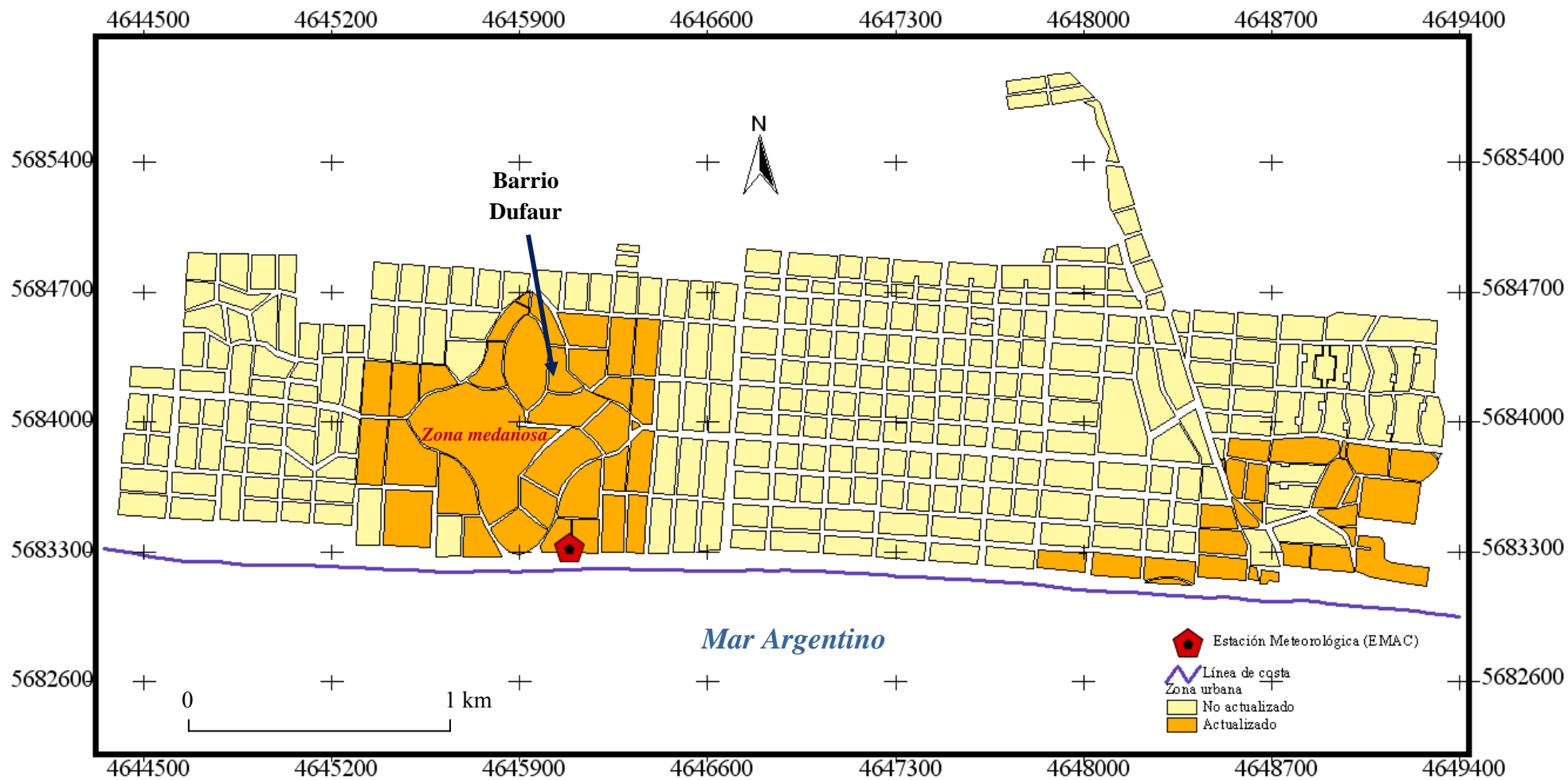


Figura 4.3. Plano resultante de la actualización del plano original del balneario de Monte Hermoso.

Las manzanas coloreadas corresponden a aquellas que fueron modificadas del plano original.

Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantín Cisneros, 2011).

4.3- Método de trabajo

Para determinar las islas de calor y humedad del balneario de Monte Hermoso se efectuaron mediciones estacionales de temperatura, humedad y viento. Los días de medición fueron el 8 de junio (invierno) y 1 de noviembre (primavera) de 2010 y el 11 de febrero (verano) y 26 de mayo (otoño) de 2011. Se utilizó la metodología presentada por Piccolo y Capelli de Steffens (1985 y 1987), Capelli de Steffens *et al.* (2001 y 2005) y García y Piccolo (2009). Las mediciones de los parámetros mencionados se efectuaron con dos termohigrómetros digitales y dos anemómetros portátiles.

Con el fin de conocer el valor de la intensidad de la isla de calor del balneario Monte Hermoso, se efectuó su cálculo mediante la fórmula (1) propuesta por Oke (1992). La misma está relacionada con el tamaño de la ciudad, definido por su número de habitantes. De esta manera resulta que la intensidad de la isla de calor para Monte Hermoso es de 3,6 °C.

Previo a las mediciones, se calculó el límite crítico de la velocidad del viento ya que la isla de calor no se detecta cuando este límite es superado. Para identificar el límite de la velocidad crítica del viento, se utiliza una ecuación desarrollada por Oke y Hannell (1968) que la relaciona con la cantidad de habitantes de la ciudad:

$$V_c = -11,6 + 3,4 \log P \quad (2)$$

donde V_c es la velocidad crítica del viento y P es la cantidad de habitantes. De esta manera la velocidad crítica del viento para el balneario de Monte Hermoso fue de 1,1 m s⁻¹. Cada uno de los momentos de medición, mañana y mediodía, se caracterizó por períodos de calma y no excedió el valor crítico calculado del viento.

Se realizaron dos recorridos urbanos simultáneos dividiendo al balneario de Monte Hermoso en dos sectores: *Centro-Este* y *Centro-Oeste* (Figura 4.4). Cada uno de los recorridos incluyó sectores urbanizados, periféricos y costeros de la ciudad balnearia. Los recorridos fueron efectuados en dos momentos del día donde la temperatura no presenta un cambio rápido (Peña Álvarez, 1975): en horas cercanas al amanecer y en las de máxima

temperatura. El período de medición fue de aproximadamente una hora. Se utilizaron dos automóviles que mantuvieron una velocidad constante de marcha (35-40 km h⁻¹).

Los termohigrómetros se sujetaron a un soporte en la puerta trasera de cada vehículo a un metro del suelo. El instrumental se colocó a una distancia lo suficientemente alejada del vehículo para que éste no afectara las mediciones (Piccolo y Capelli de Steffens, 1985; 1987; Capelli de Steffens *et al.* 2001; 2005).

Se utilizó la información de una estación meteorológica fija (EMAC), como estación de referencia con el fin de normalizar los datos obtenidos, de temperatura y humedad, a un tiempo común (07:30 y 14:30 h local). Los mapas sinópticos correspondientes a los días de medición fueron obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del INPE (Brasil). Posteriormente, se trazaron las isotermas e isohídricas del área de estudio.

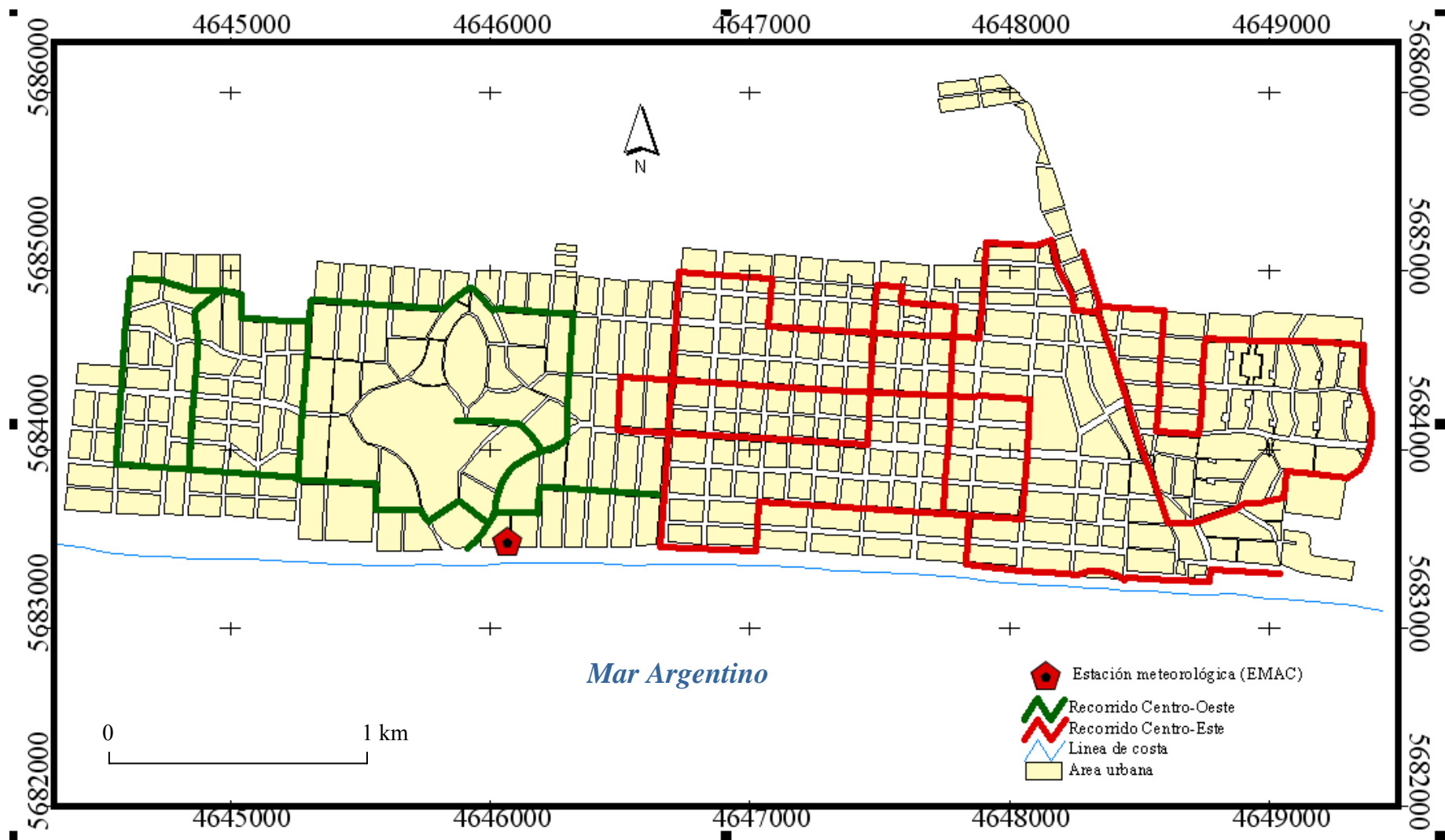


Figura 4.4. Recorridos de medición: Centro-oeste (verde) y Centro-Este (rojo) y ubicación de la estación meteorológica (EMAC).
 Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantinc Cisneros, 2011).

4.4- Isla de calor de invierno

La situación sinóptica del 8 de junio, representativa de un típico día invernal, se presentó estable. Esto se debió a la influencia de un centro de alta presión (1032 hPa) que se ubicó en el Sur y Este del país. Cercano al área de estudio se observó la acción de un anticiclón de 1033 hPa (Figura 4.5a, b). En cuanto a las condiciones meteorológicas, la temperatura mínima se registró a las 8:30 h con $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ mientras que la máxima se presentó a las 14:30 h ($10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). La amplitud térmica del día fue de $11,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. La humedad osciló entre el 60 y 90 %. Los máximos porcentajes de humedad se presentaron entre las 0:00 y 9:40 h. A partir de ese momento la humedad comenzó a descender registrando su mínimo valor (62 %) a las 15 h (Figura 4.6). La situación fue de calma durante cada una de las mediciones. La mañana se presentó con cielo despejado y en horas del mediodía se observó escasa nubosidad.

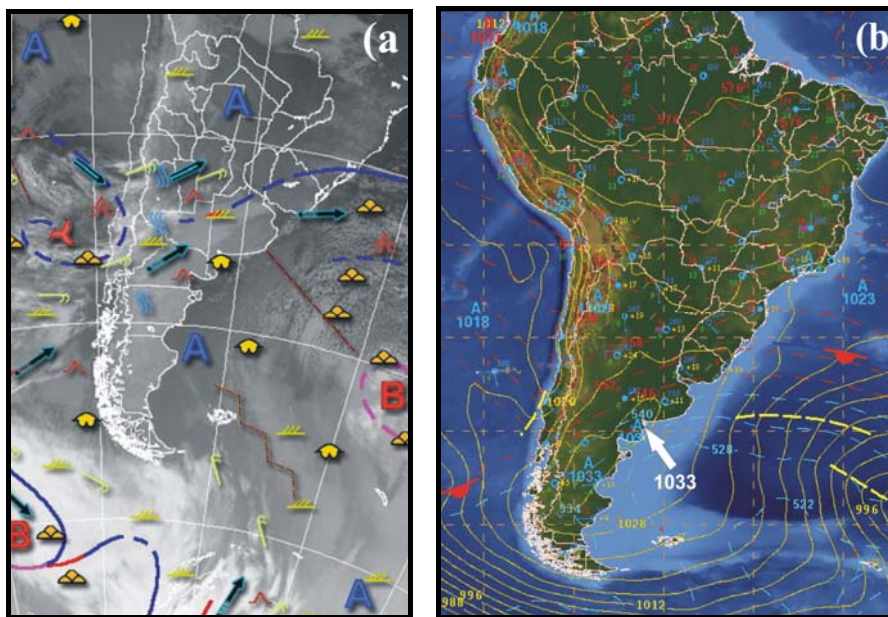


Figura 4.5. Situación sinóptica del día 8-06-2010: a) Nefoanálisis e imagen satelital del Servicio Meteorológico Nacional y b) Carta del tiempo en altura del INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). En esta última, la flecha blanca señala la ubicación del centro de alta presión de 1033 hPa.

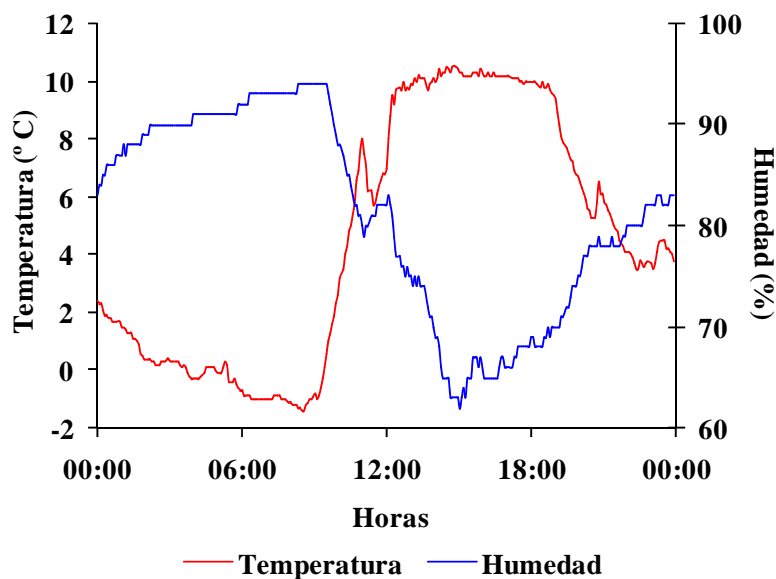


Figura 4.6. Distribución de la temperatura y humedad relativa del día 08-06-2010.

4.4.1- Distribución térmica durante la mañana y la tarde.

La intensidad de la isla de calor, durante la mañana invernal, fue de 3 °C. La ciudad fue más fría (-2 y -3 °C) hacia el sector Centro-Oeste y más cálida (0 °C) en su extremo opuesto. Una lengua fría (-2 °C) se observa en el NO del balneario, sus límites tienen relación con la presencia del arbolado urbano y, por ende, de sombra. Se identificaron, de manera aislada, algunas áreas frías en el NE del balneario (-2 y -1 °C) (Figura 4.7). En general, las áreas más frescas de la ciudad estuvieron asociadas a espacios con una menor concentración urbana y existencia de vegetación.

Los espacios más cálidos de la ciudad, sector Centro-Este, evidenciaron la zona céntrica del balneario (con alta concentración urbana y circulación vehicular), ausente o escaso arbolado urbano y la presencia de zonas en construcción como el barrio Monte Hermoso del Este. De manera aislada se identificaron otras áreas cálidas en el sector Centro-Oeste. Una de ellas, ubicada a dos cuadras del mar, se caracteriza por un alto porcentaje de edificación y tránsito vehicular. Esto se debe a que allí se encuentra una de las principales vías de la ciudad (calle Faro Recalada) que comunica el centro de la ciudad con su sector Oeste. El otro sitio cálido, ubicado en el N, está asociado a un sector abierto con escasa vegetación e incidencia directa de la radiación solar (Figura 4.7).

La situación se modificó en horas del mediodía, momento de las máximas temperaturas. La distribución de calor en la ciudad fue relativamente homogénea oscilando entre 10 y 11 °C. La zona Centro-Oeste fue más cálida que la Centro-Este (Figura 4.8).

Las áreas más cálidas coincidieron con puntos muy transitados de la ciudad, densa ocupación urbana, lotes baldíos o espacios abiertos sin ocupar y la influencia de una zona medanosa escasamente vegetada (Barrio Dufaur) (Figura 4.8). Las zonas más frescas de la ciudad, cercanas a la costa, recibieron la acción de vientos leves procedentes del Sur y estuvieron asociadas a los edificios en altura que se emplazan junto a la avenida costanera. La sombra que éstos producen sobre las calles y la playa asociado a la acción moderadora del mar puede ser la causa de la baja temperatura en esa zona. En el NE del balneario del sector Centro-Este se identificó otra área fresca asociada a una zona densamente arbolada que formara parte de uno de los primeros accesos al balneario (Figura 4.8). Se observaron diferencias significativas entre los momentos de medición. Las zonas más frescas de la mañana fueron las más cálidas a la tarde.

4.4.2- Distribución de la humedad relativa durante la mañana y la tarde

La humedad relativa presentó una diferencia espacial del 10 %. Durante la mañana invernal, gran parte de la ciudad presentó valores superiores al 90 % especialmente en la zona Centro-Oeste. Esta última se está bajo la influencia de arbolado urbano (Figura 4.9).

Se observaron dos zonas húmedas bien definidas (90 %), una ubicada en el sector Centro-Oeste y otra en el Centro-Este del balneario. En el interior de ambas se evidenciaron los menores porcentajes de humedad relativa. Los espacios “secos” coincidieron con sectores de calles de arena o asfaltados (junto a la estación de servicio local) o espacios sin la presencia de vegetación (Figura 4.9).

Por la tarde la situación se modificó, los valores más altos de humedad relativa fueron del 60 %. Estos se ubicaron irregularmente en el balneario: hacia el O y SE a los cuales se le puede asociar una influencia marina y otros al NO, distantes entre sí y posiblemente vinculados a la presencia de forestación. El centro de la ciudad fue el más seco con un 50 % de humedad relativa (Figura 4.10). Durante la mañana el centro de la

ciudad se presentó más húmedo que en el momento de máxima temperatura y con algunos sitios secos distribuidos de manera aislada.

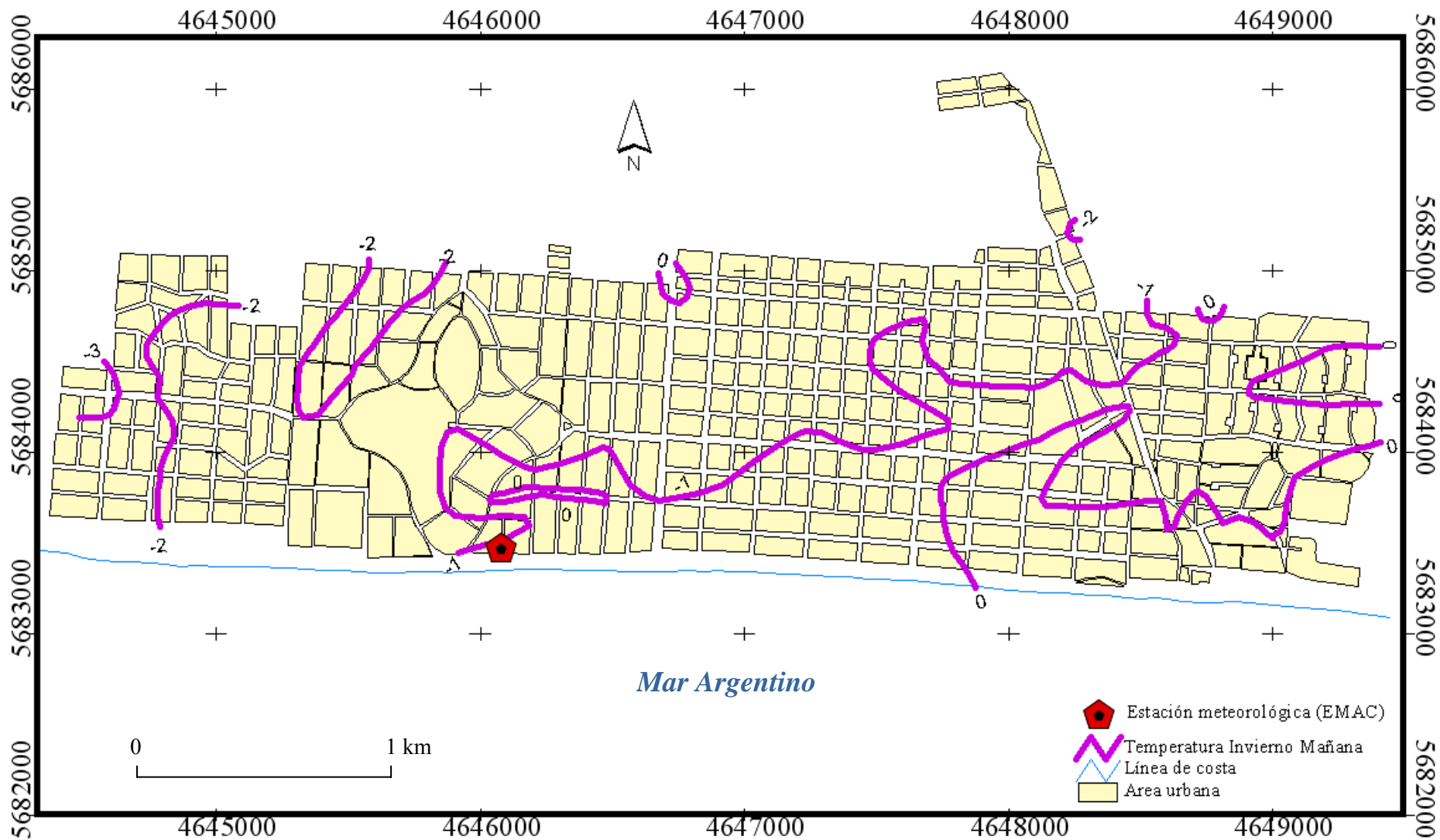


Figura 4.7. Temperatura (°C) en el balneario Monte Hermoso el 8 de junio de 2010, a las 07:30 h local. Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantincó Cisneros, 2011).

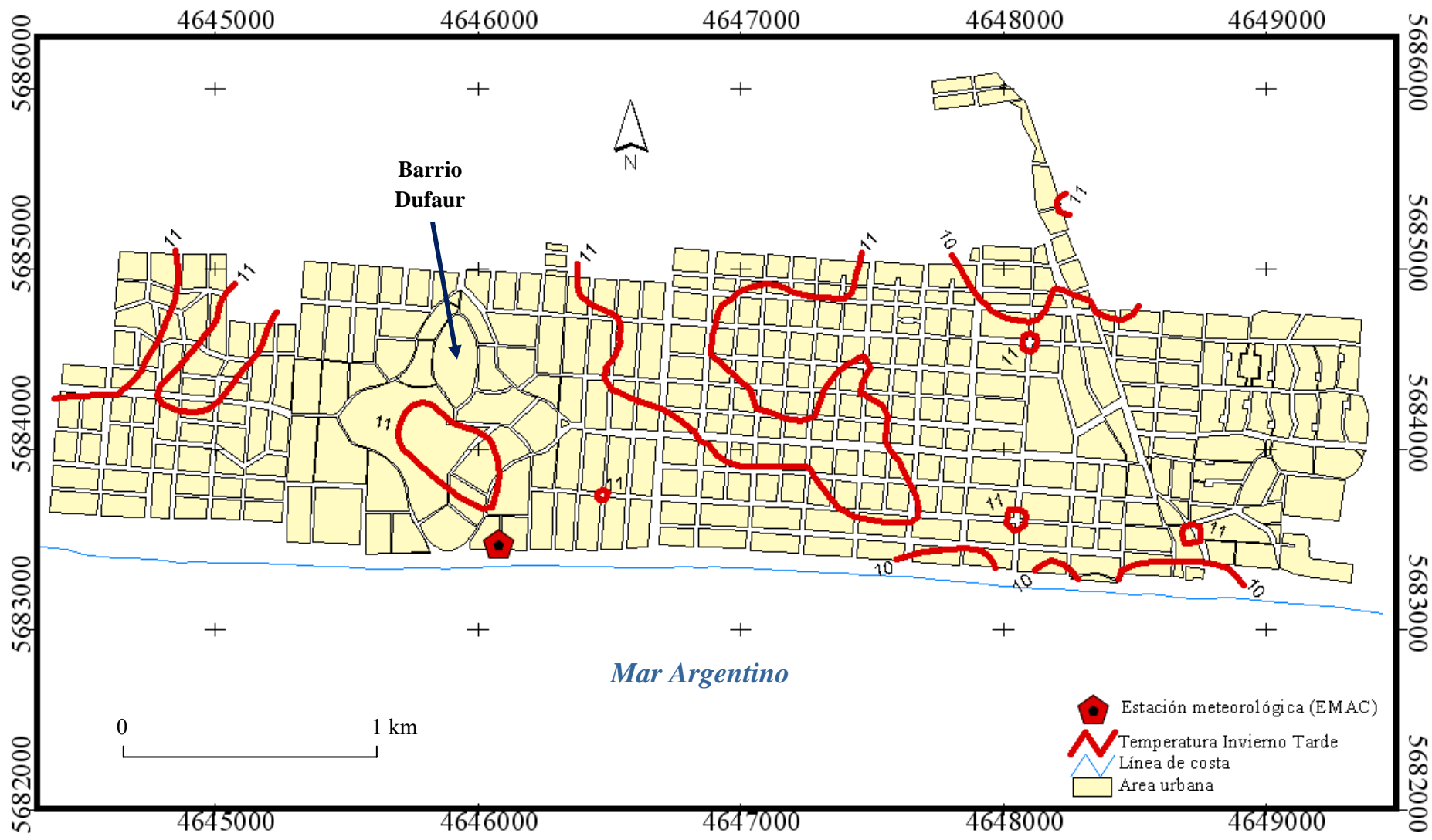


Figura 4.8. Temperatura (°C) en el balneario Monte Hermoso el 8 de junio de 2010, a las 14:30 h local.
 Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantinc Cisneros, 2011)

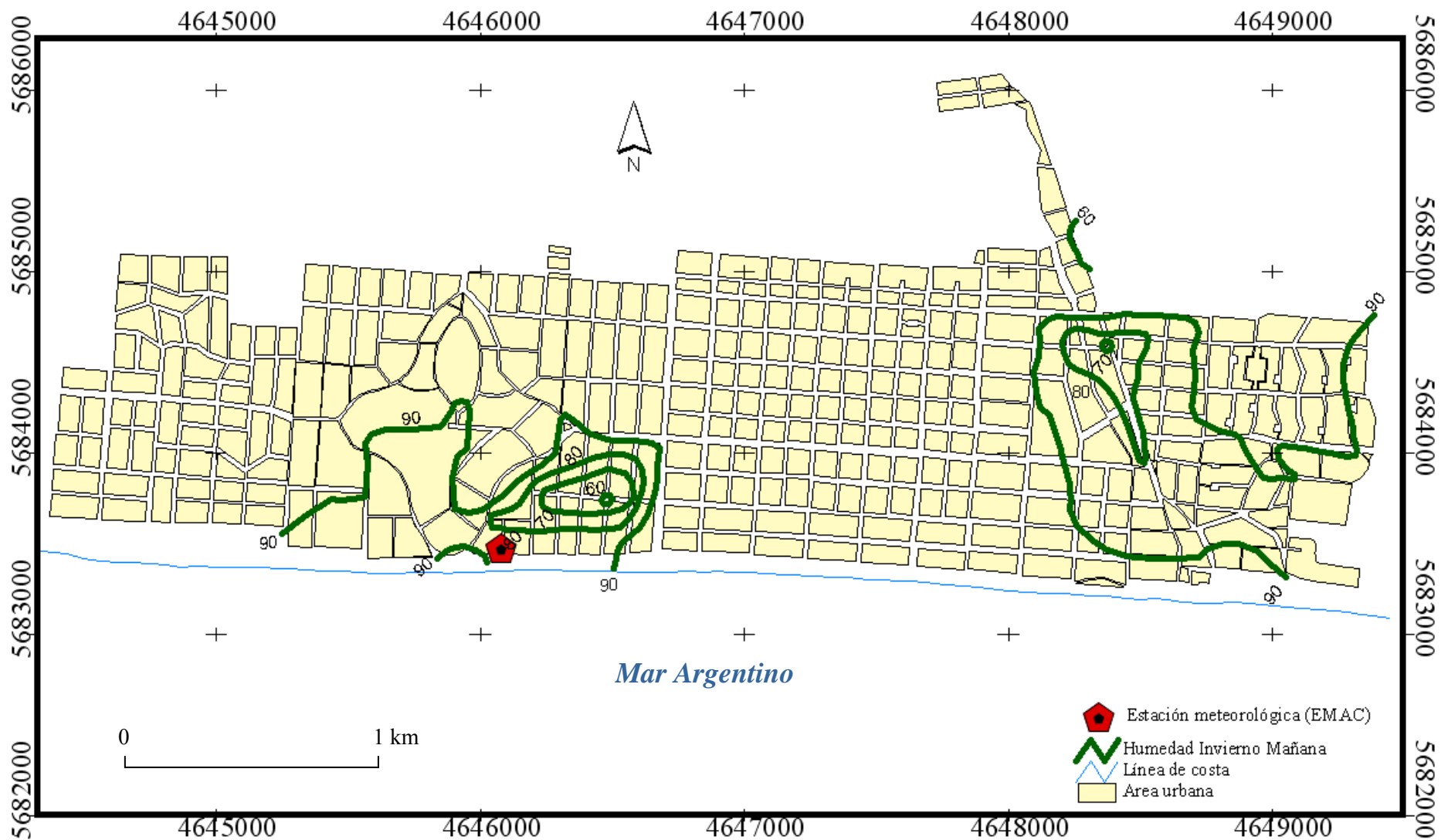


Figura 4.9. Humedad (%) en el balneario Monte Hermoso el 8 de junio de 2010, a las 07:30 h local.

Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantinc Cisneros, 2011).

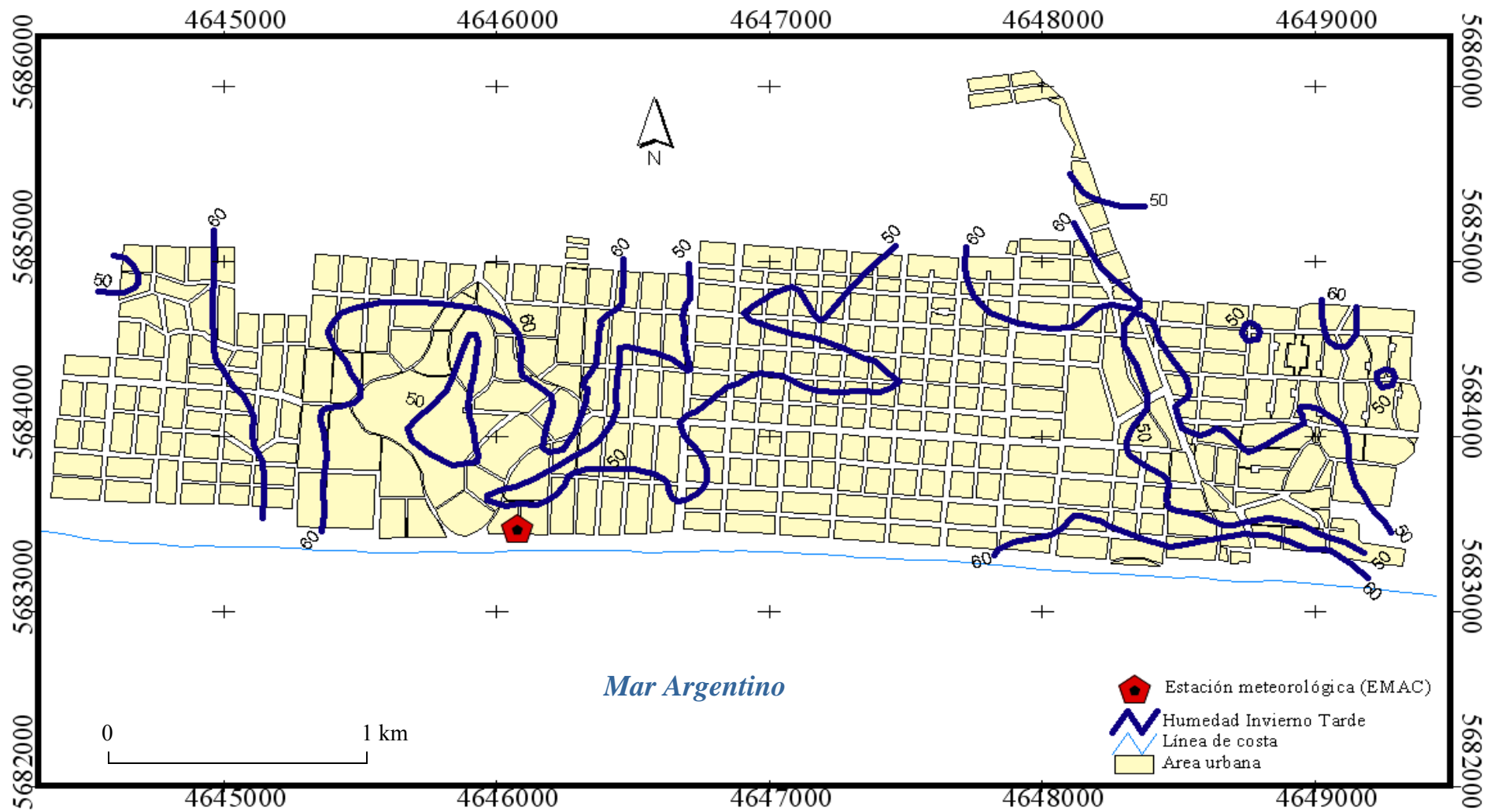


Figura 4.10. Humedad (%) en el balneario Monte Hermoso el 8 de junio de 2010, a las 14:30 h local.
 Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantín Cisneros, 2011).

4.5- Isla de calor de primavera

El 01 de noviembre de 2010 presentó una situación sinóptica estable. La misma se caracterizó por la influencia de un centro anticiclónico (1023 hPa) sobre el centro del país que provocó prácticamente la ausencia de nubosidad sobre el área de estudio (Figura 4.11 a, b). Las condiciones meteorológicas de ese día presentaron una amplitud térmica de 8,8 °C. La máxima temperatura registrada fue de 17,4 °C a las 18:05 h y una mínima de 8,6 °C a las 02:15 h. Los máximos valores de humedad (100 %) se registraron hasta las 09:45 h. El mínimo valor de humedad relativa se registró a las 16:35 h con 71 %. Durante el resto de la jornada los valores de humedad oscilaron entre el 70 y 90 % (Figura 4.12.). Cabe señalar que al momento de realizar las mediciones las condiciones eran de calma.

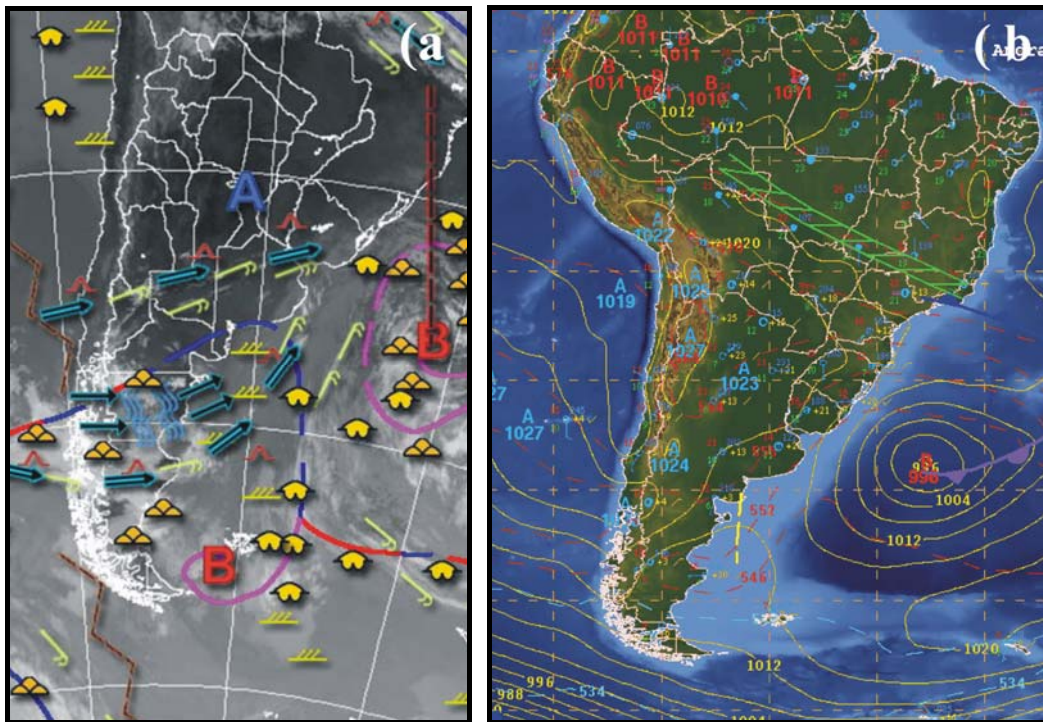


Figura 4.11. Situación sinóptica del día 01-11-2010: a) Nefoanálisis e imagen satelital del Servicio Meteorológico Nacional y b) Carta del tiempo en altura del INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

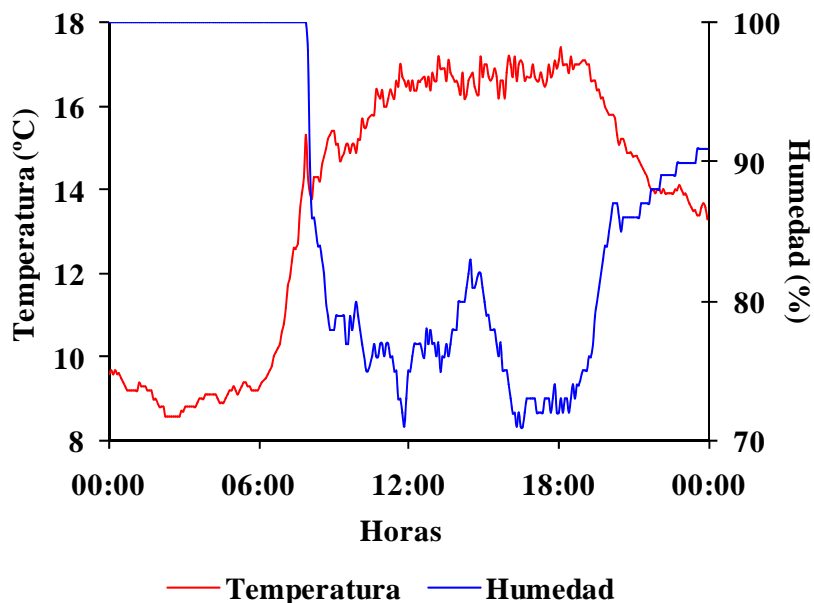


Figura 4.12. Distribución de la temperatura y humedad relativa del día 01-11-2010.

4.5.1- Distribución térmica durante la mañana y la tarde

Durante la mañana de primavera la intensidad de la isla de calor fue de 2 °C. El sector Centro-Este se presentó más cálido que el Centro-Oeste. El área más cálida se observó cercana a la costa con 12 °C (Figura 4.13). La misma coincidió con un sector de la rambla, densamente urbanizada, de calles asfaltadas y escaso arbolado.

Si se observa la distribución general de la temperatura, dos lenguas frías de 10 °C se identificaron en el Norte de la ciudad asociadas al arbolado urbano y a una zona poco urbanizada. Estas características se repitieron para otra área fría del sector Centro-Oeste con la misma temperatura. El punto más frío (9 °C) coincidió con una zona arbolada y calle de tierra. De esta manera se diferenciaron claramente dos zonas: una más cálida ubicada al S del balneario y una más fría en el norte y centro (Figura 4.13). Las áreas frías siguieron los límites definidos por la presencia de vegetación y la sombra que producen.

Se presenta una heterogeneidad en la distribución de las temperaturas durante la tarde de primavera. La intensidad de la isla de calor fue de 3 °C. El sector Centro-Oeste se observó más cálido que el Centro-Este (Figura 4.14). Una isla de 20 °C, la máxima, coincidió con una esquina con alto tránsito vehicular. Las áreas más cálidas se vincularon a zonas con presencia de construcciones, calles amplias de arena, con escasa o sin vegetación y la existencia de zonas arenosas (cercanas al mar).

Islas más frescas (17 °C) se identificaron en puntos específicos de la ciudad (Figura 4.14). La más grande de ellas se ubicó en la zona costera (sector Centro-Este) a lo largo de todas las cuadras que coinciden con edificios en altura. La sombra de éstos produce un “efecto sombrilla” sobre la playa. El resto de las zonas frías estuvieron asociadas a la sombra producida por el arbolado urbano y áreas parquizadas.

Se observaron diferencias térmicas importantes a lo largo del día. Las áreas más frescas de la mañana no lo fueron durante la tarde, transformándose en las más cálidas. Los bordes de las islas siguen las vías urbanas, donde no se observó sombra. En cercanías al mar, los sectores más cálidos de la mañana se convirtieron en los más frescos de la tarde debido a la acción moderadora del mar.

4.5.2- Distribución de la humedad relativa durante la mañana y la tarde

Los espacios más húmedos de la ciudad, durante la mañana, se observaron en la periferia de los sectores Centro-Oeste y Centro-Este con valores del 80 % de humedad relativa (Figura 4.15). Este porcentaje se asoció a sitios poco urbanizados y con presencia de vegetación. El área central de la ciudad registró un 70 % de humedad relativa con una distribución irregular. Los mismos estuvieron vinculados a sectores con mucha edificación. Se identificaron dos áreas de menor humedad relativa (60 %) en el norte de balneario, en espacios con escasa vegetación, calles de tierra y lotes sin ocupar. De esta manera, la ciudad fue más seca en el centro contrastando con la periferia (Figura 4.15).

Esta situación se invirtió por la tarde cuando los mayores valores de humedad (60 %) se ubicaron en gran parte de la ciudad (Figura 4.16). Se conformó una amplia zona húmeda que abarcó todo el sector Centro-Este y parte del Centro-Oeste. La forma que presenta este ingreso de humedad refleja la influencia del mar. Hacia la periferia del sector Centro-Oeste y en otros al resguardo de la acción del mar se evidenciaron valores de 50 y 40 % de humedad relativa. Esta situación se observó al NE de la ciudad, en la zona de acceso, con valores de 50 % de humedad relativa (Figura 4.16).

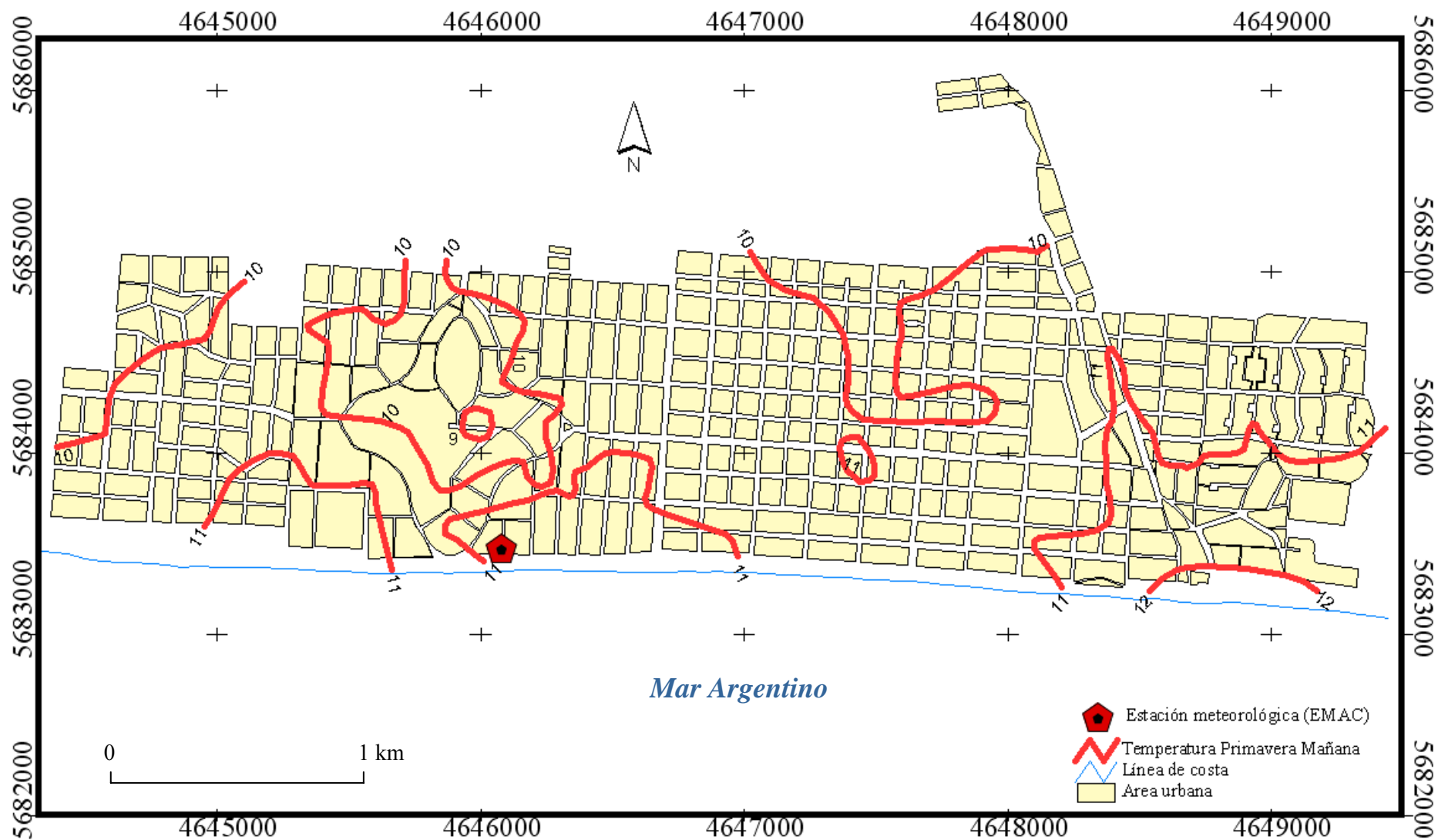


Figura 4.13. Temperatura (°C) en el balneario Monte Hermoso el 1 de noviembre de 2010, a las 07:30 h local.
 Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantinc Cisneros, 2011).

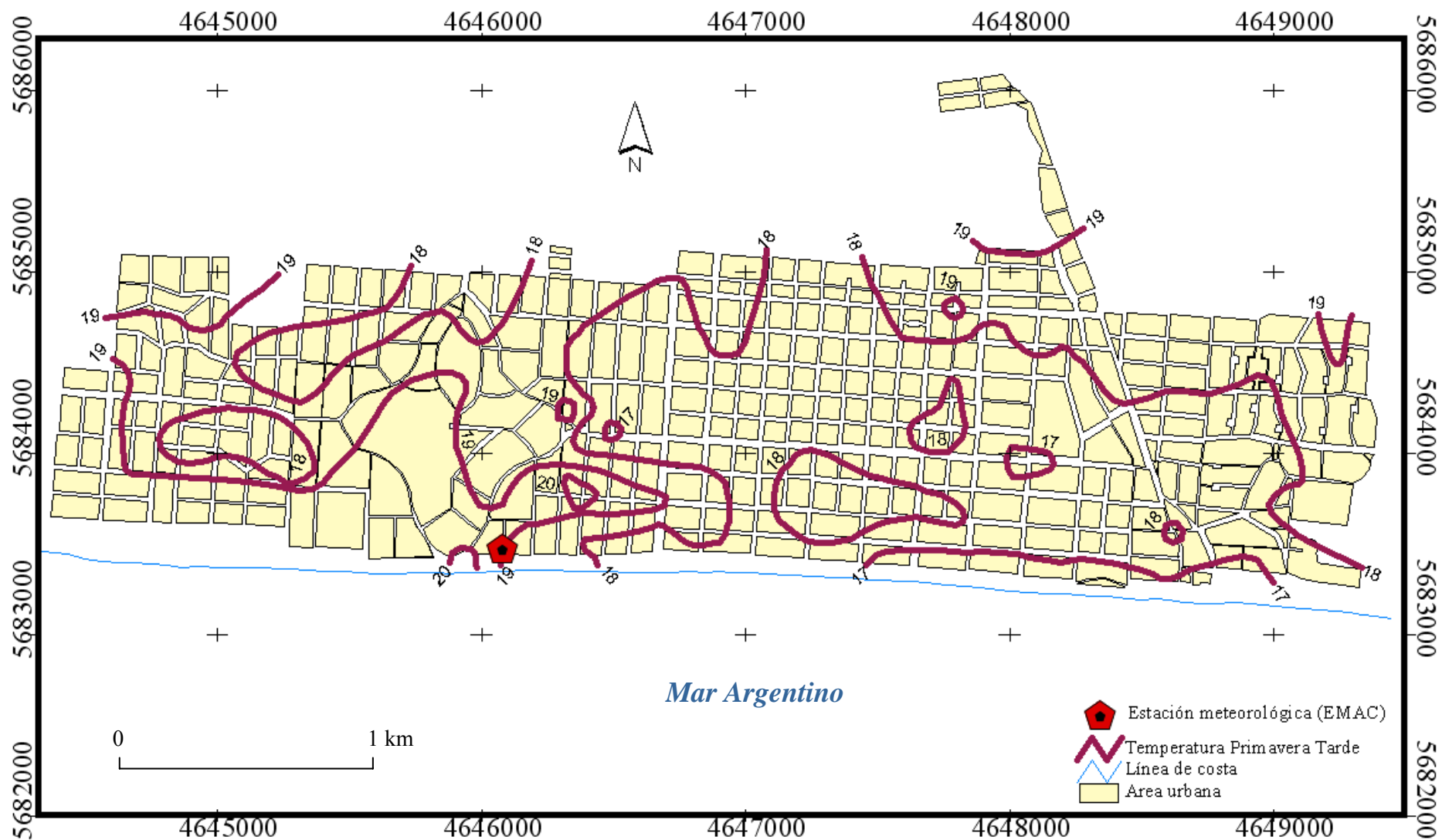


Figura 4.14. Temperatura (°C) en el balneario Monte Hermoso el 1 de noviembre de 2010, a las 14:30 h local.
 Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantinc Cisneros, 2011).

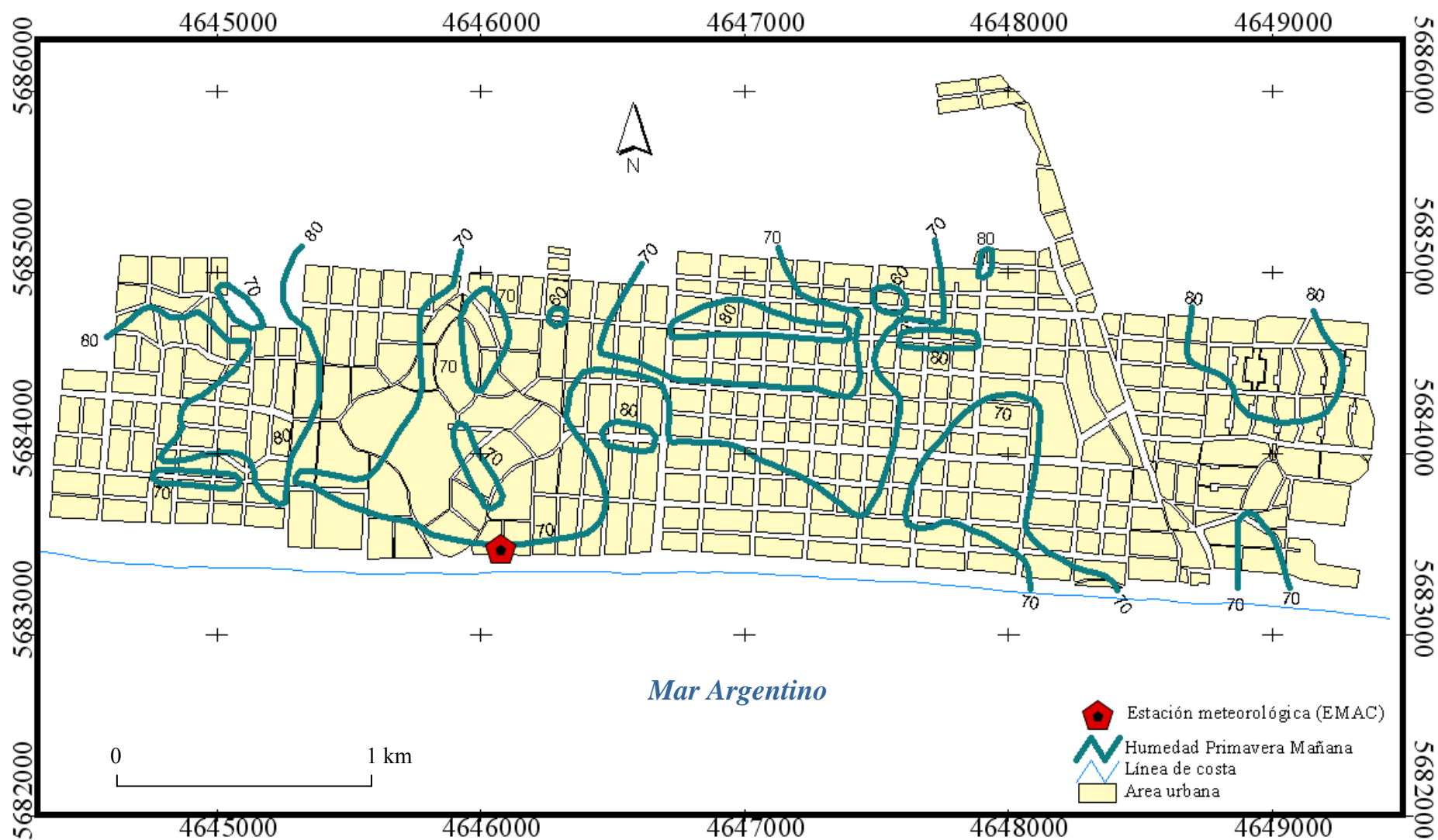


Figura 4.15. Humedad (%) en el balneario Monte Hermoso el 1 de noviembre de 2010, a las 07:30 h local.

Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantincio Cisneros, 2011).

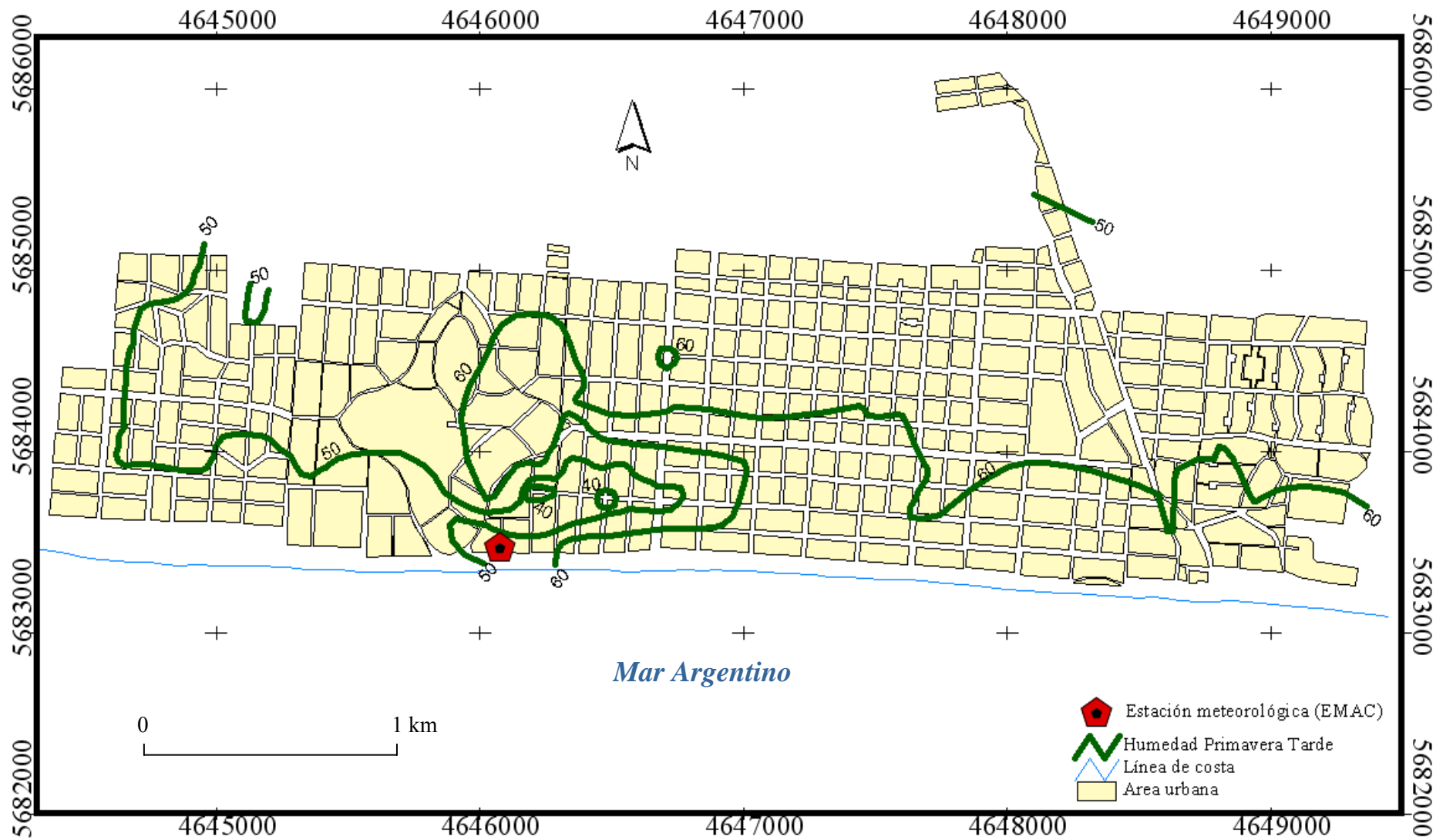


Figura 4.16. Humedad (%) en el balneario Monte Hermoso el 1 de noviembre de 2010, a las 14:30 h local.

Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantincio Cisneros, 2011).

4.6- Isla de calor de verano

La situación sinóptica del día de medición (11-02-2011) se muestra en la Figura 4.19. Se observa la acción de un centro de alta presión (1017 hPa) ubicado en el SE de la provincia de Buenos Aires. La presión atmosférica media, en el área de estudio, fue de 1013,4 hPa (Figura 4.17a,b). Las condiciones meteorológicas de ese día fueron buenas presentando una leve nubosidad durante las mediciones. La temperatura mínima fue de 13,1 °C a las 7 h y la máxima se registró a las 10 h con 26,1 °C. La amplitud térmica fue de 13 °C. La humedad relativa osciló entre el 48 y 99 %. Los máximos valores se registraron durante la madrugada. La menor humedad relativa se presentó a las 9:45 h con 48 % (Figura 4.18). Las situaciones de calma predominaron durante las mediciones.

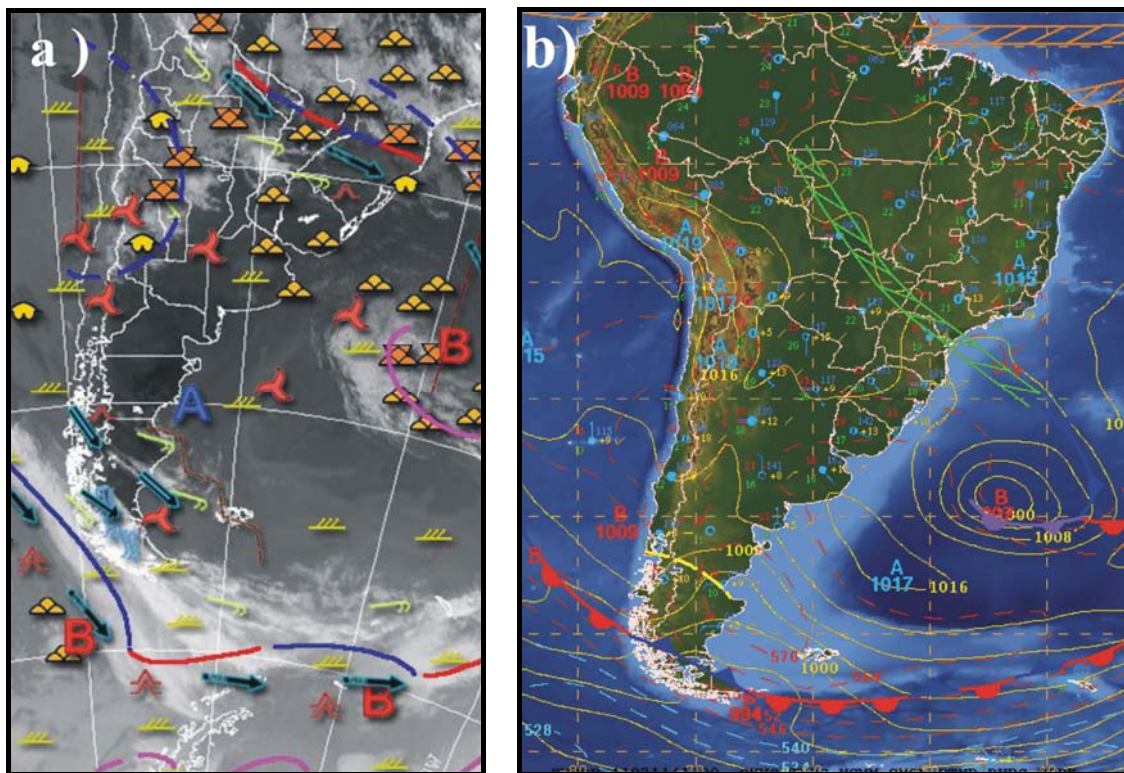


Figura 4.17. Situación sinóptica del día 11-02-2011: a) Nefoanálisis e imagen satelital del Servicio Meteorológico Nacional y b) Carta del tiempo en altura del INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

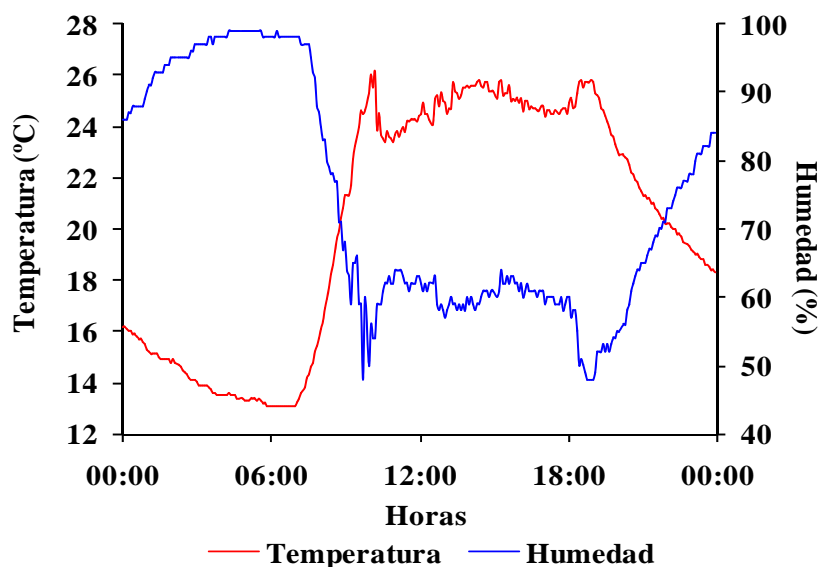


Figura 4.18. Distribución de la temperatura y humedad relativa del día 11-02-2011.

4.6.1- Distribución térmica durante la mañana y el tarde

La intensidad de la isla de calor en la mañana estival fue de 2 °C. El área costera del sector Centro-Este fue la más cálida respecto del resto de la ciudad con 14 y 14,5 °C. Se observaron algunas islas cálidas (14 °C) distribuidas irregularmente en ambos sectores. Estos espacios cálidos coincidieron con zonas densamente urbanizadas, calles de asfalto, de escasa cobertura vegetal, presencia de terrenos baldíos áreas medianosas. El sector más fresco (12,5 °C) del balneario se ubicó en el extremo Noreste del balneario (Figura 4.19). Se ubicó en un espacio dominado por lotes forestados, cercanía a zona boscosa, calles de tierra y ausencia de construcciones. Al observar la distribución de calor durante la mañana quedaron definidos tres sectores. Uno más cálido (14 y 14,5 °C) ubicado principalmente al S y SE de la ciudad; uno intermedio (13 y 13,5 °C) distribuido en gran parte del área urbana y otro frío (12,5 °C) en el extremo NE de la misma (Figura 4.19).

Por la tarde la intensidad de la isla de calor fue de 3 °C La zona costera fue más fresca que el resto de la ciudad (Figura 4.20). La isla más fría (25 °C) se presentó en el sector Centro-Oeste. La misma estuvo asociada al arbolado urbano existente Esta característica fue compartida por otras islas frescas (26 °C), a la que se sumó la influencia del mar en algunos sectores (Figura 4.20).

Las áreas más cálidas se observaron hacia el Norte del balneario y en otros puntos distribuidos de manera dispersa. Las zonas cálidas (28 °C) estuvieron asociadas a espacios abiertos, con escasa vegetación, zonas de baldío, de menor concentración edilicia y presencia de áreas medanosas no ocupadas. Ejemplo de esto último es la isla identificada en el Barrio Dufaur (sector Centro-Oeste). En líneas generales, al mediodía se observó que el balneario fue más cálido hacia el Norte y se tornó más fresco en dirección a la costa (Figura 4.20).

La distribución térmica fue diferente entre la mañana y la tarde. El patrón térmico se invirtió. Las áreas cálidas de la mañana fueron las más frescas de la tarde. Por la mañana, la periferia Norte del balneario fue más fresca que la zona costera. En horas de la tarde se transformó en la más cálida.

4.6.2- Distribución de la humedad relativa durante la mañana y la tarde

Los sectores más húmedos (95 %) durante la mañana, coincidieron con las áreas periféricas del balneario (Figura 4.21). De la periferia al centro de la ciudad los valores de humedad relativa fueron menores (80 %). Los máximos valores (90 y 95 %) se vincularon con espacios con presencia de vegetación. En el sector costero de la ciudad se observaron valores de 90 y 85 % de humedad relativa (Figura 4.21).

En horas de la tarde se observó una zona más húmeda en el sector Centro-Este bajo la influencia del mar (asociado, tal vez, al ingreso de la brisa de mar). Todo el sector Norte y Centro-Oeste del balneario contaron con los valores más bajos de humedad relativa (entre 35 y 45 %) (Figura 4.22). Estos últimos se asociaron a espacios sin vegetación, con edificación concentrada, áreas baldío y medanosas.

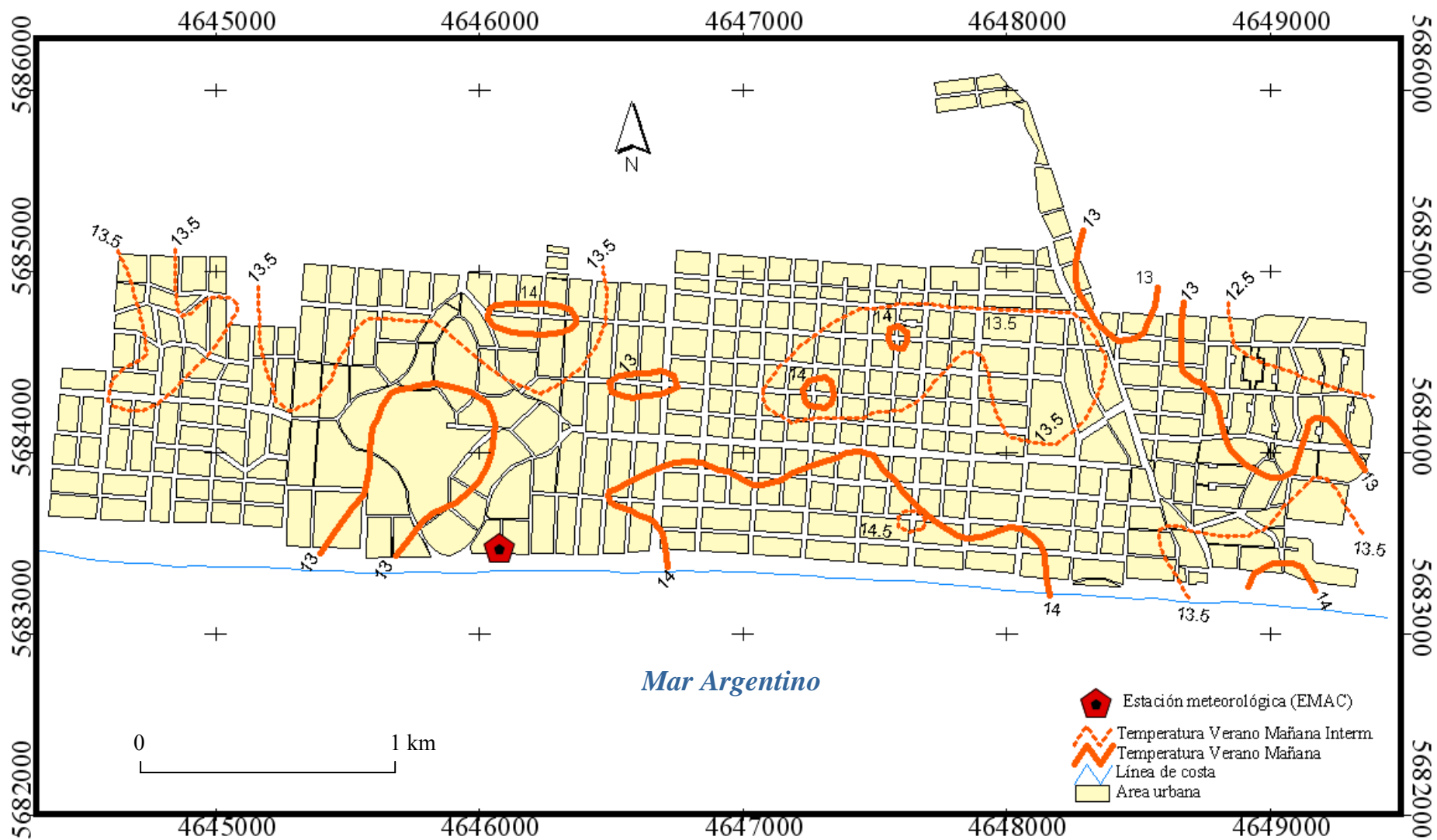


Figura 4.19. Temperatura (°C) en el balneario Monte Hermoso el 11 de febrero de 2011, a las 07:30 h local.

Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantincio Cisneros, 2011).

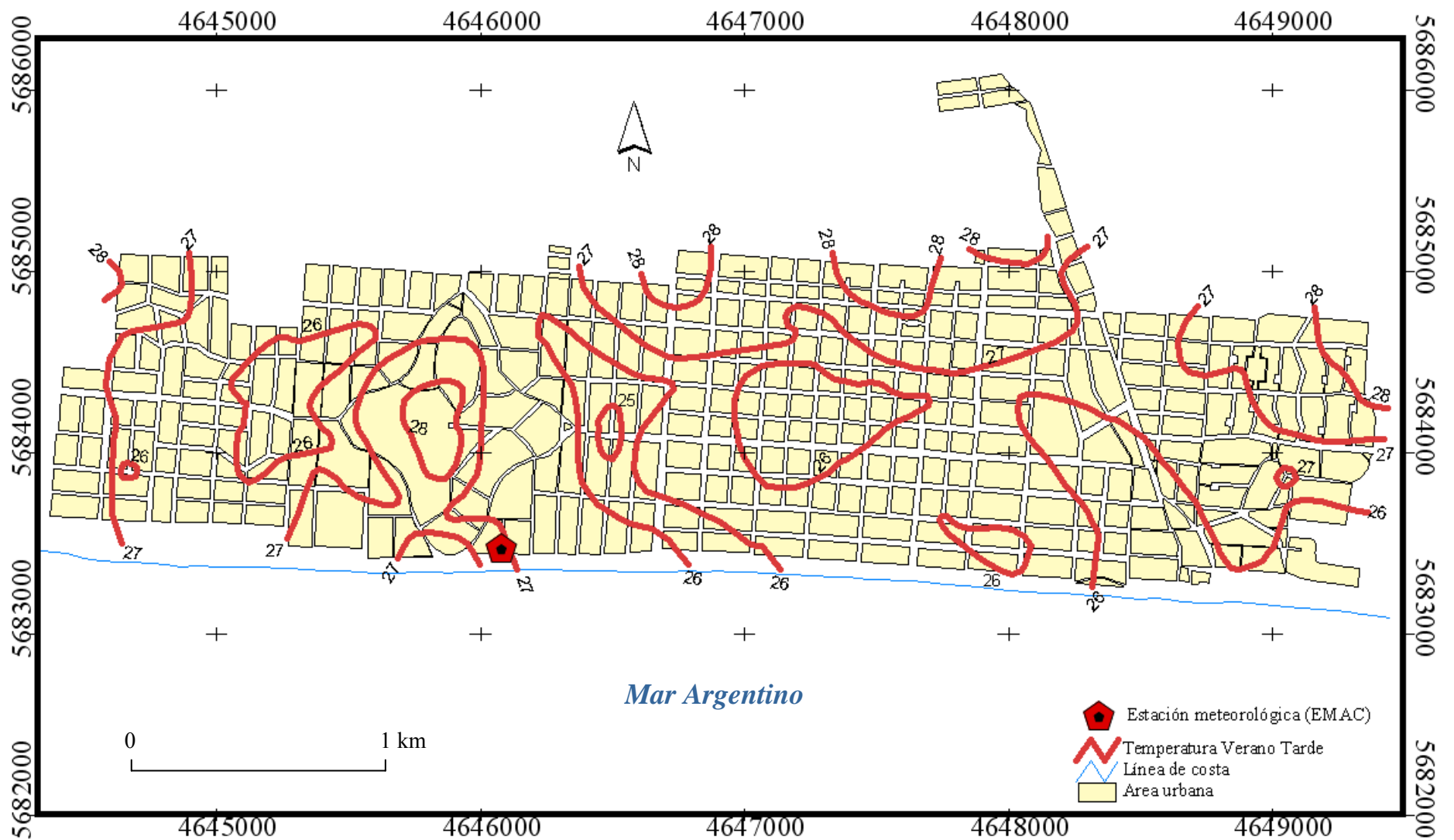


Figura 4.20. Temperatura (°C) en el balneario Monte Hermoso el 11 de febrero de 2011, a las 14:30 h local.

Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantincio Cisneros, 2011).

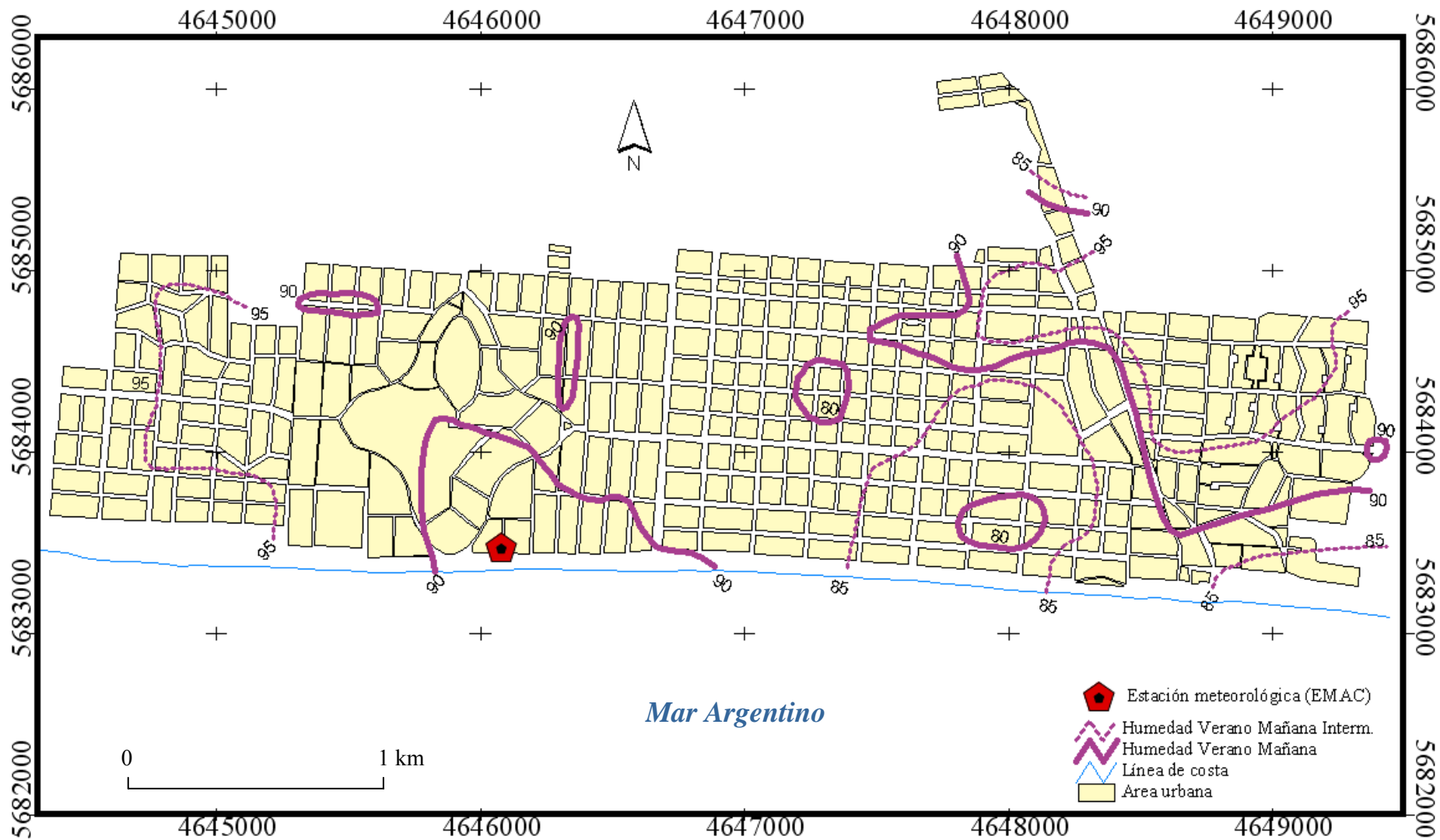


Figura 4.21. Humedad (%) en el balneario Monte Hermoso el 11 de febrero de 2011, a las 07:30 h local.
 Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantinc Cisneros, 2011).

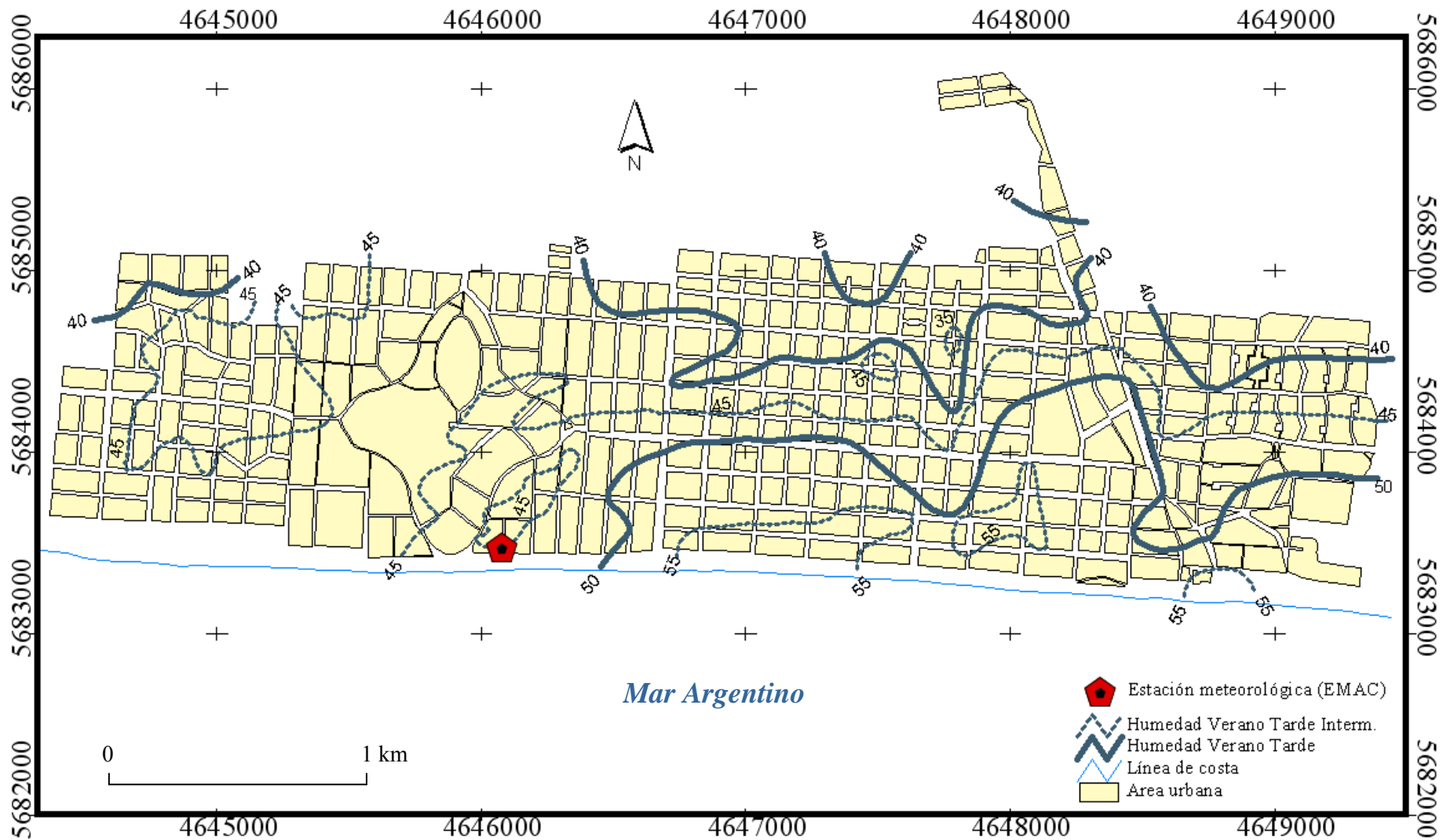


Figura 4.22. Humedad (%) en el balneario Monte Hermoso el 11 de febrero de 2011, a las 14:30 h local.

Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantincio Cisneros, 2011).

4.7- Isla de calor de Otoño

El 26 de mayo de 2011 presentó una situación sinóptica bajo la acción de un centro de alta presión (1029 hPa) sobre gran parte del territorio argentino incluyendo el área de estudio (Figura 4.23a,b). En cuanto a las condiciones meteorológicas, la temperatura máxima se registró a las 13:20 h con 12,6 °C y la mínima fue de 4,6 °C a las 23:40 h. La amplitud térmica fue de 8 °C. Los valores de humedad oscilaron entre el 70 y 97 %. Los máximos valores de humedad relativa se registraron en algunas horas de la mañana y hacia el final de la jornada. En cambio, el menor valor de humedad (73 %) se registró en el momento de las máximas temperaturas (Figura 4.24).

El día de medición se caracterizó por una mañana fresca, cielo despejado y calma. Cabe señalar que alrededor de las 7 horas se presentó una situación de niebla en zonas aledañas al balneario y que luego se dispersó con la salida del sol. Al mediodía la temperatura aumentó y se mantuvieron las condiciones de cielo despejado y condiciones de calma. Al momento de finalizar las mediciones se percibió una leve brisa (cerca a las 14 h).

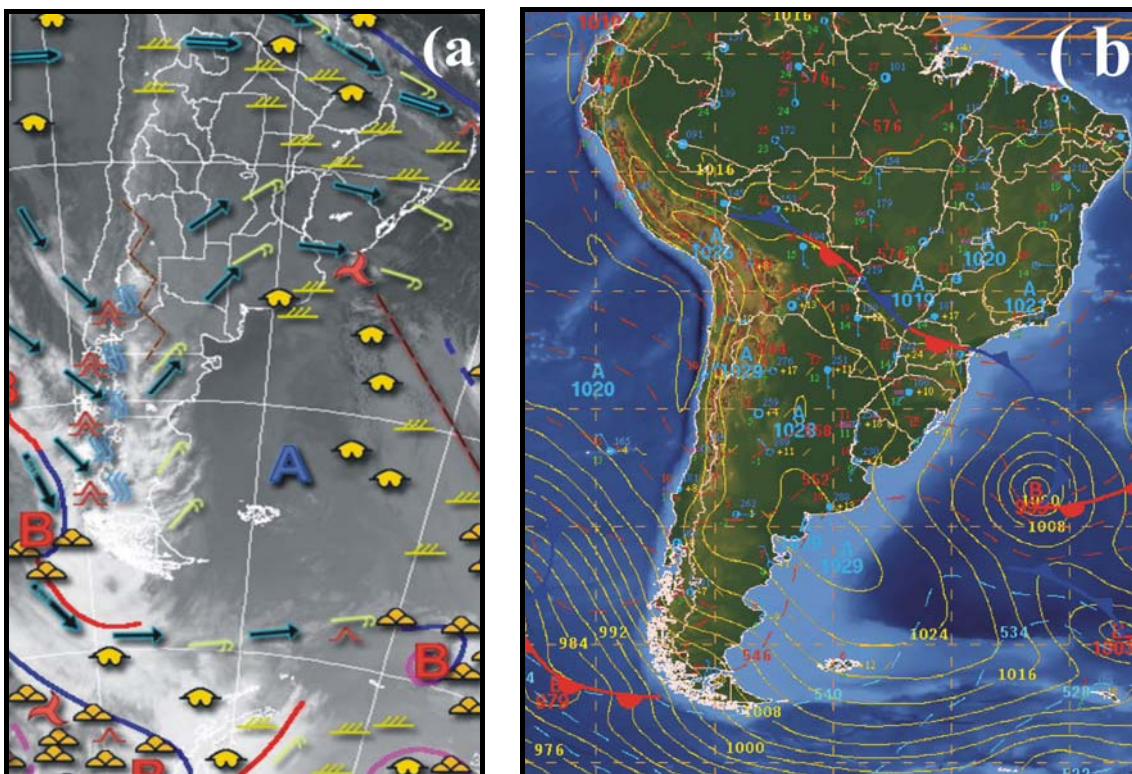


Figura 4.23. Situación sinóptica del día 26-05-2011: a) Nefoanálisis e imagen satelital del Servicio Meteorológico Nacional y b) Carta del tiempo en altura del INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

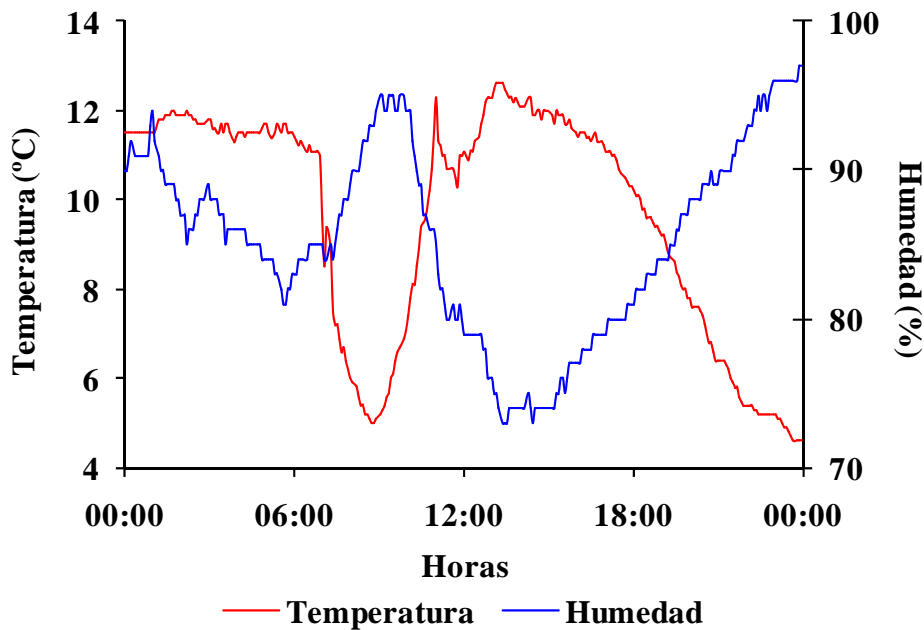


Figura 4.24. Distribución de la temperatura y humedad relativa del día 26-05-2011.

4.7.1- Distribución térmica durante la mañana y la tarde

La intensidad de la isla de calor fue de 1 °C. La distribución del calor fue relativamente homogénea en toda la ciudad con temperaturas entre los 9 y 10 °C. El sector Centro-Este fue más cálido que el Centro-Oeste (Figura 4.25). Las zonas más cálidas se vincularon a espacios con alta concentración edilicia o presencia de edificaciones, espacios no ocupados sin vegetación o cercanos a zonas medianosas. Las zonas más frescas estuvieron asociadas a espacios abiertos con escasa cobertura vegetal y calles de tierra. Aunque, se destaca la distribución térmica homogénea de este día de medición.

En horas de la máxima temperatura, la intensidad de la isla de calor fue de 2,5 °C. El sector Centro-Oeste se presentó más cálido que el Centro-Este. Además, se observó que la ciudad se tornó más fría en dirección al mar (Figura 4.26). En ambos sectores, las islas cálidas (13 °C) se distribuyeron irregularmente (Figura 4.26). Las mismas se asociaron a espacios con vegetación escasa o nula, áreas medianosas (como en el barrio Dufaur) o siguieron el trazado de calles anchas expuestas a la acción del sol. Se destacó la presencia de un punto cálido de 14 °C en el centro del balneario (Figura 4.26). Este espacio se caracterizó por la presencia de una manzana no urbanizada y carente de vegetación.

Las áreas frescas del balneario se hallaron distribuidas de manera dispersa en cercanías del mar o en espacios con abundante vegetación (Figura 4.26). La zona más fría (11,5 °C) se identificó en la costanera (rambla) en un área densamente urbanizada y con predominio de edificios en altura (sombra sobre la playa).

4.7.2- Distribución de la humedad relativa durante la mañana y la tarde

Durante la mañana, la humedad relativa presentó valores homogéneos. Aún así quedaron definidas islas húmedas del 90 % (Figura 4.27). Estas se localizaron, claramente, en sitios bajo la influencia del arbolado (como en el N y centro del balneario) o del mar (al S). Los sectores periféricos, E y O de la planta urbana, tuvieron valores superiores de humedad relativa que oscilaron entre el 91 y 94 %. De esta manera, el centro de la ciudad tendió a ser menos húmedo que la periferia.

En horas de la máxima temperatura, la distribución predominante de la humedad relativa fue del 60 %. Las zonas más húmedas (70 %) se ubicaron en el sector Centro-Este del balneario (Figura 4.28). Las mismas coincidieron con espacios vegetados y bajo la acción del mar. El área con menor humedad relativa (50 %) se identificó en el sector Centro-Oeste (Figura 4.28). Este estuvo asociado a espacios bajo la influencia de áreas medianosas y espacios abiertos con escasa vegetación. De este modo, el sector Centro-Este se caracterizó por ser el más húmedo respecto de su opuesto.

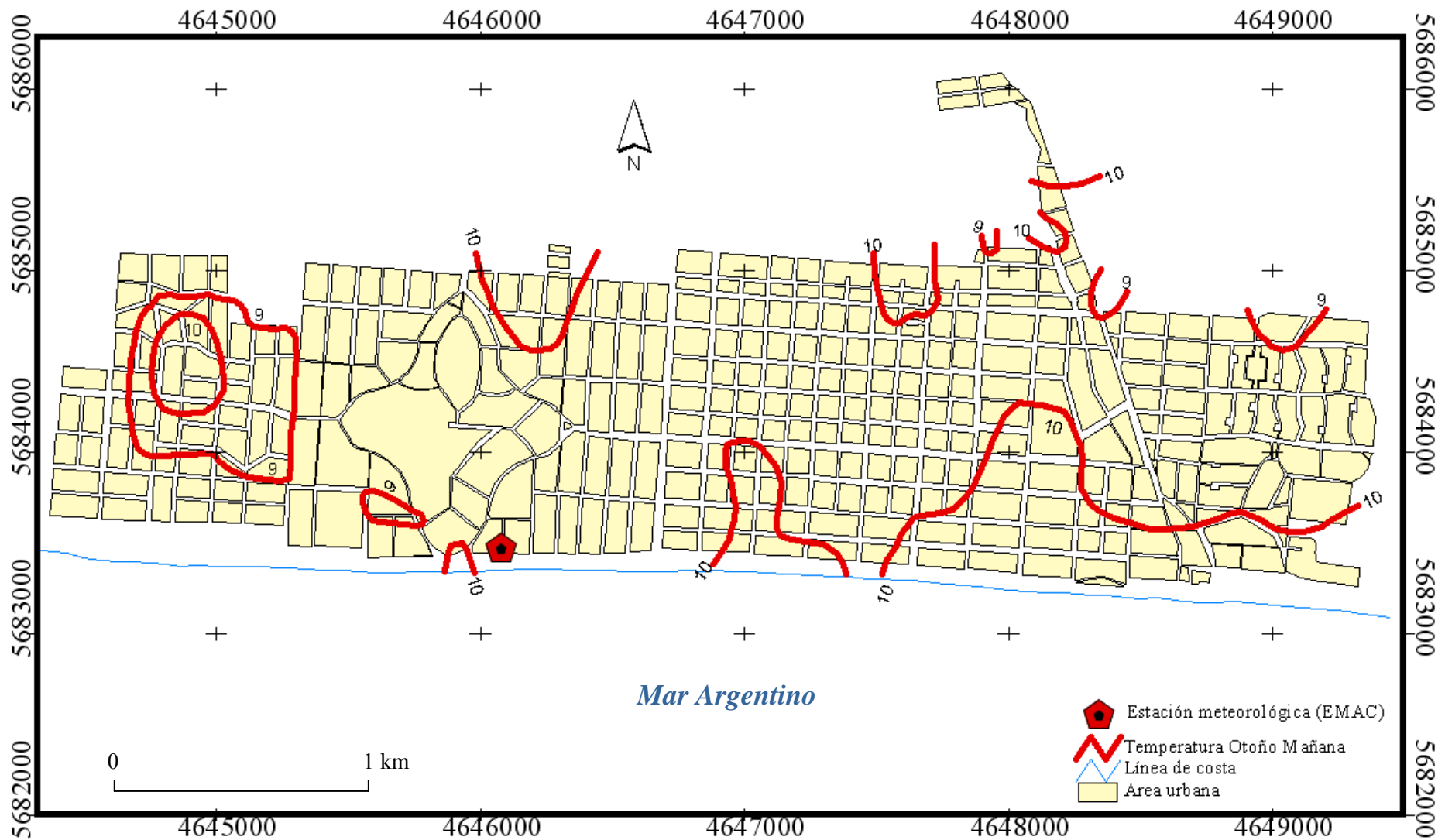


Figura 4.25. Temperatura (°C) en el balneario Monte Hermoso el 26 de mayo de 2011, a las 07:30 h local.

Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantincio Cisneros, 2011).

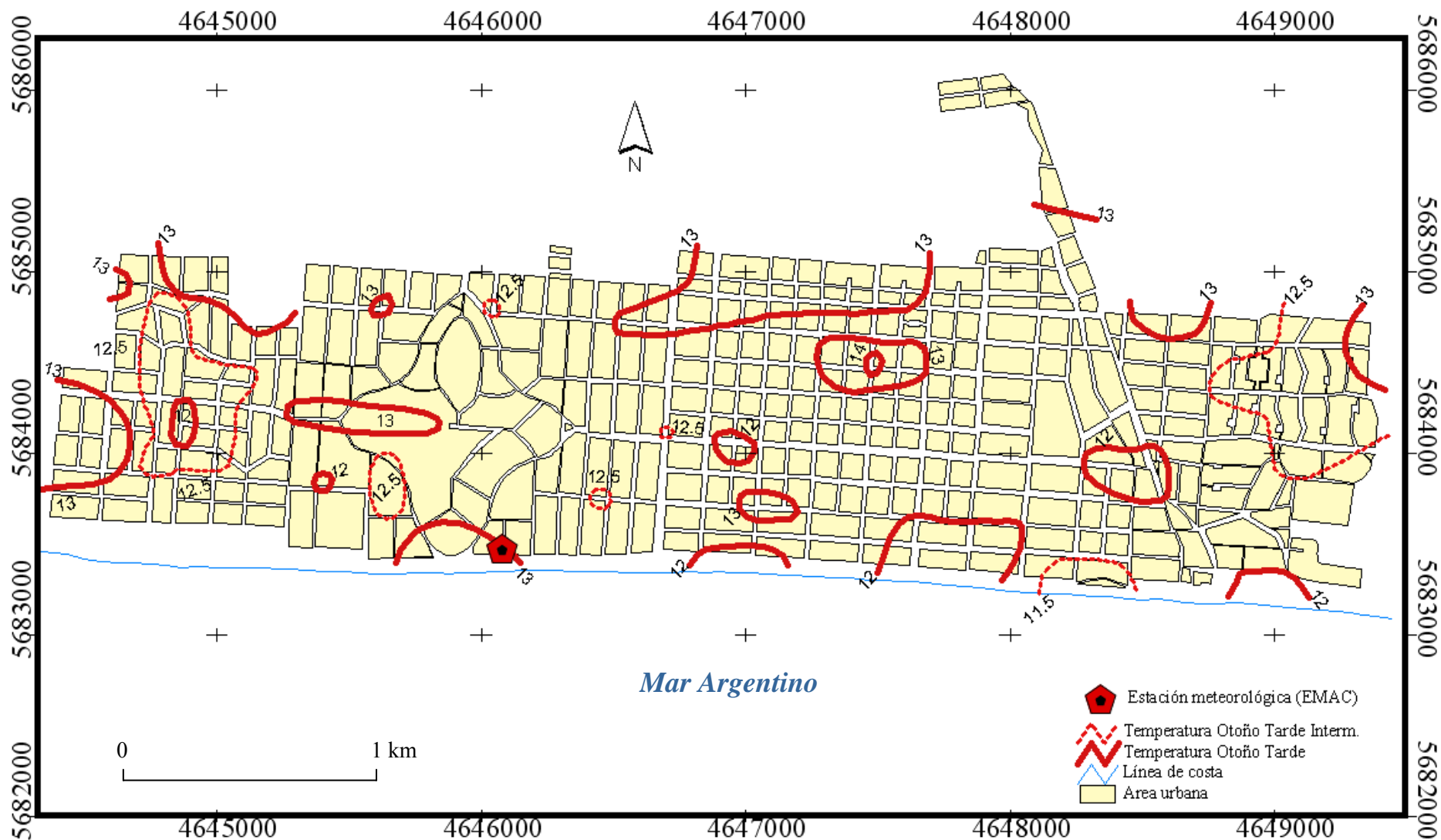


Figura 4.26. Temperatura (°C) en el balneario Monte Hermoso el 26 de mayo de 2011, a las 14:30 h local.

Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantincio Cisneros, 2011).

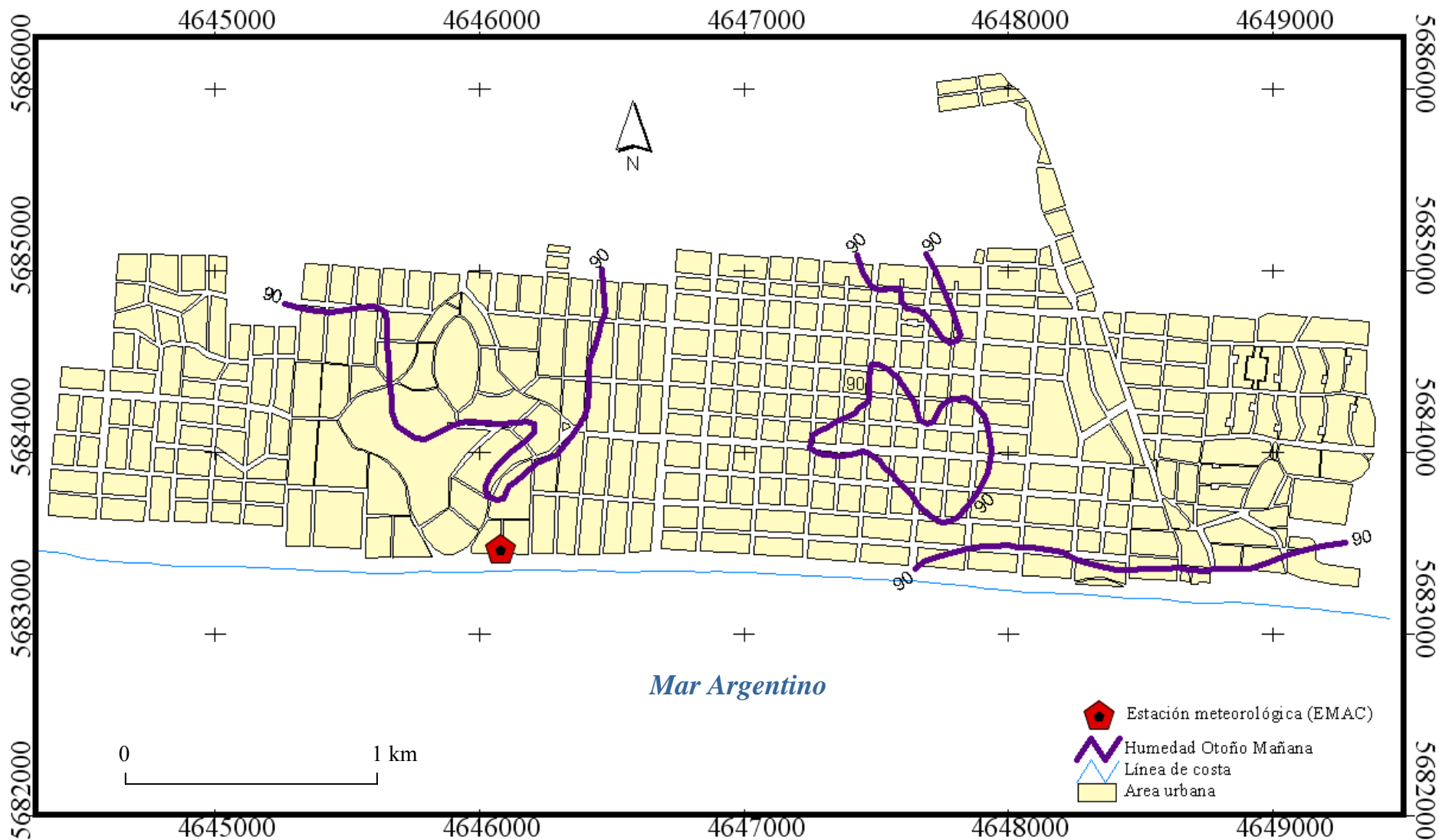


Figura 4.27. Humedad (%) en el balneario Monte Hermoso el 26 de mayo de 2011, a las 07:30 h local.

Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantincio Cisneros, 2011).

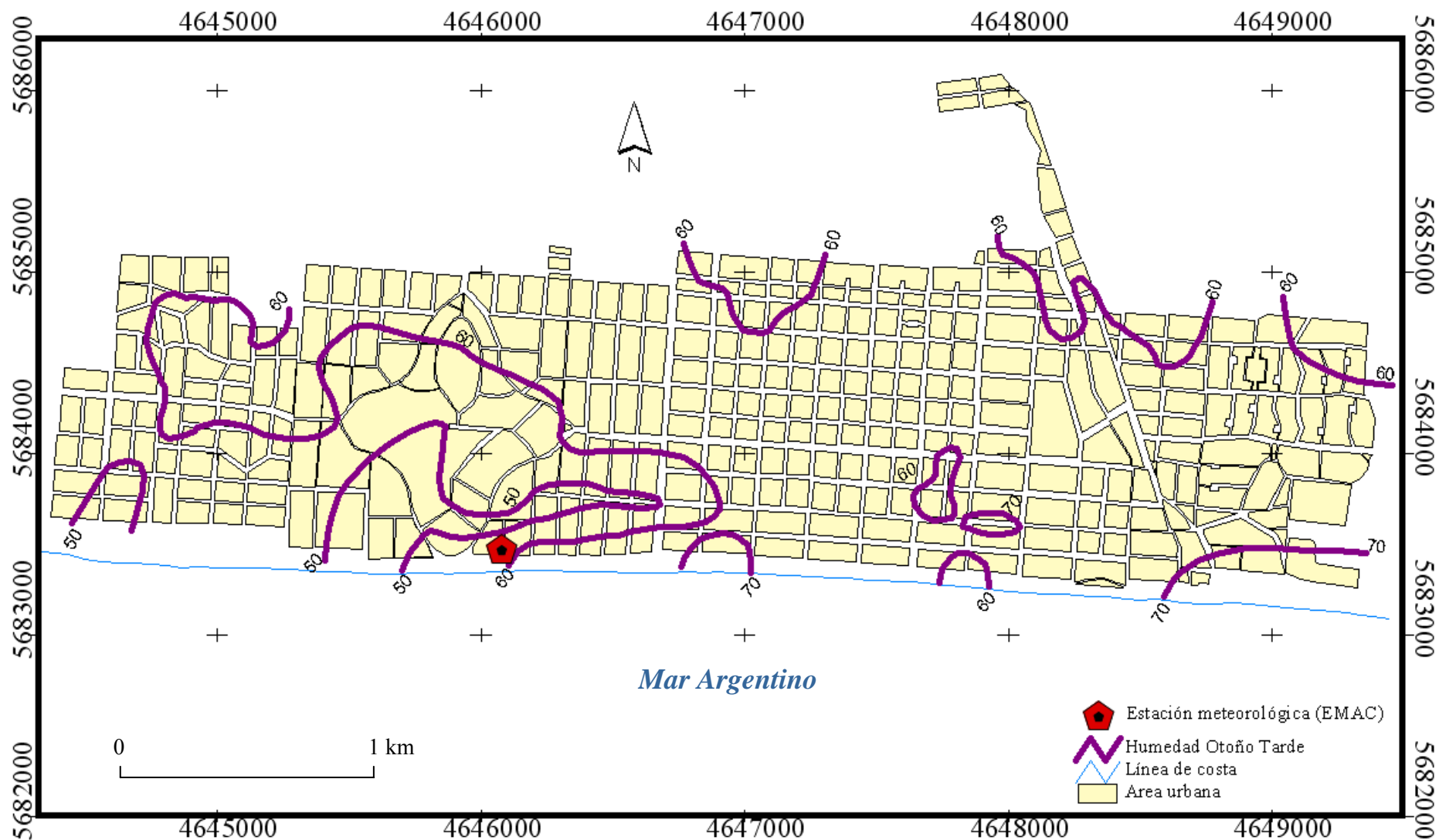


Figura 4.28. Humedad (%) en el balneario Monte Hermoso el 26 de mayo de 2011, a las 14:30 h local.

Fuente: Modificado del plano de Monte Hermoso, Municipalidad de Monte Hermoso (Revollo Sarmiento y Huamantínco Cisneros, 2011)

4.8- Conclusiones

El balneario presentó importantes variaciones térmicas estacionales. Los valores de la intensidad de la isla de calor oscilaron entre los 2 y 3 °C. Las intensidades de la isla de calor obtenidas en las mediciones de la tarde de primavera, verano y otoño estuvieron muy próximas al valor calculado para el balneario. Sin embargo, se identificaron situaciones con distribución térmica homogéneas con 1 °C en la intensidad de la isla de calor (invierno por la tarde y otoño por la mañana). Esto demuestra que la ciudad de Monte Hermoso debido a su escasa población, todavía no genera intensas islas de calor.

Se evidenciaron cambios térmicos entre la mañana y la tarde donde áreas cálidas o frías de la mañana ya no lo fueron durante la tarde. En horas de la mañana, el sector Centro-Este se presentó más cálido, especialmente en zonas de alta concentración de edificios. Las zonas periféricas o de menor densidad edilicia fueron las más frescas. Esta situación se invirtió en el momento de las máximas temperaturas. Además, la presencia de pequeños islotes (cálidos o frescos) distribuidos de manera irregular da cuenta de la existencia de diversos microclimas en el ambiente urbano.

Estas mismas diferencias entre los momentos de medición durante el día se observaron en los registros de humedad relativa. En invierno, durante la mañana, el sector Centro-Oeste y gran parte de la ciudad presentaron valores superiores al 90 % de humedad relativa. Por la tarde, el centro de la ciudad fue el más seco (50 % de humedad relativa). En la mañana de primavera, los espacios más húmedos de la ciudad se observaron en la periferia de los sectores Centro-Oeste y Centro-Este (80 % de humedad relativa). Luego del mediodía, la parte central de ambos sectores fue la más húmeda con el 60 %. En la mañana estival, las áreas periféricas del balneario fueron las más húmedas (95 %). Mientras que por la tarde, el sector Centro-Este fue el de mayor humedad. En otoño, la mañana se presentó con valores más uniformes de humedad (90 %). Por la tarde, el sector Centro-Este (70 %) fue más húmedo que el Centro-Oeste.

En líneas generales, los sectores fríos y húmedos están asociados a espacios arbolados o forestados, la acción moderadora del mar dada su cercanía, escasa urbanización, sombra provocada por edificios en altura o la vegetación (arbolado urbano, zonas parquizadas, etc.). Los espacios cálidos y secos del balneario están definidos por

áreas densamente ocupadas, calles asfaltadas, calles amplias de arena (especialmente por la tarde), escasa vegetación, existencia de sectores medanosos insertos en el trazado urbano (Barrio Dufaur) o zonas arenosas cercanas al mar.

CAPÍTULO 5

CONFORT CLIMÁTICO DEL BALNEARIO MONTE HERMOSO

5.1- Introducción

El estudio de las condiciones biometeorológicas de una ciudad contribuye con la planificación de sus actividades y el bienestar de su población. Su consideración permite identificar aquellos momentos en los que el ser humano experimenta sensaciones de confort climático. Este aspecto resulta de importancia en espacios concurridos o habitados como son los balnearios turísticos.

El clima y el tiempo son factores limitantes para el desarrollo de la actividad turística y, por otro lado, dominantes en la demanda turística como la elección del destino o las actividades a realizar, ya que la participación del turista decrecerá si el desconfort e insatisfacción aumenta. El confort se vincula con la salud al considerar aquellas áreas climáticamente estresantes para viajes y actividades a grupos riesgosos (ancianos, enfermos y niños) (de Freitas, 2001; Matzarakis, 2006).

Las definiciones elaboradas en distintos países con respecto a la temperatura óptima para el ser humano demuestran que la sensación de bienestar climático es universal (Brazol, 1951). La relación existente entre el clima y el hombre ha sido motivo de diversas investigaciones desde fines del siglo XIX. Se incluyen, entre ellas, la confección de diagramas bioclimáticos o la formulación de índices de confort. Entre los índices más utilizados se menciona el Humidex. Una innovación canadiense que es utilizada desde 1965. Es un índice de calor que se expresa en grados. Su objetivo es, bajo determinadas condiciones de humedad y temperatura ambiente, indicar la temperatura efectiva que siente el ser humano (Capelli de Steffens *et al.*, 2005).

Los diagramas bioclimáticos también son útiles en los estudios de confort. Uno de los más populares es el de Olgyay, propuesto en 1963, que tiene en cuenta la temperatura y humedad, a las que se suman la radiación y el viento (Fernández García, 1994). A partir de estos parámetros se determina una zona de confort para un hombre vestido con ropa liviana, en la sombra y sin viento. El confort del hombre se obtiene con temperaturas entre

21 y 26 °C, una humedad relativa entre 18 y 77 %, a la sombra y con calma. Con temperaturas entre 26 y 32 °C para restituir el confort se necesita la presencia de viento (Hoffmann y Medina, 1971) (Figura 5.1). La presencia de calmas constituye la única condición irreal del diagrama si se aplica a la costa bonaerense, donde los vientos son característicos de esta región. Este problema puede resolverse, según Hoffmann y Medina (1971), mediante el cálculo del poder de enfriamiento del viento y corrigiendo con la escala de sensación térmica los valores que arroje el bioclimograma de Olgyay.

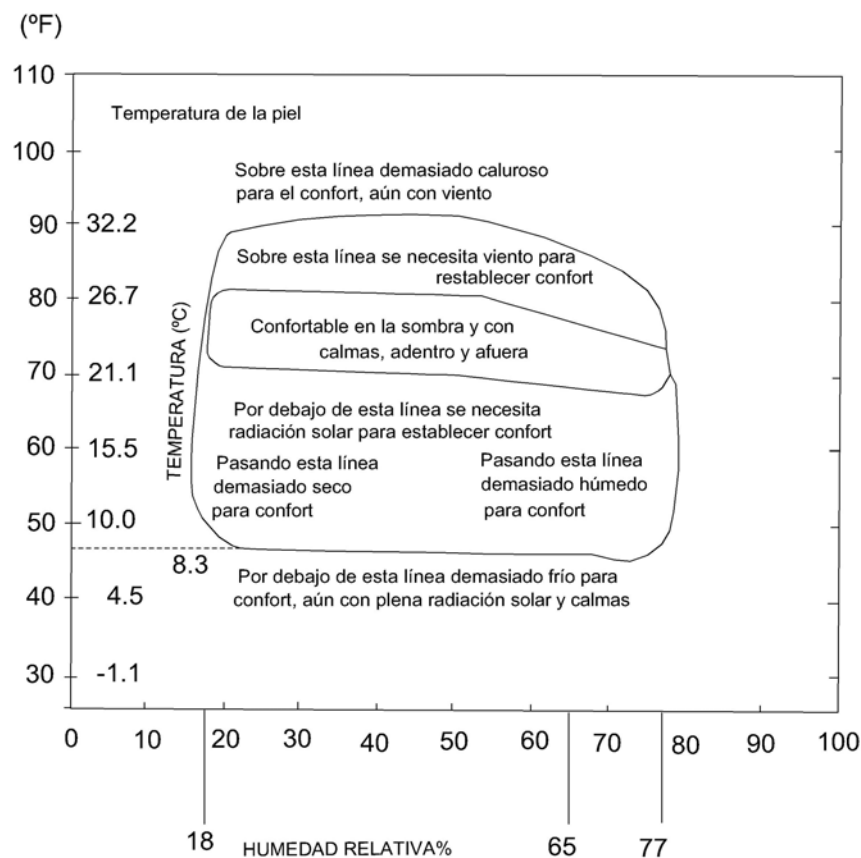


Figura 5.1. Diagrama de confort climático de Olgyay.
Fuente: Modificado de Hoffman y Medina (1971).

Otros trabajos sobre el confort climático se orientan al estudio del comportamiento de la población frente a determinadas condiciones térmicas y de confort y los usos que hacen de los espacios urbanos al aire libre (Nikolopoulou *et al.*, 2001) o al análisis del confort en espacios abiertos o cerrados, desde sus distintas definiciones (Höppe, 2002). También se han centrado en la cuantificación del stress térmico mediante la aplicación de diferentes índices (Mayer y Höppe, 1987) o al desarrollo de nuevos índices y modelos climáticos (Nikolopoulou *et al.*, 2003; Stathopoulos *et al.*, 2004).

Desde el punto de vista del turismo, se utilizan índices bioclimáticos que combinan diferentes elementos del ambiente y que permiten delimitar las respuestas del organismo frente a ellos. Entre los más seguros y simples, Besancenot (1991) menciona el *complejo termo-anemométrico*, combina temperatura y viento y el *complejo termo-higrométrico* que asocia temperatura y humedad. Estos índices de confort también han sido utilizados junto con otros parámetros con el fin de evaluar la aptitud climática de destinos turísticos como Cataluña en España (Gómez Martín 2002, 2004a, b) y Jardines del Rey en Cuba (Batista Tamayo y Matos Pupo, 2004).

A su vez se han desarrollado otro tipo de índices con el fin de evaluar la sensación térmica de frío. En este caso, el viento es el parámetro que influye directamente en la percepción de la temperatura. En meteorología se emplea el índice de sensación térmica originada por el viento. El mismo expresa la temperatura real que siente una persona y que difiere, en muchos casos, a la temperatura registrada en el ambiente. Este índice combina la temperatura medida y la velocidad del viento (Capelli de Steffens *et al.*, 2005). Este tipo de índice se aplica comúnmente en el invierno. El más utilizado se denomina temperatura equivalente (T_E) (Quayle y Steadman, 1999).

En Argentina se han realizado estudios sobre confort climático. En 1954, Brazol efectuó un reconocimiento bioclimático del país e identificó la cantidad de meses con bienestar climático. Hoffmann y Medina (1971) orientaron su estudio a las clasificaciones bioclimáticas y su distribución geográfica. Mientras que otros centraron sus análisis en sectores de la costa del sudoeste bonaerense (Marini y Piccolo, 2000) o en ciudades como Bahía Blanca (Capelli de Steffens *et al.*, 2005) y Monte Hermoso (Varela, 1982; Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2009). Otros han evaluado la percepción de la temperatura durante el invierno a partir de la utilización del índice de sensación térmica del viento (Diez *et al.*, 2002; Capelli de Steffens *et al.*, 2005; García, 2009; Genchi y Piccolo, 2009) y sus efectos sobre la salud de la población (Piccolo y Diez, 2008).

En su estudio sobre el balneario Monte Hermoso, Varela (1982) confeccionó cartas bioclimáticas para los meses de verano de los años 1981 y 1982. Para ello utilizó el diagrama de Olgyay sobre el cual graficó los valores medios horarios mensuales de temperatura (°C) y humedad relativa (%). Consideró al hombre al aire libre, sujeto a los

efectos de los factores meteorológicos. El mes de diciembre de 1980-1981 mostró un patrón de bienestar climático con una humedad relativa superior al 60 % y una mayor cantidad de horas de confort (14) durante el día. El análisis del mes de enero de 1981-1982 determinó confortabilidad durante la mañana, en las últimas horas de la tarde y en las primeras horas de la noche. La humedad relativa se ubicó entre el 62 y 78 % con temperaturas medias que oscilaron entre los 19 y 24 °C. El desconfort fue percibido por la noche-madrugada (fresco y húmedo, 19-17 °C; 78-84 %). El mes de febrero 1981-1982 presentó una sensación de confort durante gran parte del día, exceptuando las horas de la madrugada, con una humedad relativa superior al 55 %. Las temperaturas medias se ubicaron entre los 19 y 25 °C.

El área de estudio de esta tesis se encuadra dentro de los balnearios del Suroeste Bonaerense que están adquiriendo importancia turística. Se caracteriza por su extensa playa y aguas cálidas que la convierten en uno de los destinos elegidos por turistas. Por esta razón, el objetivo de este capítulo es analizar las condiciones de confort climático de verano e invierno en el balneario de Monte Hermoso.

5.2- Método de trabajo

Para el estudio del confort estival e invernal se utilizaron datos de temperatura del aire, humedad y viento medidos en Monte Hermoso correspondientes a la temporada 2007-2011, obtenidos de la estación meteorológica ubicada a 200 m del mar. Para conocer y ejemplificar los extremos de desconfort en esa localidad se escogieron dos días, los más calurosos de la temporada 2007-2008. Estos días fueron el 29 de diciembre del 2007 y el 13 de enero del 2008. Se aplicó el método del Humidex para el cálculo del confort, que combina temperatura y humedad y cuya fórmula es (Capelli de Steffens *et al.*, 2005):

$$HUMIDEX = T + \frac{5}{9} \times (e - 10) \quad (1)$$

donde T es la temperatura del aire (°C) y e es la presión de vapor de aire en hPa.

El rango de desconfort que corresponde a esta fórmula es el que se señala a continuación (Tabla 5.1) (<http://www.msc-smc.ec.gc.ca/cd/brochures/humidity_e.cfm>):

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

Tabla 5.1. Rango de confort de acuerdo al Humidex

Además, se confeccionaron diagramas bioclimáticos a partir de la metodología presentada por Olgyay en 1963 (<http://www.meteofa.mil.ar/>). Se incorpora el efecto del viento al calcular la sensación térmica, obtenido a partir de la temperatura equivalente (T_E). Esta variable reemplaza a la temperatura en el diagrama y se la relaciona con la humedad relativa. Para su análisis se mantienen los rangos de confort establecidos por Olgyay. El cálculo de la sensación térmica por efecto del viento (T_E) se basó en la ecuación de Quayle y Steadman (1999). Dicha fórmula se expresa, para unidades métricas, de la siguiente manera:

$$T_E = 1,41 - 1,162 \times V + 0,98 \times T + 0,0124 \times V^2 + 0,0185 \times V \times T \quad (2)$$

donde, V es la velocidad del viento (m s^{-1}).

Se aplicaron tres índices de confort en los cuales también se utilizaron los datos diarios de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), humedad (%) y viento (m s^{-1}) correspondientes a los tres meses de la temporada estival 2008, 2009, 2010 y 2011. Se calculó el índice de confort correspondiente a las 13 h, hora de la máxima temperatura.

Para el cálculo de confort los tres índices aplicados fueron: el Termo-anemométrico de Siple y Passel (1945), el Termo-higrométrico de Thom (1959) y el Humidex (Capelli de Steffens *et al.*, 2005). Los dos primeros índices continúan utilizándose, tal es el caso de los trabajos de Gómez Martín (2002, 2004 a, b) y Batista Tamayo y Matos Pupo (2004). La elección de los mismos se basa en la facilidad para calcularlos y en la disponibilidad de los datos.

El primero de ellos (3) determina el poder refrigerante del aire, donde evalúa la cantidad de calor descontada al cuerpo durante una unidad de tiempo y se expresa en kcal m²⁻¹ h⁻¹. La fórmula es la siguiente:

$$P = (10 \times V^{0,5} + 10,45 - V) \times (33 - T_{max}) \quad (3)$$

donde P es el poder refrigerante del aire y T_{max} es la temperatura máxima diaria (°C).

El límite mínimo para este índice es de 50 kcal m²⁻¹ h⁻¹. Por debajo de este valor la sensación de desconfort se acentúa peligrosamente. Esto se debe porque “cuando la temperatura exterior supera los 33 °C, temperatura habitual de la piel desnuda, el cuerpo es incapaz de ceder directamente al aire su exceso de calorías, ya que este aire es en adelante más cálido que él” (Besancenot, 1991:36). Las condiciones óptimas de confort se encuentran entre 300 y 599 kcal m²⁻¹ h⁻¹. Al considerarlo, desde el punto de vista turístico, el rango se amplía de 50 a 599 kcal m²⁻¹ h⁻¹.

El Índice Termo-higrométrico (THI) indica la temperatura que siente el hombre en °C, al considerar la temperatura máxima diaria y la humedad relativa del aire (4). El cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$THI = T - [(0,55 - 0,0055 \times HR) \times (T_{max} - 14,5)] \quad (4)$$

donde HR es la humedad relativa (%). La sensación de confort se hace presente entre los 15 y 20 °C de THI. Aunque el ser humano puede tolerar, en verano, sensaciones de hasta 28,5 °C. Cuando el aire no está saturado de vapor de agua, una persona tiene mayores posibilidades de soportar el aumento de la temperatura del aire.

En cada uno de los índices, se identificaron las situaciones de confort y desconfort en el período considerado. Ambas situaciones fueron analizadas mediante un análisis de frecuencia (%). La variación en el total de días medidos se debe a que algunos parámetros, requeridos para el cálculo de los índices, no fueron registrados.

Para evaluar la sensación térmica del frío, en los meses invernales del período 2008-2011, se utilizó el índice de Temperatura Equivalente (T_E) (2) de Quayle y Steadman

(1999). Además, se obtuvo un factor de enfriamiento propuesto por Capelli de Steffens *et al.* (2005). A partir de éste se evalúa el efecto del viento al alejar el calor del cuerpo, reemplazando el aire caliente en contacto con la persona por aire más frío. Este factor se expresa como:

$$\text{Enfriamiento} = \text{Temperatura (T)} - \text{Temperatura Equivalente (T}_E\text{)}$$

5.3- El confort estival de Monte Hermoso

Se analizaron las condiciones de confort climático en diferentes períodos de la temporada estival del balneario Monte Hermoso.

5.3.1- El confort estival y las temperaturas máximas mensuales en la temporada 2007-2008

Las temperaturas medias de la ciudad para los meses de diciembre (2007) y enero (2008) fueron 20,4 y 22,1 °C, respectivamente. Por lo tanto, enero fue más cálido que diciembre. La temperatura máxima registrada en esos meses fue de 36,5 °C. Los vientos predominaron del sector Norte, con velocidades medias que variaron entre los 11,8 y 27,7 km h⁻¹.

El 29 de diciembre de 2007 presentó valores de humedad entre 52 y 67 % y temperaturas que oscilaron entre los 24 y 32,8 °C (desde las 7:30 hasta las 17 horas) (Figura 5.2a). En esta fecha no se produjo la brisa de mar, con su típico ascenso de humedad y descenso de temperatura. En cambio a la hora donde debería ocurrir este fenómeno se produjo un efecto inverso, viento con dirección Norte que ocasionó aumento de temperatura y descenso de humedad. El 13 de enero de 2008 presentó condiciones más fuertes de viento Norte. Durante gran parte del día la humedad osciló entre el 20 y 30 % y las temperaturas fueron superiores a los 30 °C. Sólo durante las horas nocturnas descendió la temperatura y ascendió la humedad (Figura 5.2b) (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2009).

Al observar los resultados de Humidex, para el 29 de diciembre, se evidenciaron situaciones de “algún desconfort” desde las 8 hasta las 22 horas, con una humedad relativa

entre 40 y 66 %. En ese período los valores de Humidex registraron entre 28,8 y 39,4 °. En el día de enero, la humedad relativa se ubicó entre el 22-44 %. La sensación de desconfort que pudo experimentar la población se produjo desde las 10 horas hasta el fin de la jornada. Los valores de Humidex se hallaban entre 30 y 38,8 °. Como ya se mencionó, la brisa de mar no se hizo presente este día, ya que en ambos días predominó el viento Norte, lo cual aumentó la sensación de desconfort (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2009).

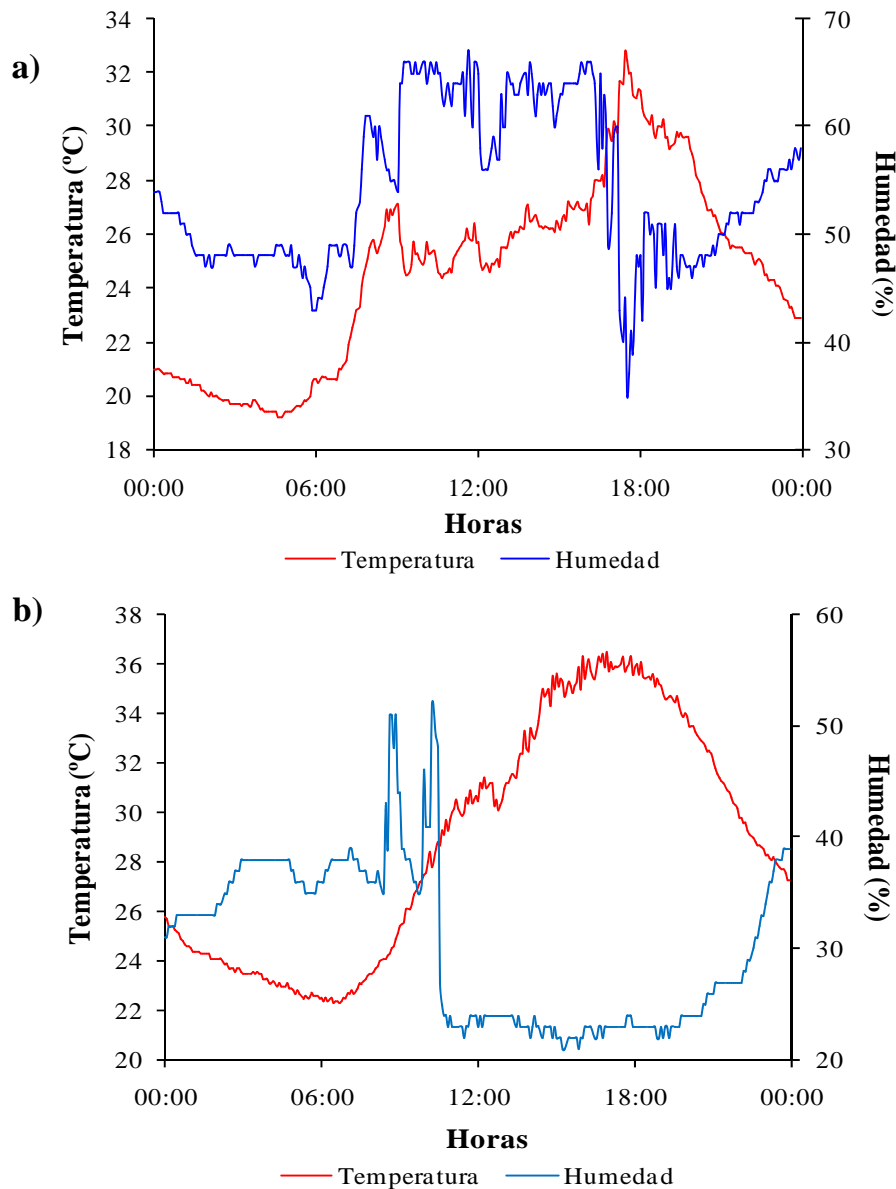


Figura 5.2. Temperatura y humedad relativa de los días (a) 29-12-2007 y (b) 13-01-2008.

Los diagramas bioclimáticos muestran diferencias entre los días estudiados (Figura 5.3a, b). El 29/12 presenta 13 horas de confort distribuidas en la mañana-tarde (7 a 16 h) y

durante la noche (20 a 23 h). El desconfort fue de 11 horas concentrándose en la madrugada y algunas horas de la tarde (Figura 5.3a). El bioclimograma del 13/01 evidencia pocas horas de confort, las cuales se concentran por la noche (00 y 23 h) y la mañana (8 a 10 h). La población experimentó sensación de desconfort desde las 11 hasta las 22 horas. La sensación térmica alcanzó los 33,5 °C (Figura 5.3b). En el diagrama de Olgyay, valores superiores a 32 °C indican momentos muy calurosos, aún con viento, para el bienestar del hombre. En resumen, en Monte Hermoso, las condiciones de viento Norte en los meses de verano producen temperaturas altas y muchas horas de desconfort a pesar de encontrarse en una zona bajo la acción moderadora del mar (Huamantínco Cisneros y Piccolo, 2009).

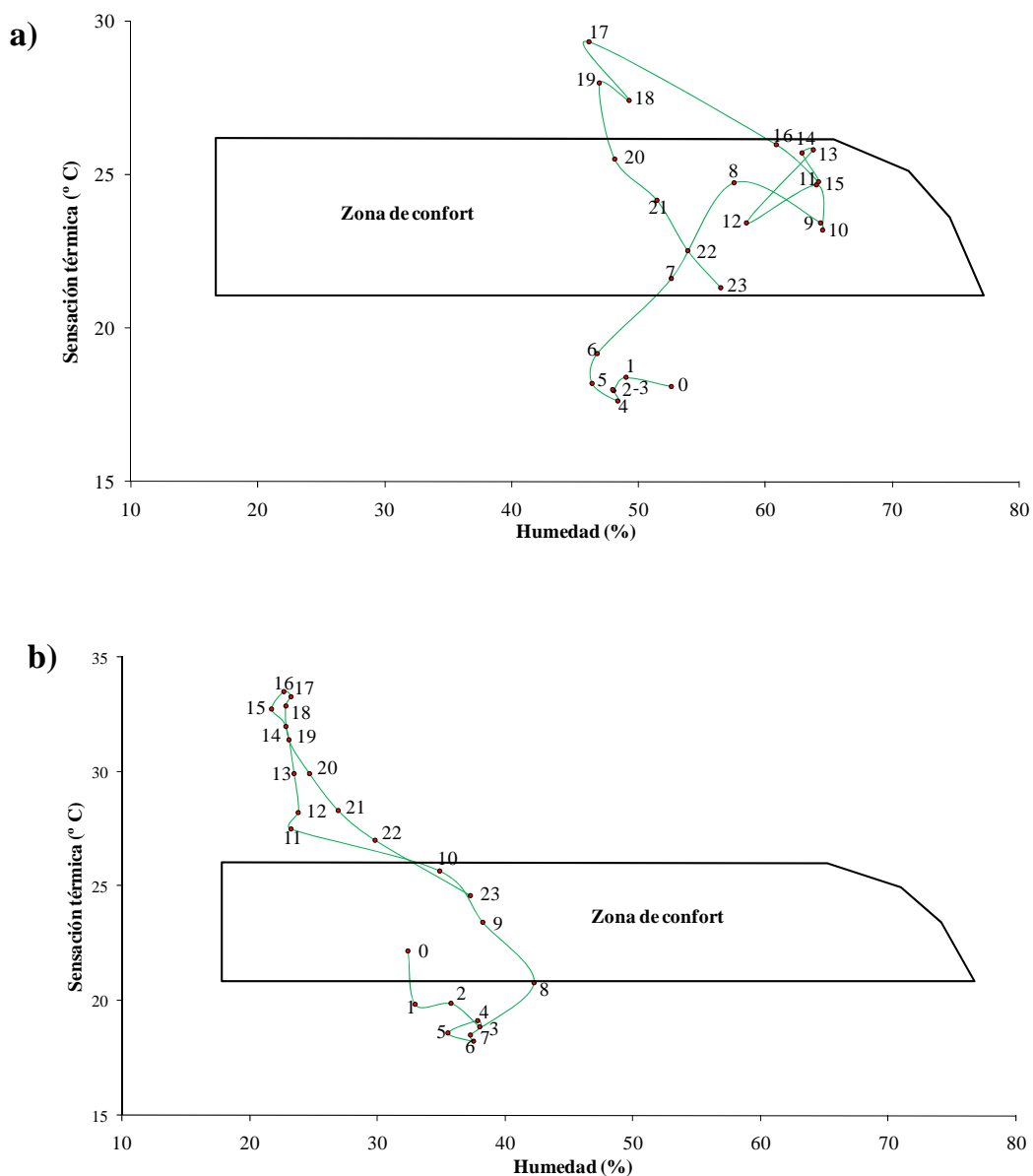


Figura 5.3. Diagrama bioclimático de los días (a) 29-12-2007 y (b) 13-01-2008.

Se realizaron, además, los diagramas bioclimáticos estivales del período 2007-2010 para el mes de diciembre y 2008-2011 para enero y febrero. En su análisis se consideró, también, la influencia de la brisa de mar en la sensación de confort experimentada por la población.

El mes de diciembre presentó una situación de desconfort durante todo el día. Los valores de sensación térmica oscilaron entre los 12 y 19 °C, alejado de la zona de confort. La humedad relativa fue inferior al 50 % (Figura 5.4). Al momento del ingreso de la brisa de mar (12 h aproximadamente) se distingue en el diagrama un descenso de la temperatura y un aumento en los valores de humedad. Se observa también que si las mañanas son frescas (valores entre los 15 y 20 °C), puede que por la tarde las condiciones de confort no sean favorables y la sensación desmejore en el momento en que ingresa la brisa.

La situación se modifica en enero (2008-2011) al registrar 11 horas de confort. Las mismas se distribuyeron desde la mañana hasta las primeras horas de la noche (10 a 21 h) con una sensación térmica entre 21 y 23 °C. La humedad relativa se ubicó entre el 41y 57 % (Figura 5.5). La acción de la brisa de mar entre las 12 y 16 h aproximadamente no representa una sensación de desconfort para la población.

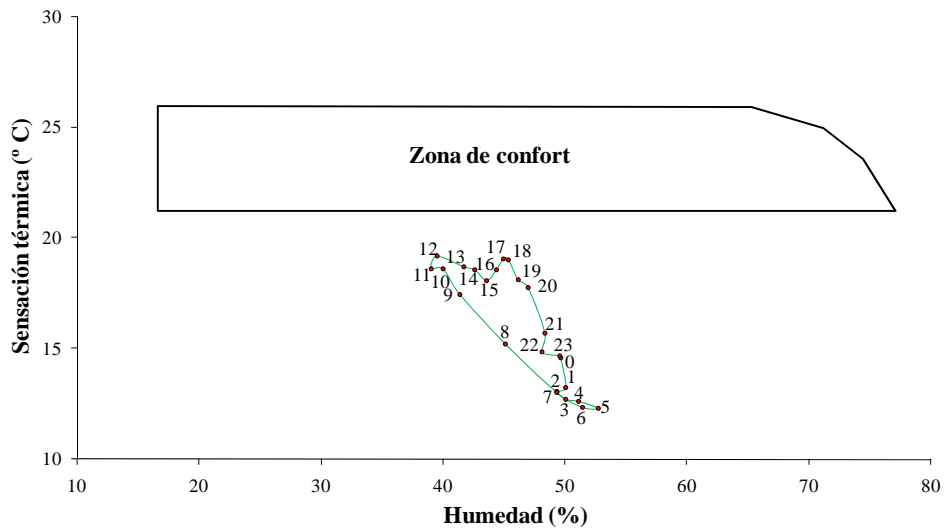


Figura 5.4. Diagrama bioclimático del mes de diciembre (período 2007-2010).

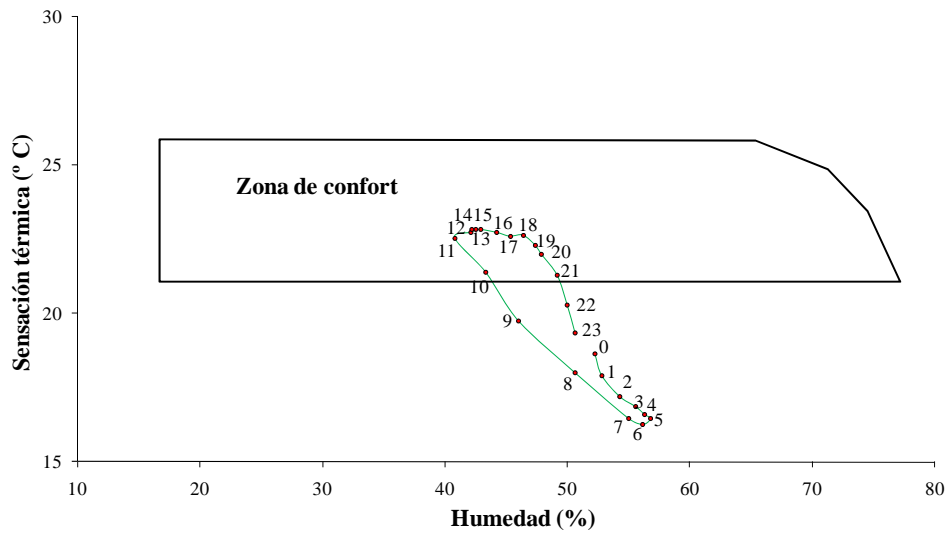


Figura 5.5. Diagrama bioclimático del mes de enero (período 2008-2011).

En febrero 2008-2011 la sensación de confort fue de 9 h desde el mediodía hasta las últimas horas de la tarde. Las temperaturas se ubicaron entre los 21 y 22 °C. Los valores de humedad relativa oscilaron entre el 41 y 69 %. La mayor cantidad de horas de desconfort se identificaron en la madrugada con temperaturas por debajo de 17 °C y una humedad relativa entre el 60 y 70 % (Figura 5.6). La situación observada en enero con respecto a la brisa de mar se repitió en febrero, donde el ingreso de este fenómeno no expuso a la población a situaciones de desconfort.

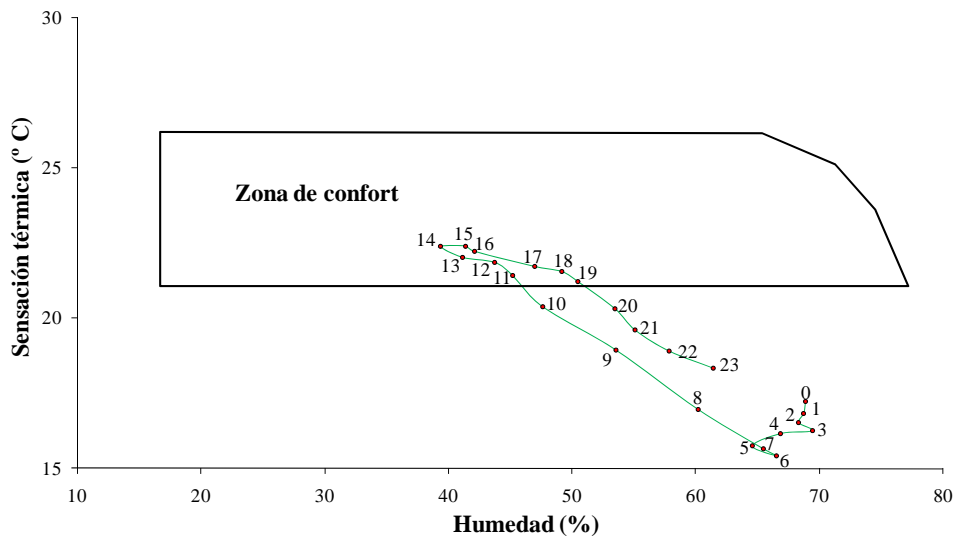


Figura 5.6. Diagrama bioclimático del mes de febrero (período 2008-2011).

5.3.2 - Índices de confort aplicados al balneario de Monte Hermoso

El período estival 2008-2011 del balneario Monte Hermoso se caracterizó por temperaturas máximas entre 30 y 40 °C con una media mensual de 21 °C para el período de estudio. Los vientos predominaron del cuadrante Norte con una velocidad media de 5,5 m s⁻¹. La humedad relativa media fue del 40 % (2008) y 62 % (2009).

Durante el mes de enero de 2008, el índice P indicó un solo día de desconfort para la población (Tabla 5.2a). El índice mostró un valor negativo (-8,54 kcal m⁻² h⁻¹) que evidenció un malestar térmico por efectos del calor. Esto fue producto de una temperatura máxima de 33,3 °C asociado a una velocidad de viento de 5,6 m s⁻¹ proveniente del sector Norte. En el resto del mes el índice P presentó condiciones de confort con temperaturas entre los 18 y 30 °C. Esta sensación de bienestar estuvo asociada a vientos continentales del sector Norte con velocidades de 3 a 8 m s⁻¹ y marinos de los sectores E, SSE, S y SO que oscilaron entre los 9 y 18 m s⁻¹.

El mes de enero de 2009 presentó 8 días de desconfort de un total de 26 registrados (Tabla 5.2a). La sensación de malestar térmico percibida por la población se debió a temperaturas superiores a los 30 °C y vientos que predominaron del cuadrante NNE con velocidades que oscilaron entre los 5 y 8 m s⁻¹. La sensación de confort se manifestó con temperaturas entre 19 y 27 °C y vientos con velocidades entre los 3 y 19 m s⁻¹.

En 2010, el mes de enero presentó 6 días de desconfort de 31 días registrados (Tabla 5.2b) (Figura 5.7). Este malestar térmico estuvo asociado a temperaturas entre los 32 y 38 °C con una humedad relativa que se ubicó entre los 20 y 70 %. La velocidad media del viento fue superior a 15,7 m s⁻¹. El mínimo valor de este índice, -152,3 kcal m⁻² h⁻¹, se evidenció con una elevada temperatura (38,2 °C), un mínimo porcentaje de humedad relativa (23 %) y vientos de 6,3 m s⁻¹ provenientes del ONO y NO. La sensación de confort se identificó con temperaturas y valores de humedad relativa que oscilaron entre los 21 y 28° C y el 23 y 69 %, respectivamente. Las velocidades medias del viento fueron superiores a los 3,6 m s⁻¹ con direcciones del S, SE, ESE, OSO, SO, ONO y N.

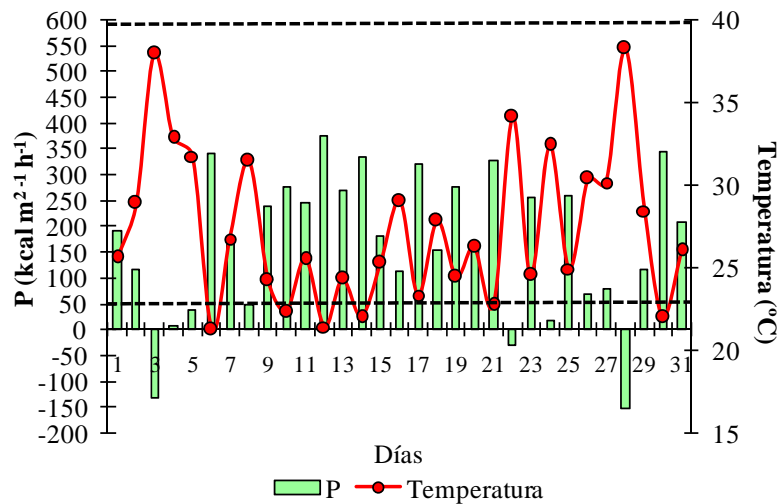


Figura 5.7. Índice termo-anemométrico y temperatura del mes de enero de 2010. La línea horizontal punteada señala los límites de la zona de confort establecida por este índice.

El mes de enero de 2011 evidenció un aumento con 11 días de desconfort (Tabla 5.2b). Durante esos días, las temperaturas fueron superiores a los 30 °C, la humedad relativa osciló entre el 20 y 46 %. Los vientos presentaron velocidades medias entre 0,4 y 5,5 m s⁻¹ con direcciones del S, SO, OSO, NNO y ONO. Los días de confort se caracterizaron por temperaturas de 21 a 29 °C. La humedad relativa fue superior al 40 % y en algunos casos registrando el máximo valor (100 %). Los vientos provenientes del E, S, ESE, SSE y SO a velocidades medias de 0,9 a 8 m s⁻¹ contribuyeron con esta sensación de bienestar.

En febrero de 2008 y 2009 la situación de confort dominó, prácticamente, durante todo el mes. Ambos períodos presentaron sólo dos días desconfortables (Tabla 5.2a). Los mismos se caracterizaron por temperaturas superiores a los 30 °C acompañadas por vientos del cuadrante Norte a 7 m s⁻¹ o a la presencia de calmas. Las sensaciones de bienestar climático se evidenciaron con temperaturas entre los 20 y 28 °C y vientos del sector O, NO, SO y OSO con velocidades entre los 5 y 15 m s⁻¹.

a)

Días	Enero '08			Enero '09			Febrero '08			Febrero '09			Marzo '08			Marzo '09		
	P	THI	H	P	THI	H	P	THI	H	P	THI	H	P	THI	H	P	THI	H
Confort	27	15	9	18	11	9	25	9	9	14	11	12	31	20	18	25	16	15
Desconfort	1	6	12	8	13	15	2	12	12	2	15	14	-	5	6	5	14	15
Total días-medición	28	21	21	26	24	24	27	21	21	16	26	26	31	25	24	30	30	30

b)

Días	Enero '10			Enero '11			Febrero '10			Febrero '11			Marzo '10			Marzo '11		
	P	THI	H	P	THI	H	P	THI	H	P	THI	H	P	THI	H	P	THI	H
Confort	24	17	16	20	12	12	25	16	16	18	11	11	30	26	21	28	20	16
Desconfort	7	14	15	11	19	19	-	10	10	3	10	9	1	5	8	3	11	12
Total días-medición	31	31	31	31	31	31	25	26	26	21	21	21	31	31	31	31	31	31

Tabla 5.2. Cantidad de días de confort y desconfort en los meses de enero a marzo de a) 2008 y 2009 y b) 2010 y 2011.

En febrero de 2010 del total de días de medición (25) en todos predominó la sensación de bienestar térmico (Tabla 5.2b). Las temperaturas registraron valores entre los 21 y 31 °C. La humedad relativa fue superior al 20 %. Las direcciones predominantes de este mes, al momento de la máxima temperatura, fueron del N, ONO, NO, S, SSE, E y SO con velocidades medias entre 2 y 11 m s⁻¹.

Al año siguiente este mes evidenció 3 días de desconfort de un total de 21 días registrados (Tabla 5.2b). El mínimo valor del índice (-52,6 kcal m²⁻¹ h⁻¹) estuvo asociado a una temperatura de 34,7 °C y con una humedad relativa de 26 %. La velocidad media del viento fue de 8,3 m s⁻¹ con dirección NO. El resto de los días con bienestar climático se caracterizaron por temperaturas entre 16 y 31 °C y vientos del sector N, NO, S, SO, ESE y SE con velocidades entre los 2,5 y 14,2 m s⁻¹.

A diferencia de los meses anteriores, marzo de 2008 presentó situación de confort todos los días (Figura 5.8; Tabla 5.2a). En marzo de 2009, si bien predominó la sensación de confort, la población experimentó 5 días de desconfort (Tabla 5.2a). Estos se caracterizaron por temperaturas superiores a los 30 °C y vientos del sector Norte con velocidades entre 4 y 8 m s⁻¹.

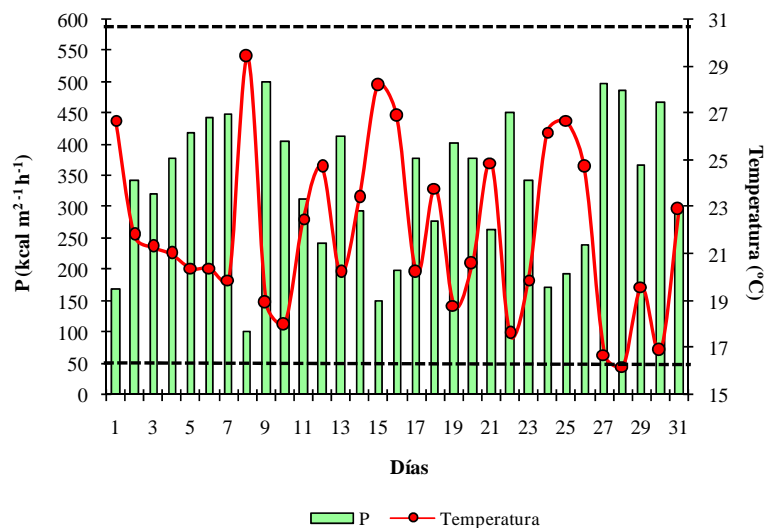


Figura 5.8. Índice termo-anemométrico y temperatura del mes de marzo de 2008. La línea horizontal punteada señala los límites de la zona de confort establecida por este índice.

En el mes de marzo de los años 2010 y 2011 predominó una situación de bienestar térmico (Tabla 5.2b). Esta situación climática favorable estuvo asociada a temperaturas entre 16 y 31 °C. La humedad relativa se ubicó entre el 28 y 100 %. Las velocidades medias del viento registraron valores de 0,5 a 11 m s⁻¹. Las direcciones predominantes correspondieron a los sectores S, SE, ESE, SO, N, O y NO. El valor más bajo de este índice se registró el 9 de marzo de 2011 (-91,8 kcal m²⁻¹ h⁻¹). Ese día presentó una temperatura de 36,7 °C con una humedad relativa de 21 %. Los vientos a una velocidad media de 3 m s⁻¹ provenían del continente (N y NO).

Al aplicar el índice THI, enero de 2008 se identificó como confortable presentando 6 días con desconfort de un total de 21 días registrados (Tabla 5.2a). Al año siguiente, enero fue más desconfortable al presentar 13 días de malestar climático de un total de 24 (Tabla 5.2a). Las situaciones de desconfort fueron percibidas por la población con temperaturas superiores a los 29 °C y porcentajes variables de humedad relativa.

El mes de enero de 2010 a diferencia de 2011, se identificó como más confortable al presentar 17 días de bienestar de un total de 31 registrados (Figura 5.9, Tabla 5.2b). Las características de bienestar climático coincidieron en los dos años con temperaturas que oscilaron entre 21 y 25 °C con una humedad relativa superior al 40 %. Según este índice, el día de mayor desconfort fue el 28 de enero de 2010 con un valor de 40 °C. La temperatura máxima a las 13 horas fue de 38,2 °C con un 28 % de humedad relativa.

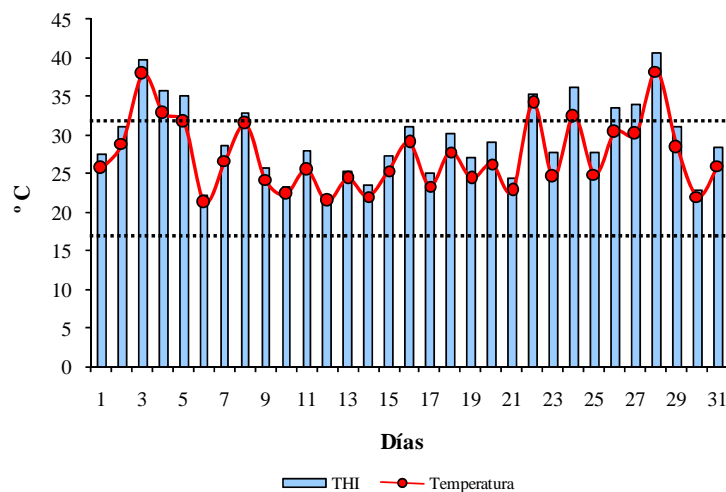


Figura 5.9. Índice termo-higrométrico y temperatura del mes de enero de 2010. La línea horizontal punteada señala los límites de la zona de confort establecida por este índice.

El mes de febrero de 2008 y 2009 se caracterizó por una situación de desconfort con 12 y 15 días respectivamente (Tabla 5.2a). Las temperaturas superaron los 30 °C y la humedad relativa osciló entre el 20 y 80 %. Los máximos valores del índice rondaron los 40 °C.

Al aplicar el índice THI, el mes de febrero de 2011 fue más desconfortable que 2010 al registrar 11 días de un total de 21 medidos (Tabla 5.2b). Estos días se caracterizaron con temperaturas que sobrepasaron los 25 °C y valores de humedad relativa que oscilaron entre 26 y 53 %. El máximo valor de este índice se evidenció el 15 de febrero de 2011 con 37 °C. Los días de desconfort presentaron según este índice valores de 28 a 37 °C.

En el mes de marzo de 2008 y 2009 el índice THI indicó una predominancia en la sensación de confort (Tabla 5.2a). En marzo de 2008, de un total de 25 días, 5 fueron de desconfort (Tabla 5.2a). El día más desconfortable tuvo un valor de 33 °C. Durante el mes de marzo de 2009, 14 fueron los días de desconfort que se expresó con valores entre los 29 y 36 °C (Figura 5.10, Tabla 5.2a).

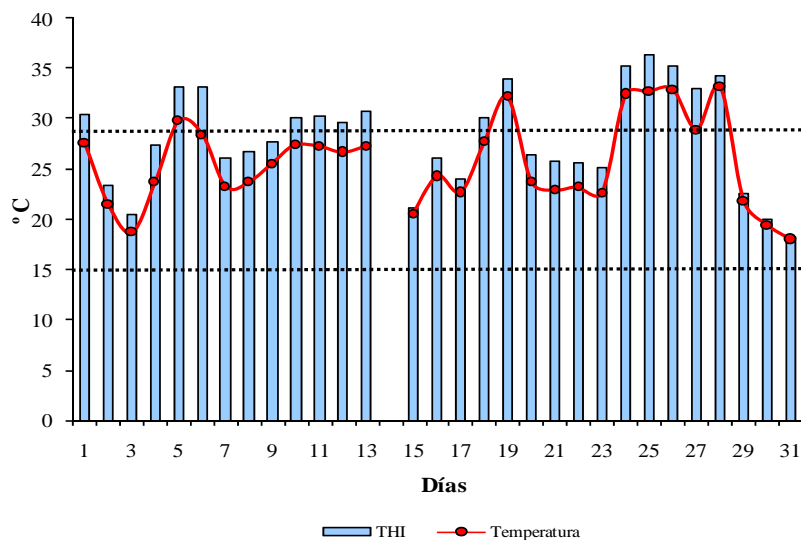


Figura 5.10. Índice termo-higrométrico y temperatura del mes de marzo de 2009. La línea horizontal punteada señala los límites de la zona de confort establecida por este índice.

El mes de marzo de 2010 se presenta como más confortable en comparación con 2011 con 26 y 20 días, respectivamente (Tabla 5.2b). Estas buenas condiciones se vieron

representadas por temperaturas de 21 a 26 °C y una humedad relativa que osciló entre 20 y 70 %. Los máximos valores del índice rondaron los 32 °C. Los mismos estuvieron asociados a temperaturas superiores a los 30 °C con una humedad relativa entre 22 y 68 %.

El índice H indicó para el mes de enero de 2008 y 2009 una preponderancia de situaciones de desconfort. En el primero con 12 días de “algún desconfort” (30-39 °) de un total de 21 registrados. Mientras que el segundo contabilizó 15 días de malestar térmico de los cuales 13 representaron situación de “algún desconfort” y 2 de “gran desconfort (40-45°) (Tabla 5.2a).

Al utilizar el índice H en el mes de enero de 2010 se observó una predominancia de días de confort a diferencia de 2011 (Tabla 5.2b). De un total de 31 días registrados en 2010, 16 representaron una situación de “confort”; 14 “algún desconfort” y sólo 1 (41,2 °) significó un “gran desconfort” para la población. En 2011, 19 días (de un total de 31) se caracterizaron por la sensación de “algún desconfort” (17 días) y “gran desconfort” (2 días).

En el mes de febrero el índice H evidenció un predominio de la sensación de confort tanto en 2008 como en 2009 (Tabla 5.2a). De un total de 21 días registrados en 2008, 12 representaron situaciones de “algún desconfort” (10 días) y “gran desconfort” (2 días). En 2009, el mes de febrero presentó 14 días de desconfort de un total de 26 (Tabla 5.2a).

En el mes de febrero, tanto en 2010 como en 2011, predominó la sensación de bienestar climático. La población pudo percibirla con temperaturas entre 21 y 28 °C asociada a una humedad relativa de 30 a 70 % (Figura 5.11). La cantidad de días de desconfort no experimentó una variación notoria entre un año y otro (10 días en 2010 y 9 en 2011).

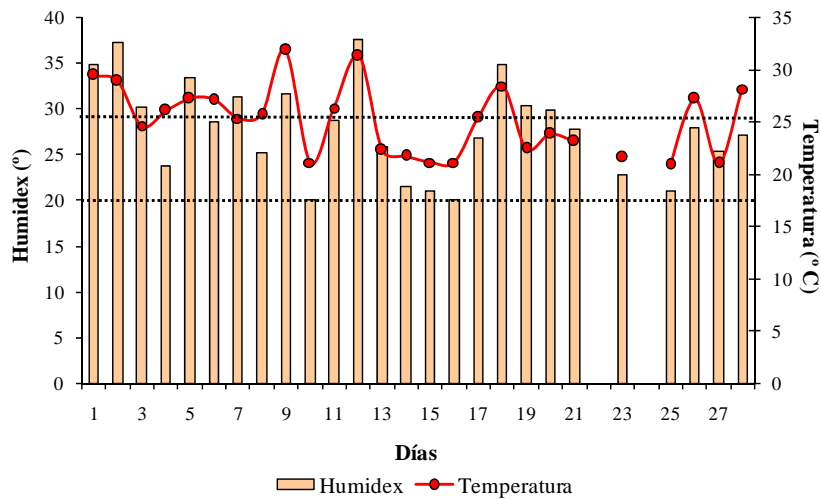


Figura 5.11. Índice Humidex y temperatura del mes de febrero de 2010. La línea horizontal punteada señala los límites de la zona de confort establecida por este índice.

El índice H señaló al mes de marzo de 2008 como confortable con 18 días de un total de 24 (Tabla 5.2a). La sensación de desconfort fue percibida el resto de los días con valores entre 30 y 39 °. Durante el mes de marzo de 2009, las sensaciones de confort y desconfort contabilizaron 15 días cada una (Tabla 5.2a). La población percibió el bienestar térmico con temperaturas de 18 a 25 °C y “algún desconfort” entre los 23 y 33 °C (Figura 5.12).

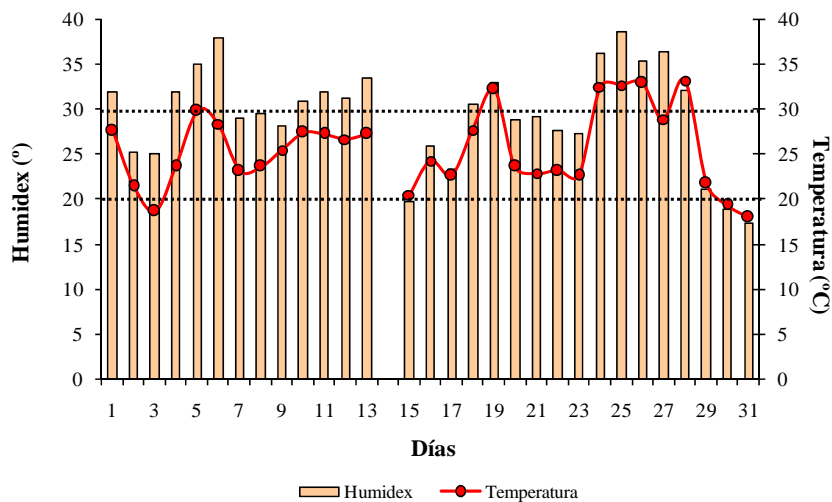


Figura 5.12. Índice Humidex y temperatura del mes de marzo de 2009. La línea horizontal punteada señala los límites de la zona de confort establecida por este índice.

La situación de confort lideró el mes de marzo en 2010 y 2011 con 21 y 16 días respectivamente de un total de 31 registrados (Tabla 5.2b). La población sólo percibió “algún desconfort” en 8 días de 2010 y en 12 de 2011. Estos días se caracterizaron con temperaturas entre 21 y 31 °C y una humedad relativa superior al 38 %.

Al analizar la frecuencia del índice termo-anemométrico (P) se observa que todo el período considerado para el 2008 presentó sensaciones de confort climático en un 90 y 100 % (Figura 5.13a). Los episodios de desconfort se observaron en enero y febrero con el 3,6 y 7,4 % de los casos, respectivamente (Figura 5.13a). En el período 2009 se evidenció un predominio en la sensación de confort. La misma se expresó, para el total de casos considerados, en un 69,2, 87,5 y 83,3 % para los meses de enero, febrero y marzo, respectivamente. De acuerdo a este índice, la sensación de desconfort fue notoria durante el mes de enero con 30,8 %. Mientras que febrero fue el mes con menor frecuencia con el 12,5 % de los casos (Figura 5.13b).

Al observar los gráficos de frecuencia de los años 2010 y 2011 la sensación de confort predominó en ambos con porcentajes superiores al 70 % (Figura 5.13c, d). En 2010, los meses de enero y marzo evidenciaron situaciones de desconfort con 19,4 y 3,2 % respectivamente (Figura 5.13c). En 2011, de enero a marzo, el malestar climático fue visible entre 29 y 6,5 % de los casos (Figura 5.13d).

La frecuencia del índice termo-higrométrico (THI) presentó para el período 2008 condiciones de confort para la población (Figura 5.14a). Las mismas se evidenciaron con un 71 y 80 % del total de los casos para los meses de enero y marzo respectivamente. Se destacó el mes de febrero, por ser el más desconfortable con un 80 % (Figura 5.14a). El año 2009 indicó sensaciones de desconfort para los meses de enero (54,2 %) y febrero (57,7 %). Marzo, en cambio, presentó menor cantidad de casos con desconfort (46,7 %) (Figura 5.14b).

El año 2010 fue confortable durante los meses de enero (54,8 %) febrero (61,5 %) y marzo (83,9 %) (Figura 5.14c). Los casos de desconfort fueron decreciendo de un 45 a un 16 % desde el inicio hacia el final de la estación. En 2011, el mes de enero fue el más desconfortable con un 61,3 %. Los casos de confort térmico sólo alcanzaron el 38,7 %. Los meses de febrero y marzo se caracterizaron por el bienestar climático experimentado por la población con un 52,4 y 64,5 % de los casos respectivamente. El mes de febrero presentó el segundo porcentaje de casos de desconfort con un 47,6 % (Figura 5.14d).

El índice Humidex (H) señala un 57 % de desconfort en los meses de enero y febrero para el período estival 2008. El mes de marzo, en cambio, fue el más confortable con el 75 % (Figura 5.15a). En 2009, enero y febrero continuaron siendo los meses más desconfortables. Entre los rangos de “algún desconfort” y “gran desconfort” el mes de enero evidenció un 62,5 % y febrero un 53,8 % del total de los casos (Figura 5.15b).

La situación de confort predominó en los meses de enero, febrero y marzo de 2010 con un 51,6, 61,5 y 67,7 % del total de los casos (Figura 5.15c). En enero, el 45,2 % representó “algún desconfort”, mientras que situaciones de “gran desconfort” se evidenciaron con el 3,2 % de los casos. Los meses de febrero y marzo también presentaron “algún desconfort” en el 38,5 y 25,8 % de los casos. De ellos marzo fue el más benigno de los tres.

En el año 2011, enero fue el mes más desconfortable al presentar situaciones de “algún desconfort” (54,8 % de los casos) y de “gran desconfort” (6,5 % de los casos). El 38,7 % representó un bienestar climático para la población. Los meses de febrero y marzo fueron confortables con un 52,4 y 51,6 % del total de casos registrados, respectivamente. En ambos meses se evidenciaron situaciones de “algún desconfort” que rondaron el 40 % (Figura 5.15d).

Al aplicar tres índices diferentes se comprobó que éstos no presentaron la misma cantidad de días de confort y desconfort durante el período estudiado. El motivo de esta variación es la consideración de distintos parámetros en su cálculo. Estos índices brindan una aproximación a la situación de confort percibida por la población. Así, los índices THI y H demostraron una mayor cantidad de días de desconfort. Un rasgo a señalar es que sus unidades son las que la población puede relacionar a la sensación de confort más rápidamente, al encontrarse expresados en °C y grados (°). Sin embargo, y a pesar de que registra menor cantidad de días de desconfort, el índice P considera una variable que predomina en el área de estudio: el viento. Al incluirla en el cálculo puede definir mejor la sensación de confort percibida por la población. De este modo, el índice P sería el más recomendable para su utilización en el balneario de Monte Hermoso. A pesar de las diferencias mencionadas los índices ubicaron al 2009 como el año que presentó mayor malestar térmico.

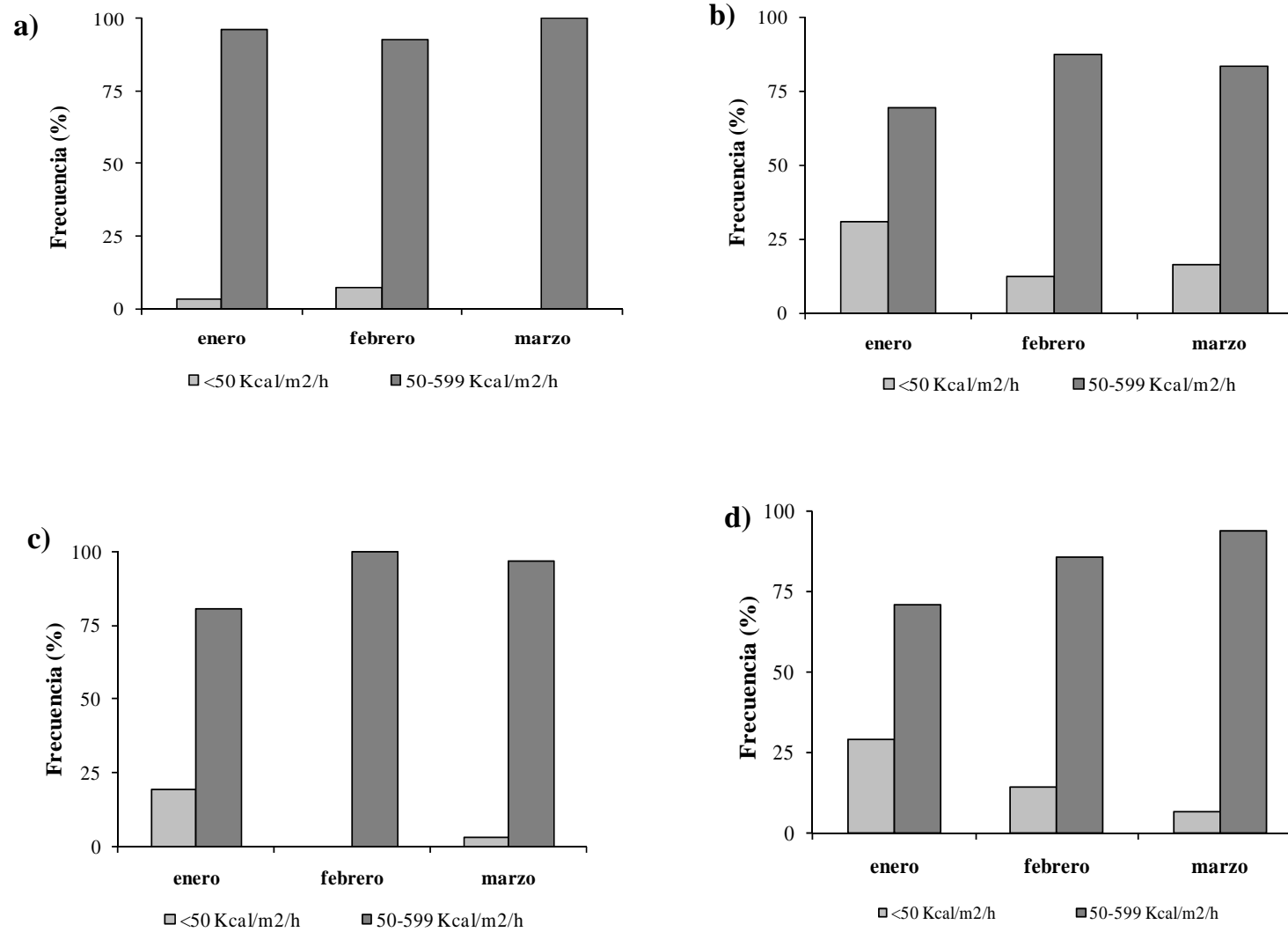


Figura 5.13. Frecuencia del índice termo-anemométrico para los años: a) 2008, b) 2009, c) 2010 y d) 2011.

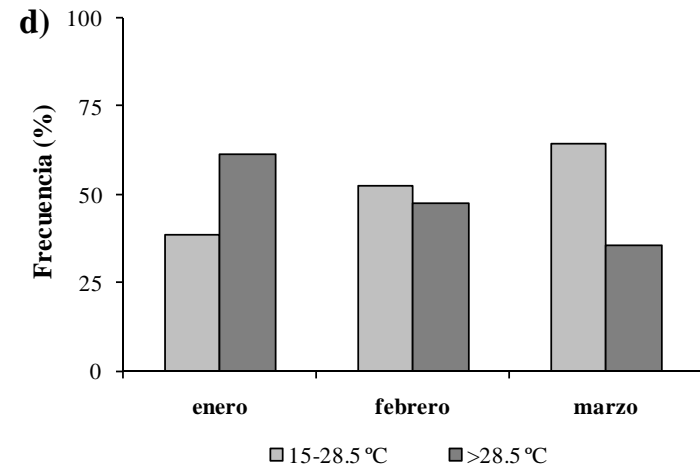
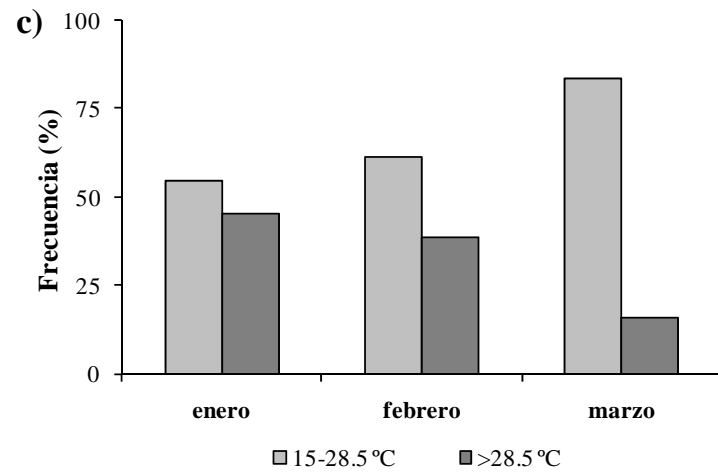
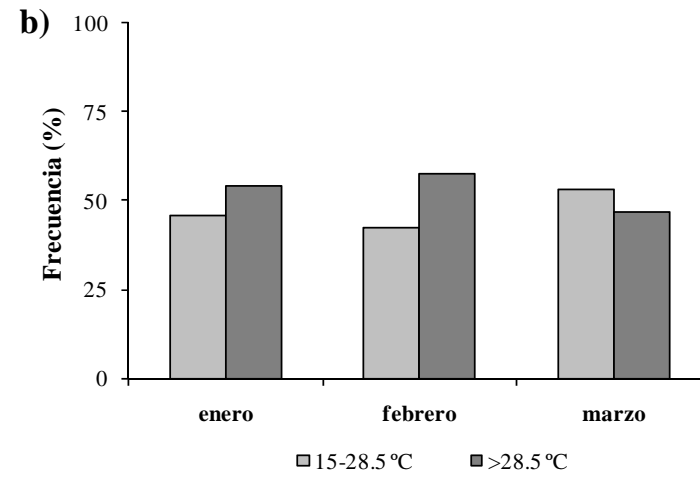
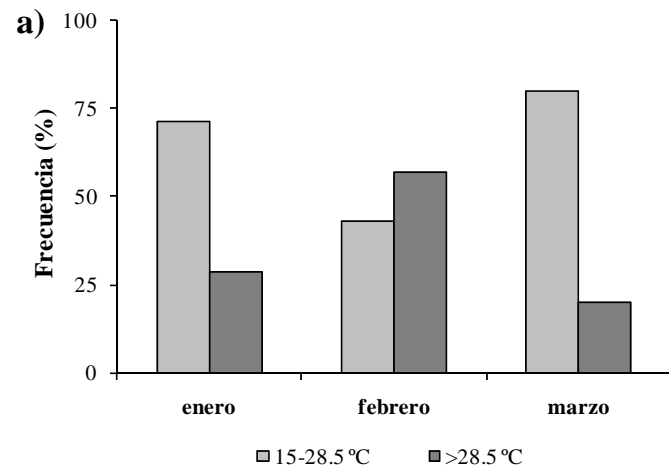


Figura 5.14. Frecuencia del índice termo-higrométrico para los años: a) 2008, b) 2009, c) 2010 y d) 2011.

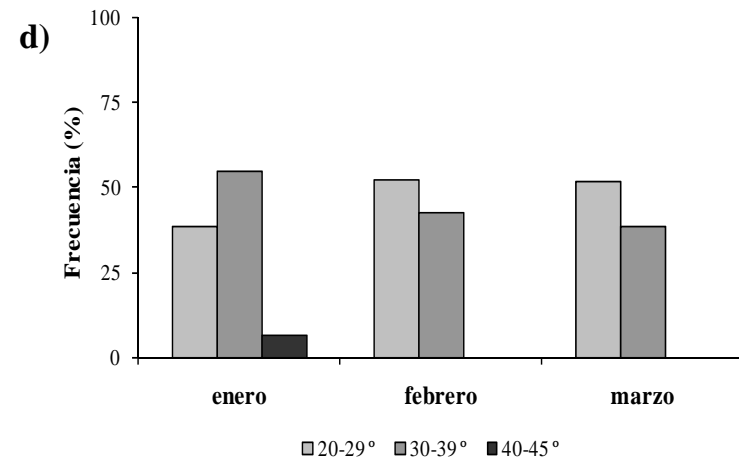
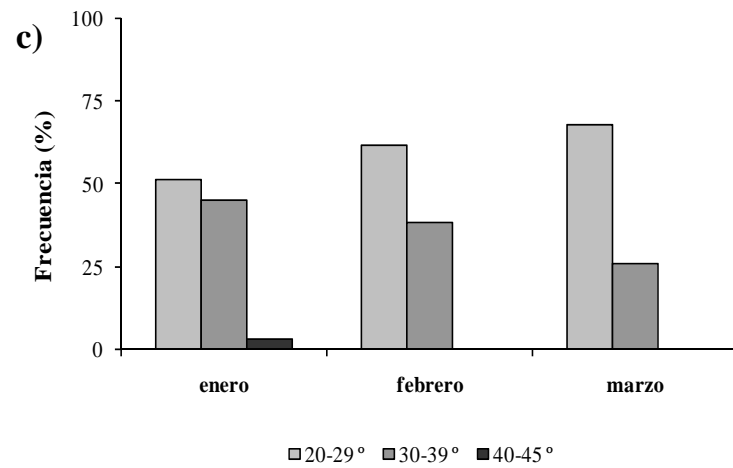
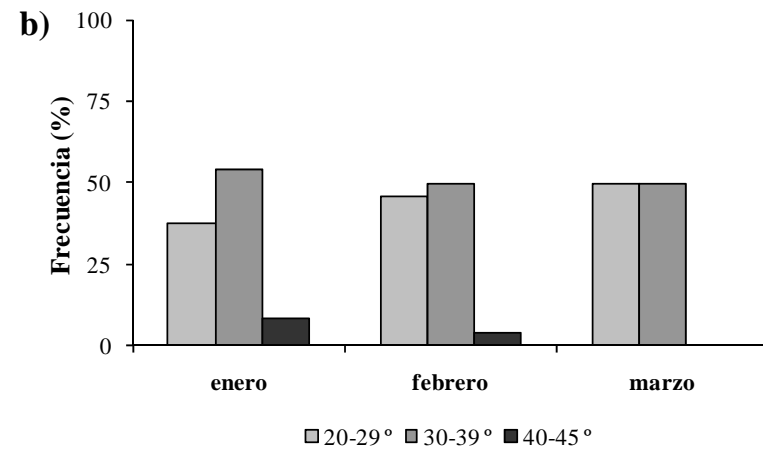
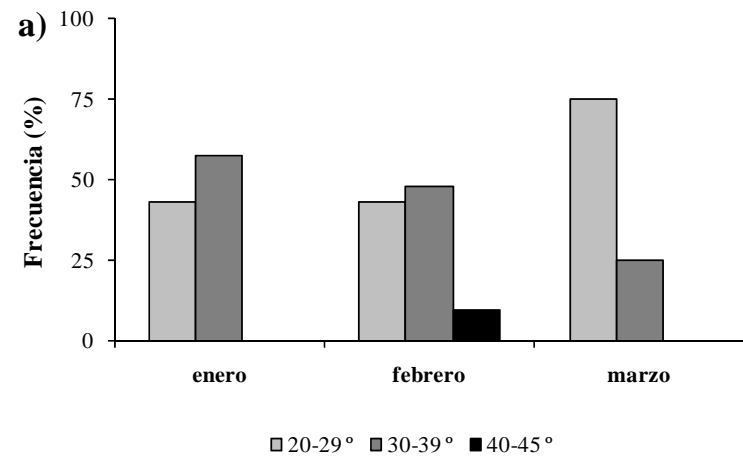


Figura 5.15. Frecuencia del índice Humidex para los años: a) 2008, b) 2009, c) 2010 y d) 2011.

5.4- Sensación térmica de frío en Monte Hermoso

El período invernal 2008-2011 del balneario Monte Hermoso se caracterizó por una temperatura media de 8,5 °C. La temperatura máxima media fue de 13,4 °C y la mínima media de 4 °C. La amplitud térmica media de los meses de invierno fue de 9,3 °C. El año con menor temperatura media fue 2010 con 7,8 °C. La mínima temperatura absoluta se registró en agosto de 2010 con -4,4 °C.

La humedad media relativa de todo el período invernal fue del 71 %. Los máximos valores de humedad media se registraron en los años 2010 y 2011 con 73 y 76 % respectivamente. De todo el período analizado, el año 2009 evidenció la mayor cantidad de precipitaciones en los meses de invierno con 83,7 mm; a diferencia de los años 2008 (9,8 mm), 2010 (46,8 mm) y 2011 que no registró precipitaciones.

Los vientos invernales predominaron del sector norte (17,7 % del tiempo) (Figura 5.16). Si bien fue uno de los más frecuentes junto con los del NNO (12 %) no fueron los más intensos. Sus velocidades medias rondaron los 3,3 y 4,3 m s⁻¹. Las mayores velocidades medias correspondieron a los vientos procedentes del sector SSO (8 m s⁻¹), S (6,9 m s⁻¹) y SO (6,6 m s⁻¹). Los vientos de estas direcciones tuvieron una baja frecuencia durante el período analizado.

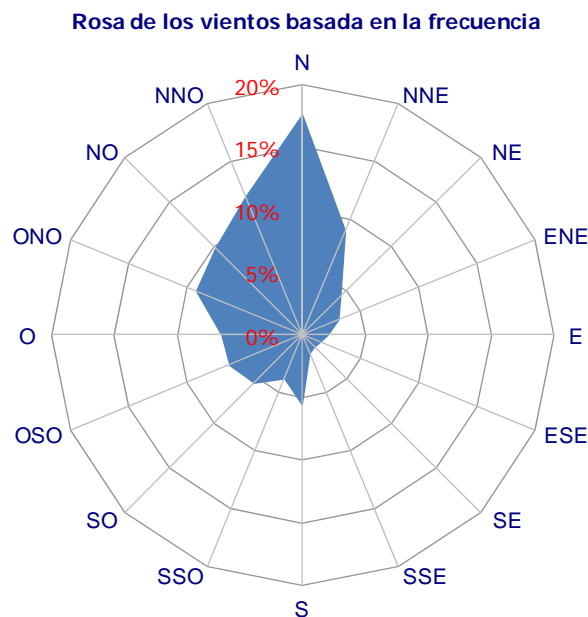


Figura 5.16. Rosa de los vientos del período invernal 2008-2011.

El diagrama bioclimático realizado para los meses de invierno del período 2008-2011 muestra a todos los valores horarios medios alejados de la zona de confort (Figura 5.17). Tanto en junio, julio y agosto los valores de sensación térmica no superaron los 10 °C ni descendieron más allá de la línea de 2 °C. La humedad relativa en los tres meses de invierno se ubicó entre el 50 y 80 %. Los momentos más “cálidos” se observaron entre las 12 y 17 h, esta situación es notoria en los meses de junio y agosto. En horas de la mañana, coincidente con la salida del sol se produce un descenso de la temperatura (aumentando la sensación de desconfort) cercana a los 2 °C.

La sensación térmica de frío fue analizada a partir del cálculo del índice de temperatura equivalente (Quayle y Steadman, 1999). Para el mismo se utilizaron los valores medios horarios del período 2008-2011. Se observa, en todos los meses, que los valores de TE son menores a la temperatura medida (Figura 5.18). Las mayores diferencias se presentan entre las 11 y las 14 h; este hecho coincide con un aumento en la velocidad del viento. Durante esas horas, la temperatura real osciló entre los 9 y 12,6 °C. El aumento de la velocidad del viento con valores entre 5,2 y 5,7 m s⁻¹ significó un descenso de la sensación térmica respecto de la temperatura real, del orden de los 3,5 °C. El factor de enfriamiento osciló en general entre los 2 y 4 °C y el mes de junio presentó los mayores valores (Figura 5.19) Además, se observó que cuando la velocidad del viento es superior a los 5 m s⁻¹ los valores del factor de enfriamiento aumentan.

Cabe señalar que sólo en junio de 2008, el índice de temperatura equivalente, dio como resultado valores negativos. Esto se produjo durante la madrugada entre las 2 y 7 h asociado a velocidades medias del viento de 7,8 y 8 m s⁻¹ (Figura 5.20) En el rango horario mencionado, el factor de enfriamiento osciló entre los 5,6 y 6,3 °C. Otra variación se produjo en horas de la tarde (16 h) donde el factor de enfriamiento fue de 6,6 °C y a las 22 h con 8,7 °C asociados a un cambio brusco y aumento en la velocidad del viento (Figura 5.21). Ante estas condiciones climáticas, bajas temperaturas y fuerte vientos, el hombre ve afectada su salud y el desarrollo de actividades si se encuentra en espacios libres.

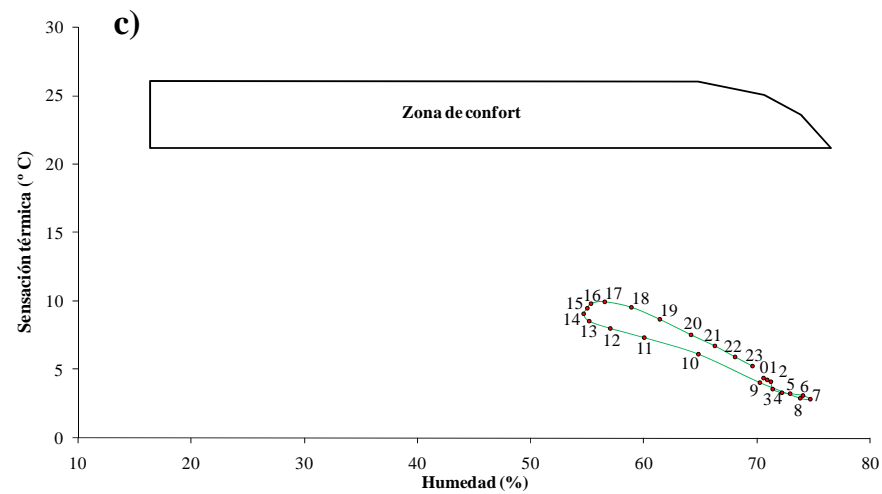
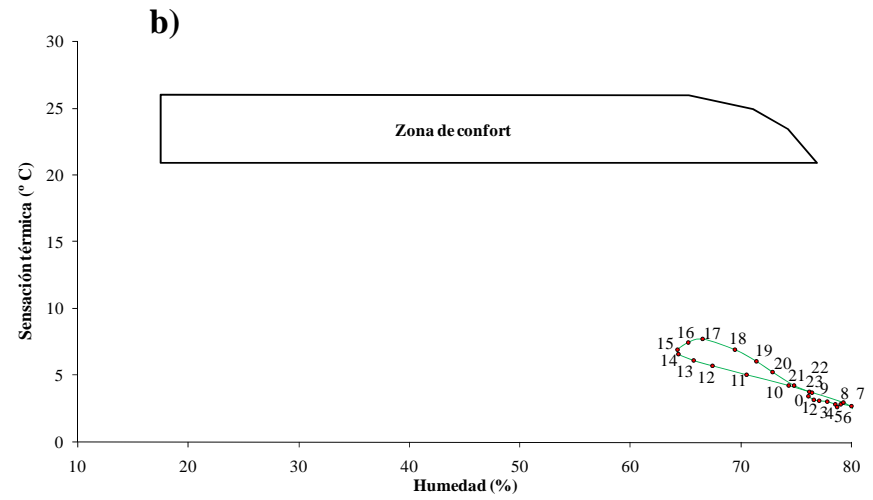
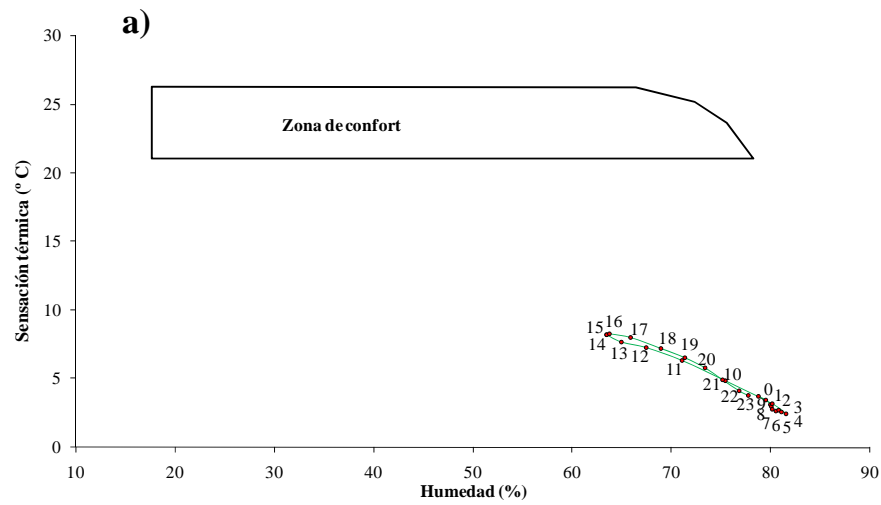


Figura 5.17. Diagramas bioclimáticos de los meses de a) junio, b) julio y c) agosto de l período 2008-2011.

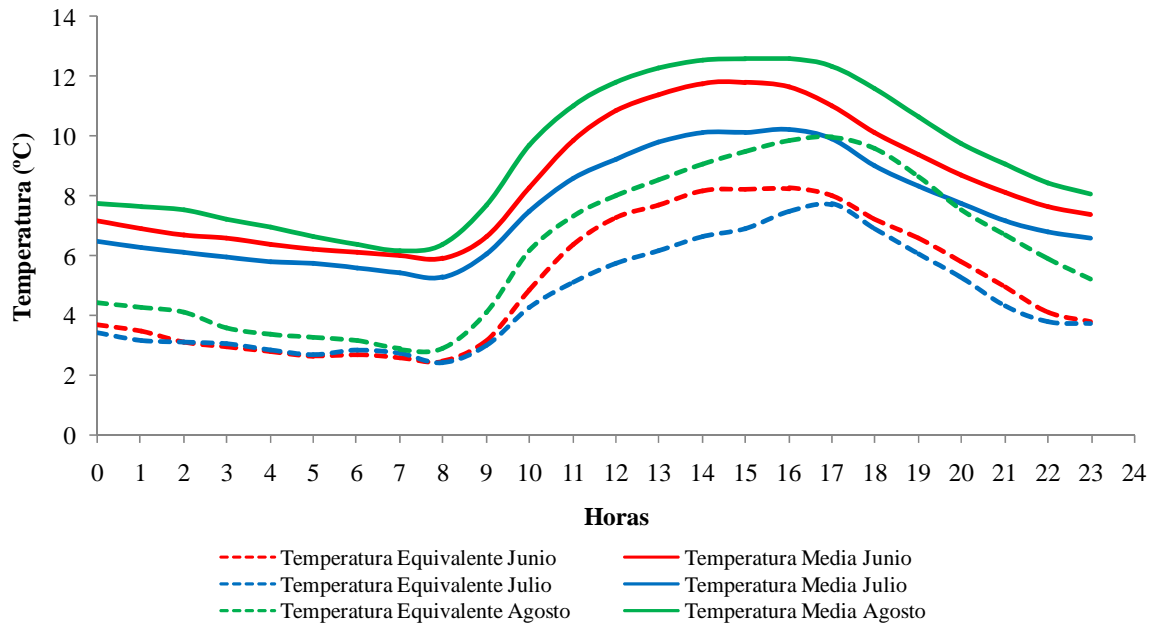


Figura 5.18. Oscilación de las temperaturas medias reales y equivalentes del período invernal 2008-2011

Fuente: Modificado de Genchi y Piccolo, 2009

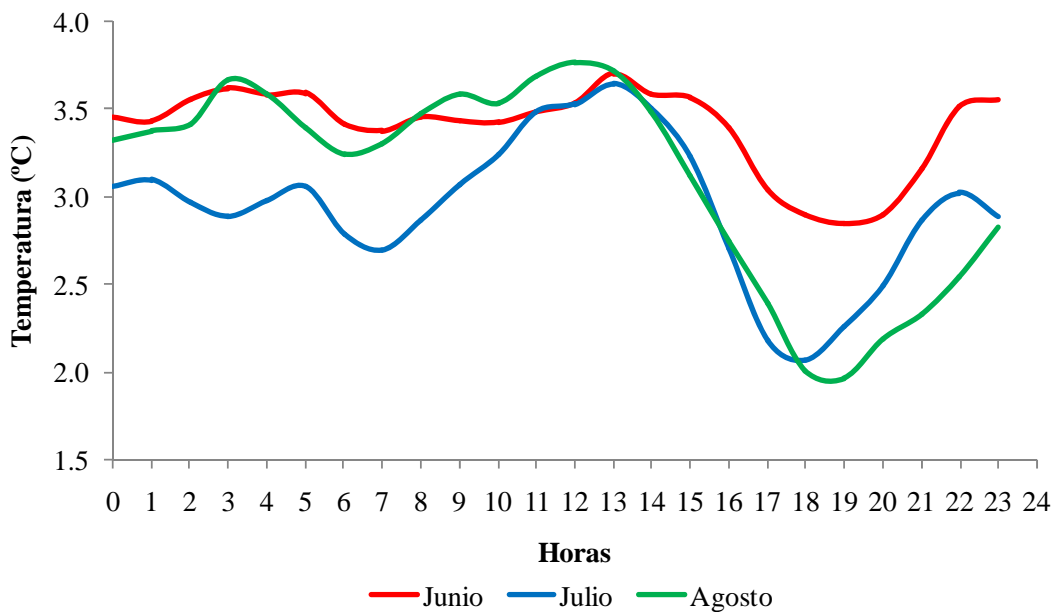


Figura 5.19. Factor de enfriamiento del aire horario por efecto del viento del período invernal 2008-2011.

Fuente: Modificado de Genchi y Piccolo, 2009

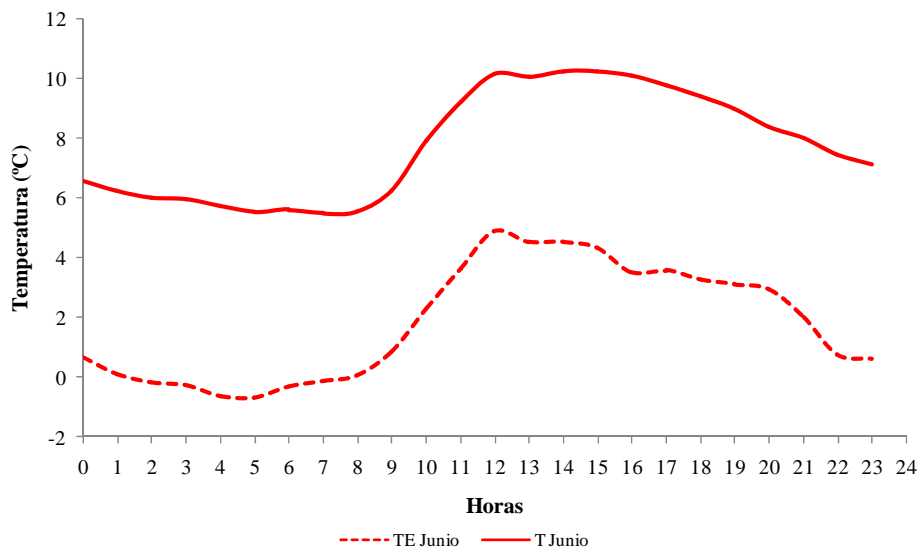


Figura 5.20. Oscilación de las temperaturas medias reales y equivalentes del mes de junio (período invernal 2008-2011).

Fuente: Modificado de Genchi y Piccolo, 2009

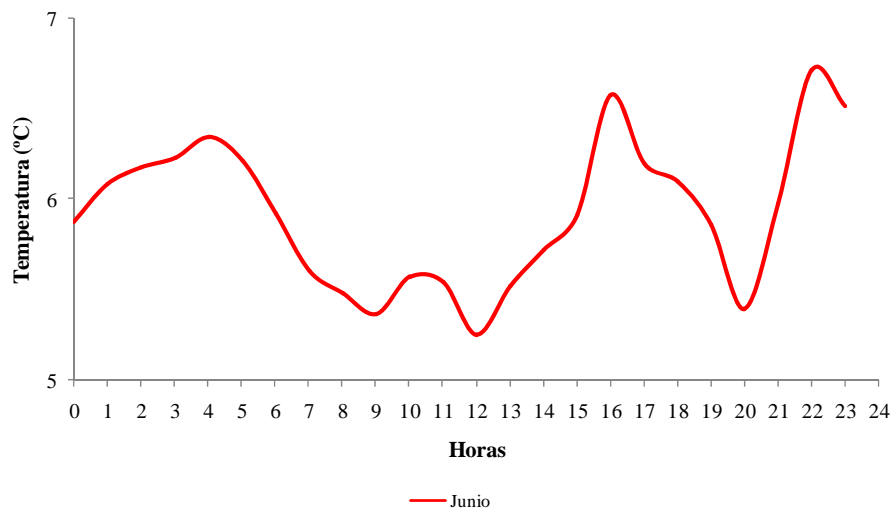


Figura 5.21. Factor de enfriamiento del aire horario por efecto del viento durante el mes de junio de 2008 (período invernal 2008-2011).

Fuente: Modificado de Genchi y Piccolo, 2009

5.5- Conclusiones

El continuo crecimiento urbano y poblacional de las zonas costeras hace necesario el conocimiento de sus características bioclimáticas. De este modo, se logra una mejor planificación de los recursos y las actividades, además de asegurar el bienestar de la población. Los parámetros meteorológicos más importantes para el sentir climático del

hombre son: temperatura, humedad, radiación solar y viento. Este último parámetro caracteriza a la costa bonaerense e influye sobre los valores obtenidos de confort climático.

Una de las actividades que mayor crecimiento ha experimentado en los últimos tiempos es la turística. Diversas investigaciones la relacionan con el tiempo y el clima, ya que pueden ser factores limitantes para su desarrollo. En este sentido, el conocimiento y utilización de índices de confort facilitan la planificación y favorecen el desarrollo de las tareas recreativas de la población.

Para la temporada estival 2007-2008 de Monte Hermoso, los resultados analizados a partir del índice de Humidex indicaron situaciones de desconfort en los días más calurosos durante 14 h aproximadamente. La acción del viento no alcanzó a calmar la sensación de desconfort. El mismo se caracterizó por ser principalmente del cuadrante Norte, impidiendo el ingreso de la brisa de mar, que se refleja en un ascenso de la temperatura y disminución de la humedad. Si bien los días analizados corresponden a los más cálidos del mes, al comparar los diagramas bioclimáticos, el 13/01/08 presentó mayor cantidad de horas de desconfort desde la mañana hasta la noche. Se sugiere entonces, considerando estos resultados, prevenir a la población que sufre problemas de salud o a los ancianos que en condiciones de viento Norte en el balneario se generarán muchas horas de desconfort climático.

La aplicación de los tres índices en el área de estudio, durante el periodo de verano 2008-2011, permitió observar las variaciones de los valores de confort de un año a otro. El año 2009 se caracterizó por ser el más agobiante. La diferencia entre los índices se vio representada por una mayor cantidad de días de desconfort para THI y H que para el P. Aunque este último es el más representativo al incluir, en su cálculo, la variable viento tan característica en la zona.

Con el fin de evitar riesgos en la salud de residentes y turistas, el mes de marzo se perfila como óptimo para el desarrollo de actividades recreativas y de esparcimiento. Los meses de enero y febrero son los que registran la mayor cantidad de días con sensación de desconfort.

La sensación de desconfort, durante el invierno, percibida por la población ante las bajas temperaturas se intensificó con el aumento de la velocidad del viento. Esto se observó en el índice T_E al presentar valores menores, e incluso bajo cero, a la temperatura real. Los valores del factor de enfriamiento para los meses del período analizado (2008-2011) se incrementaron en horas del mediodía coincidente con un aumento en la velocidad del viento.

El área de estudio se afianza como destino turístico al registrar, año a año, un incremento en la afluencia de visitantes. Por este motivo, resulta conveniente brindar la información sobre confort climático al municipio de Monte Hermoso para facilitar la planificación de las actividades turísticas y, también, beneficiar a la comunidad. Además, permite prevenir a la población, en especial a aquellos grupos que representan riesgos (niños y ancianos), sobre el desconfort en días con vientos del Norte (verano) o con sensaciones térmicas bajas (invierno) que arriesguen a la población a enfermedades provocadas por la exposición al frío.

CAPÍTULO 6

MORFOLOGÍA DE PLAYA

6.1- Introducción

Las playas son remodeladas y afectadas por diferentes agentes: olas, vientos y mareas. También son alteradas por la presencia de diferentes elementos antrópicos (edificios, ramblas, espigones, etc.) que se ubican en la costa. Su influencia determina que la geomorfología de la playa experimente modificaciones en distintos sectores de una misma costa. Estos cambios se observan en la variación de sus geofomas y en la dinámica del sedimento.

A escala internacional, son diversos los estudios vinculados con perfiles de playa. (Leatherman, 1979; Wright y Short, 1984; Komar, 1998; Larson y Kraus, 1994, Holly *et al.*, 2000, Dingler y Reiss, 2002; Short y Trembanis, 2004, Ruggiero *et al.*, 2005; Yates *et al.*, 2009). Entre ellos, Komar (1998) señala los métodos utilizados para la medición de perfiles, las fórmulas aplicadas al estudio de sus pendientes o la elevación de las bermas y las clasificaciones existentes debido a la influencia de las mareas, los vientos y las olas. Además, hace referencia a la utilización de métodos estadísticos como ser el Análisis de Componentes Principales (ACP). El mismo permite analizar la variabilidad espacial y temporal de los perfiles de playa.

Variaciones morfológicas y volumétricas de las playas fueron estudiadas, por ejemplo, por Dubois (1988). Este autor investigó las características cíclicas de la playa a lo largo de un segmento de la costa de Delaware durante 13 meses. Los resultados determinaron que la topografía y volumen de la playa variaba de acuerdo a los cambios en los regímenes climáticos de olas. Las variaciones espaciales de los perfiles de playa, teniendo en cuenta escalas temporales, fueron analizadas por Larson y Kraus (1994), quienes estudiaron desde las formas características producidas a largo plazo hasta la dinámica a corto plazo en los cambios de niveles de sedimento provocados por las tormentas.

Otros autores como Masselink y Pattiaratchi (2001) investigaron los procesos que controlan los cambios estacionales en la morfología de playa en la costa de Perth (Australia). Además calcularon el parámetro adimensional de velocidad de caída (Ω) con el fin de predecir la ocurrencia de erosión/acreción y el tipo de playa. Las experiencias efectuadas demostraron que este parámetro tiene una utilización limitada al aplicarlo en el área de estudio.

Otros estudios relacionan las variaciones de perfiles de playa con la acción de tormentas (Birkemeier, 1979; Lee *et al.*, 1998; Hill *et al.*, 2004; Castelle *et al.*, 2007). Las tormentas han sido reconocidas como el mayor agente modificador de los ambientes costeros en términos de morfología y volumen de sedimento. Además de los cambios naturales pueden producir la destrucción de infraestructuras costeras y viviendas (Birkemeier, 1979; Caló *et al.*, 2000; Gibeaut *et al.*, 2002). Las tormentas provocan efectos en distintas escalas temporales: corto plazo (uno o varios días) o mediano plazo (años a décadas). Birkemeier (1979) estudió los efectos ocasionados por una tormenta del 19 de diciembre de 1977 en tres localidades de la costa Este de los Estados Unidos. Se dedicó al estudio de tormentas costeras individuales con el fin de predecir sus efectos. Para ello realizó mediciones y observaciones previas, durante y posteriores a la tormenta. La gran mayoría de los perfiles de playa evidenciaron una erosión importante del sedimento; sin embargo, días después de la tormenta las playas experimentaron una recuperación del mismo.

La interacción entre playas y tormentas, teniendo en cuenta los cambios interanuales, han sido estudiados por Lee *et al.* (1998) y Gibeaut *et al.* (2002). Los primeros analizaron el paso de un grupo o una tormenta a través de los cambios en perfiles de playa y el volumen de sedimento movilizado. La rápida sucesión de varias tormentas es capaz de producir un gran impacto en la morfología y sus efectos pueden considerarse como una gran tormenta individual. En su estudio sobre las tormentas tropicales, Gibeaut *et al.* (2002) analizaron la costa suroeste de Texas (Golfo de México, EE.UU.) desde 1994 a 1998. Su objetivo fue determinar las condiciones en la que se espera una erosión significativa y la destrucción de construcciones costeras durante una tormenta y ubicación particular. La comparación de perfiles de playa evidenció que las tormentas provocaron

variaciones en la línea de vegetación, de costa y en el volumen de arena, con una tendencia a la erosión.

La dinámica y efectos de las tormentas invernales fueron estudiadas por Hill *et al.* (2004) quienes analizaron los efectos de estas tormentas en playas de características diferentes (naturales, moderadas y altamente modificadas por el hombre). Determinaron que en playas modificadas se produjo una pérdida en el volumen de arena durante las tormentas que no pudo recuperarse meses después. En playas naturales o poco modificadas se observó una redistribución del sedimento a lo largo del perfil. Luego de la tormenta estas ganaron y excedieron el volumen previo al evento.

En la provincia de Buenos Aires se están realizando investigaciones sobre morfología de playas. Se estudiaron cambios en la morfología sedimentaria de Villa Gesell desde 1994 a 1996 (Bértola *et al.*, 1999) y cambios morfológicos naturales y artificiales de las playas del sudeste bonaerense desde 1983 a 2004 (Bértola, 2006). Las modificaciones de las playas en los períodos mencionados tuvieron sus causas en cuatro procesos: ciclos estacionales (verano-invierno), ciclos episódicos como tormentas, influencia antrópica y presencia de bancos arenosos submareales.

Los trabajos referidos a la interacción entre tormentas y playas son escasos en el país. La evolución morfológica de la playa de Bahía de los Vientos (Quequén, Provincia de Buenos Aires) frente a la acción de la tormenta del 25 de junio de 2006 fue estudiada por Bértola *et al.* (2007). Esta modificó fuertemente la morfología de la playa al cambiar la ubicación de la berma de tormenta y de marea. Esto se debió a vientos fuertes y olas con alturas superiores a los 3 y 9 m. En la playa de Pehuén Co (Provincia de Buenos Aires), Bustos *et al.* (2009) analizaron los cambios en su morfología debido a un evento ocurrido el 26 de julio de 2007. Este se caracterizó por vientos fuertes y olas de hasta 3 m de altura produciendo graves daños sobre la playa, caminos costaneros y edificaciones. De los sectores analizados, en algunos desapareció la berma y fueron los más erosionados, mientras que en otros la situación fue similar pero las típicas bermas no desaparecieron completamente.

En el balneario de Monte Hermoso (Provincia de Buenos Aires) se realizó un trabajo donde se compararon el efecto de dos tormentas (Caló *et al.*, 2000). En la primera de ellas, prevaleció la acción eólica generando caída de árboles, rotura de vidrios y voladuras de carpas e infraestructura de playa. En la segunda predominó la acción erosiva de las olas. Se produjeron deterioros en viviendas costeras con descalce de cimientos, rotura del camino costero y erosión de playa.

La presencia de zonas urbanas influye, también, en la modificación de la morfología de las playas. Este aspecto ha sido estudiado en las localidades balnearias de Villa Gesell (Marcomini *et al.*, 1997), Pehuén Co (Pratolongo *et al.*, 2007) y Monte Hermoso (Hernández Moresino y Campo, 2007). En Villa Gesell las playas, asociadas a sectores urbanos, presentaron una disminución en su ancho y un aumento en su pendiente. La geoforma más vulnerable al proceso erosivo fue la berma estacional. La acción erosiva de las olas se intensificó durante las tormentas (Sudestadas) e impidió, en los sectores céntricos, la recuperación de la playa. En base al grado de alteración (bajo, moderado y alto) los autores elaboraron un modelo de cambio morfológico para las estaciones de verano e invierno (Marcomini *et al.*, 1997). Sobre el estudio de la línea de costa frente al balneario Pehuén Co, Pratolongo *et al.* (2007) observaron que el mayor retroceso se registró en zonas afectadas por la urbanización y actividades forestales. La línea de costa evidenció un menor retroceso frente a sectores con influencia de médanos.

En el balneario de Monte Hermoso las investigaciones vinculadas a la dinámica de su playa son incipientes. El trabajo de Fernández *et al.* (2006) presenta un balance sedimentario del balneario asociado a parámetros meteorológicos y oceanográficos de agosto a octubre de 1998. Los períodos de erosión se relacionaron con vientos provenientes del mar y máximas alturas de olas. Mientras que la acumulación se observa con vientos continentales y menores alturas de olas. Los perfiles de playa evidenciaron que el mayor dinamismo estuvo dado por la formación y migración de barras.

En el estudio realizado por Hernández Moresino y Campo (2007) fue considerada la influencia de factores antrópicos y naturales sobre un sector de la playa ubicado al Oeste del balneario, de junio a octubre de 2005. Los autores señalaron, además, la erosión en la costa generada por eventos meteorológicos (sudestadas).

Como ya se ha mencionado, los estudios referidos a la acción de eventos meteorológicos intensos en las playas son escasos en Argentina. Por este motivo, se analizó en el balneario de Monte Hermoso los cambios provocados por las tormentas más significativas durante el período de estudio (2007-2010). Además se analizaron las variaciones en espacio y tiempo de los perfiles de playa mediante la técnica estadística de Análisis de Componentes Principales. La información obtenida puede contribuir con la identificación de áreas de acreción-erosión de la playa y de zonas de riesgo a olas y tormentas. De este modo, se favorecerá la planificación de las actividades humanas y obras de infraestructura.

6.2- Método de trabajo

6.2.1- Descripción de los sectores estudiados

Las mediciones se iniciaron en el mes de junio de 2007, previo reconocimiento del área de estudio en mayo del mismo año. Durante esta primera salida de campo se determinaron los sectores en los cuales se efectuarían las mediciones geomorfológicas, hidrográficas, etc. Se definieron 3 sectores (Figura 6.1), seleccionados de tal forma de obtener sitios en el centro urbano y alejados del mismo para poder comparar la dinámica del sistema. En cada sector se establecieron tres mojones desde los cuales se iniciaron las mediciones de perfiles de playa. Las mismas se efectuaron en bajamar.

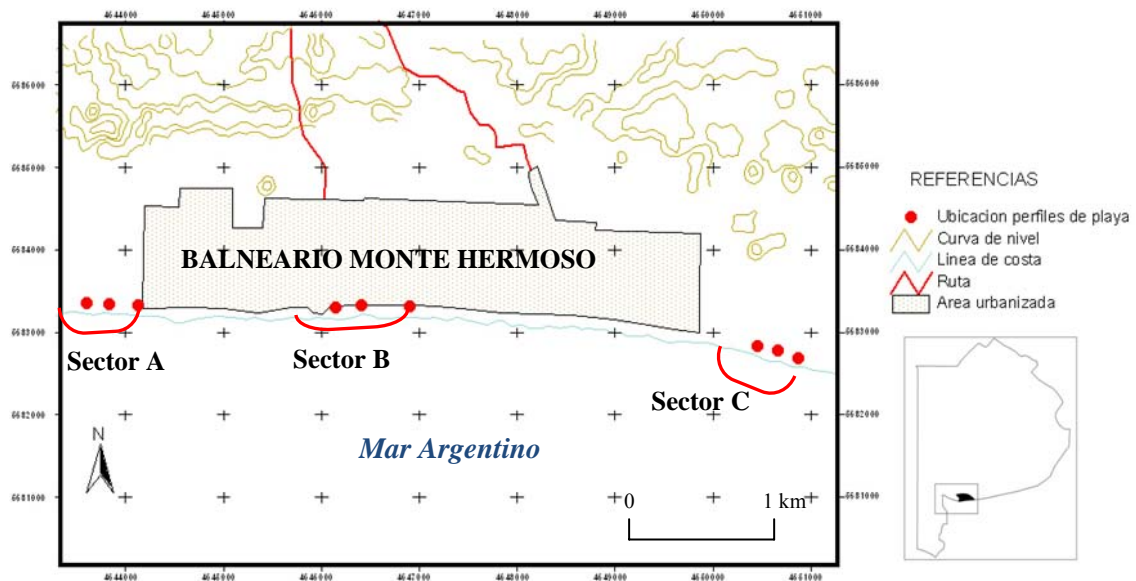


Figura 6.1. Ubicación de los sectores de medición
Fuente: Elaboración propia

6.2.1.1- Sector A

El sector A, alejado de la planta urbana, es considerado como el “más natural” de los tres ya que es el de menor influencia antrópica (Figura 6.2). Sólo se evidencia la presencia de un camino que comunica a la ciudad con un importante complejo turístico (“Camping Americano”). Los médanos se encuentran parcialmente vegetados, otorgándoles escasa movilidad. Aquellos médanos cercanos al camino mencionado experimentan algunas modificaciones provocadas por tareas de apertura o limpieza de esta vía.

El límite O está señalado por el inicio de un área boscosa en cercanías del complejo mencionado. Junto al límite E del sector se ubica una de las bajadas vehiculares (habilitadas por el municipio) utilizada por pescadores artesanales, con el fin de transportar sus lanchas hacia el mar y por público en general.



Figura 6.2.Vista parcial del sector “A”.

6.2.1.2-Sector B

Se encuentra en contacto con la zona urbanizada del balneario. Por este motivo se evidencia la escasa presencia o ausencia de médanos. Los mismos han sido y están siendo, reemplazados por viviendas y otras obras de infraestructura (paradores, club de pesca). El tránsito vehicular por la playa está prohibido en este sector y frente a toda el área urbana. Sólo se permite la circulación de vehículos de gran porte (topadoras, palas cargadoras) para llevar a cabo tareas de limpieza. Las mismas refieren a la apertura de calles o frentes de

viviendas que han sido cubiertas u obstruidas por sedimento. Esta situación se observa principalmente luego del pasaje de alguna tormenta o previo al inicio de la temporada estival (para reacondicionar los espacios). Durante el verano es uno de los sectores más concurridos por turistas y residentes (Figura 6.3).



Figura 6.3.Vista parcial del sector “B”.

6.2.1.3- Sector C

El sector C se ubica sobre una pequeña saliente de la costa. Se caracteriza por estar asociado a un espacio parcialmente urbanizado. Este se emplaza en forma lineal, paralelo a la costa y bordeando el camino que comunica a Monte Hermoso con el Faro Recalada y el Balneario Sauce Grande. Sus límites están definidos al W por el inicio de la urbanización mencionada y hacia el E por el faro (Figura 6.4).

Frente a este sector el tránsito de vehículos está permitido. La concurrencia de turistas es menor, aunque se destaca la presencia de deportistas (windsurf, kitesurf entre otros) y pescadores.



Figura 6.4.Vista parcial del sector “C”.

6.2.2- Metodología de campo

6.2.2.1- Mediciones de perfiles de playa mediante método Emery y GPS

Los perfiles se realizaron perpendiculares a la playa, una vez al mes y luego de tormentas, sobre la base del método propuesto por Emery (1961) (Figura 6.5). Este método utiliza un par de reglas graduadas (de 1,5 m) con las que se mide el cambio de elevación de la playa. Las dos reglas se encuentran conectadas a través de una sogas que es la que determina el intervalo de medición (1,5, 3 y 6 m) a lo largo del perfil. El observador que sostiene la regla de cara al continente alinea su ojo con el borde de la segunda regla (de cara al mar) y el horizonte. Luego, registra la distancia entre el tope de su regla y el punto que resulta de la alineación. Esta medición representa la diferencia de elevación entre dos puntos. Para continuar la medición del perfil una de las reglas se traslada hacia el lado opuesto, a la distancia establecida, y se efectúa la segunda medición. Se repite esta acción hasta finalizar el perfil. Se aplicó esta metodología desde junio de 2007 hasta diciembre de 2008.

A partir de febrero de 2009 se utilizó un DGPS-RTK para la medición de los perfiles (Figura 6.6). Este instrumento brinda una precisión en vertical de 1 cm o menos en las mediciones. Está compuesto de dos partes: una fija o “Base” (representa el punto de referencia y fue ubicada en uno de los edificios más altos del balneario de Monte Hermoso para evitar interferencias en la señal) y una móvil o “Rover” con la cual se efectuaron las mediciones de perfil de playa. Para recorrer el perfil, se sujetó el “Rover” a un soporte vertical y fue colocado en un pequeño carro para facilitar su transporte. Este dispositivo registró la información de coordenadas (latitud y longitud), altura, número de identificación y hora de cada punto registrado en el perfil. Las mediciones se efectuaron a un intervalo de 1 s en la función “topografía continua”. Las tareas de campo finalizaron en junio de 2010, de esta manera se completaron 3 años de datos.



Figura 6.5. Medición del perfil de playa con el método Emery.



Figura 6.6. Vista del DGPS-RTK utilizado en las mediciones de perfiles de playa.

6.2.2.2- Muestreo de sedimento

En los sectores determinados a lo largo de la playa se realizaron muestreos sedimentológicos de los perfiles centrales. Estos permitieron caracterizar el tipo de material existente. Los puntos de muestreo coincidieron con las formas del terreno más

destacadas (médano, espaldón, berma, canal y barra). En cada punto, se muestrearon unos milímetros de la capa superficial de sedimento ya que representan los cambios más recientes (minutos) ocurridos en la playa. Para extraer cada una de las muestras se utilizó una espátula hasta obtener un peso aproximado de 100 g. Las mismas fueron almacenadas en bolsas rotuladas con su denominación y fecha.

6.2.2.3- Mediciones de parámetros oceanográficos

Para el cálculo de los parámetros oceanográficos del balneario de Monte Hermoso se aplicaron algunas de las metodologías presentadas por Perillo y Piccolo (1987). Las mismas forman parte del Programa de Observaciones Costeras (POC). Este programa es la modificación de otro similar: Littoral Environmental Observations (LEO) desarrollado en los Estados Unidos por el Coastal Engineering Research Center (CERC). Ambos programas efectúan observaciones, principalmente visuales, de las condiciones de olas, mareas, corrientes litorales y características morfológicas y sedimentológicas. Para esta investigación se han efectuado mediciones con el fin de caracterizar las olas (altura y período), tipo de rompiente y la velocidad y dirección de la corriente litoral.

Por el carácter subjetivo de la observación visual de los parámetros oceanográficos es que pueden cometerse errores. El constante entrenamiento del observador contribuye a reducirlos. Cabe señalar que los errores de medición se minimizan cuando se realiza la estadística de largas series de tiempo

Para medir el período se consideró a la cresta de la ola por ser la más sencilla de identificar. De esta manera se tomó el tiempo en segundos en el transcurso de 11 crestas sucesivas por un punto definido por el observador. Se efectuaron tres mediciones y se calculó el promedio de los registros.

El primer paso para medir la altura de la ola es alinear la altura del ojo del observador a la altura de la cresta de la ola. Luego se estima la altura de las olas más grandes que rompen a mayor distancia de la costa posible. Se mide la altura ni bien rompe la ola. Se realizan tres series de treinta olas de las cuales se seleccionan las diez olas de mayor altura y se obtiene su promedio. Posteriormente, los tres valores promedio de cada

una de las series se promedian. De esta manera se obtiene la media del tercio de la ola más grande que llega a la costa, es decir la altura significativa de la ola.

Las corrientes litorales son producto de la acción de las olas. En Monte Hermoso se midieron aquellas corrientes paralelas a la costa. Esta tarea se realizó con la ayuda de un flotador (por ejemplo una tabla) que permitió determinar la velocidad y dirección de las corrientes paralelas.

Para determinar la velocidad de esta corriente, se arroja el flotador en el espacio comprendido entre la zona de rompientes y la de lavado, simultáneamente se efectúa una marca en la playa a la altura de donde fue arrojado el flotador. En ese momento comienza a tomarse el tiempo. Por el lapso de un minuto, el observador sigue el flotador. Al finalizar se realiza una nueva marca sobre la playa, señalando la posición del elemento utilizado y se mide la distancia entre ambos puntos marcados para completar el cálculo de velocidad de la corriente. En simultáneo a esta medición se registra también cuál es la dirección de la corriente, para observar el movimiento paralelo a la costa del flotador.

6.2.2.4- Mediciones de las características fisicoquímicas del agua de mar

Las características fisicoquímicas del agua de mar se incluyeron con la medición del pH, oxígeno disuelto (mg l^{-1}), temperatura y salinidad. El instrumento utilizado para tal fin fue el analizador HORIBA U-10 (Figura 6.7). Para registrar los parámetros mencionados, se sumergió el analizador a una profundidad de 0,40 m. Las condiciones meteorológicas fueron consideradas simultáneamente. Para ello se utilizaron estaciones meteorológicas portátiles (Figura 6.8). Se obtuvo velocidad, ráfaga máxima y dirección del viento, humedad relativa, presión atmosférica y temperatura del aire.



Figura 6.7. HORIBA U-10.



Figura 6.8. Estación meteorológica y anemómetro portátil.

6.2.3- Metodología de Laboratorio

6.2.3.1- Análisis de las muestras de sedimento

Una vez obtenidas las muestras de sedimento, éstas se colocaron en peroles rotulados y se secaron en una estufa. Luego se cuartearon hasta obtener un peso cercano a los 30 g. Se tamizaron y pesó el resultado de cada tamiz. El tamizado de las muestras se inició con tamices del n° 5 (4000 μm) al 25 (710 μm) y luego se completó con los tamices n° 35 (500 μm) a 230 (63 μm) utilizando una tamizadora sónica ATM SONIC SIFTER (Figura 6.9). Se utilizó una balanza analítica SCIENTECH que registra hasta la cuarta cifra decimal (Figura 6.10). Los datos de los pesos obtenidos en cada tamiz fueron procesados a través del programa GRADISTAT (Blott, 2000) con el cual se efectuó el análisis granulométrico.



Figura 6.9. Tamizadora sónica ATM SONIC SIFTER.



Figura 6.10. Balanza analítica SCIENTECH.

6.2.4- Análisis de gabinete

6.2.4.1- Método de análisis de los datos de Emery

Los datos obtenidos en el terreno, para perfiles de playa, fueron: la diferencia de altura (dh) y distancia (L) entre dos puntos, ambos expresados en centímetros. Se realizaron correcciones de estas variables con el fin de representarlas gráficamente. La

corrección de la distancia se efectuó a partir de cálculos trigonométricos. Se aplicó la función seno y luego arcoseno al valor resultante para obtener el ángulo de cada tramo del perfil (α), es decir su inclinación. Luego, se aplicó el $\cos(\alpha)$ para obtener la distancia horizontal relativa (L_r) entre los puntos. Posteriormente, este valor fue utilizado para el cálculo de la distancia horizontal acumulada (L_t).

Para el tratamiento de los datos de altura de este método se fijó un valor de referencia inicial. A partir de éste se efectuó la resta con la primera medición, su resultado fue utilizado como base para el siguiente punto a restar y así, sucesivamente, hasta concluir con el registro de datos. Los resultados finales de altura y distancia, en centímetros, fueron transformados a metros para ser graficados.

6.2.4.2- Método de análisis de los datos de GPS

Se obtuvo, con el GPS, el dato de coordenadas geográficas. Las mismas fueron transformadas a coordenadas planas (Gauss Kruger) con el objeto de calcular la distancia entre los puntos registrados. Para ello se aplicó la siguiente fórmula

$$d = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2} \quad (1)$$

donde d es la distancia, x es la latitud, y es la longitud y los subíndices señalan la correspondencia de cada punto.

Los datos de altura fueron obtenidos directamente por el GPS. No fue necesario realizar ninguna conversión o corrección ya que los registros son precisos y están expresados en metros.

6.2.4.3- Corrección de los datos de altura del método Emery con datos del GPS

Al utilizar el GPS fue necesario realizar las correcciones de los datos obtenidos mediante el método Emery con el fin de unificar las mediciones. Los datos de altura fueron los únicos a corregir. Para ello se reemplazó el valor de referencia inicial por el valor medido con el GPS en el primer punto de cada perfil. Posteriormente se procedió de igual manera a lo expresado en la obtención de las alturas en el análisis de datos de Emery.

6.2.4.4- Método de cálculo de volúmenes

Para el cálculo de los volúmenes de sedimento de los perfiles de playa se identificó el perfil de menor extensión de cada sector. Se tomó como referencia la línea de base de cada perfil seleccionado y se consideró un ancho de playa constante (1 m). De esta manera, se aplicó ese valor de referencia a todos los perfiles de cada sector para así obtener resultados comparables. Se señaló la línea de tendencia de los sectores estudiados y de los perfiles que los conforman para identificar aquellos que experimentan situaciones de acumulación o erosión. Además se calculó la tasa anual de sedimento ($\text{m}^3 \text{m}^{-1} \text{año}^{-1}$) y la tasa anual media de sedimento ($\text{m}^3 \text{año}^{-1}$) de cada sector.

6.2.4.5- Método de Análisis de Componentes Principales (ACP)

Se utilizaron los datos de los perfiles de playa realizados (distancia y altura) para generar la serie de autofunciones empíricas de acuerdo a la metodología propuesta por Winant *et al.* (1975). La misma se efectúa para representar los datos, en este caso la altura de los perfiles h , como una combinación lineal de funciones de la distancia normal de la playa x y funciones de tiempo t . Los datos se representan en un rango determinado como h_{xt} donde x es un índice cuyos límites se encuentran entre 1 y n_x (cantidad de puntos medidos en el perfil), y t es otro índice en el cual sus valores varían entre 1 y n_t (número total de veces en que el perfil ha sido registrado).

De esta manera los datos de los perfiles se organizaron en función de la distancia y del tiempo. Se consideraron los datos originales y datos cada 30 días, estos últimos se obtuvieron mediante una interpolación efectuada con un script en MATLAB. Además, se calculó el promedio para cada uno de ellos. La interpolación se realizó debido a que el ACP requiere que la información se encuentre equiespaciada tanto temporal como espacialmente.

Los datos obtenidos se procesaron en un programa estadístico con el fin de obtener las autofunciones (eigenvalues), los autovalores (eigenvectors) y los “factor scores” de cada perfil. El primer autovector de la tabla de datos originales (sin el promedio restado) representa el perfil medio. Del grupo de datos que fueron modificados al restarle el promedio se utilizó el primero y el segundo autovector que representan a la “función barra-

berma” y “función terraza”, respectivamente. Posteriormente se graficaron los valores en función del espacio y del tiempo. Además, los resultados obtenidos se relacionaron con los datos de volumen de sedimento y pendiente.

6.3- Resultados

6.3.1- Descripción general de los perfiles de playa

La costa de Monte Hermoso presenta una orientación E-W. En el límite E del área de estudio, coincidente con el Faro Recalada, la costa toma una forma de pequeña saliente. El perfil de playa de este balneario tiene una longitud media de 146,4 m. El cálculo de su pendiente general fue de 2°.

Con el fin conocer el grado de reflectividad de la playa de Monte Hermoso se calculó, con los datos obtenidos en cada campaña, el *Número de Iribarren* (Σ) y el *parámetro de Similaridad de Deslizamiento* (ζ). El primero fue definido por Iribarren y Nogales en 1949 como

$$\Sigma = \frac{tg \beta}{\sqrt{\frac{H_0}{L_0}}} \quad (2)$$

donde $tg \beta$ es la pendiente de la playa y H_0/L_0 es la pendiente de la ola (Perillo, 2003). Los valores de Σ menores a 0,4 señalan playas de escasa pendiente (disipativa), mientras que aquellos superiores a 1 refieren a playas con pendientes pronunciadas (reflectivas) (Masselink y Hughes, 2003).

El segundo parámetro fue determinado por Carrier y Greenspan en 1949 como

$$\zeta = \frac{A \sigma^2}{g tg^2 \beta} \quad (3)$$

donde A es la amplitud de la ola y β es la pendiente de la playa. En 1986 Wright *et al.* señalaron que las playas totalmente disipativas presentan valores de ζ entre 30 y 500, a diferencia de las playas totalmente reflectivas que presentan valores inferiores a 2,5. (Perillo, 2003). De los cálculos efectuados se obtuvieron valores predominantes de Σ entre

0,1-0,4 y de ζ superiores a 30. Estos resultados caracterizan a la playa de Monte Hermoso como disipativa.

El tamaño del sedimento presenta variaciones dentro de un depósito determinado. Dado que las partículas poseen formas irregulares resulta difícil definir su tamaño. En el ámbito internacional, varios autores han tratado de determinar criterios que permitan establecer el tamaño de los sedimentos, como así también distribuciones probabilísticas para explicar las variantes en las combinaciones granulométricas. Dentro de estas últimas, la más conocida es la presentada, en 1957 por Folk y Ward. Los autores mencionados, a partir de curvas de distribución, establecieron parámetros gráficos (media, mediana, selección, asimetría y curtosis) relacionados con momentos estadísticos. Se han desarrollado también herramientas que permiten analizar la distribución del tamaño del grano, tal es el caso del programa GRADISTAT desarrollado por Blott y Pye (2001).

A escala de la Provincia de Buenos Aires, Spalletti (1979) ha efectuado estudios de los caracteres granulométricos de arenas aplicando los parámetros de Folk y Ward, desde Punta Hermengo hasta Punta Rasa del cabo San Antonio. Dichos parámetros también han sido considerados en otros trabajos como el de Bértola (2006), quien analizó los cambios morfológicos naturales y artificiales de las playas del sureste bonaerense, abarcando desde el partido de Pinamar hasta el de Necochea. A escala local, en Monte Hermoso, estudios han indicado que este balneario se caracteriza por sus arenas finas aportadas de manera alternada por el médano y la zona de lavado o playa frontal (Fernández *et al.*, 2003, 2006).

A continuación se describen de manera general, desde el punto de vista morfológico y de la granulometría de su sedimento, los perfiles que conforman los sectores de estudio mencionados anteriormente.

6.3.1.1- Sector A

El sector A presenta una longitud media de perfil de playa de 171,8 m. Como se mencionó es el único sector que evidencia la presencia de médanos. El perfil A1 caracteriza el punto más natural del sector (prácticamente sin acción antrópica) y su médano no posee una movilidad notoria ya que se encuentra parcialmente vegetado. Su altura oscila entre los 2,5 y 3 m. El perfil A2 evidencia una menor altura en su médano que ronda los 2,3 m. Su modificación, en forma y altura, está vinculada a la proximidad con el

camino que comunica el balneario con un complejo turístico. Cabe señalar que del perfil A3 sólo se registró una pequeña porción del médano ya que gran parte del mismo se vio afectado por la cercanía al camino mencionado y a una bajada vehicular.

Los tres perfiles (A1, A2 y A3) que conforman este sector se caracterizan por presentar durante el invierno una forma convexa asociada a la presencia de barras, una berma no muy marcada y en algunos casos formación de canales. Durante el verano, el perfil tiene una forma cóncava, prácticamente no se distinguen las barras y la geoforma destacada es la berma (Figura 6.11).

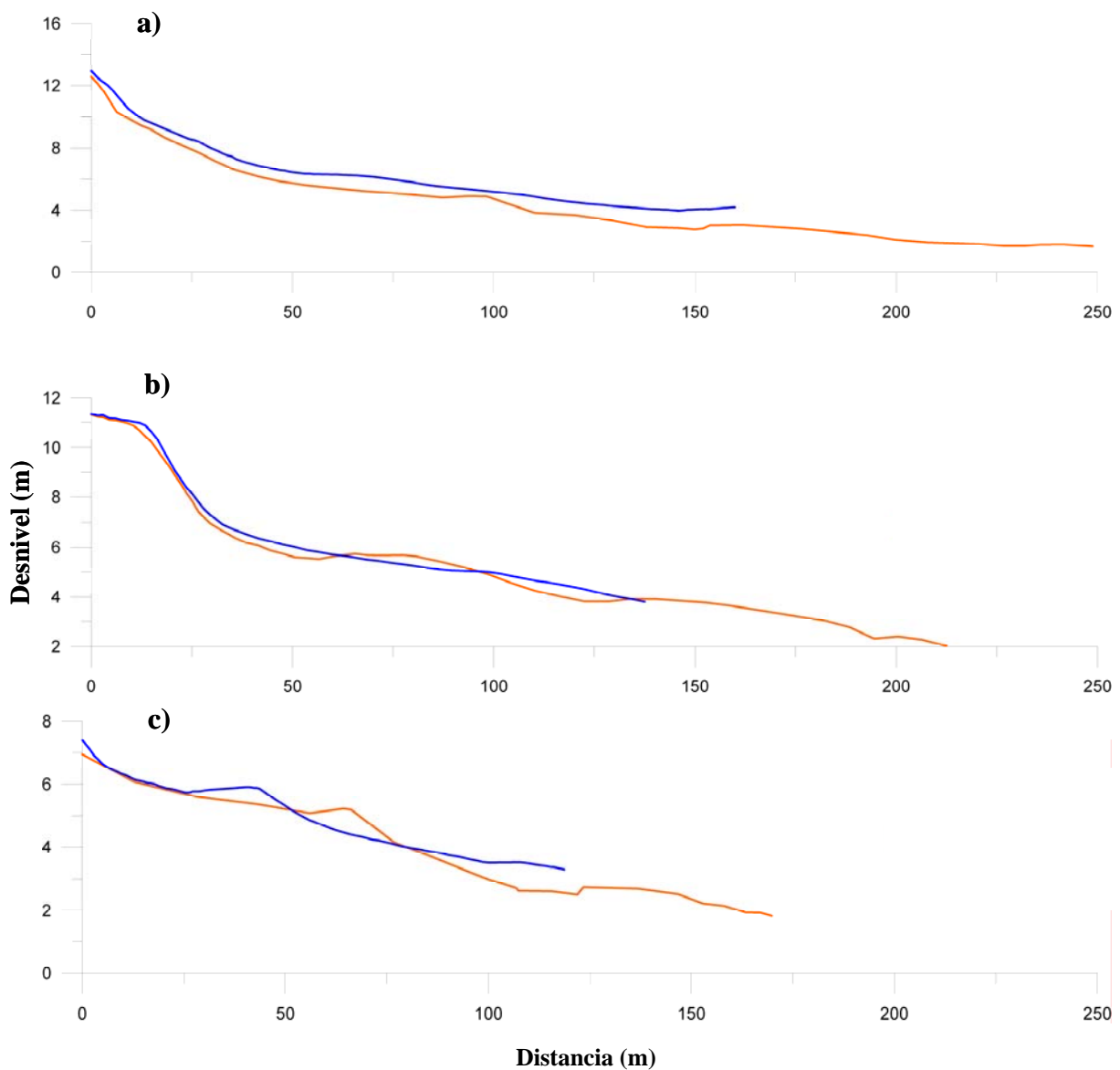


Figura 6.11. Ejemplos de los perfiles de playa A1 (a), A2 (b) y A3 (c) durante el verano (línea naranja) y el invierno (línea azul).

Otro rasgo a señalar es que, hacia el final de los perfiles, se presentan afloramientos rocosos (Figura 6.12). Los mismos, a diferencia de la época estival, suelen estar cubiertos por sedimento durante el invierno. En el verano, se observa la aparición de una barra luego de estos afloramientos.



Figura 6.12. Afloramientos rocosos en el sector A.

Con respecto a la granulometría de los sedimentos en este sector predominó el grupo textural de arena. La zona del médano presentó un alto contenido de arena (96,1 %) y una parte de grava (3,9 %). Por este motivo se la ubicó dentro del grupo textural de arena levemente gravosa. A su vez en la distribución del tamaño del grano se evidenció un alto porcentaje de arena fina (51,7 %), seguido por arena mediana (26,7 %), arena gruesa (7,5 %) y arena muy fina (7,5 %) (Figura 6.13a).

Al discriminar la composición del espaldón se observó que contiene arena fina (37,9 %), arena gruesa (33,9 %) y en menor medida arena mediana (19,9 %) y muy fina (8 %) (Figura 6.13b).

El tipo de muestra de la berma fue unimodal y se ubicó en el grupo textural de las arenas. La distribución del tamaño del grano se caracterizó por un alto porcentaje de arena

fina (57,3 %), arena mediana (38,2 %) y en menor medida arena muy fina en un 4,5 % (Figura 6.13c).

La muestra del canal fue de tipo unimodal y se ubicó dentro del grupo textural de arena levemente gravosa. En su composición de grano predominó la arena fina en un 55,8 %, seguido de arena mediana (21,2 %), muy fina (13,7 %), arena gruesa (8,5 %) y arena muy gruesa (0,6 %) (Figura 6.13d).

La muestra de la barra de lavado se caracterizó por ser unimodal. Perteneció al grupo textural de arena ligeramente gravosa. Por este motivo su distribución en el tamaño de grano fue de 99,8 % de arena y 0,2 % de grava. Al discriminar aún más el tamaño del grano, se observó un predominio de arena fina (48,3 %), seguido por arena mediana (32,1%), arena muy fina y gruesa con 9,1 y 9,8 %, respectivamente (Figura 6.13e).

En la zona en permanente contacto con el agua, hacia el final del perfil, la muestra fue de tipo unimodal. En la distribución del tamaño del grano altos porcentajes correspondieron a arena fina (66,3 %) y muy fina (26,6 %). Los menores porcentajes fueron de arena mediana (6,3 %) y gruesa (0,9 %) (Figura 6.13f).

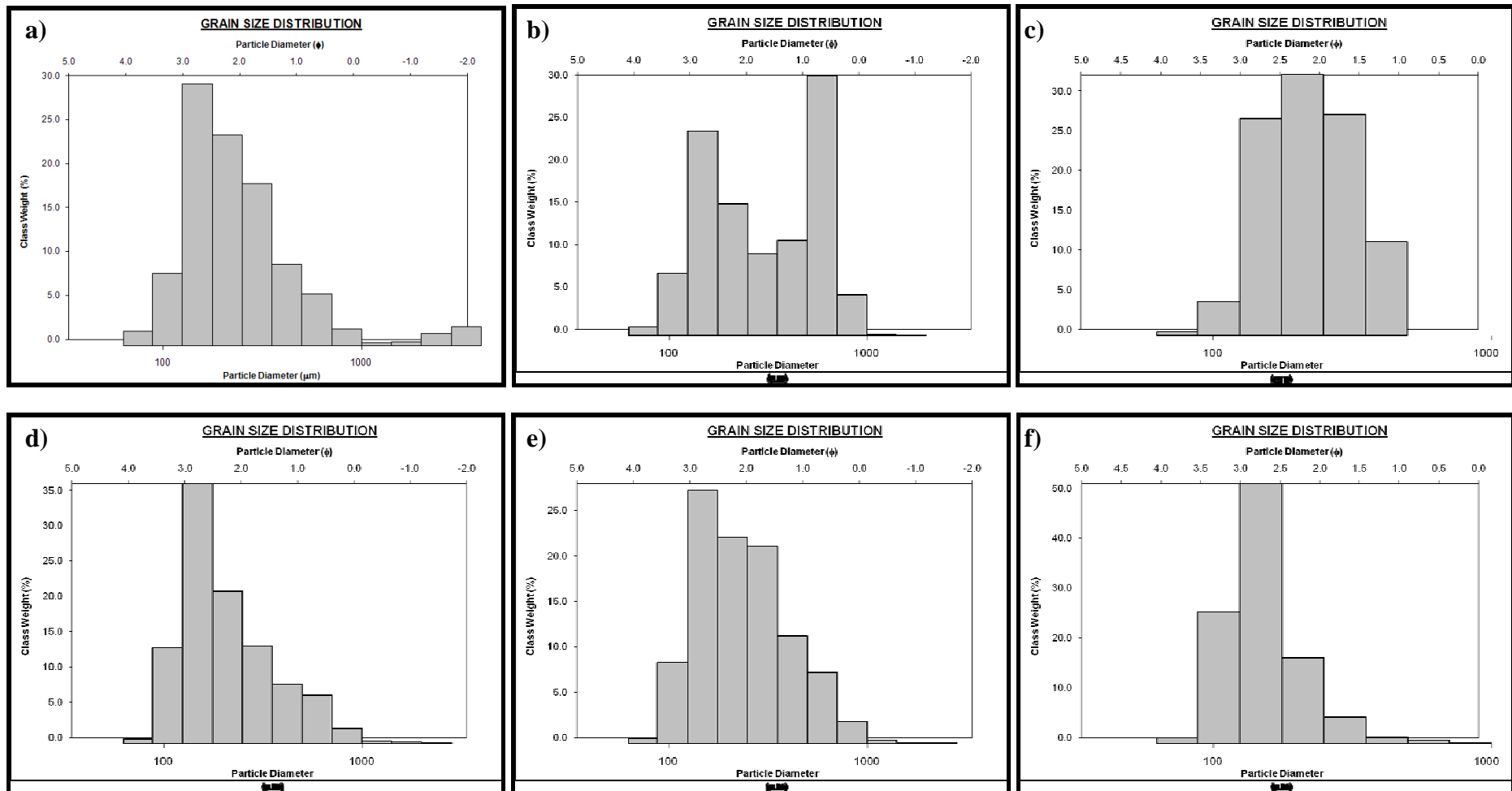


Figura 6.13. Distribución del tamaño de grano de la muestras de sedimentos del sector A correspondientes al médano (a), espaldón (b), berma (c), canal (d), barra de lavado (e) y final del perfil (f).

Fuente: Gráficos realizados con el programa GRADISTAT (Blott, 2000).

6.3.1.2- Sector B

La longitud promedio del perfil de playa en este sector es de 171,4 m. Este sector se caracteriza por la ausencia de médanos. En su lugar se encuentran viviendas y construcciones que conforman la planta urbana del balneario.

Los perfiles que conforman este sector (B1, B2 y B3) se caracterizaron durante el invierno con la existencia de suaves bermas, con predominancia de barras y canales. La forma de estos perfiles fue convexa asociada a la acumulación de sedimento en la zona de las barras. Durante el verano se observó la existencia de bermas (un poco más desarrolladas que en el invierno) y la existencia de canales hacia el final del perfil. El mismo presentó, principalmente, una forma de tipo cóncava (Figura 6.14). A diferencia del sector anterior, no hay presencia de afloramientos rocosos.

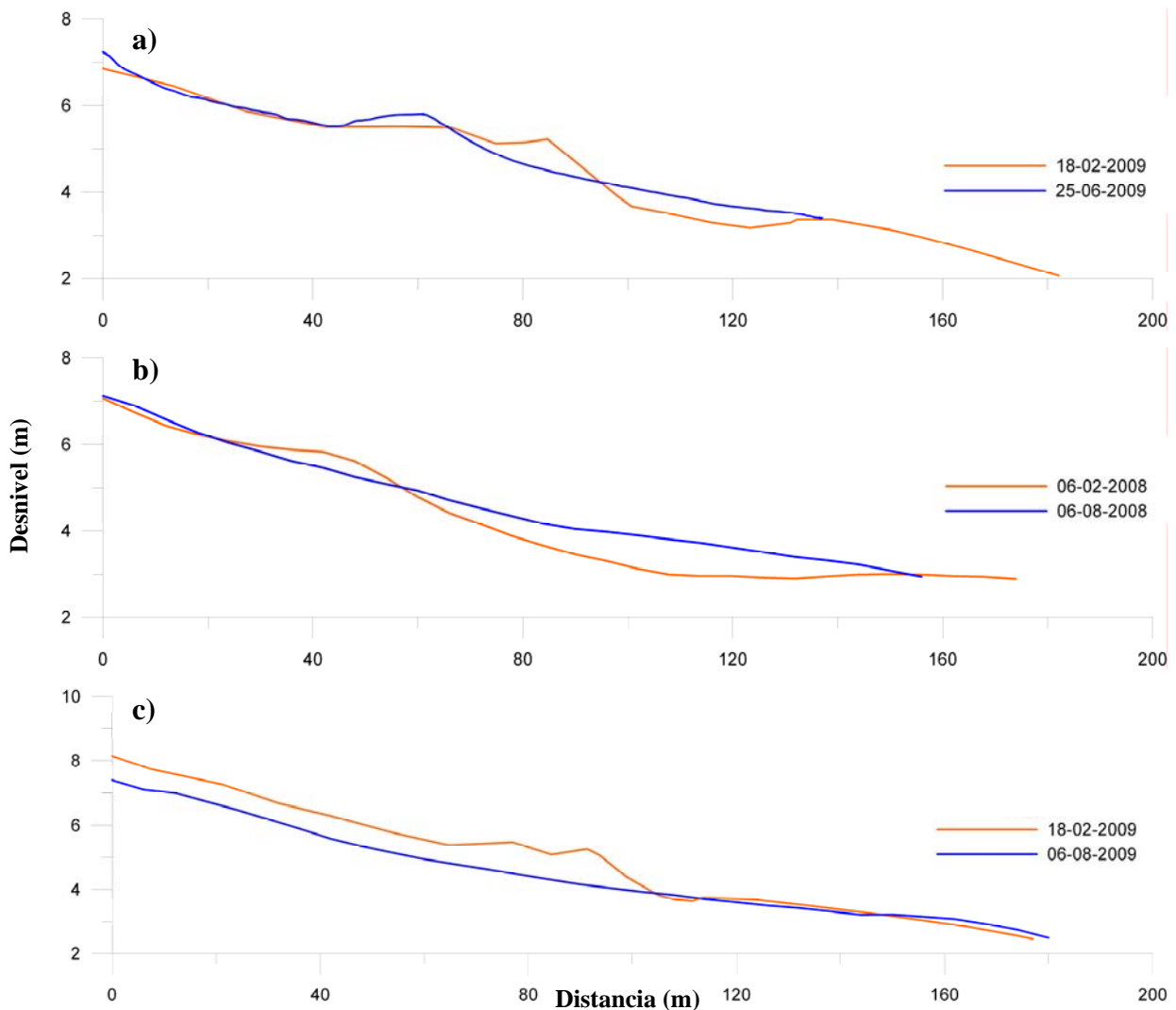


Figura 6.14. Ejemplos de los perfiles de playa B1(a), B2 (b) y B3 (c) durante el verano (línea naranja) y el invierno (línea azul).

El sedimento de este sector se ubicó dentro del grupo textural de arena. La zona inicial del perfil forma parte del grupo de arena ligeramente gravosa. La muestra fue de tipo unimodal (Figura 6.15a). En su composición predominó la arena con un 99,7 % y contó con una fracción de grava muy fina de 0,3 %. En la distribución del tamaño de grano los altos porcentajes correspondieron a arena fina (54,9 %) y mediana (30,1 %). En menor medida, se identificó arena muy fina (12,6 %) y gruesa (2,1 %).

La muestra de la berma fue de tipo unimodal y se ubicó en el grupo textural de la arena. Su distribución se conformó por arena mediana (53 %) y fina (42,7 %). Los menores porcentajes correspondieron a arena gruesa (2,7 %) y muy fina (1,6 %) (Figura 6.15b).

La zona que bordea al canal se ubicó en el grupo textural de arena ligeramente gravosa y fue de tipo unimodal (Figura 6.15c). En esta muestra predominó la arena fina con un 65,9 %. Los menores porcentajes correspondieron a arena mediana, muy fina, gruesa y muy gruesa con 19,2, 12,3, 2,2 y 0,2 %, respectivamente. La grava muy fina representó el 0,2 % de la muestra.

La barra de lavado se clasificó dentro del grupo de arena y fue unimodal (Figura 6.15d). Su muestra se compuso principalmente de arena fina con un 64,9 %. En menor medida estuvo compuesta por arena mediana (19,9 %), muy fina (13 %), gruesa (2 %) y muy gruesa (0,2 %).

La muestra extraída en el punto final del perfil, en constante contacto con el agua, perteneció al grupo textural de arena ligeramente gravosa y fue unimodal (Figura 6.15e). La arena fina predominó con un 65,2 %. Los porcentajes más bajos correspondieron a arena mediana (18,5 %), muy fina (13,9 %) y gruesa (2,2 %). La grava muy fina tuvo un 0,1 %.

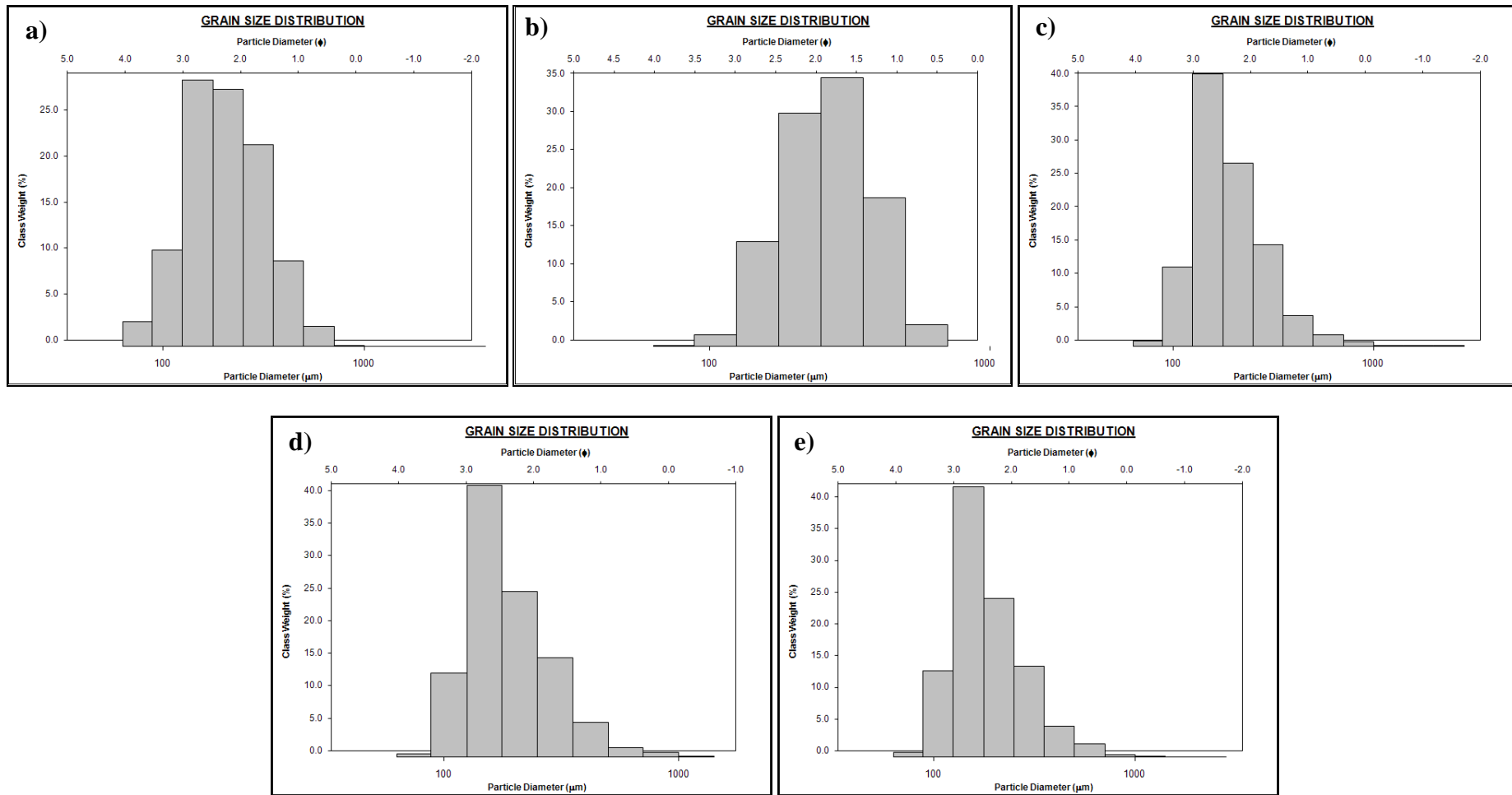


Figura 6.15. Distribución del tamaño de grano de la muestras de sedimentos del sector B correspondientes al inicio del perfil (a), berma (b), canal (c), barra de lavado (d) y final del perfil (e).

Fuente: Gráficos realizados con el programa GRADISTAT (Blott, 2000).

6.3.1.3- Sector C

El perfil de playa de este sector presenta una longitud media de 96,9 m. Al igual que en el sector B, carece de la existencia de médanos. Los mismos han sido reemplazados por viviendas que forman parte de la planta urbana.

Los perfiles de playa C1, C2 y C3 poseen prácticamente las mismas características en invierno al evidenciar ausencia de bermas o su formación incipiente. Predomina la presencia de canales hacia el final del perfil. Luego del pasaje de tormentas o temporales los perfiles tienen una forma de tipo cóncava. En el verano, se observó el desarrollo de bermas y la predominancia de canales. En estos perfiles predominó una forma de tipo cóncava (Figura 6.16). No se evidenció la presencia de afloramientos rocosos en este sector.

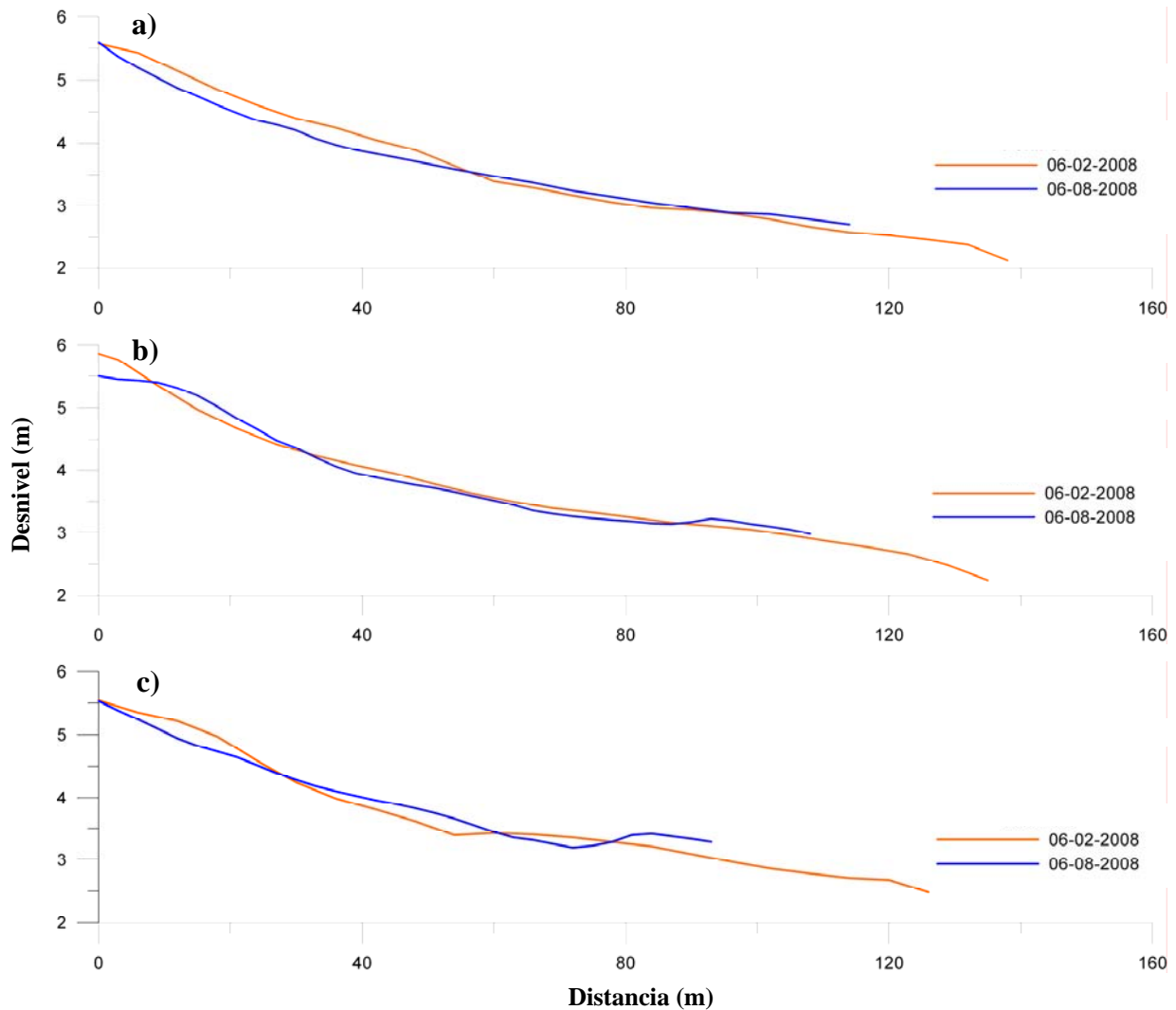


Figura 6.16. Ejemplos de los perfiles de playa C1 (a), C2 (b) y C3 (c) durante el verano (línea naranja) y el invierno (línea azul).

Los perfiles del sector C se identificaron dentro del grupo textural de arena. La muestra correspondiente a los primeros metros del perfil fue del grupo de arena y de tipo unimodal (Figura 6.17a). En ella predominó la arena fina con un 66,8 %. Otros porcentajes incluyeron arena mediana con 24,8 % y muy fina con 8,5 %.

La berma se caracterizó texturalmente como arena ligeramente gravosa y fue una muestra de tipo bimodal (Figura 6.17b). Los máximos porcentajes correspondieron a arena fina (61,5 %) y mediana (15,2 %). En menor medida se identificó la existencia de arena gruesa (14,6 %) y muy fina (6,5 %). La grava se distribuyó entre muy gruesa (1,4 %) y muy fina (0,9 %).

El sedimento próximo al canal se clasificó texturalmente como arena ligeramente gravosa. Su muestra fue de tipo unimodal (Figura 6.17c). En su distribución predominaron las arenas finas y medianas con un 45,8 y 30,1 %, respectivamente. Los menores valores fueron de arena gruesa (16,6 %), muy fina (6 %) y muy gruesa (1,2 %). La grava fue muy fina y representó el 0,3 % de la muestra.

En la zona donde finaliza el perfil, el sedimento fue del grupo textural de arena. Su muestra fue de tipo unimodal (Figura 6.17d). La arena fina fue predominante con el 59,6 %. Otros tamaños en el grano de sedimento incluyeron a la arena mediana (23,8 %), muy fina (11,4 %), gruesa (4,8 %) y muy gruesa (0,4 %).

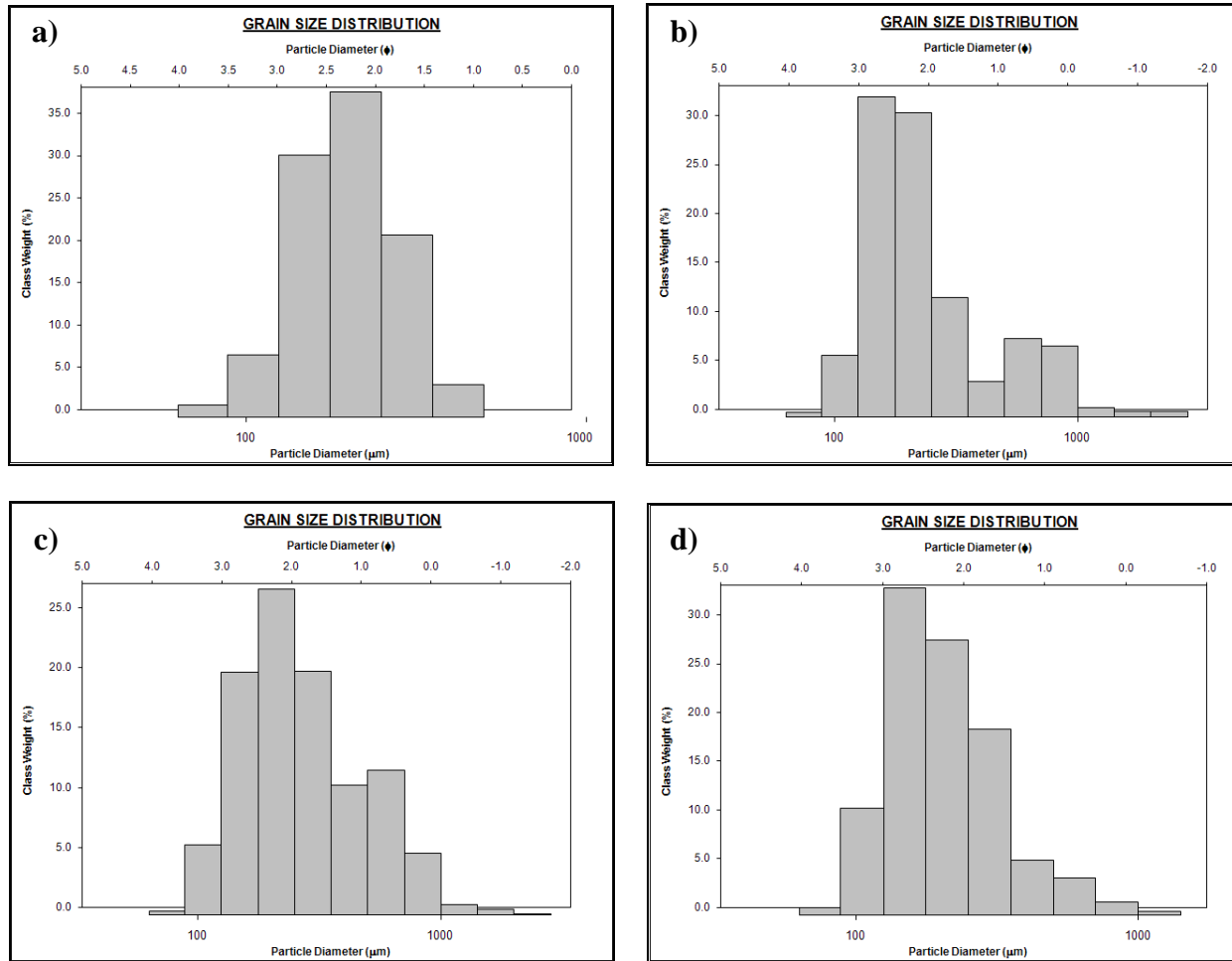


Figura 6.17. Distribución del tamaño de grano de la muestras de sedimentos del sector C correspondientes al inicio del perfil (a), berma (b), canal (c), barra de lavado (d) y final del perfil (e).

Fuente: Gráficos realizados con el programa GRADISTAT (Blott, 2000).

6.3.2- Efectos de las tormentas sobre los perfiles de playa

Los procesos naturales y antrópicos ejercen su influencia sobre las playas determinando cambios en su morfología. Los mismos se producen de manera diferente aún dentro de una misma zona. Entre los eventos naturales, las tormentas son poderosos agentes modificadores de los espacios costeros. Por este motivo, se analizaron las variaciones morfológicas y volumétricas de los sectores definidos en el área de estudio con relación a tormentas ocurridas en el balneario. Se analizaron las más significativas durante el período de estudio.

6.3.2.1- Efecto de una tormenta en noviembre de 2007

6.3.2.1.1- Condición sinóptica de la tormenta

El temporal de noviembre de 2007, se inició el día 3 y fue ocasionado por el pasaje de un frente frío (Figura 6.18). El mismo se ubicó sobre el extremo sur de la provincia de Buenos Aires. Su desplazamiento provocó una rotación de vientos hacia el sector sur. Este frente afectó a la costa patagónica, el sur de la provincia de Buenos Aires y su zona marítima adyacente. El evento registró vientos entre 13,8 y 19,4 m s⁻¹ y estuvo acompañado por lluvias o chaparrones aislados. Este sistema generó, además, trenes de olas con alturas entre 2,5 y 3,5 m y su dirección predominó del S y SSO (SMN, 2007).

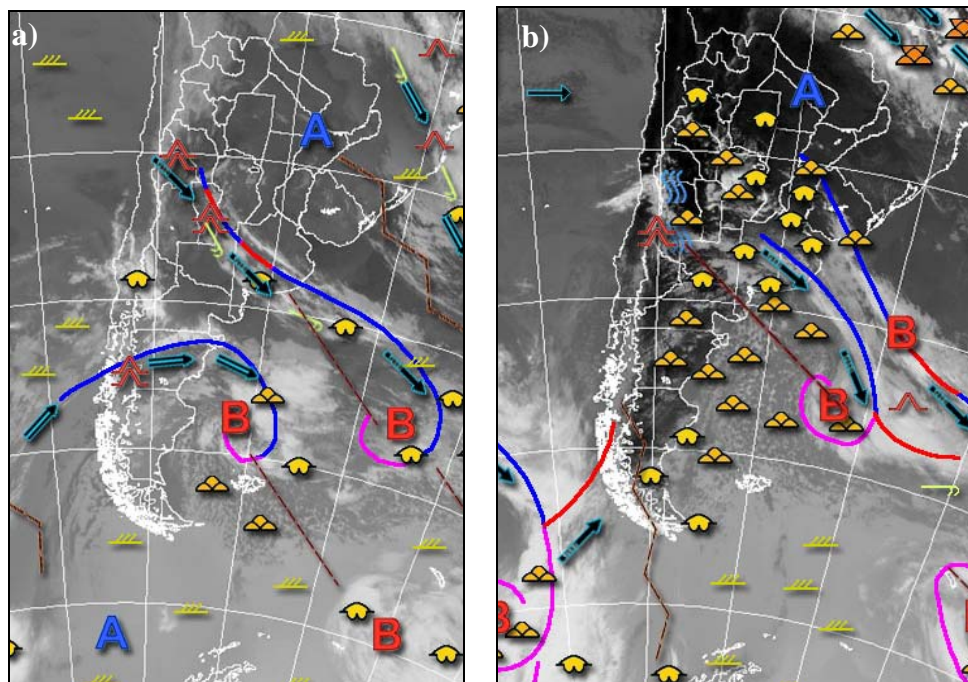


Figura 6.18. Situación sinóptica del día 3 de noviembre del año 2007 a las 05:45 (a) y 17:45 (b) UTC. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2007.

6.3.2.1.2- Cambios morfológicos y volumétricos por sector

Sector A

Los cambios morfológicos experimentados en el perfil A1, luego del pasaje de la tormenta, indicaron la desaparición de la berma y la aparición de barras y canales (Figura 6.19a). Los afloramientos, hacia el final del perfil, se encontraron más descubiertos. Su volumen de sedimento se redujo en $64,7 \text{ m}^3$ respecto del mes anterior.

La marcada berma que presentaba el perfil A2, previo a la tormenta, desapareció en noviembre (Figura 6.19b). En su lugar se destacó la formación de canales y barras. La pérdida de sedimento en este perfil fue de $81,2 \text{ m}^3$.

La acción de la tormenta produjo en el perfil A3 una reducción en la forma de su berma. Se observó un quiebre en el perfil que señaló el inicio de los afloramientos en ese sector (Figura 6.19c). Los canales y barras fueron más notorios. El volumen de sedimento registró una reducción de $24,6 \text{ m}^3$.

Sector B

Con anterioridad a la tormenta, una berma pronunciada junto con un notorio canal y una barra formaban parte del perfil B1. Esta situación se modificó en noviembre ya que la forma de la berma fue suavizada. Se observó también un desplazamiento del canal hacia el mar y una reducción de la barra (Figura 6.20a). La pérdida en el volumen de sedimento fue de $39,3 \text{ m}^3$.

En el perfil B2 fue evidente como las geoformas de berma y barra se suavizaron luego de la acción del temporal. Se mantuvo la presencia del canal (Figura 6.20b). Este perfil presentó una pérdida en el volumen de sedimento de $45,4 \text{ m}^3$.

Luego de la acción de este evento, la berma del perfil B3 suavizó su forma y migró unos metros hacia el continente. El canal se profundizó y la barra se desplazó en dirección al mar (Figura 6.20c). En este perfil la pérdida de sedimento fue mucho menor, en comparación a los perfiles anteriores, al registrar $-6,6 \text{ m}^3$.

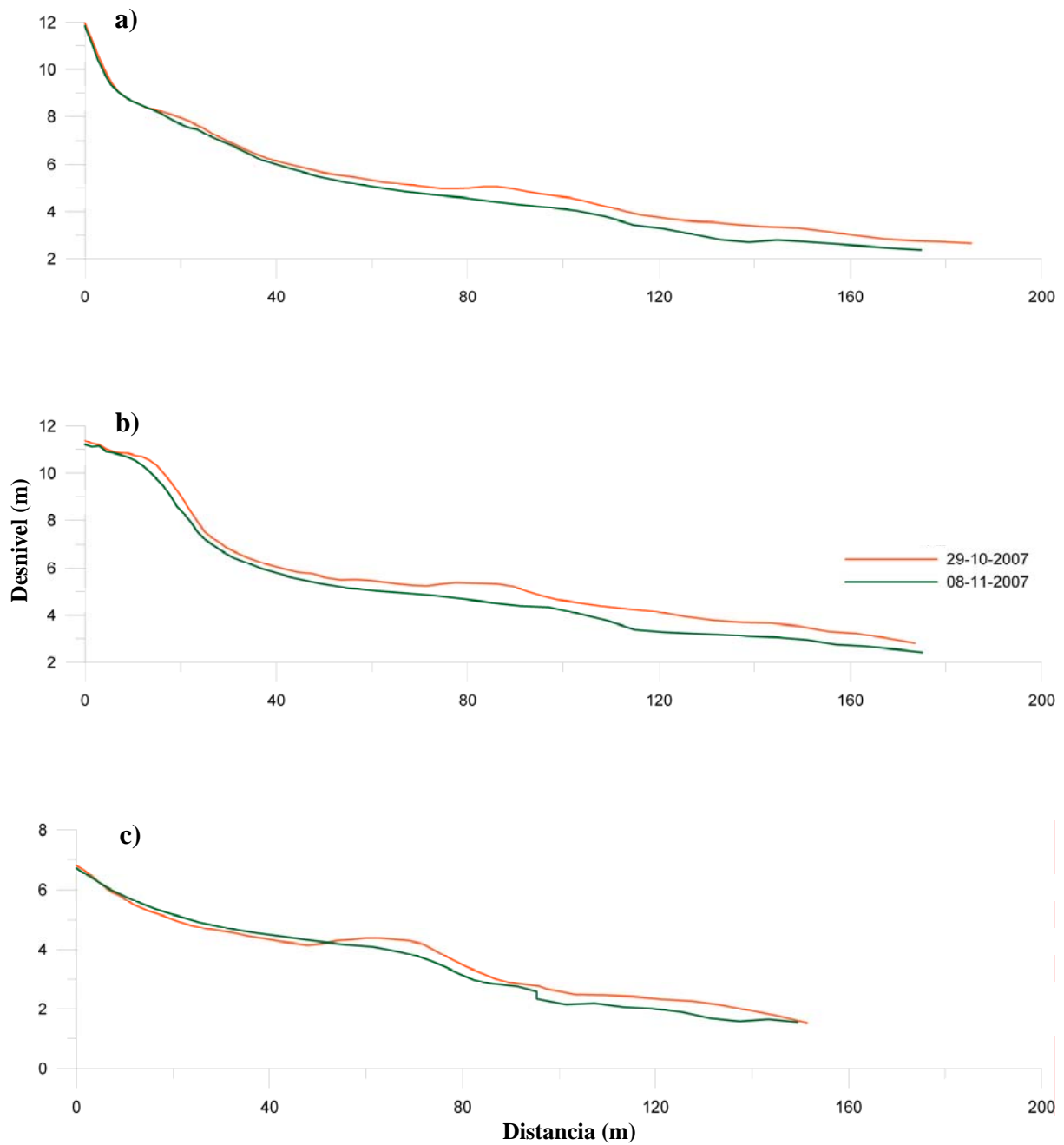


Figura 6.19. Influencia del evento meteorológico del 3 de noviembre en el Perfil A1 (a), Perfil A2 (b) y Perfil A3 (c). Se presentan los perfiles previos (29/10) y posteriores al evento (8/11).

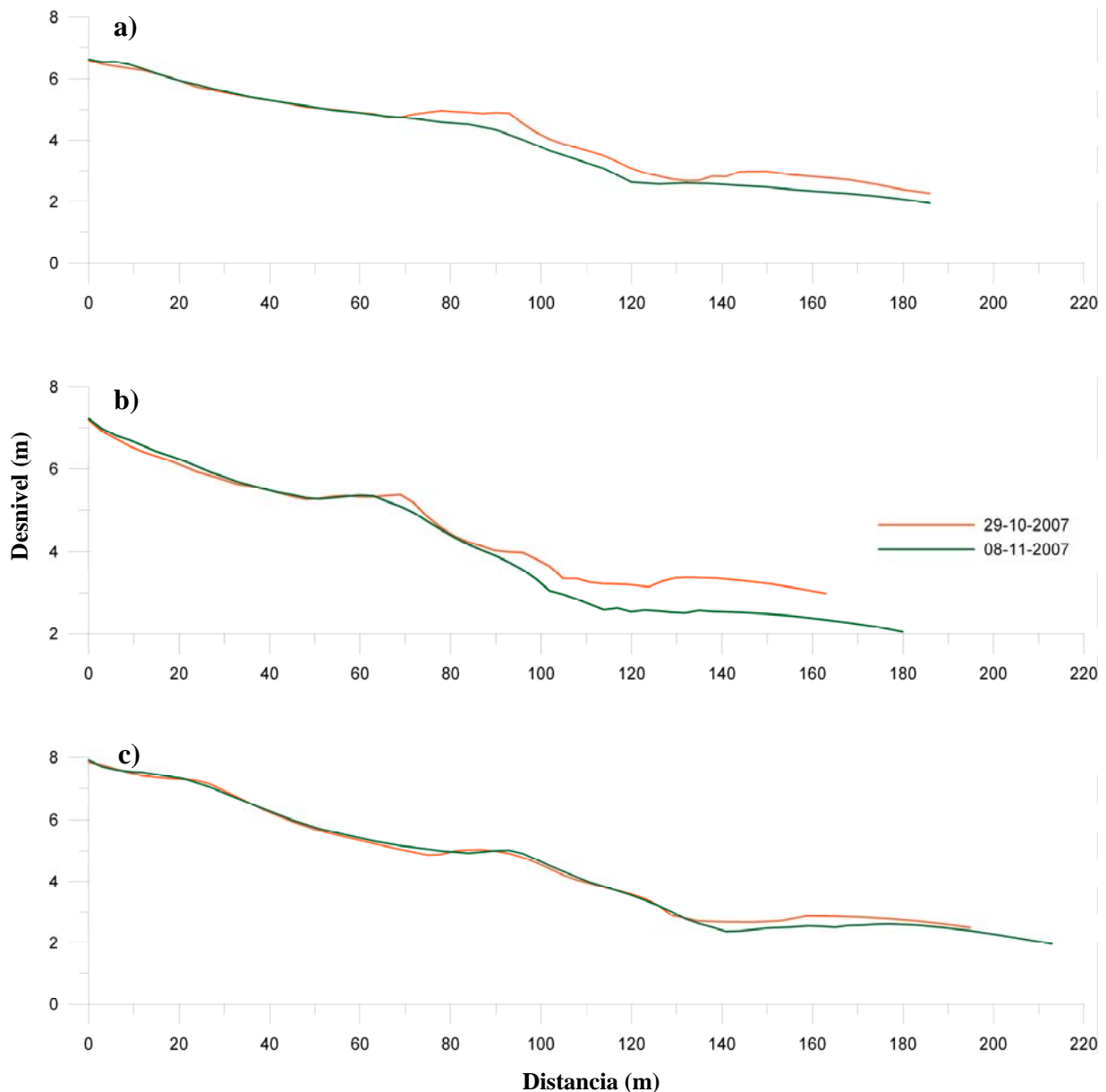


Figura 6.20. Influencia del evento meteorológico del 3 de noviembre en el Perfil B1(a), Perfil B2 (b) y Perfil B3 (c). Se presentan los perfiles previos (29/10) y posteriores al evento (8/11).

Sector C

La berma en el perfil C1 adquirió una forma más redondeada luego de la tormenta. El canal se extendió. La barra se desplazó en dirección al mar y presentó, a simple vista, un leve crecimiento. (Figura 6.21a). Este fue el único perfil que registró un incremento en el volumen de sedimento con $4,3 \text{ m}^3$.

La forma prominente de la berma en C2 se vio muy modificada por la acción del temporal. Las geoformas del perfil (berma, canal y barra) se trasladaron en dirección al

mar. La barra mostró una forma más convexa respecto al mes anterior (Figura 6.21b). El volumen de sedimento en este perfil presentó una reducción de $19,7 \text{ m}^3$.

En el mes de noviembre, la berma y la barra del perfil C3 presentaron una forma más redondeada y no tan pronunciada como en la medición de octubre. El canal se profundizó luego de la tormenta (Figura 6.21c). La diferencia de volumen en este perfil, antes y después de la tormenta, fue de $-38,4 \text{ m}^3$.

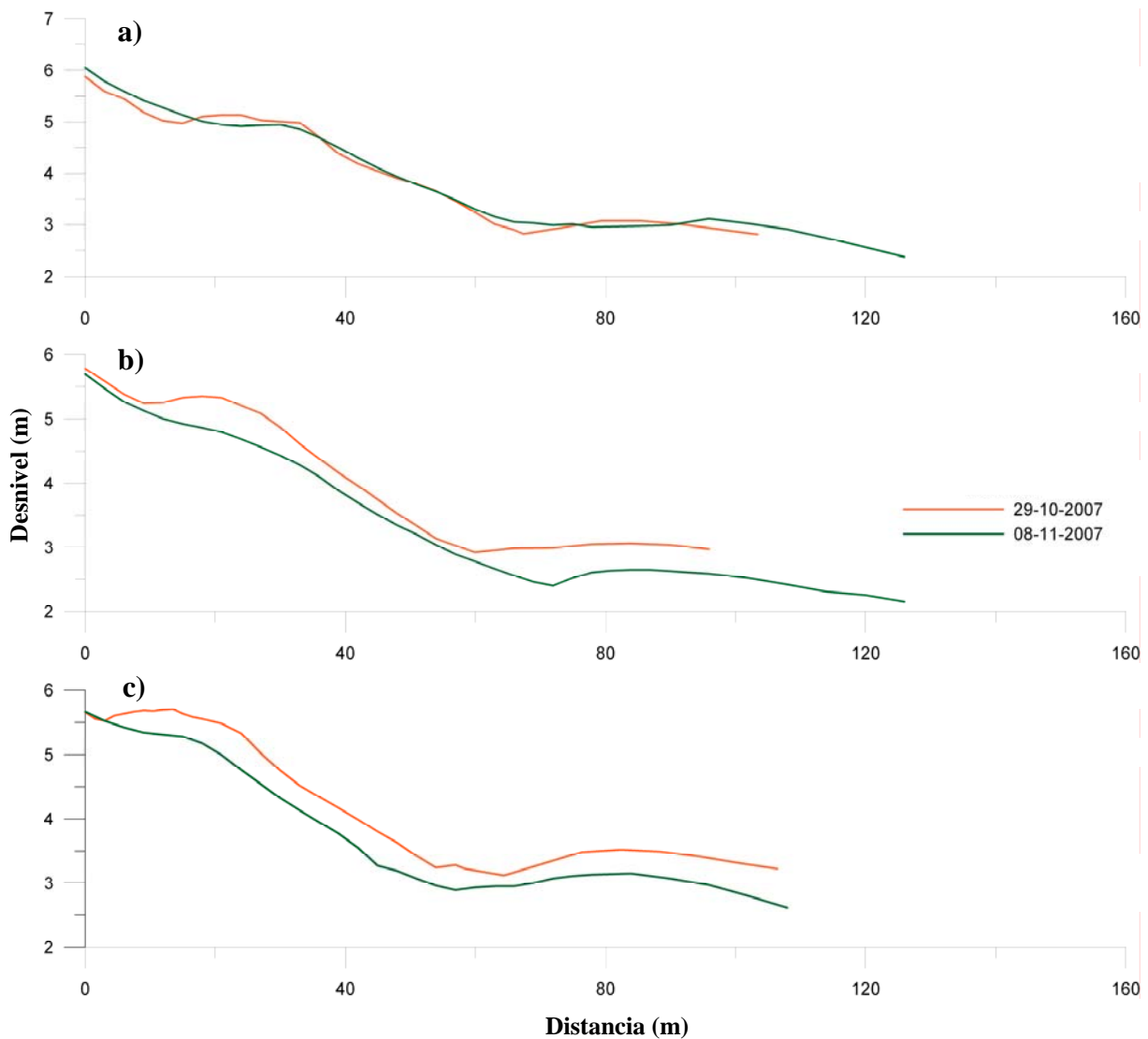


Figura 6.21. Influencia del evento meteorológico del 3 de noviembre en el Perfil C1(a), Perfil C2 (b) y Perfil C3 (c) Se presentan los perfiles previos (29/10) y posteriores al evento (8/11).

6.3.2.2- Efectos de tormentas durante el año 2008

Tres eventos meteorológicos y oceanográficos identificados en el año influyeron sobre los perfiles provocando modificaciones de diversa intensidad.

6.3.2.2.1- Evento meteorológico de marzo

6.3.2.2.1.1- Condición sinóptica de la tormenta

El evento meteorológico de marzo precedió a las mediciones efectuadas el mismo mes (18/03). Asociados al pasaje de un frente frío y a un centro de baja presión ubicado en el sur de la provincia de Buenos Aires, se identificaron 4 días con vientos intensos (5, 6, 7 y 9/03) (Figura 6.22). Los mismos presentaron velocidades entre 8 y 19,3 m s⁻¹. Las ráfagas máximas oscilaron entre los 18 y 27 m s⁻¹. Las direcciones predominantes fueron de los sectores S y SE. Olas de 3 m se registraron el día 6 de marzo desde el Sur. A esta situación, se sumaron precipitaciones aisladas. Los días previos y posteriores al evento mencionado las olas presentaron una altura media diaria que osciló entre los 0,6 y 1,7 m (SMN, 2008).

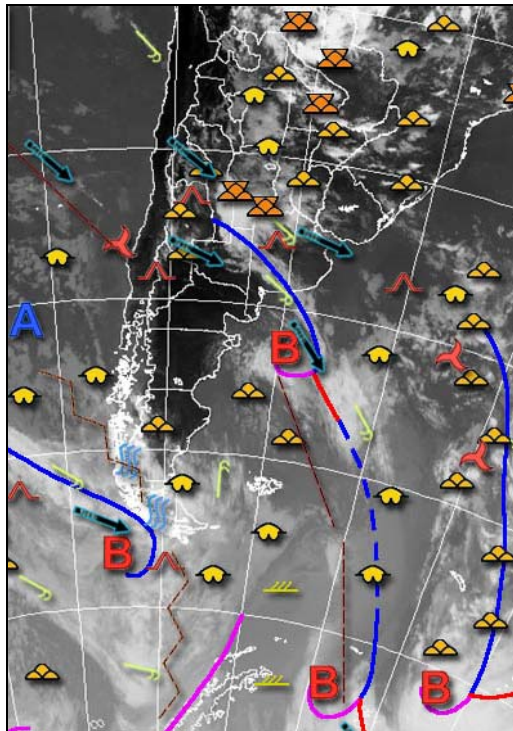


Figura 6.22. Situación sinóptica del día 9 de marzo del año 2008 a las 17:45 UTC.
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2008.

6.3.2.2.1.2- Cambios morfológicos y volumétricos por sector

Sector A

El perfil A1 luego de la tormenta contó con formas más suavizadas. La berma casi no se distinguió y la barra de lavado fue muy suave con respecto al perfil de febrero, previo a la tormenta. En el perfil A2 la berma se ha acentuado al igual que en el A3 (Figura 6.23). El sector A fue el que registró las mayores pérdidas en el volumen de sedimento con -116,2 (A1), -67,8 (A2) y -38,4 m³ (A3). Este sedimento perdido pudo ser transportado en dirección al mar y contribuir con la formación de barras sumergidas.

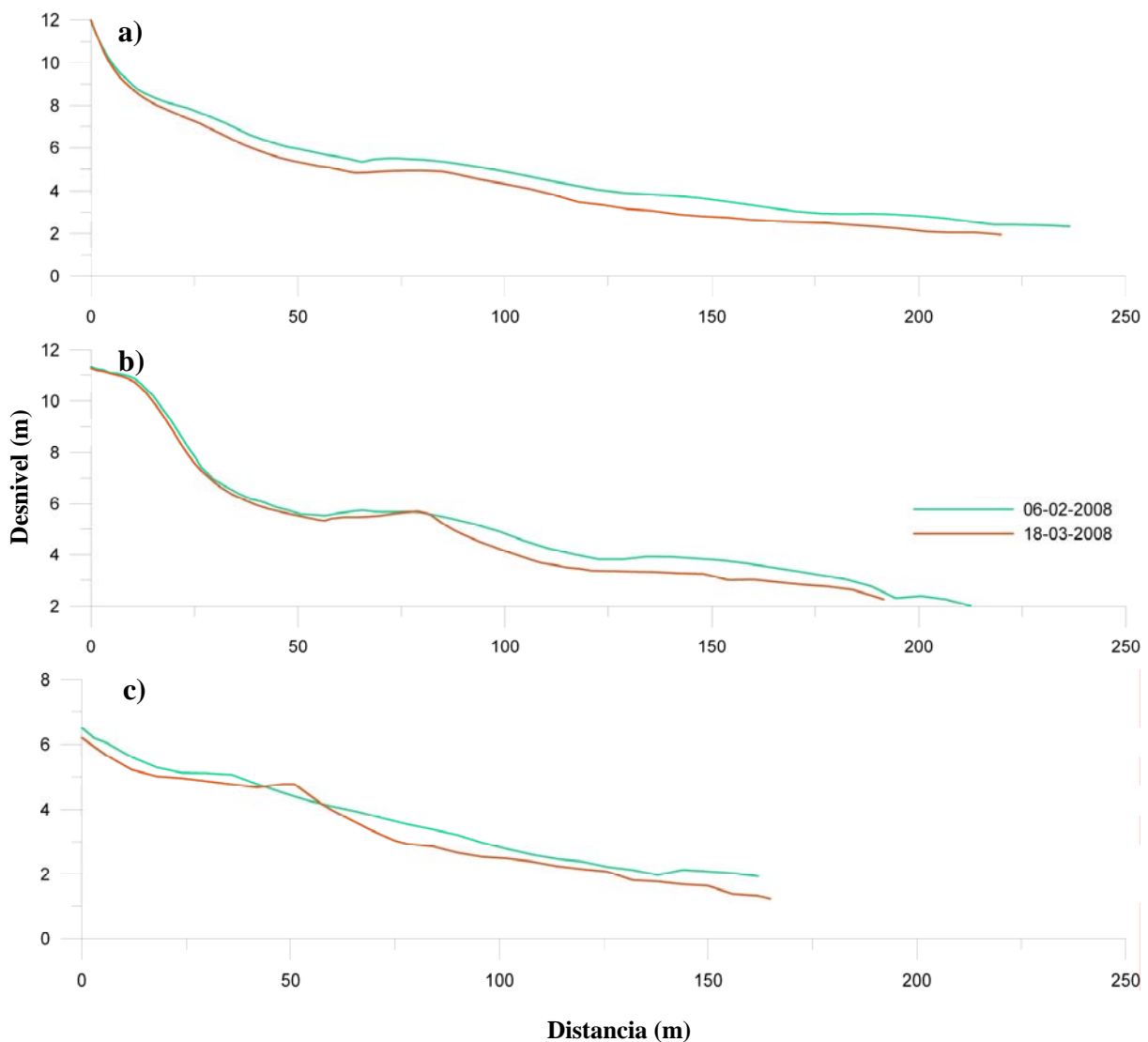


Figura 6.23. Influencia del evento meteorológico del mes de marzo en el Perfil A1(a), Perfil A2 (b) y Perfil A3 (c). Se presentan los perfiles previos (06/02) y posteriores al evento (18/03).

Sector B

En el perfil B1 de febrero la berma y la barra de lavado presentaron formas redondeadas. Ambas estuvieron separadas por un incipiente canal. La tormenta ocasionó una modificación en la berma al hacerla más angulosa. Se observaron pequeños canales seguidos por una barra de forma suavizada (Figura 6.24a).

En el mes de febrero, con formas suavizadas, se distinguieron la berma y la barra en el perfil B2. Esta situación se modificó luego del evento de marzo con una berma y barra mucho más marcadas y la aparición de un canal (Figura 6.24b).

Previo a la tormenta, el perfil B3 no presentaba geoformas destacadas, salvo el desarrollo de una incipiente berma. Posterior al evento, se distinguió el crecimiento de la berma junto con la aparición de un pronunciado canal. Hacia el final del perfil se desarrolló una extensa barra de lavado de forma convexa (Figura 6.24c).

Luego del pasaje de la tormenta, tanto el perfil B1 como B2 experimentaron un aumento en el volumen de sedimento con 21,4 y 6,5 m³, respectivamente. Las tareas de extracción de arena de calles cercanas a estos perfiles, y su depositación en la playa, pudo ser el motivo del incremento en sus volúmenes. El perfil B3 fue el que registró la mayor pérdida con -102,6 m³.

Sector C

El perfil C1 presentó una apariencia bastante uniforme previo al pasaje de la tormenta. Posterior a ella, evidenció una marcada berma y barra. Ambas separadas por un profundo canal (Figura 6.25a).

En febrero, sin geoformas destacadas se caracterizó el perfil C2. Luego del temporal se observó una doble berma seguidas de una marcada pendiente (Figura 6.25b). Un pequeño quiebre en el perfil C3 señaló la presencia de un incipiente canal. Tanto la berma como la barra presentaron, en febrero, formas muy suavizadas. De la acción de la tormenta resultó una marcada pendiente del perfil en los primeros 40 m y una profundización del canal seguido de una barra más desarrollada (Figura 6.25c).

Todo el sector C perdió volumen de sedimento. Las mayores diferencias, posteriores a la tormenta, se observaron en los perfiles de los extremos con $-21,5$ (C1) y $-31,8 \text{ m}^3$ (C3). Mientras que C2 registró la menor reducción del volumen con $-0,6 \text{ m}^3$.

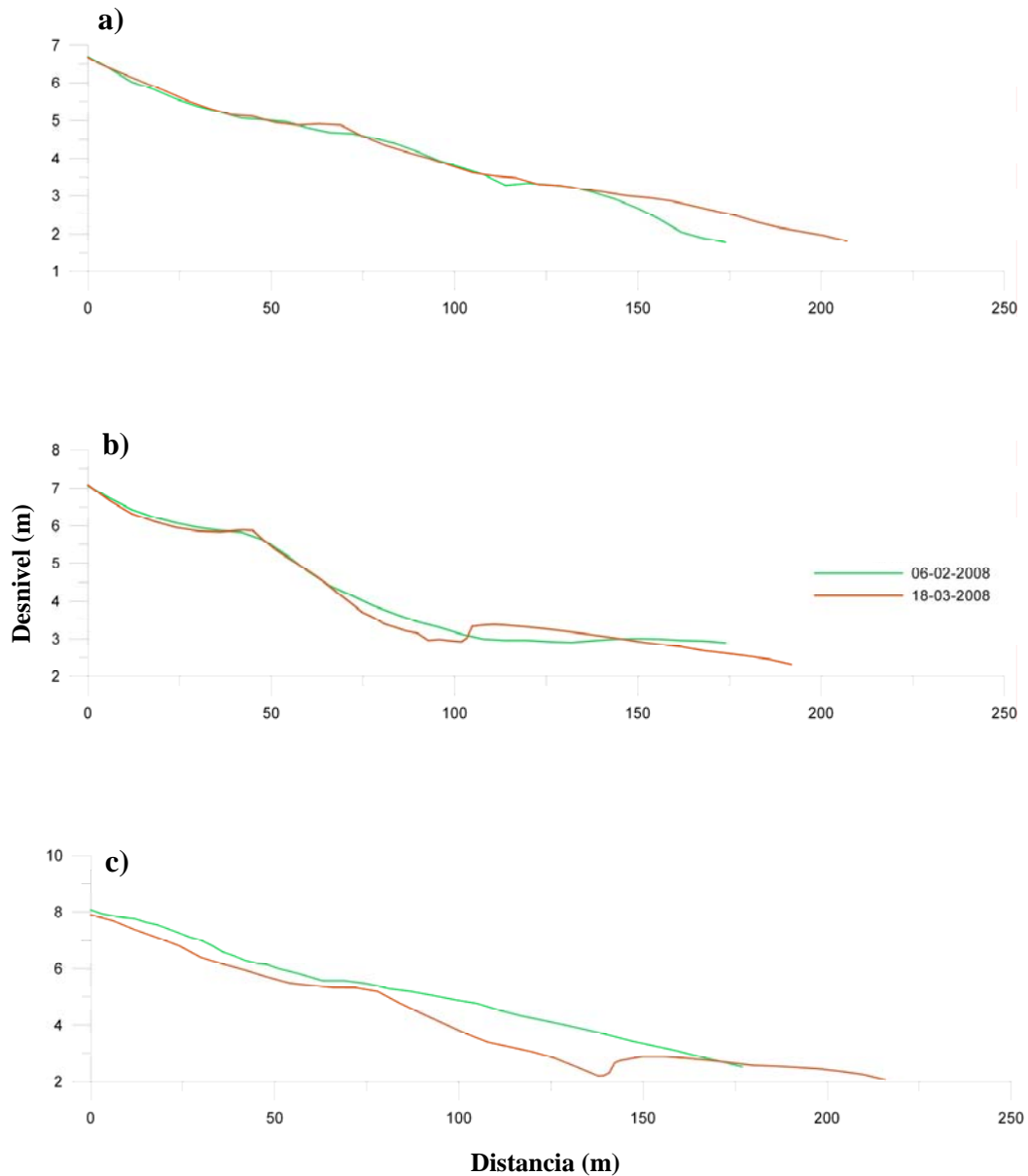


Figura 6.24. Influencia del evento meteorológico del mes de marzo en el Perfil B1(a), Perfil B2 (b) y Perfil B3(c). Se presentan los perfiles previos (06/02) y posteriores al evento (18/03).

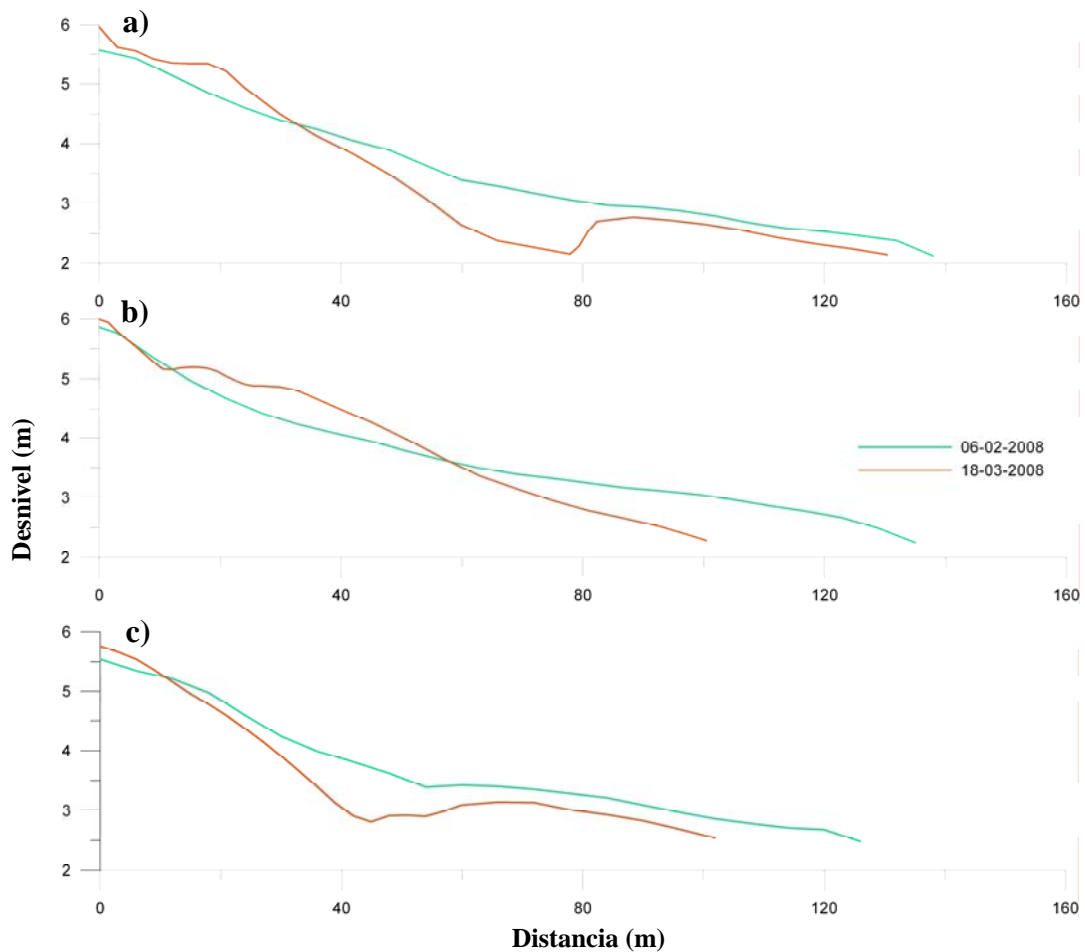


Figura 6.25. Influencia del evento meteorológico del mes de marzo en el Perfil C1(a), Perfil C2 (b) y Perfil C3(c). Se presentan los perfiles previos (06/02) y posteriores al evento (18/03).

6.3.2.2.2- Evento meteorológico del mes de junio

6.3.2.2.2.1- Condición sinóptica de la tormenta

El segundo evento meteorológico, provocado por el avance de un frente frío sobre la provincia de Buenos Aires, fue anterior a las mediciones del mes de junio (18/06) (Figura 6.26). En el día 14 de junio se registraron vientos del OSO con velocidades entre 10,8 y 21,9 m s⁻¹. Las olas de ese día tuvieron una altura máxima de 3,3 m provenientes del Sur. Durante el 15 de junio las velocidades del viento se ubicaron entre los 10,8 y 14 m s⁻¹. La altura máxima de las olas fue de 3,8 m con dirección del SO. La altura promedio previo al temporal estuvo entre los 0,7 y 1,7 m. Luego del evento los valores medios de las olas oscilaron entre los 0,5 y 1,4 m.

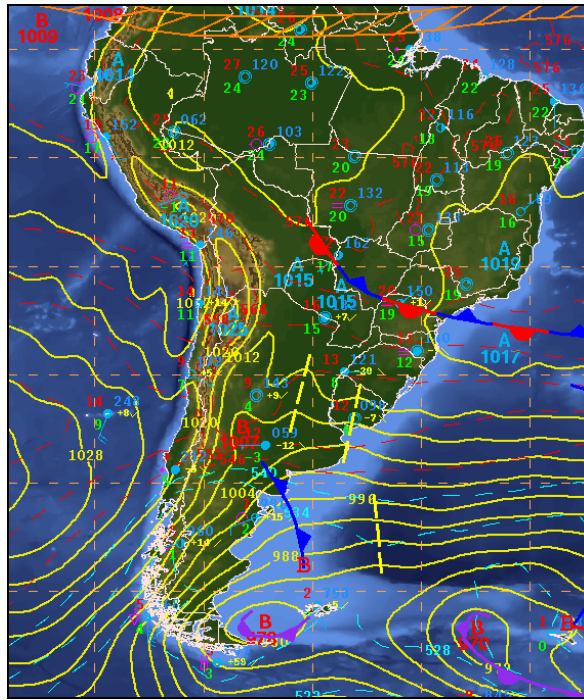


Figura 6.26. Situación sinóptica del día 14 de junio del año 2008 a las 00 Z.
Fuente: CPTEC-INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008).

6.3.2.2.2.- Cambios morfológicos y volumétricos por sector

Sector A

La geoforma más visible en los tres perfiles del sector A, la berma, no se distinguió luego del evento mencionado, lo cual dio como resultado perfiles más uniformes (Figura 6.27). Los valores en el volumen de sedimento de este sector evidenciaron pérdidas de -129,7 y 47,3 m³ en A1 y A3, respectivamente. El sedimento perdido en ambos perfiles pudo ser redistribuido para dar lugar a la formación de barras sumergidas. A diferencia del perfil A2 que vio incrementado su volumen en 2,7 m³. Este aumento puede tener un motivo antrópico ante la depositación de sedimento por la limpieza del camino cercano a este perfil.

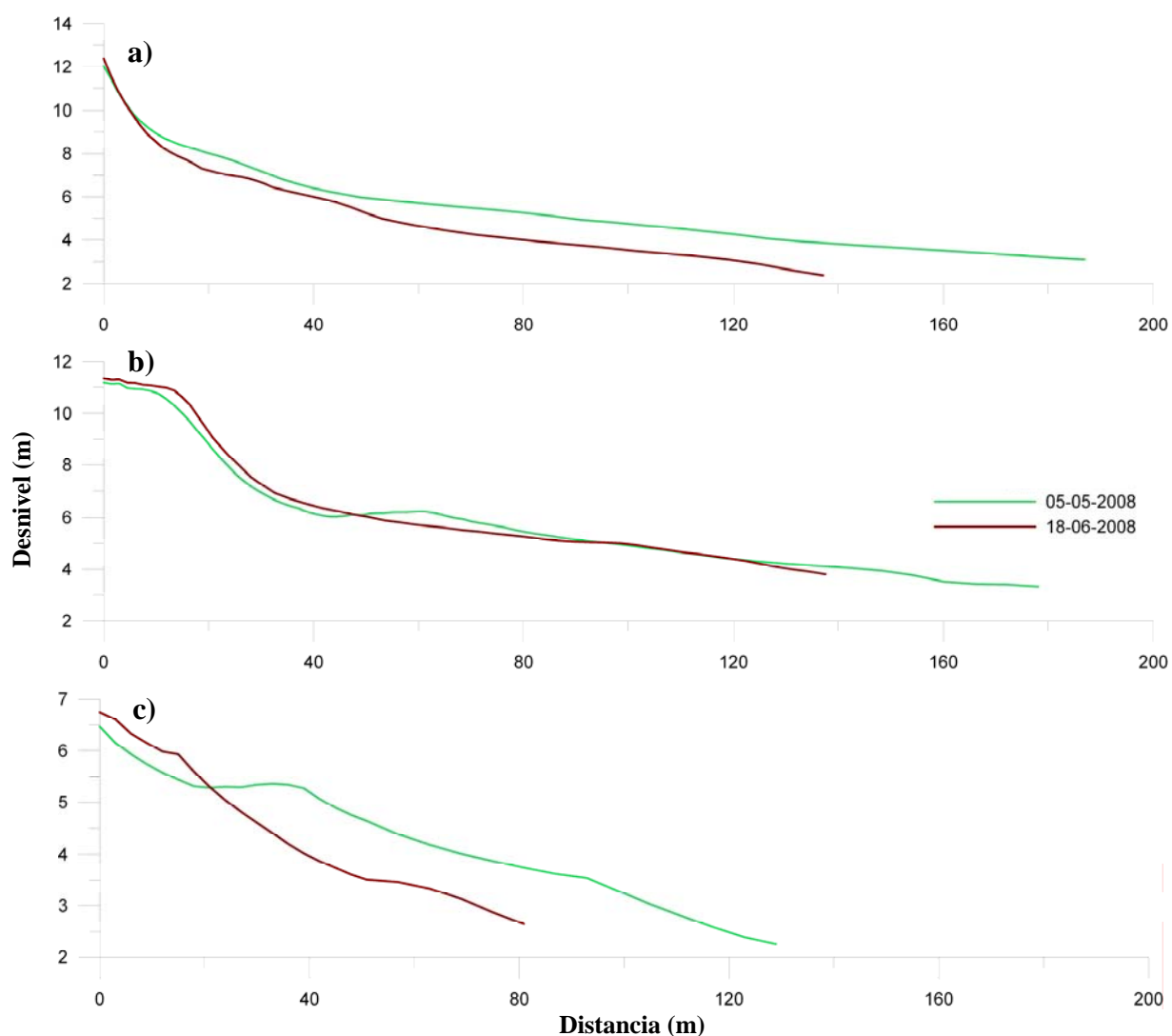


Figura 6.27. Influencia del evento meteorológico del 14 de junio en el Perfil A1(a), Perfil A2 (b) y Perfil A3(c). Se presentan los perfiles previos (05/05) y posteriores al evento (18/06).

Sector B

En los perfiles de mayo, la única geofoma destacable fue una berma incipiente en B1 y B2. Mientras B3 presentó una apariencia uniforme. La acción del temporal de junio significó la desaparición de las bermas, lo que otorgó a los perfiles una apariencia más llana (Figura 6.28).

En los tres perfiles que componen al sector B se comprobaron pérdidas en el volumen del sedimento. El perfil B3 registró la máxima disminución con $-48,3 \text{ m}^3$. En

tanto, los efectos de la tormenta provocaron en B1 una reducción de $-44,7 \text{ m}^3$ y en B2 de $-46,4 \text{ m}^3$.

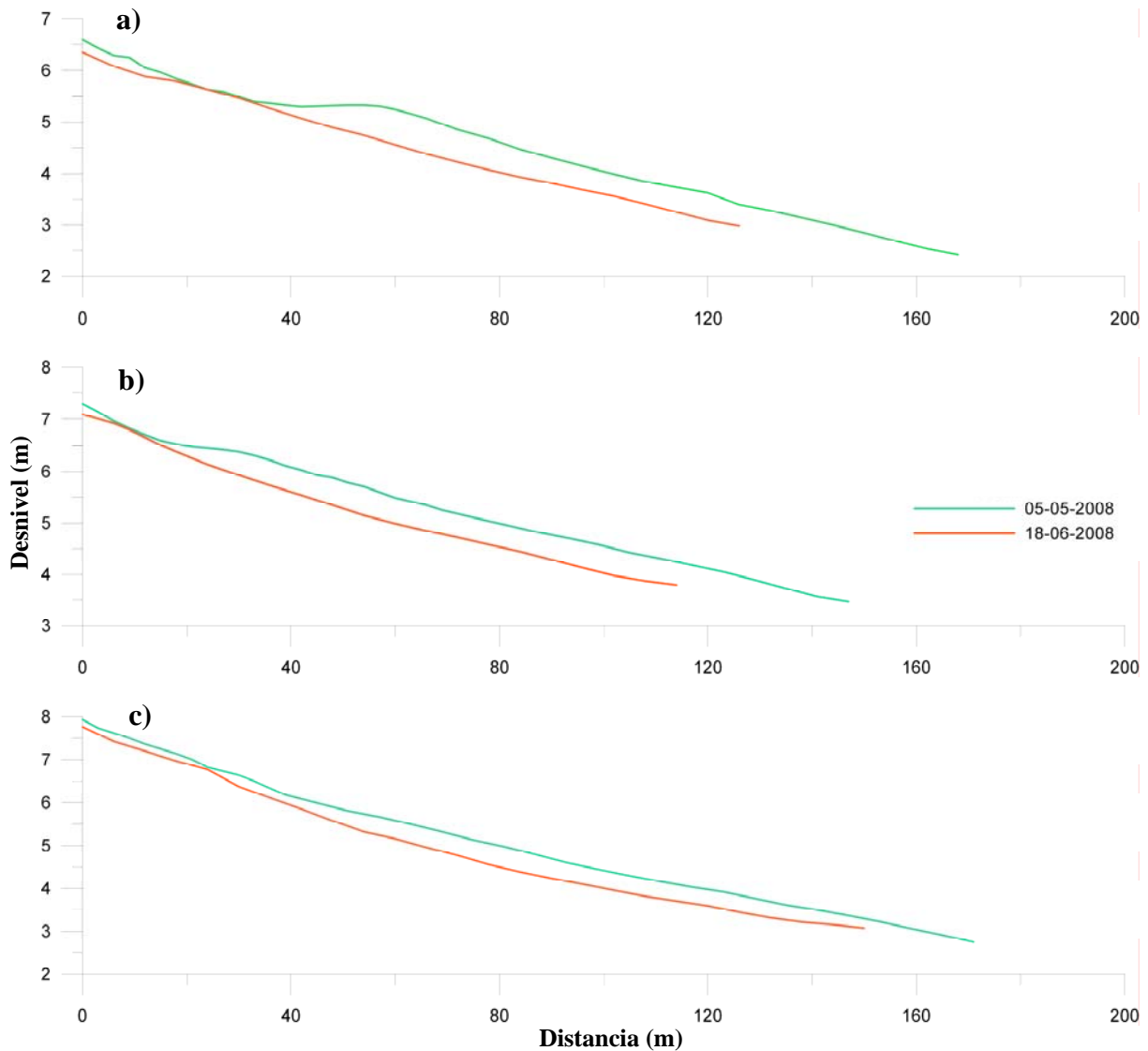


Figura 6.28. Influencia del evento meteorológico del 14 de junio en el Perfil B1 (a), Perfil B2 (b) y Perfil B3 (c). Se presentan los perfiles previos (05/05) y posteriores al evento (18/06).

Sector C

Los tres perfiles (C1, C2 y C3), en la medición previa al evento, carecieron de una berma pero no de canales y barras en sus tramos finales. Luego de la tormenta C1 no presentó formas destacables, C2 evidenció una leve elevación mientras que C3, sin berma, contó con un marcado canal seguido de una barra (Figura 6.29).

El sector C, a diferencia del resto, demostró una acumulación de sedimento. El mayor volumen coincidió con el perfil C3 (70,3 m³). Otros aumentos, no tan significativos, correspondieron a C1 (16,5 m³) y C2 (8,7 m³).

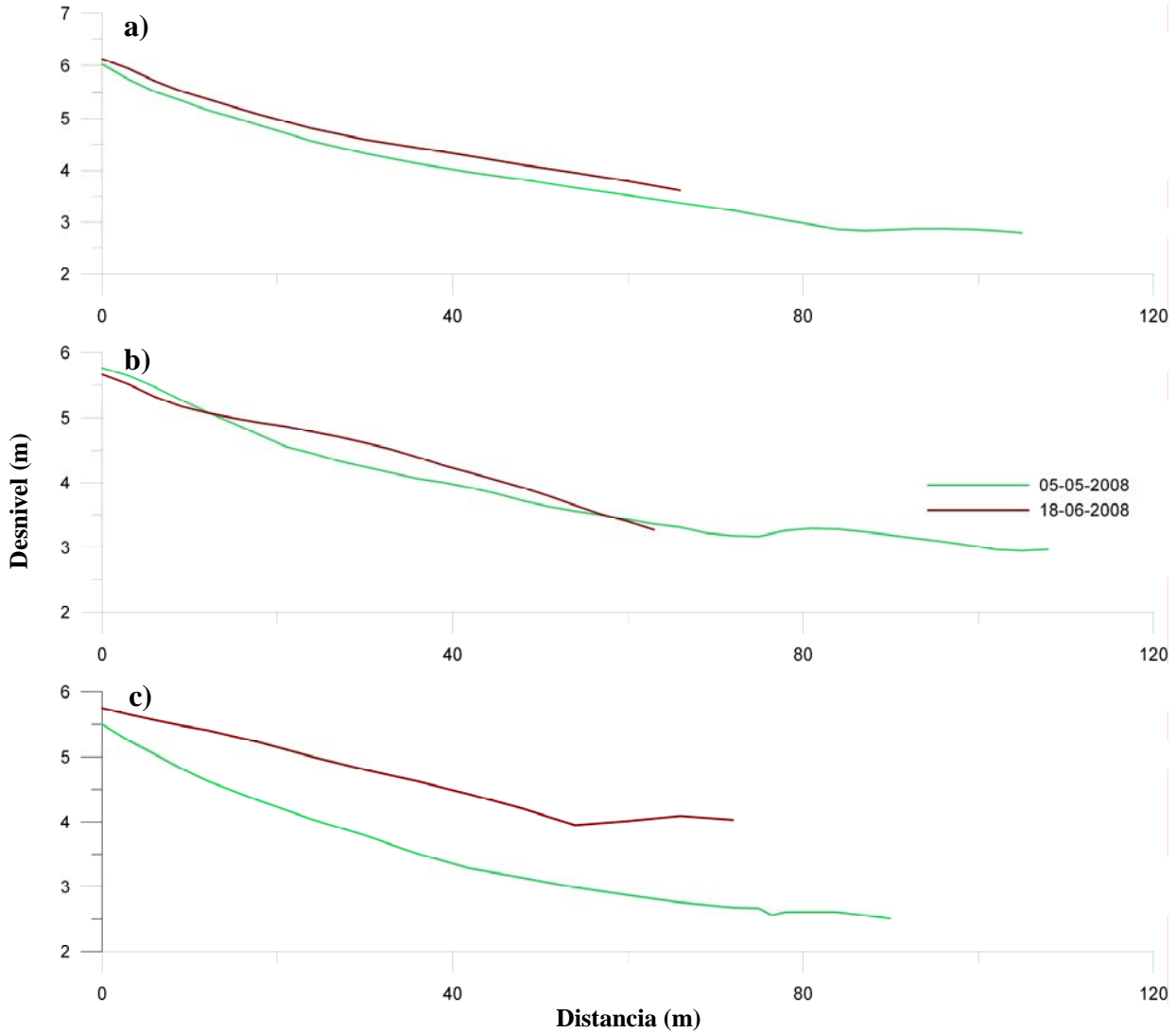


Figura 6.29. Influencia del evento meteorológico del 14 de junio en el Perfil C1(a), Perfil C2 (b) y Perfil C3 (c). Se presentan los perfiles previos (05/05) y posteriores al evento (18/06).

6.3.2.2.3- Efectos del evento meteorológico del 14 y 15 de noviembre

6.3.2.2.3.1- Condición sinóptica de la tormenta

El tercer evento meteorológico identificado en 2008 se desarrolló los días 14 y 15 de noviembre, previo a las mediciones del día 24. Este se originó por la presencia de un centro de baja presión ubicado frente a la costa bonaerense (Figura 6.30). Se caracterizó

por vientos del cuadrante Sur con velocidades medias de 13 m s^{-1} . La altura máxima de las olas para el día 15 fue de 3,2 m procedentes del sector Sur. A principios del mes de noviembre se registraron olas con alturas medias de 0,5 a 1,3 m. Luego del evento, la altura media de las olas osciló entre 0,8 y 1,5 m (SMN, 2008).

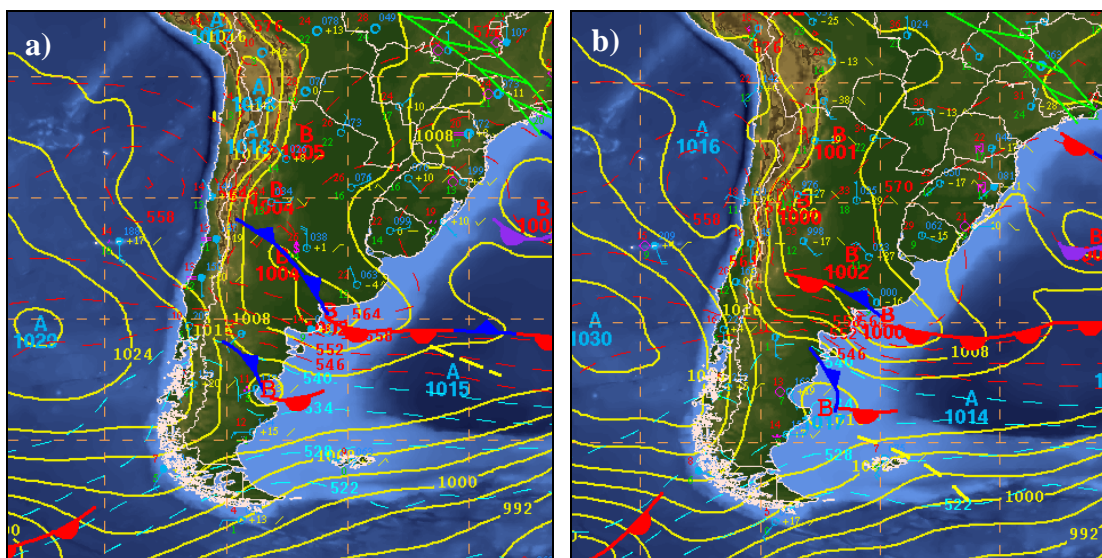


Figura 6.30. Situación sinóptica del día 14 de noviembre del año 2008 a las 12 (a) y 18 Z (b).
Fuente: CPTEC-INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008).

6.3.2.2.3.2- Cambios morfológicos y volumétricos por sector

Sector A

El perfil A2 presentó una barra de lavado mientras que en A1 y A3 no se apreció una geoforma predominante por lo que fueron más uniformes (Figura 6.31). En este sector se observaron situaciones de pérdida en el volumen de sedimento en los perfiles A1 ($-86,8 \text{ m}^3$) y A2 ($-120,4 \text{ m}^3$). El perfil A3 registró un aumento del volumen con $60,2 \text{ m}^3$. Esto pudo haber sido ocasionado por su cercanía a la bajada vehicular, donde los vehículos que allí transitan remueven y acumulan sedimento junto a este perfil.

Sector B

En el perfil B1, se observó una incipiente berma en octubre. La misma intensificó su forma luego de la tormenta, y experimentó un desplazamiento hacia el continente (Figura 6.32). Los perfiles B2 y B3 se caracterizaron por pequeñas bermas y canales en formación (octubre). Luego del evento, B1 no presentó notorias modificaciones. En B2 se

observó la aparición de una marcada barra y en B3 un suave canal hacia el final del perfil (Figura 6.32).

Las acciones antrópicas registradas en otras oportunidades son las que pueden haber producido un aumento en el volumen de sedimento en B1 (109,74 m³) y B2 (48,1 m³). Solo el perfil B3 contó con una pérdida de -35,3 m³. Esto puede tener su motivo en que este espacio coincide con un sector pavimentado y densamente urbanizado del balneario, lo que impediría la acumulación de sedimento.

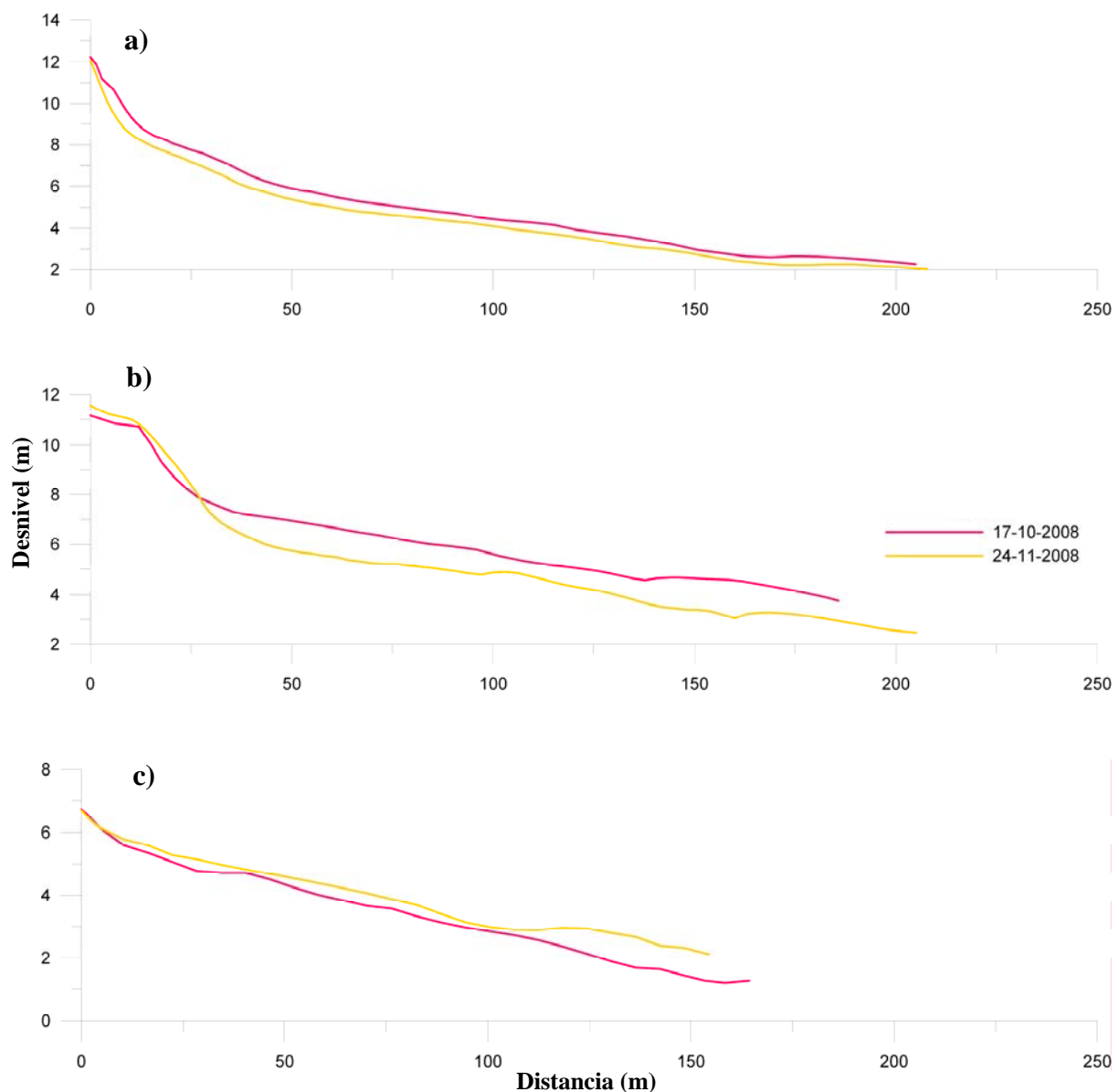


Figura 6.31. Influencia del evento meteorológico del 14 y 15 de noviembre en el Perfil A1 (a), Perfil A2 (b) y Perfil A3 (c). Se presentan los perfiles previos (17/10) y posteriores al evento (24/11).

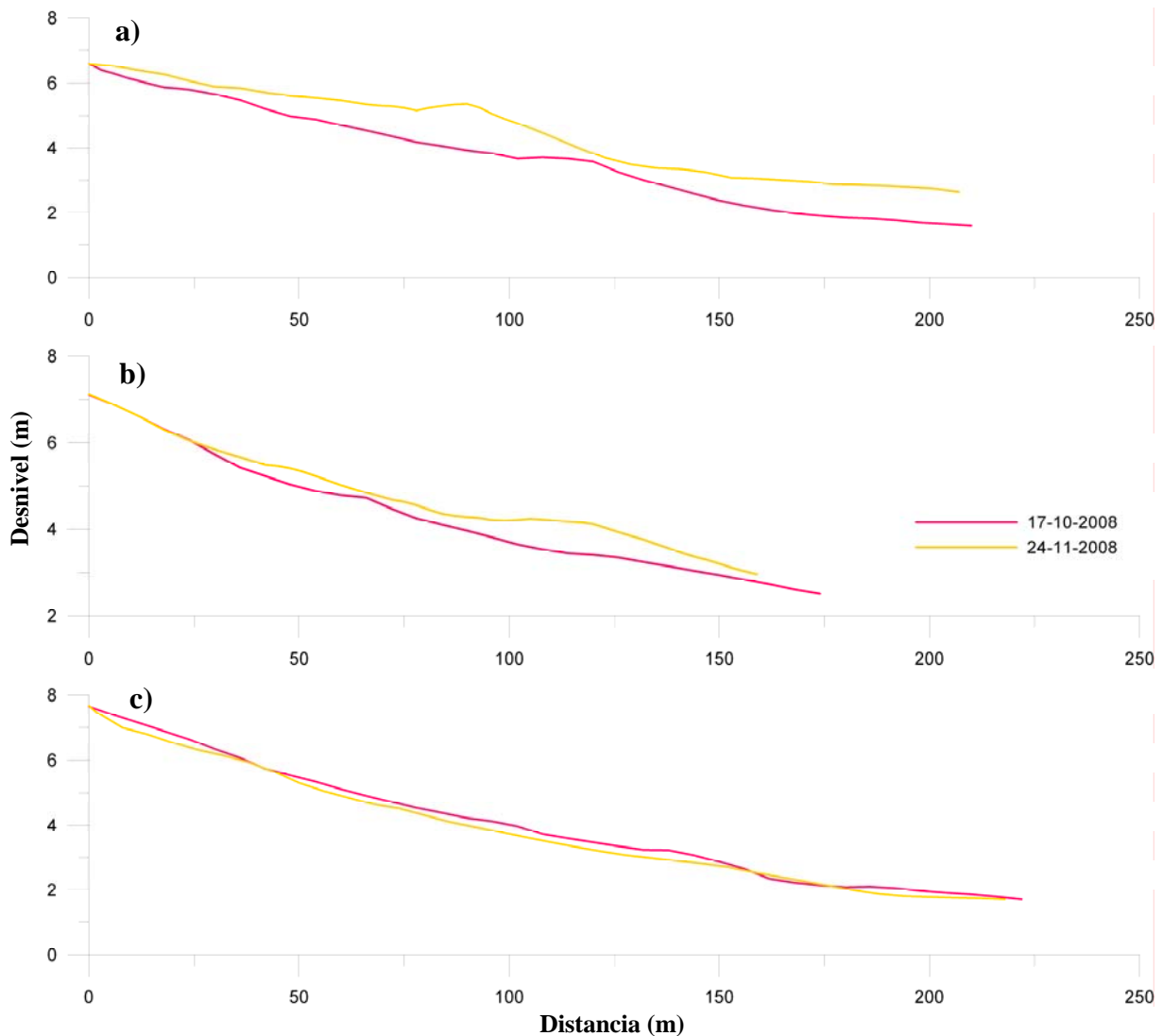


Figura 6.32. Influencia del evento meteorológico del 14 y 15 de noviembre en el Perfil B1 (a), Perfil B2 (b) y Perfil B3 (c). Se presentan los perfiles previos (17/10) y posteriores al evento (24/11).

Sector C.

Previo al paso del evento, en los perfiles C1 y C2 se destacaron las bermas y barras de lavado. Ambas separadas por pequeños canales. El perfil C3 no presentó geoformas significativas. Como resultado de la acción del temporal en los tres perfiles se identificó la desaparición de las bermas y la aparición de canales y marcadas barras de lavado (Figura 6.33).

Todo el sector C presentó una disminución en el volumen del sedimento. Las máximas pérdidas estuvieron asociadas a los perfiles C1 ($-30,2 \text{ m}^3$) y C2 ($-31,2 \text{ m}^3$). En menor medida, C3 tuvo una reducción de $-10,3 \text{ m}^3$.

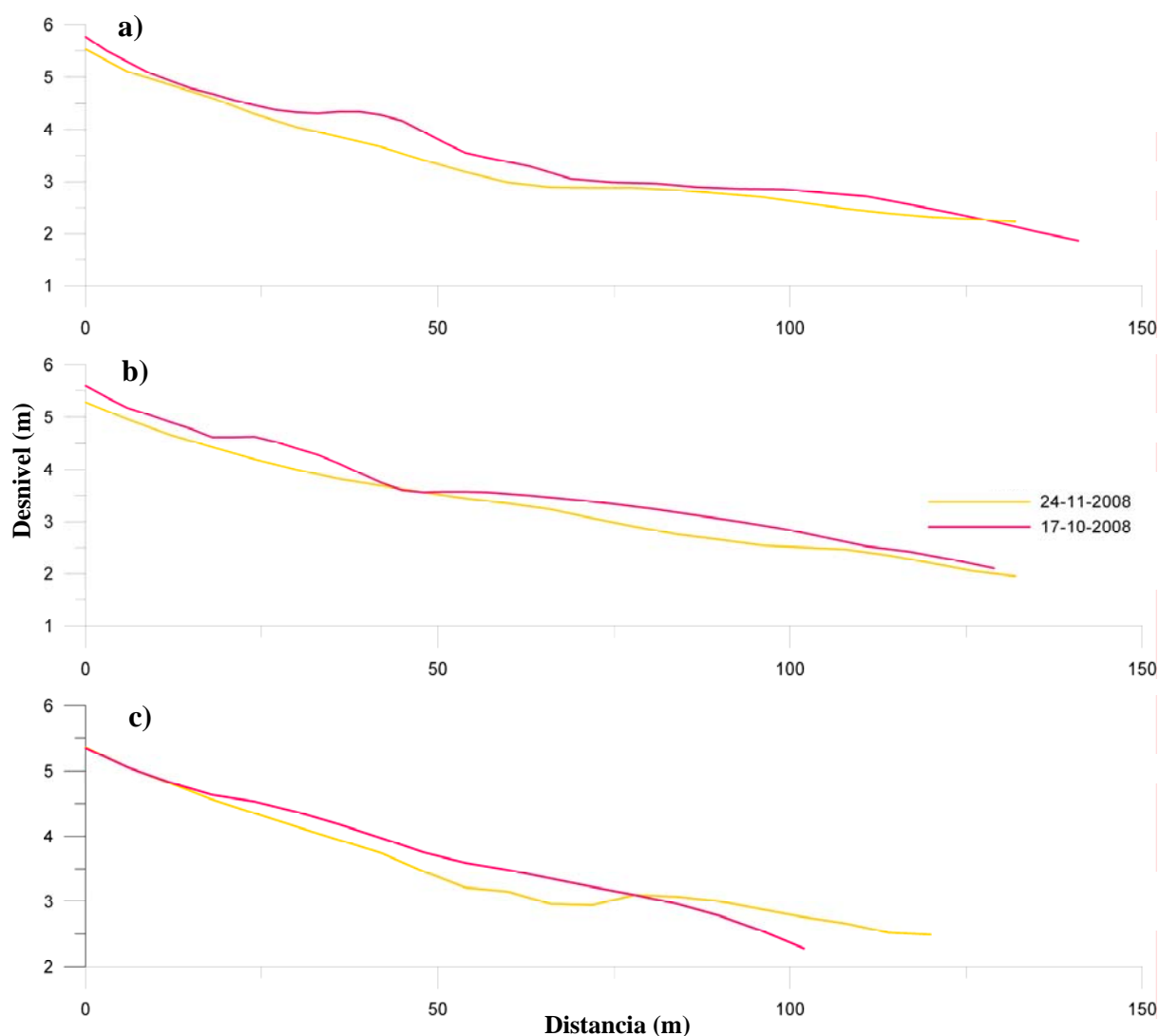


Figura 6.33. Influencia del evento meteorológico del 14 y 15 de noviembre en el Perfil C1 (a), Perfil C2 (b) y Perfil C3 (c). Se presentan los perfiles previos (17/10) y posteriores al evento (24/11).

6.3.2.3- Efectos de las tormentas de julio de 2009

6.3.2.3.1- Condiciones sinópticas de las tormentas

Las dos últimas semanas del mes de julio de 2009 se caracterizaron por el pasaje de numerosos sistemas ciclónicos, destacándose los días 21, 22 y 25. La primer tormenta se inició el día 21 y finalizó el 22 de julio. Se identificó la presencia de un centro de baja presión (1001 hPa) ubicado en cercanías de la costa bonaerense y asociado a un frente frío. Se registraron vientos con velocidades entre 10 y 18 m s⁻¹ con direcciones del SO-SSO-OSO y una escasa precipitación (0,6 mm). El día 22 el centro ciclónico (999 hPa) continuó su trayectoria sobre la zona y se situó frente a la costa de la provincia de Buenos Aires.

Predominaron vientos de hasta $17,5 \text{ m s}^{-1}$ de los cuadrantes S y SSE. Las precipitaciones fueron escasas y totalizaron $19,8 \text{ mm}$ (Figura 6.34a) siendo esta una característica de la época invernal en el área de estudio.

El 25 de julio se caracterizó por la presencia de un centro de baja presión (1004 hPa) en la costa bonaerense asociado al paso de un frente frío. Se observó un centro de alta presión al Norte del país y la influencia del anticiclón semipermanente del Océano Pacífico. Estos sistemas se combinaron y ocasionaron una tormenta de vientos superiores a los 16 m s^{-1} con una dirección predominante del SO (Figura 6.34b). Estos sistemas generaron trenes de olas con alturas entre 2 y $3,6 \text{ m}$ y dirección predominante del sector SSO (SMN, 2009).

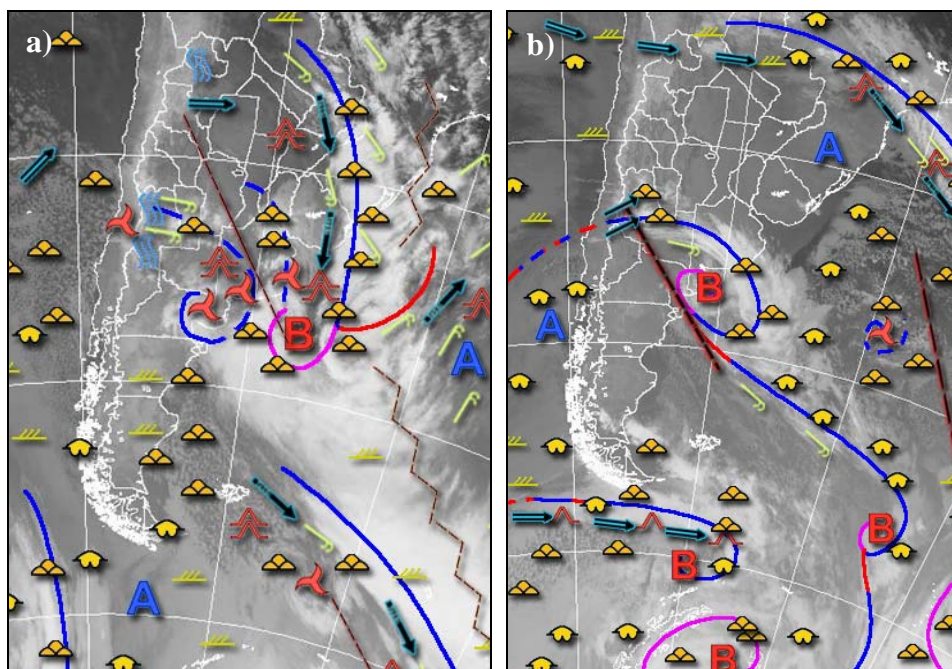


Figura 6.34. Situación sinóptica del día 22 de julio (a) y 25 de julio (b) del año 2009 a las 05:45 y 11:45 UTC, respectivamente.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2009.

6.3.2.3.2- Cambios morfológicos y volumétricos por sector

Sector A

La geoforma más destacada, previo a la tormenta, en los perfiles A1, A2 y A3 fue la berma con presencia de pequeños canales hacia el final de cada uno. En el perfil post tormenta de A1 la berma migró unos metros en dirección al mar, mientras que en A3 desapareció. En los tramos finales de todos los perfiles se observaron canales incipientes y

la formación de barras de lavado (Figura 6.35). Los afloramientos quedaron descubiertos en el tramo final y se observaron restos de resaca y conchillas.

Se comprobó la pérdida en el volumen de sedimento en los perfiles de los extremos en A1 (-55,8 m³) y A3 (-73,4 m³). La zona costera asociada a éste último presenta una mayor influencia antrópica ya que se ubica cerca de una bajada vehicular, por lo que el movimiento de arena es aún mayor. Sólo A2 demostró un aumento con 30,9 m³.

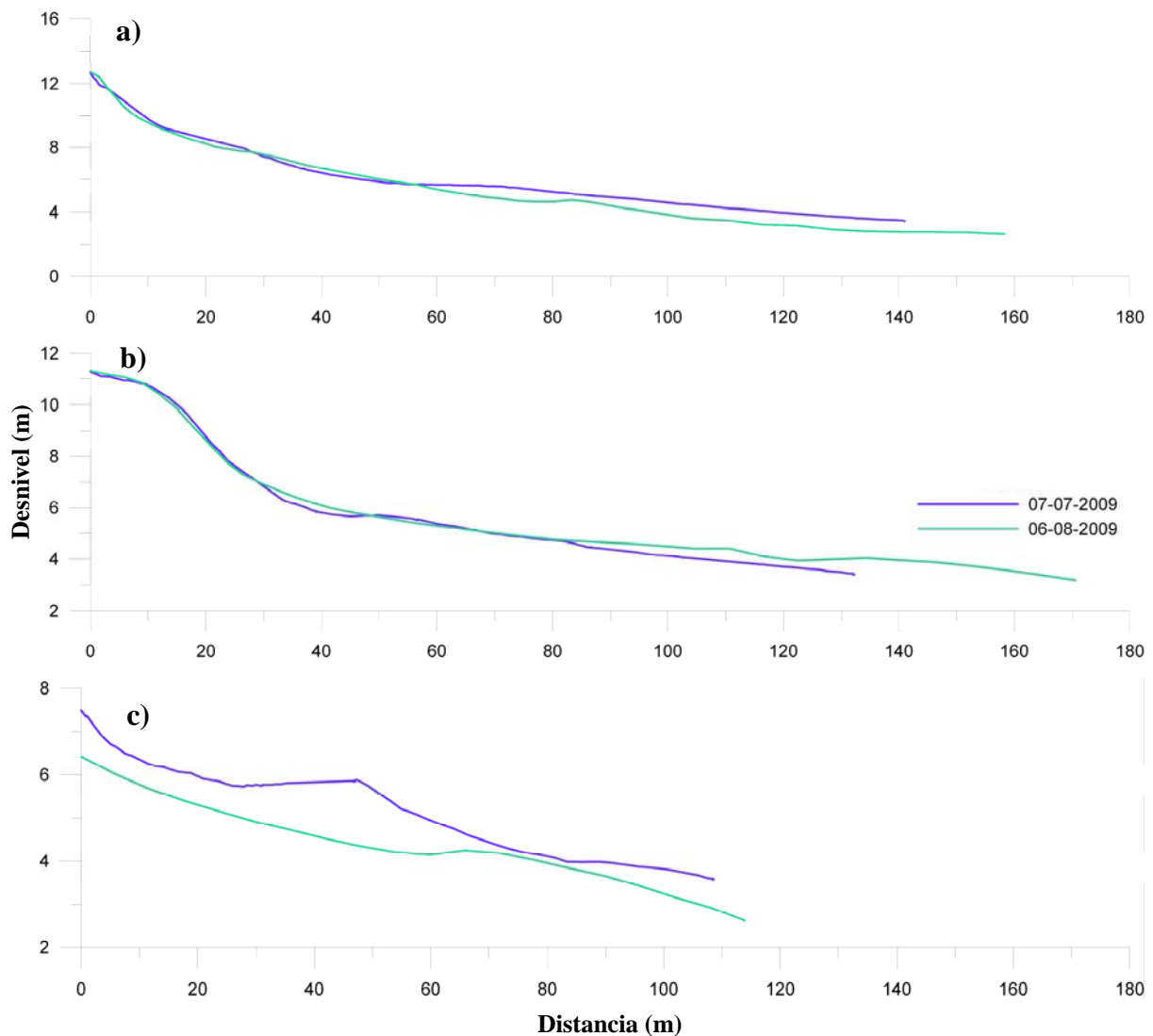


Figura 6.35. Perfiles de playa previos y posteriores a las tormentas de julio de 2009 del Perfil A1 (a), Perfil A2 (b) y Perfil A3 (c).

Sector B

En el mes de julio, se destacó la berma en los perfiles B1, B2 y B3. En agosto, esta geoforma desaparece en todos los perfiles. Se observó la formación de la barra de lavado en cada uno de ellos (Figura 6.36).

El perfil B2 experimentó un aumento en el volumen de sedimento con $58,7 \text{ m}^3$. Mientras que B1 y B3 presentaron una disminución del mismo de $-47,7$ y $-52,3 \text{ m}^3$, respectivamente.

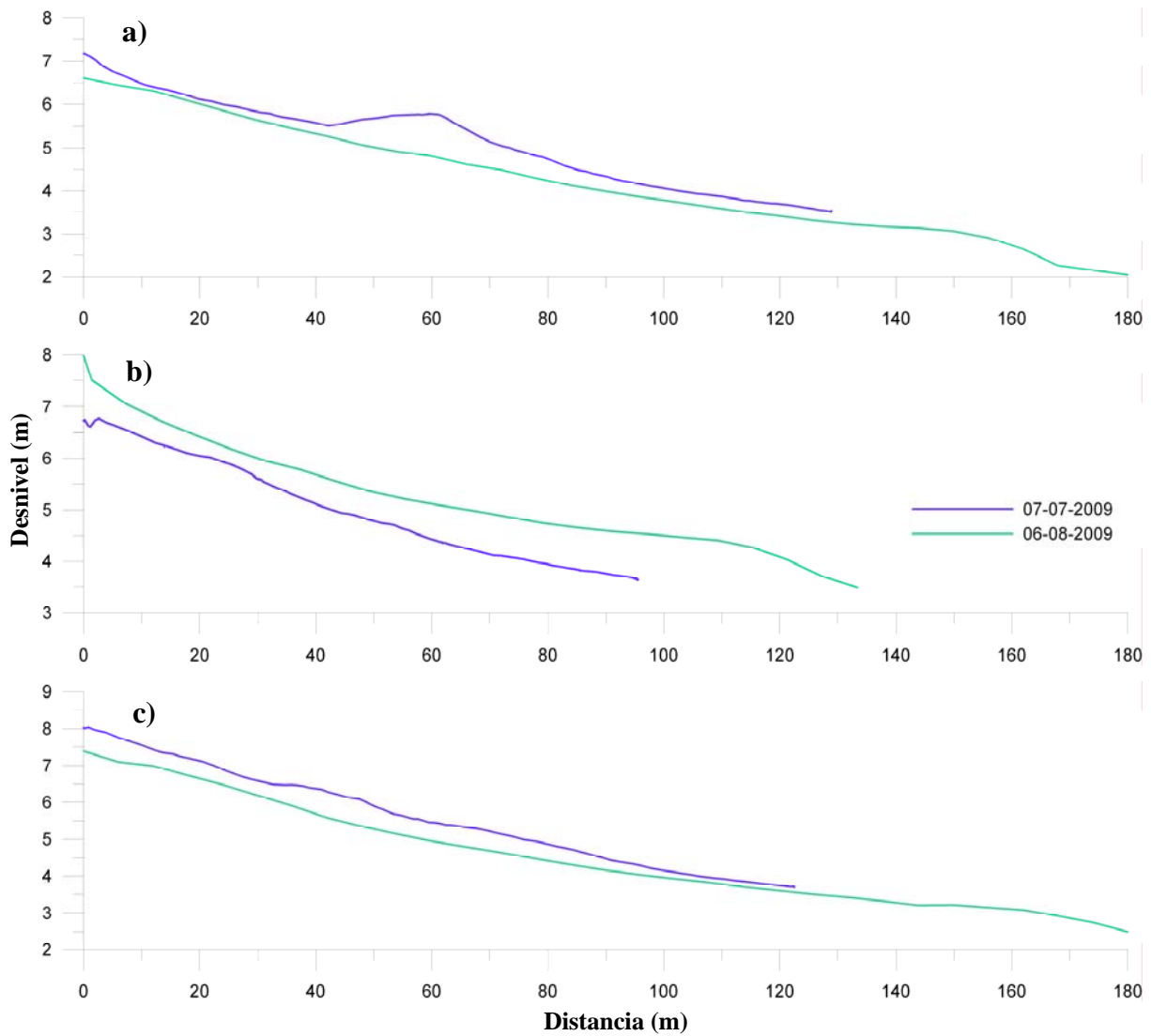


Figura 6.36. Perfiles de playa previos y posteriores a las tormentas de julio de 2009: Perfil B1 (a), Perfil B2 (b) y Perfil B3 (c).

Sector C

En el mes de julio, los perfiles C1 y C2 se distinguieron por su apariencia uniforme. Solo predominó la berma en el perfil C3. La acción de las tormentas de julio ocasionó que los tres perfiles del sector carecieran de geformas notorias (Figura 6.37). En este sector se produjo un aumento del volumen de sedimento en los perfiles C1 ($27,5 \text{ m}^3$) y C3 ($2,94 \text{ m}^3$). A diferencia de C2 cuya pérdida de sedimento fue de -13 m^3 .

Las mayores consecuencias de las tormentas fueron observadas en el sector del perfil C2, ubicado en una saliente del continente. Las defensas de las viviendas fueron completamente destruidas (Figura 6.38).

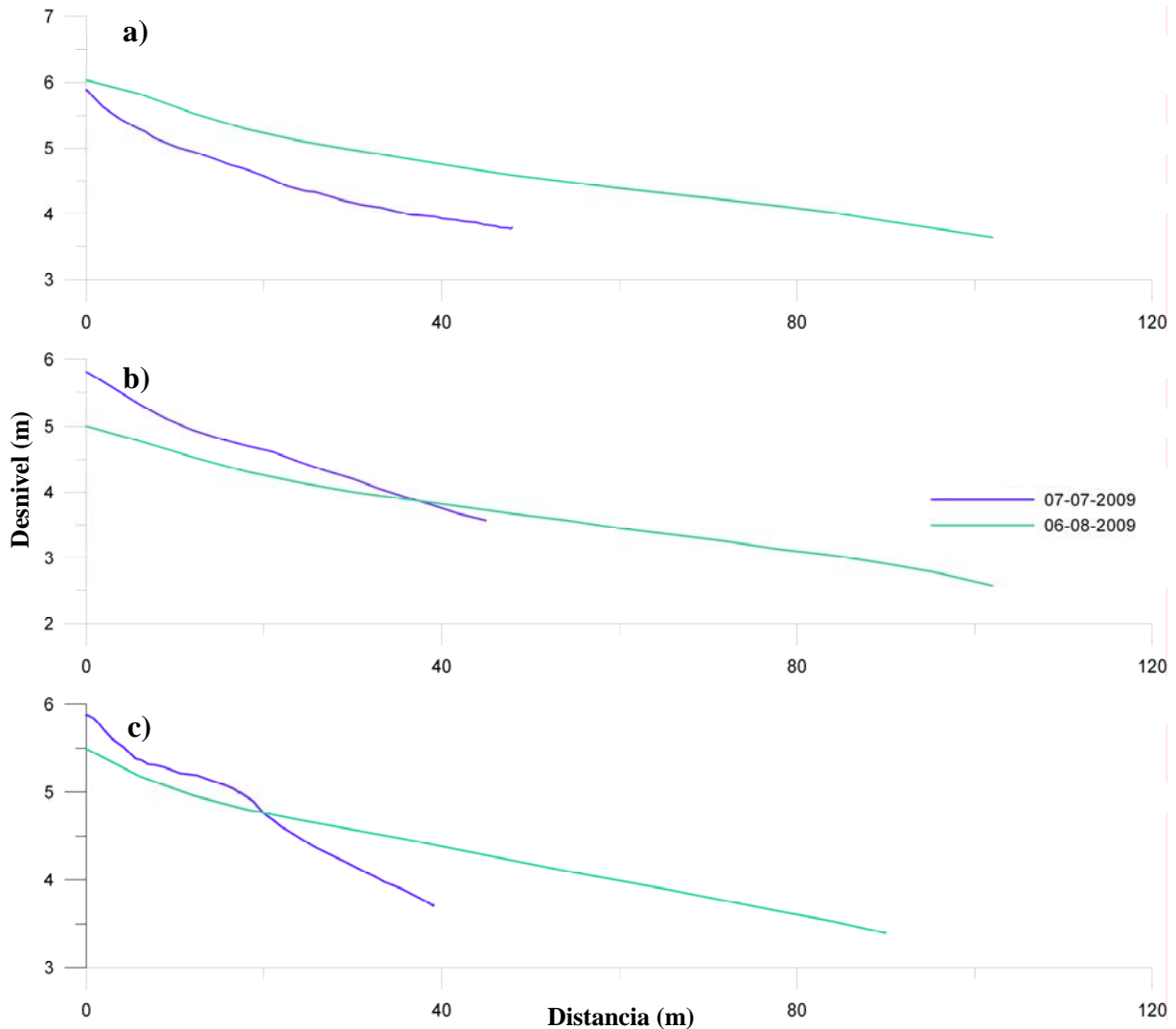


Figura 6.37. Perfiles de playa previos y posteriores a las tormentas de julio de 2009: Perfil C1 (a), Perfil C2 (b) y Perfil C3 (c).



Figura 6.38. Vistas de la destrucción provocada por la tormenta de julio de 2009 en viviendas del sector C.

6.3.2.4- Efectos de la tormenta de abril de 2010

6.3.2.4.1- Condiciones sinópticas de las tormentas

Los días 19 al 22 de abril de 2010 se caracterizaron por la acción de fuertes vientos que afectaron a la costa del suroeste bonaerense. Esta situación se inició el día 19 por el pasaje de un frente frío cuya trayectoria tomó dirección hacia el sur de la provincia de Buenos Aires (Figura 6.39a). Se registraron vientos cuyas velocidades oscilaron entre 8,4 y 11,3 m s⁻¹ con dirección del OSO-SO. El día 20 se observó el paso de otro sistema frontal sobre la provincia. El mismo generó vientos de dirección S, SO, SSO con velocidades entre 8,3 y 11,3 m s⁻¹.

Un nuevo sistema frontal se observó sobre el área de estudio el día 21 (Figura 6.39b). Las direcciones del viento predominantes fueron de S, SO, OSO. Se registraron ráfagas máximas de hasta 10,7 m s⁻¹. Durante el 22 de abril persistieron vientos con velocidades de hasta 15,9 m s⁻¹ procedentes del S y SSO. En los días mencionados no se produjeron precipitaciones sobre el área de estudio. Estos sistemas provocaron trenes de olas con alturas entre 2 y 2,5 m con direcciones del S y SSO (SMN, 2010).

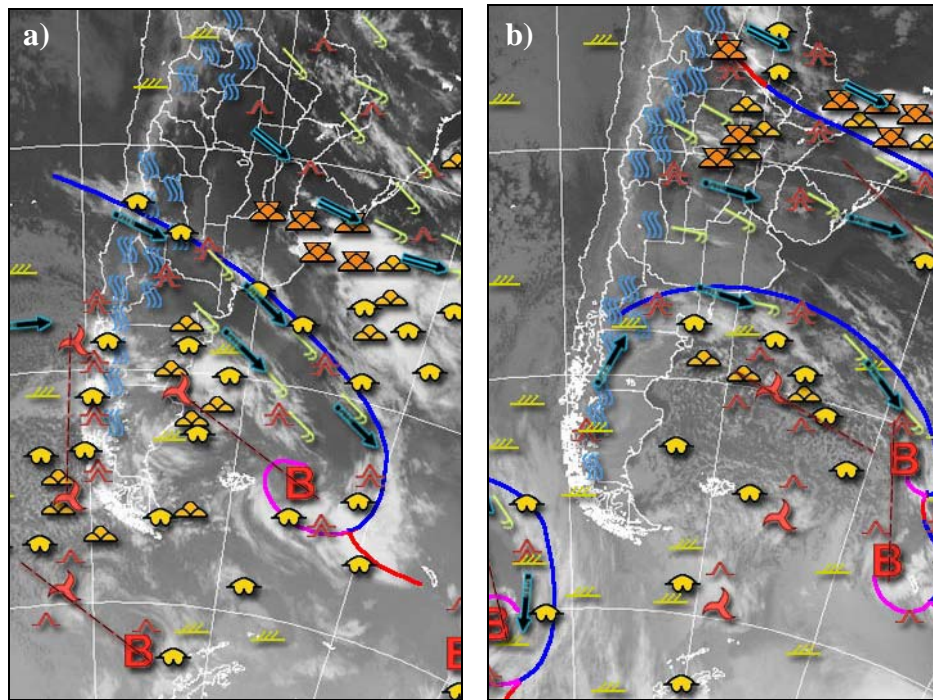


Figura 6.39. Situación sinóptica de los días 19 (a) y 22 de abril de 2010 (b) a las 00 y 03 UTC, respectivamente.
Fuente: SMN, 2010.

6.3.2.4.2- Cambios morfológicos y volumétricos por sector

Sector A.

Previo al temporal, el perfil A1 contaba con una berma muy suave y un pequeño canal. Hacia el final del perfil los afloramientos se encontraban prácticamente cubiertos. Días después de ocurrido el evento en la zona, este perfil evidenció una berma más desarrollada. Se observó un canal asociado a los afloramientos y una pequeña barra hacia el final (Figura 6.40a).

En el perfil A2 los cambios se distinguieron en una berma más pronunciada en abril. Se observó un desplazamiento del canal en dirección al continente. La barra de lavado, con un claro crecimiento, adquirió una forma convexa acentuada (Figura 6.40b).

El perfil A3, en abril, tuvo una suave berma a diferencia del mes anterior. La zona del canal se profundizó y se ubicó a los 100 m del perfil. La barra de lavado, a diferencia de marzo, experimentó un mayor crecimiento e intensificó su forma convexa (Figura 6.40c).

Todos los perfiles, en mayor o menor medida, vieron incrementado su volumen de sedimento. El crecimiento en A1 fue de 38,3 m³, en A2 de 21 m³ y A3 de 3,7 m³.

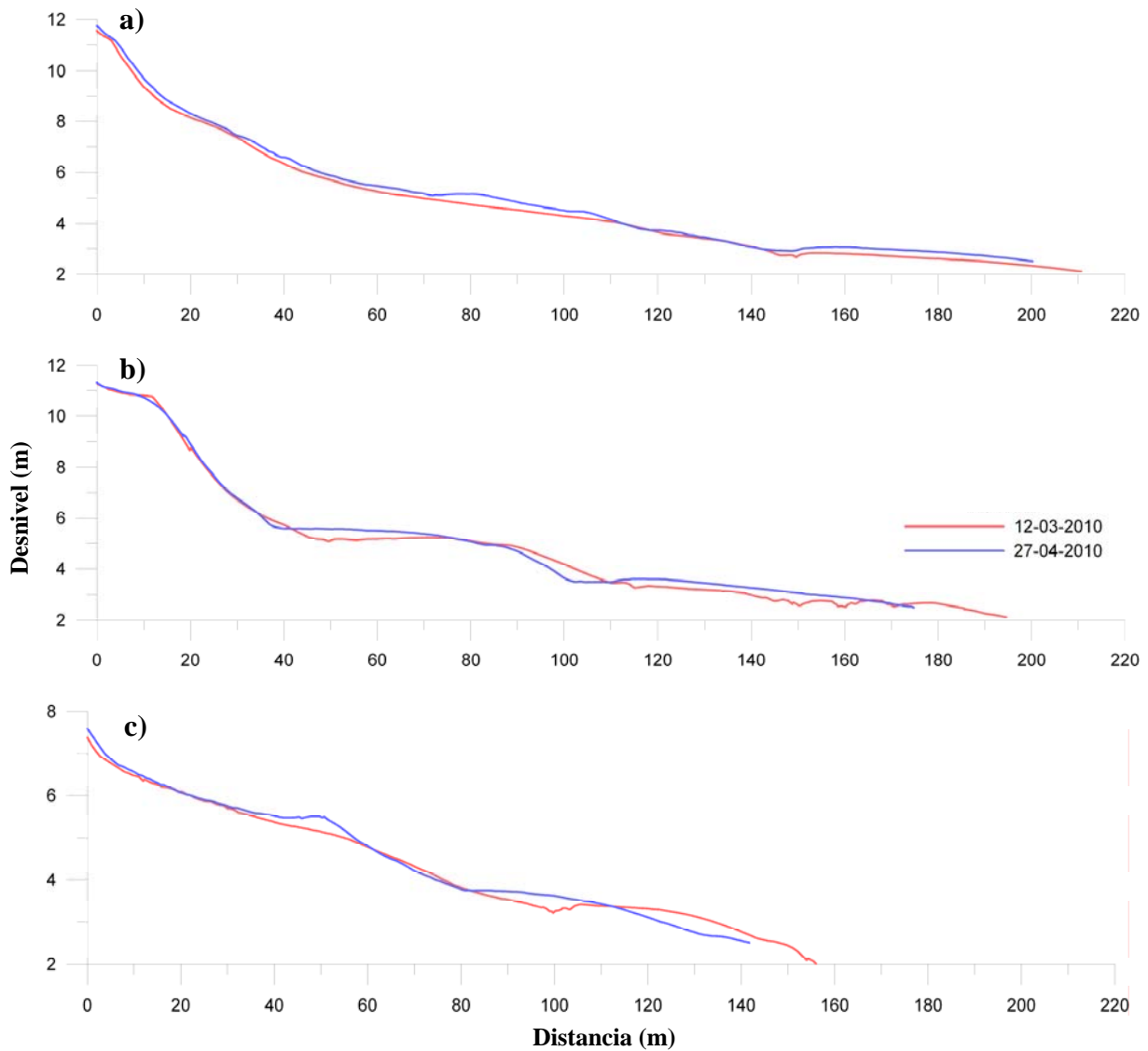


Figura 6.40. Perfiles de playa previos y posteriores a las tormentas de abril de 2010: Perfil A1 (a), Perfil A2 (b) y Perfil A3 (c).

Sector B

El perfil B1 no presentó variaciones significativas en sus geoformas entre marzo y abril. Se destacó la formación incipiente de una berma (Figura 6.41a). En el mes de marzo el perfil B2 presentó una suave berma y un marcado canal seguido por una barra de lavado. Pasado el intenso evento meteorológico, la berma tuvo un desplazamiento hacia el

continente y escasa presencia de canales. La barra de lavado migró unos metros en dirección al continente (Figura 6.41b).

El promontorio que se observó al principio del perfil B3 forma parte del sedimento que se acumula en proximidad de las viviendas. En el mes de marzo, una suave berma se identificó a los 80 m del perfil. Se destacó también la presencia de un pequeño canal y de la barra de lavado. Posterior a la tormenta, el perfil vio intensificadas sus formas. La barra presentó una forma mucho más redondeada (Figura 6.41c).

El perfil B1 fue el único que perdió sedimento luego de la tormenta ($-1,6 \text{ m}^3$). La situación contraria se observó en B2 y B3 con $12,5 \text{ m}^3$ y $1,9 \text{ m}^3$, respectivamente.

Sector C

Previo a la tormenta, en el perfil C1 se distinguió una notoria berma, canal y barra de lavado. En abril, estas formas se desplazaron hacia el mar presentándose con una forma redondeada (berma y barra). Se observó una reducción del canal (Figura 6.42a)

En marzo, el perfil C2 presentó geoformas muy suavizadas. La barra de lavado migró hacia el mar de marzo a abril. El perfil C3 se destacó por la presencia de canales y una marcada barra de lavado. Esta última, luego de la tormenta, se desplazó hacia el continente y mostró un mayor crecimiento, visible en su forma convexa. La berma se apreció de manera más notoria y el canal se ubicó a unos 60 m del perfil (Figura 6.42b y c).

En los tres perfiles se comprobó un aumento en el volumen de sedimento. El perfil C2 registró el máximo valor con 30 m^3 . Mientras que los perfiles de los extremos presentaron valores similares con 15 m^3 (C1) y $10,6 \text{ m}^3$ (C3).

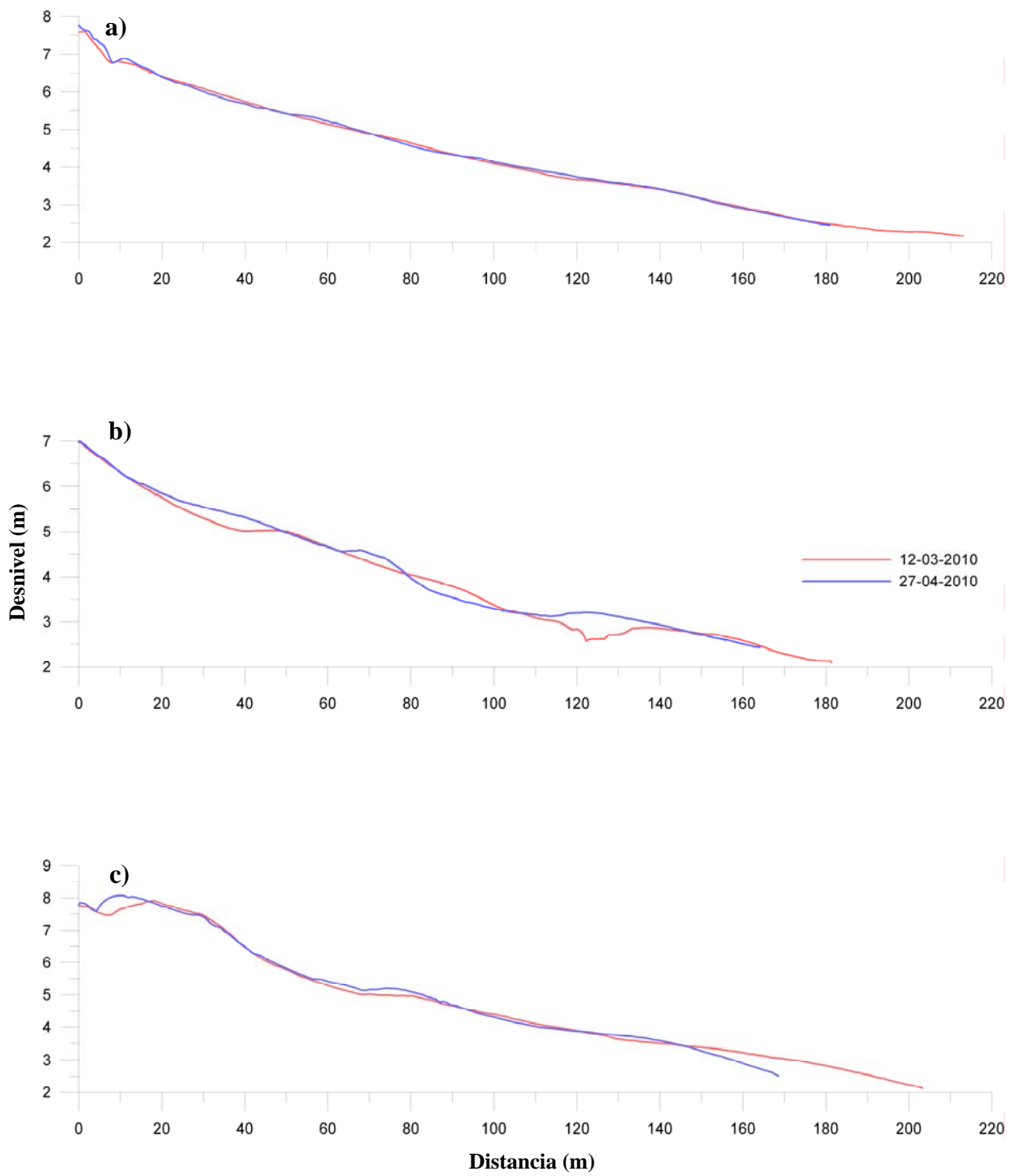


Figura 6.41. Perfiles de playa previos y posteriores a las tormentas de abril de 2010 en el Perfil B1 (a), Perfil B2 (b) y Perfil B3 (c).

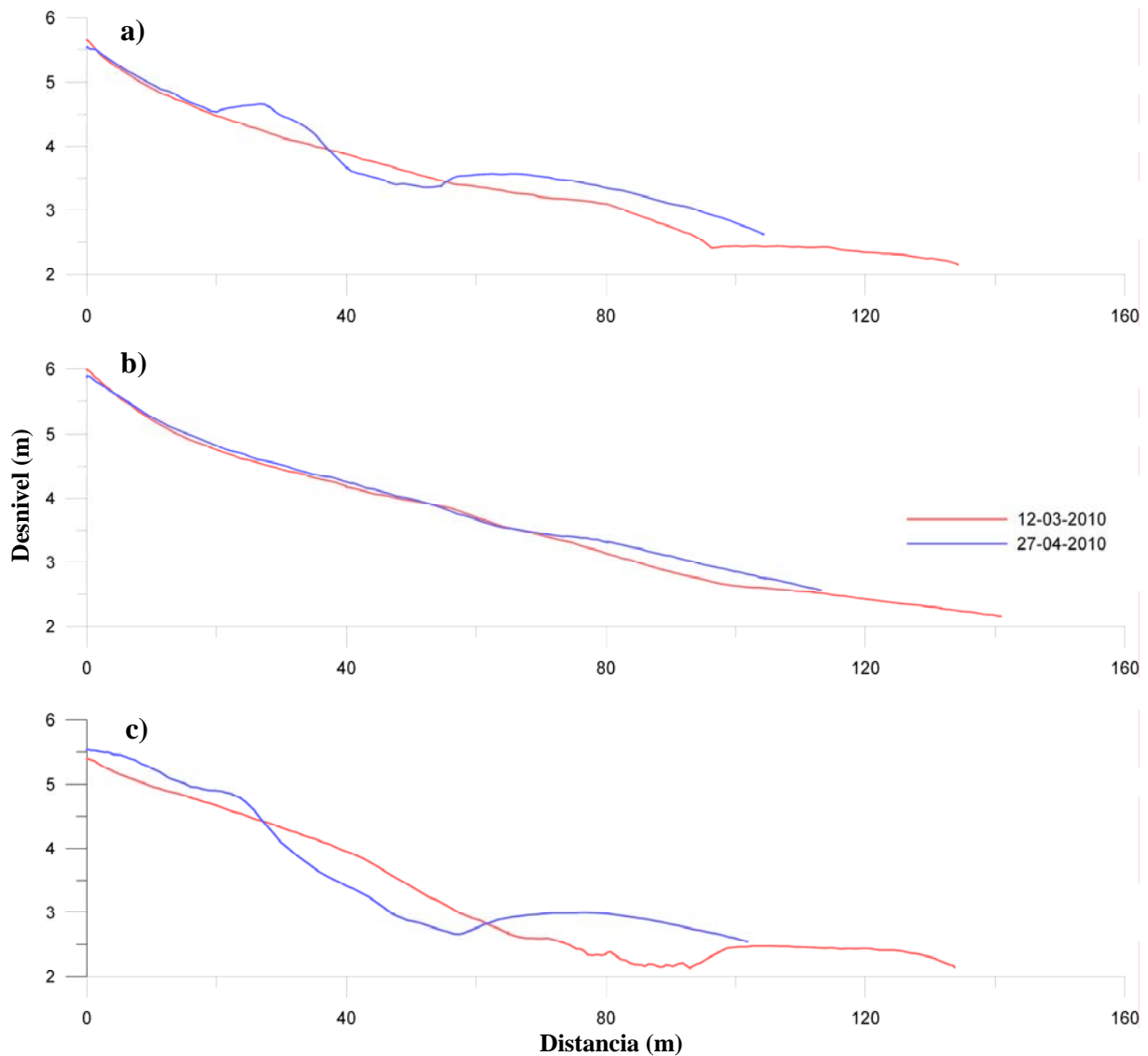


Figura 6.42. Perfiles de playa previos y posteriores a las tormentas de abril de 2010: Perfil C1 (a), Perfil C2 (b) y Perfil C3 (c).

6.3.3- Características fisicoquímicas del agua de mar del balneario de Monte Hermoso

De las observaciones y mediciones efectuadas en el balneario de Monte Hermoso se determinó que la altura promedio de la ola durante todo el período setiembre 2008- junio 2010) es de 0,9 m con un período promedio de 5,9 s. El año con mayor altura y período de olas fue el 2010 con 1,15 m y 8,6 s, respectivamente. El ángulo del tren de olas se registró entre 4 y 5 ° con dirección del SE. El tipo de rompiente característica de esta playa es la de derrame. Esto confirma que esta playa no posee una marcada pendiente. La velocidad

promedio de la corriente litoral fue de $0,24 \text{ m s}^{-1}$ con una dirección predominante hacia el Oeste.

Con respecto a las características fisicoquímicas del agua de mar, en el balneario de Monte Hermoso, su temperatura promedio fue de $17,9 \text{ }^\circ\text{C}$. El valor promedio más alto se registró en el año 2008 con $20,6 \text{ }^\circ\text{C}$. El mínimo valor correspondió al año 2009 ($15,3 \text{ }^\circ\text{C}$). Durante los meses de invierno, los valores de temperatura rondan entre los 8 y los $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Mientras que en verano la temperatura del agua de mar oscila entre los 21 - $27 \text{ }^\circ\text{C}$.

El valor promedio de salinidad, durante el período de estudio, fue de 34 . El pH presentó su valor medio de $8,4$ catalogándose como alcalino. Estos parámetros no presentaron cambios significativos durante el período analizado.

Esencial para el desarrollo de organismos acuáticos es el oxígeno. Su valor medio en el agua de mar fue de $6,8 \text{ mg l}^{-1}$. El mínimo registro fue de $5,9 \text{ mg l}^{-1}$ (2009) mientras que el máximo alcanzó los $7,8 \text{ mg l}^{-1}$. Se observó que cuanto mayor es la temperatura se reduce el valor de oxígeno.

La turbidez del agua de mar tuvo un valor medio de $145,6 \text{ NT}$. Su máximo valor se registró en el año 2008 con 182 NT . En el período analizado, sus valores oscilaron entre 360 y 70 NT .

6.3.4- Volúmenes de sedimento por sectores en el balneario de Monte Hermoso

Las variaciones del volumen de sedimento, en cada uno de los sectores analizados, no solo se correspondieron con hechos naturales sino que también tuvieron la influencia de las actividades humanas.

Sector A

El sector A, alejado del núcleo urbano, presentó variaciones entre los perfiles que lo conforman y tuvo una tendencia a la acumulación del sedimento. El volumen medio calculado confirmó esta tendencia hasta el último período donde se observó una leve disminución del volumen acumulado (Figura 6.43). Este aumento se evidenció también en la tasa media anual ($20,4 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1} \text{ año}^{-1}$) y la tasa media anual de sedimento ($3491,4 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$).

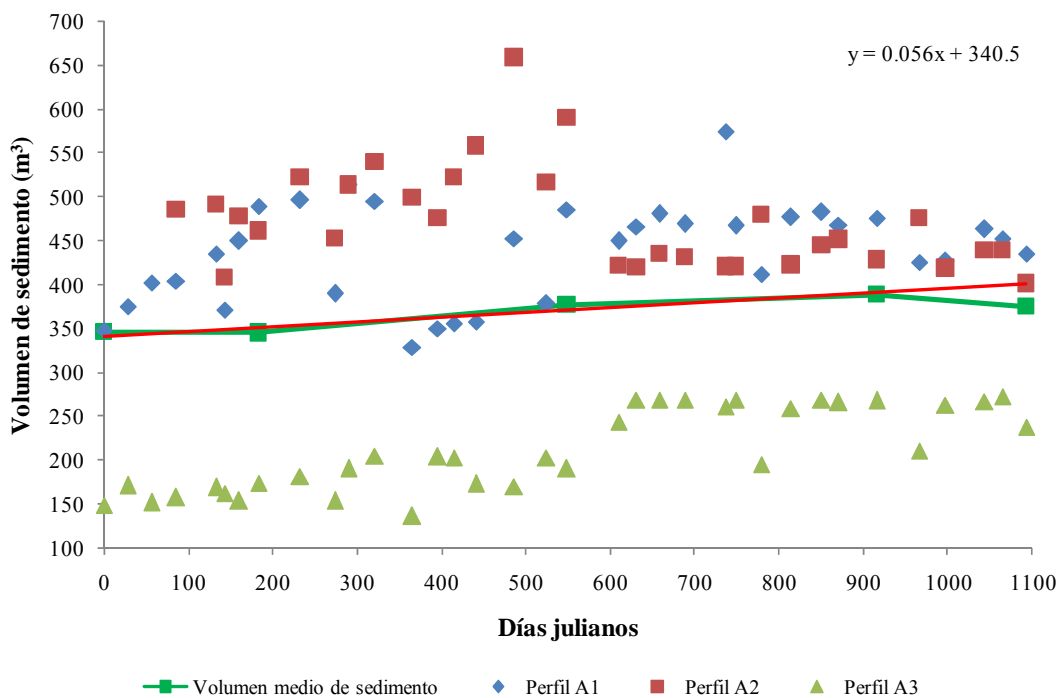


Figura 6.43. Volúmenes de sedimento y volumen medio del sector A.
La línea roja señala la tendencia de los valores.

Dos de sus perfiles, A1 y A2, evidenciaron variaciones en sus volúmenes entre los 300 y 660 m³. Mientras que el perfil A3, ubicado junto a una bajada vehicular, registró los menores valores de volumen entre 100 y 300 m³ (Figura 6.44).

El perfil A1 mostró una tendencia a la acumulación. Se observó que luego de un episodio de pérdida de sedimento se produjo una reposición del mismo en dos o tres fechas posteriores. Aún así, se identificaron períodos de estabilidad con leves variaciones en el volumen de sedimento que coincidieron con situaciones de buen tiempo. El día 289 evidenció el máximo aumento en el volumen de sedimento (124,5 m³) y una de las más notorias recuperaciones en el período. La máxima pérdida de sedimento (-167 m³) se produjo el día 365 posterior al pasaje de una tormenta (Figura 6.44).

Si bien el período invernal se caracteriza por tormentas que erosionan la playa, el comportamiento de esta parte del sector fue, por momentos, contrario a lo esperado. Esto se ejemplificó el día 737 donde, respecto a la medición anterior (día 688) este perfil vio incrementado su volumen en 105,5 m³ (Figura 6.44). La acción conjunta de olas con

dirección S y SO (de baja altura y período corto) y vientos provenientes del N y O pueden haber sido el motivo de la acumulación de sedimento en este perfil.

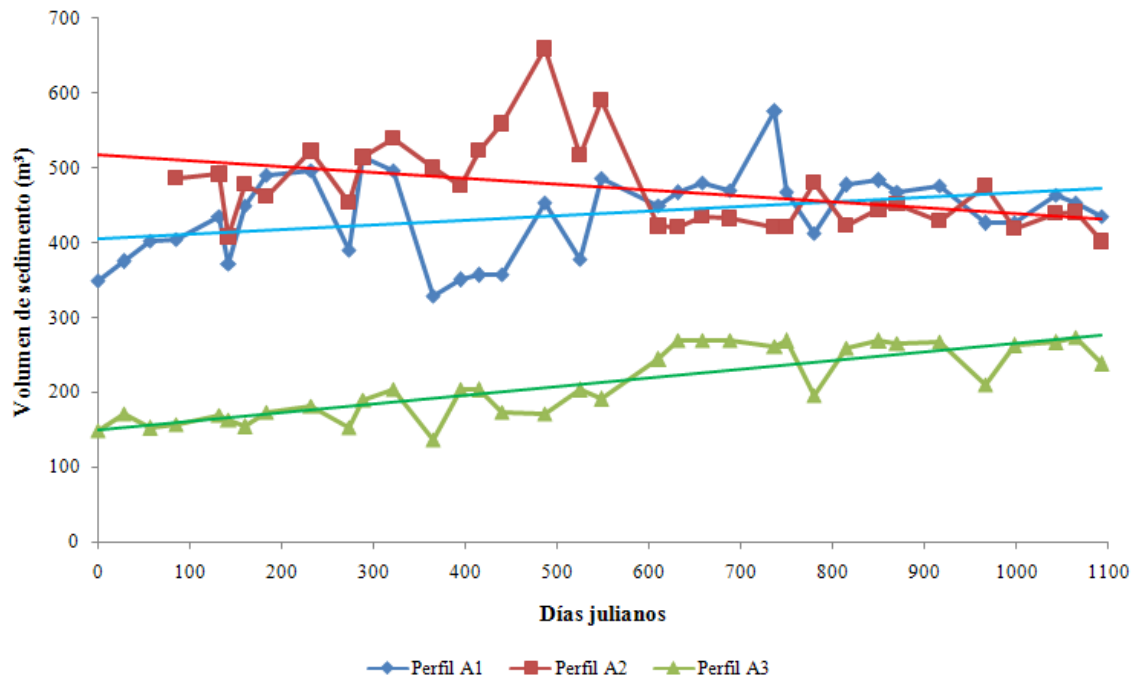


Figura 6.44. Volúmenes de los perfiles que componen el sector A y sus correspondientes líneas de tendencia.

El perfil A2 tuvo una tendencia a la erosión. Este presenta modificaciones debido a su cercanía al camino que comunica la ciudad con el Camping Americano. A partir de la mitad del período analizado el comportamiento de este perfil se modificó al alternarse fases de estabilidad con otras de acumulación y pérdida de sedimento. La máxima acumulación se produjo el día 486 donde se registró un aumento de $100,4 \text{ m}^3$ respecto de la campaña anterior. Hacia el final del período de medición se evidenció una pérdida del volumen de sedimento de $-38,5 \text{ m}^3$ (Figura 6.44).

Se observó que en ocasiones en las que el perfil A2 experimentaba un aumento en su volumen sucedía lo contrario en los perfiles A1 y A3 (p.e., en los días Julianos 779 y 966) (Figura 6.44). Estas diferencias pueden tener su motivo en los efectos producidos por la intensidad de eventos meteorológicos (p.e., tormentas, fuertes vientos). El aumento del volumen en A2, también, pudo haber sido ocasionado por la acción antrópica. En los días previos a los mencionados las condiciones meteorológicas se caracterizaron por vientos procedentes del OSO, NO y N con velocidades entre $6,9$ y 18 m s^{-1} , que contribuyeron con el transporte de sedimento hasta ese sector. Ante este tipo de eventos meteorológicos

intensos, el camino que se ubica junto a este perfil debió ser sometido a tareas de mantenimiento. De esta manera, el sedimento acumulado fue retirado de esta vía y depositado justo en el sector que coincide con la ubicación del perfil A2.

El perfil A3, a pesar de registrar menores valores en su volumen, mostró una tendencia a la acumulación de sedimento. A diferencia de los perfiles anteriores, se observó una leve disminución en el volumen para el día 142 (medición efectuada luego de una tormenta). La causa de este hecho puede radicar en la influencia y cercanía a una bajada vehicular (utilizada por pescadores y público en general) en la cual hay una constante remoción del sedimento debido al paso de vehículos. Sin embargo, el pasaje de otra tormenta cercano al día 365 afectó a A3 al evidenciar una pérdida de sedimento de 48 m³. Este perfil, hacia el final del período, presentó marcadas fases de estabilidad seguidas por momentos de pérdida y recuperación del sedimento (Figura 6.44).

Sector B

Los valores de volumen de sedimento de este sector oscilaron entre los 50 y 260 m³. Se evidenció, durante el período analizado, una leve tendencia a la acumulación de sedimento. La misma coincidió con los valores de volumen medio calculados para el sector (Figura 6.45). Los valores de tasa anual (4.7 m³ m⁻¹ año⁻¹) y tasa anual media de sedimento (813,2 m³ año⁻¹) confirmaron esta tendencia.

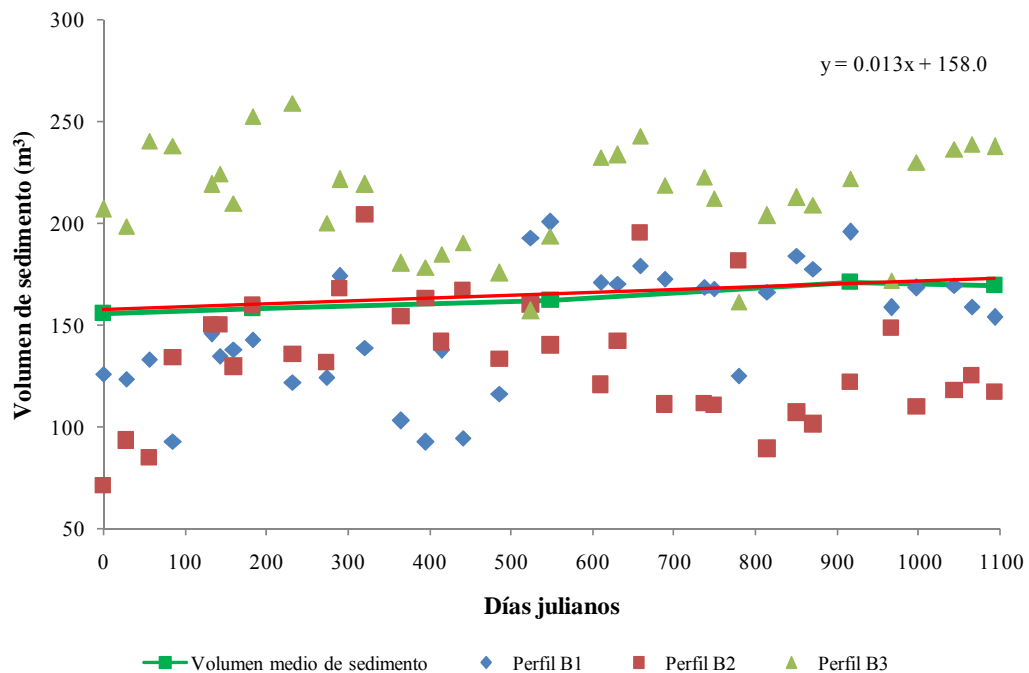


Figura 6.45. Volúmenes de sedimento y volumen medio del sector B.
La línea roja señala la tendencia de los valores.

El perfil B1 mostró una marcada acumulación en ascenso del volumen de sedimento desde junio de 2007 a junio 2010. Durante el mismo se identificaron cuatro momentos de pérdida de sedimento (días 85, 395, 440 y 779) asociados a situaciones de temporal. Se observaron situaciones de acumulación paulatina del sedimento seguido de períodos de estabilidad. Los primeros se produjeron durante la primavera (p. ej., día 132; 486 a 548; 850 a 916) mientras que los segundos se evidenciaron en verano y otoño (p. ej., día 631 a 688; 966 a 1064). El máximo volumen de sedimento acumulado en el sector se evidenció en el día 548 con $200,7 \text{ m}^3$ (Figura 6.46). Este hecho estuvo asociado a vientos intensos registrados en los días previos a la campaña. Esta situación provocó, en este sector del área urbana, la acumulación de sedimentos en las calles, obstruyéndolas y dificultando el paso de vehículos. Por este motivo, se limpiaron estas vías y el sedimento extraído fue depositado en la playa incrementando así el volumen de sedimento de ese espacio

El perfil B2 se caracterizó por una disminución en el volumen de sedimento. Si bien se observaron períodos de acumulación estos no fueron suficientes para reponer el sedimento perdido (Figura 6.46). Los aumentos en el volumen en los días 524, 779 y 966 estuvieron vinculados con las tareas de apertura de las calles que allí desembocan y limpieza del frente de las viviendas. Al igual que en otros sectores del balneario, el sedimento extraído de la ciudad se depositó en la playa. Los momentos de erosión fueron seguidos por períodos estables.

El perfil B3 presentó un comportamiento estable en sus volúmenes de sedimento. Los máximos volúmenes de pérdida de sedimento se evidenciaron los días 273 ($-58,6 \text{ m}^3$) y 779 ($-50,9 \text{ m}^3$) (Figura 6.46). En el primer caso, en los días previos a la medición se registraron situaciones de fuertes vientos del SE y SSE con velocidades que alcanzaron los 27 m s^{-1} . Mientras que el segundo fue resultado de las tormentas ocurridas previamente.

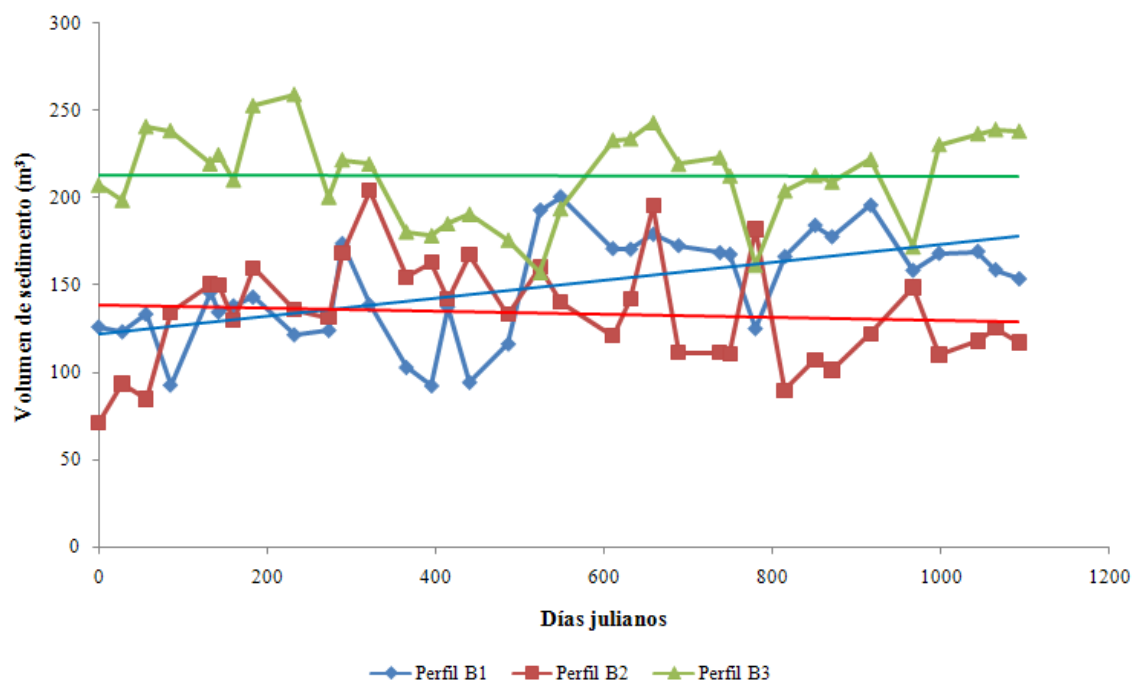


Figura 6.46. Volúmenes de los perfiles que componen el sector B y sus correspondientes líneas de tendencia.

Sector C

Su ubicación en una saliente de la costa lo expone al embate de las olas y a la acción de tormentas que provienen del Sur. Además de su ubicación, la ausencia de médanos y la presencia de edificaciones en su lugar favorecen el proceso de erosión experimentado en el sector. Los valores de tasa anual y tasa anual media de sedimentos confirman esta situación al registrar $-4,4 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y $-424,8 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$. El volumen medio calculado mostró una coincidencia con la línea de tendencia del sector. Los valores en el volumen de sedimento para este sector oscilaron entre 10 y 101 m^3 (Figura 6.47).

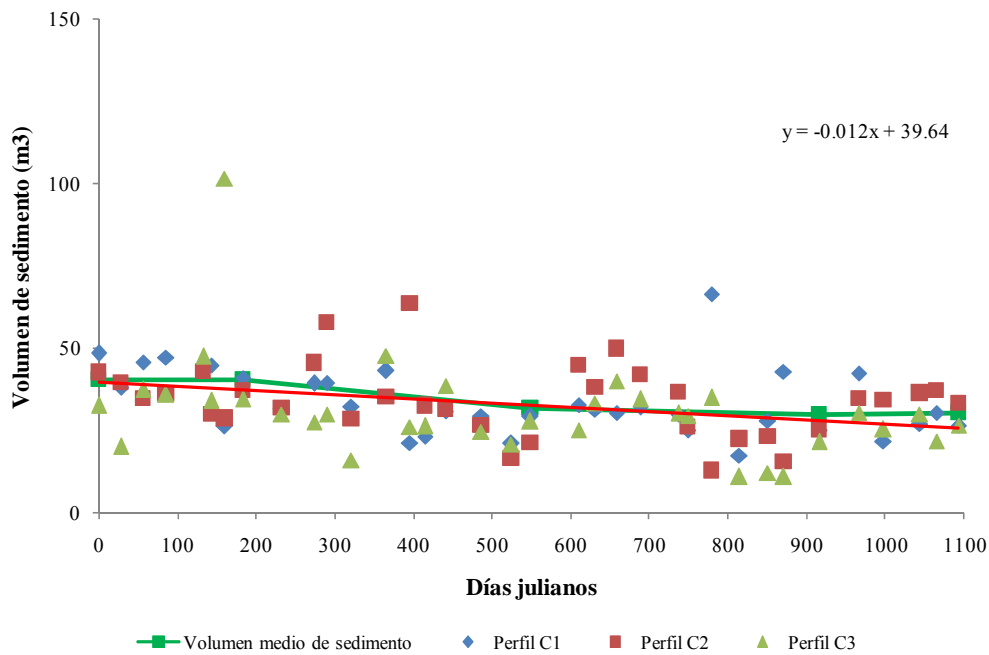


Figura 6.47. Volúmenes de sedimento y volumen medio del sector C. La línea roja señala la tendencia de los valores.

Si bien cada uno de los perfiles experimentó situaciones de acumulación de sedimento estas no fueron significativas ante las continuas pérdidas del mismo. Un caso a destacar es que frente a la pérdida de sedimento en un perfil, otro presentó una acumulación. Esto se observó cuando los perfiles C1 y C3 evidenciaron una disminución del volumen en contraposición a C2 (día 395) (Figura 6.48).

La tormenta ocurrida previo al día 779 afectó negativamente al sector. En este día se observó que los perfiles C1 y C3 incrementaron su volumen. Esto se debió a la acumulación de sedimento con el fin de reconstruir y reforzar las defensas de las viviendas que allí se ubican (C1) y del sector frente al faro (C3). En el C2, al momento de la medición, no se estaban efectuando tareas en la playa sino más bien se reconstruía una de las viviendas. Esta situación demuestra que las diferencias en el volumen de sedimento tienen su origen en lo natural y en lo antrópico.

Otro caso similar se observó el día 870 donde el perfil que registra aumento en el volumen de sedimento es el C1 a diferencia del C2 y C3 que señalan una disminución del mismo (Figura 6.48). En el día anterior se registró un temporal de viento sobre toda la zona de estudio y en el suroeste bonaerense. Los vientos provenían principalmente del OSO y SO con velocidades entre los 30 y 54 m s⁻¹. La notable diferencia entre C1 y el resto de los

perfiles del sector pudo encontrar su motivo en los médanos contiguos (poco alterados y parcialmente vegetados) que contribuyeron con el aporte de sedimento en ese perfil.

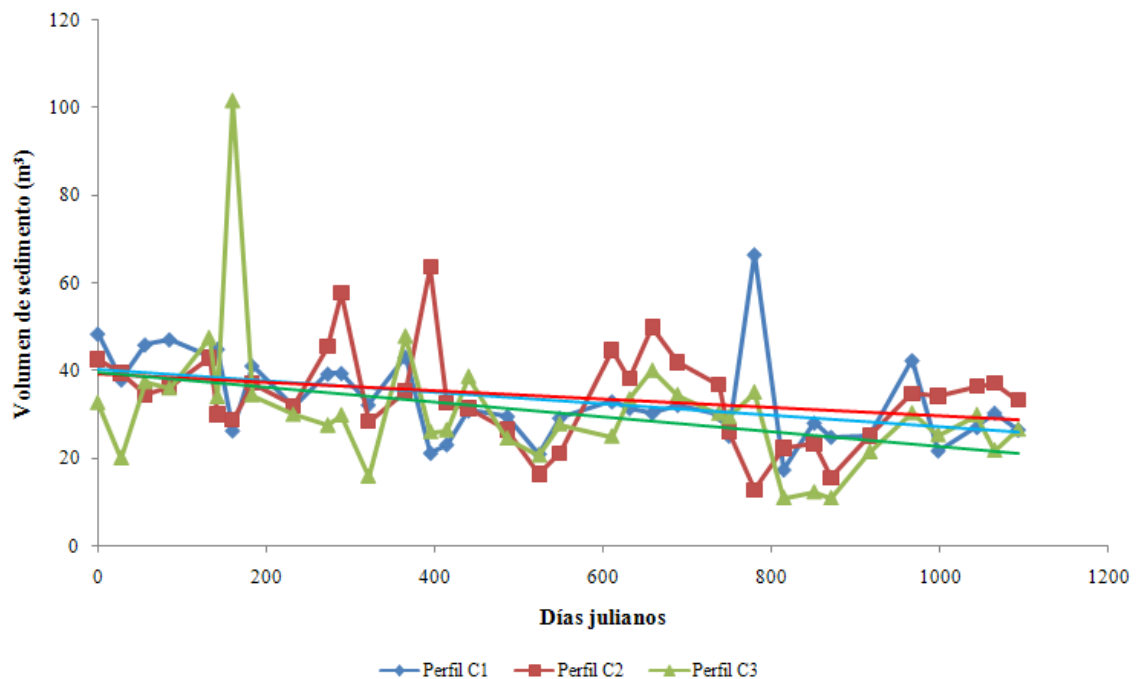


Figura 6.48. Volúmenes de los perfiles que componen el sector C y sus correspondientes líneas de tendencia.

6.3.5- Aplicación de Análisis de Componentes Principales (ACP) a los perfiles de playa del balneario Monte Hermoso

Los cambios estacionales de los perfiles de playa constituyen un hecho importante para comprender la dinámica del ambiente costero. Los perfiles de playa experimentan cambios, a escala espacial y temporal, debido a diversos procesos. Estas variaciones pueden ser estudiadas mediante análisis estadísticos como las autofunciones empíricas.

En principio estos análisis estadísticos fueron aplicados en los estudios meteorológicos para luego extenderse a otras áreas. Los primeros en aplicar esta técnica en el estudio de los cambios en los perfiles de playa fueron Winant *et al.* (1975) quienes analizaron dos años de perfiles relevados en la playa de Torrey Pines, California. En su estudio descubrieron que los cambios en los perfiles pueden ser registrados a partir de tres autofunciones.

De esta manera del análisis de varios perfiles identificaron la autofunción, que contiene la mayor parte de la varianza, que corresponde a la “*función del perfil medio*” que representa un perfil promedio. La segunda autofunción identificada fue la “*función barra-berma*”. Esta tiene su máximo desarrollo en la berma de verano y su mínimo durante la barra de invierno. La función “barra-berma” está relacionada con el movimiento de sedimento a través de la costa producto de las variaciones estacionales en la energía de la ola. La última autofunción se denomina “*función terraza*”, hace referencia a su ubicación dentro del perfil en el sector de bajamar. Los resultados evidenciaron la sensibilidad del análisis con autofunciones a la hora de identificar pequeños cambios dentro del perfil (Komar, 1998).

Otro rasgo a destacar sobre la utilización de esta técnica es que pueden deducirse tendencias con respecto al comportamiento de la playa sobre la base de un análisis temporal. Así pueden analizarse situaciones a largo plazo (varios años), estacionales o de mediano plazo (variaciones durante un año entre verano e invierno) y a corto plazo (efectos producidos por una tormenta).

A nivel internacional los estudios de perfiles de playa aplicando esta técnica son diversos. En las playas de Israel, Bowman (1981) estudió la eficacia de la aplicación de las autofunciones en el análisis de datos de perfiles subaéreos. El autor determinó que la primer autofunción no era eficiente para efectuar una categorización de la playa. En cambio, la segunda autofunción le permitió identificar tres subambientes en la playa. Aubrey y Ross (1985) efectuaron una descripción de los cambios estacionales de los perfiles de la playa de Torrey Pines aplicando diferentes métodos entre ellas las autofunciones empíricas. Las mismas permiten cuantificar los ciclos de perfiles en una playa determinada.

Otros autores como Larson *et al.* (2003) señalaron las diversas técnicas de análisis y modelado que son útiles en la predicción de la evolución de las playas a largo plazo. Entre ellas resaltaron la importancia del Análisis de Componentes Principales. En la playa australiana de Narrabeen, Short y Tremabanis (2004) analizaron la naturaleza de los cambios producidos en las playas. Entre las técnicas que aplicaron en su estudio recurrieron al uso de ACP para estudiar el fenómeno de rotación de la playa en 26 años de

mediciones. Esta técnica estadística les permitió confirmar este fenómeno. Al inicio del estudio en 1976 la playa presentaba una rotación hacia el Sur. Al momento de finalizar el estudio (año 2001), luego de varias oscilaciones y rotaciones, la playa retornó a un estado similar al inicial.

Cabe señalar, además, el desarrollo de software específico basado en PCA (Connell y Larson, 2007). El mismo se aplica en el análisis de los datos de perfiles de playa y posición de la línea de costa. Los autores destacan que los resultados obtenidos mediante esta técnica estadística facilitan la comprensión sobre cómo la morfología de playa responde a cambios naturales o antrópicos.

En el país son escasos los estudios que aplican esta técnica estadística. Se puede mencionar la investigación realizada por Cuadrado y Perillo (1997) en el estuario de Bahía Blanca. En la misma se analizaron los datos de sucesivas campañas de un canal del estuario, aplicando el análisis de componentes principales. El primer componente describió la profundidad media del área. El segundo componente se refirió a las modificaciones morfológicas en el tiempo. Los autores detectaron una acumulación periódica para luego indicar el momento adecuado para efectuar un dragado. En el balneario de Monte Hermoso, el análisis de los datos de perfiles de playa utilizando componentes principales es el primero en su tipo. El mismo permite conocer la variabilidad espacial y temporal de cada uno de los sectores definidos.

Del análisis de los datos de perfiles de playa, en función de la distancia, se obtuvo el perfil medio de cada uno de los sectores medidos. Los perfiles medios obtenidos representan la forma general de aquellos medidos en el terreno (Figura 6.49). De esta manera los perfiles medios del sector A reflejan la existencia de médanos en el perfil, tal como sucede en la realidad para los perfiles A1 y A2. El pequeño tramo de médano medido en A3 también se manifiesta en el perfil medio. Otra de las geoformas que caracterizan al sector A y queda graficada en el perfil medio es la barra de lavado (Figura 6.49).

Los perfiles medios obtenidos para el sector B representan de manera muy aproximada la forma de los perfiles medidos *in situ* al evidenciar bermas incipientes y

canales (Figura 6.49). Los perfiles medios del sector C sin geoformas destacadas encuentran similitud con los perfiles medidos en el campo (Figura 6.49).

6.3.5.1- Sector A

6.3.5.1.1. En función de la distancia

Se consideraron los tres primeros autovalores (correspondientes a las funciones de perfil medio, barra-berma y terraza) por contener más de 99 % de la varianza explicada. Se presentan, en la tabla 6.1, los porcentajes totales de la varianza para cada autovalor. La función mejor representada es la del perfil medio que obtiene prácticamente todo el valor de la varianza. Si bien las funciones de barra-berma y terraza cuentan con un escaso porcentaje, permiten explicar las variaciones que experimentan.

	Perfil A1	Perfil A2	Perfil A3
Función Perfil Medio	99.7	99.1	95.8
Función Barra-Berma	0.1	0.5	2.4
Función Terraza	0.1	0.2	1.2
Autovalor 4	0.0	0.1	0.3
Autovalor 5	0.0	0.0	0.2

Tabla 6.1. Porcentajes de la varianza de cada variable (sector A).

Al comparar las funciones de berma y terraza se observa, de manera general, un desfase entre el desarrollo de la barra-berma y la terraza. En cada uno de los perfiles cuando la función berma presenta valores bajos, significa un desarrollo de la barra hacia el final del perfil. Los momentos de estabilidad de la berma se corresponden con un bajo desarrollo de la terraza hacia el final del perfil (Figura 6.50a). Al tiempo que se produce la formación de la berma, se evidencia un desplazamiento de la terraza hacia el continente (Figura 6.50b). Esta situación se ha podido constatar en cada uno de los relevamientos efectuados.

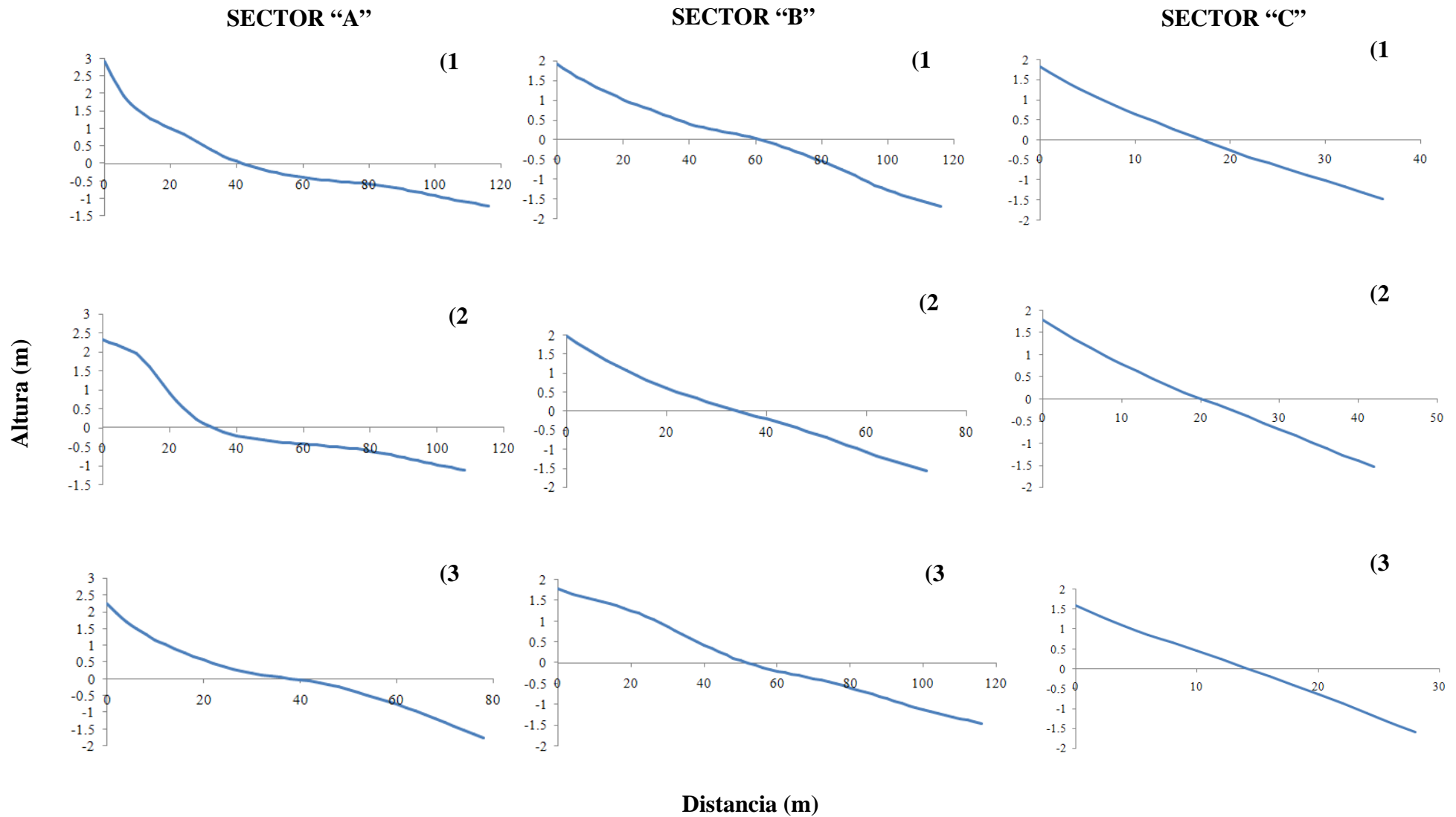


Figura 6.49. Representación de los perfiles medios correspondientes a cada uno de los sectores definidos (A, B y C) en el balneario Monte Hermoso, obtenidos mediante componentes principales.

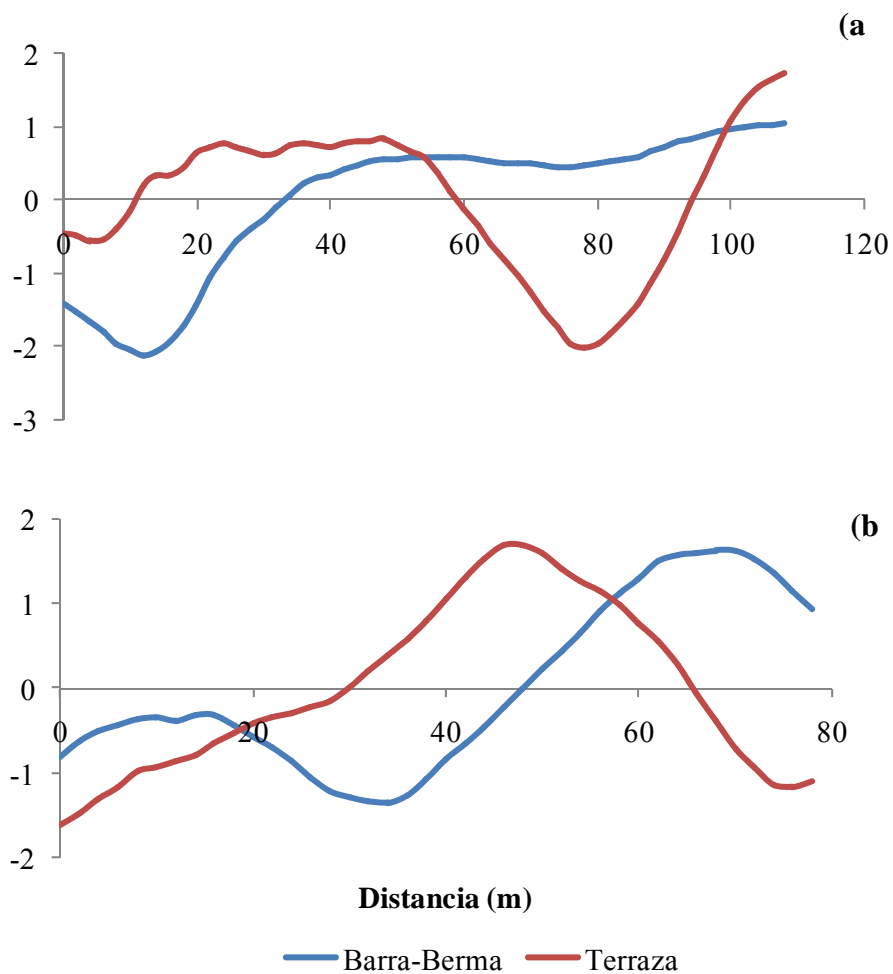


Figura 6.50. Funciones barra-berma y terraza del perfil A2 (a) y A3 (b).

6.3.5.1.2 En función del tiempo

Se seleccionó la función de perfil medio debido a que, al presentar el mayor valor, muestra pequeñas variaciones en el tiempo y la tendencia del perfil durante todo el período de estudio. Además, esta función concentra más del 62 % de la varianza explicada (Tabla 6.2).

	Perfil A1	Perfil A2	Perfil A3
Función Perfil Medio	77.0	62.4	84.1
Función Barra-Berma	15.5	22.5	6.7
Función Terraza	3.4	7.2	5.5
Autovalor 4	1.4	4.2	2.1
Autovalor 5	1.0	1.2	0.7

Tabla 6.2. Porcentajes de la varianza de cada variable.

Se observa que en momentos donde el desarrollo del perfil medio ha alcanzado valores negativos o muy bajos se corresponde con situaciones de grandes variaciones en el volumen de arena. Los momentos de estabilidad del perfil medio se condicen con períodos donde la variación del volumen de arena no es notoria. Las pendientes, en estos casos, no se presentan muy marcadas, tal es el caso del año 2009 previo a la tormenta de julio (Figura 6.51). Un descenso en la variación del volumen de arena está asociado a un cambio notorio en el perfil medio. En estos casos se presenta una leve reducción de los valores de la pendiente (Figura 6.51).

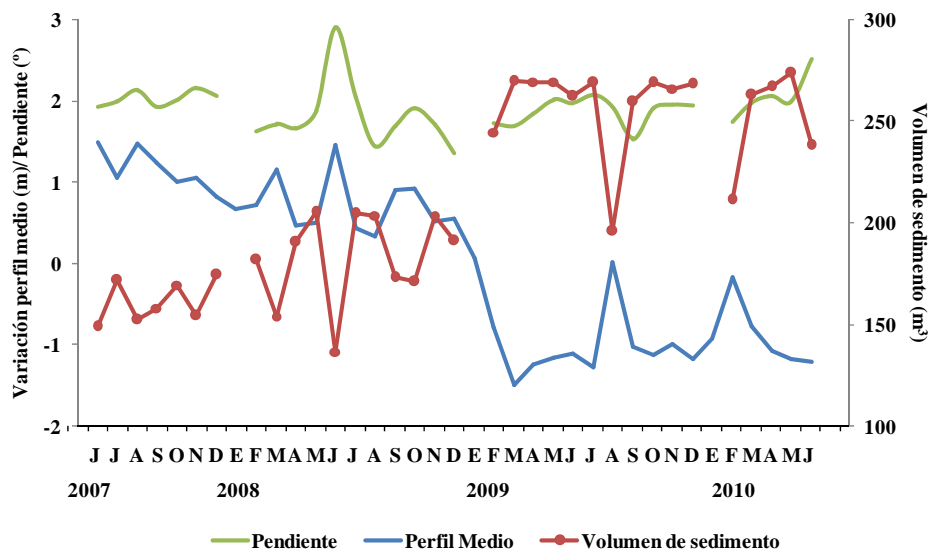


Figura 6.51. Variaciones del perfil medio (línea celeste), la pendiente (línea verde) y el volumen de sedimento (línea roja) del perfil A3 durante el período de estudio. Los datos de perfil medio corresponden a los valores obtenidos mediante el análisis de componentes principales. Los datos de pendiente y volumen derivan de la información obtenida *in situ*. Los cortes observados en estas variables representan el mes (enero) en el que no se realizaron mediciones.

La acción de una tormenta, en junio de 2008, se vio reflejada en el perfil A1 al presentar una marcada variación en el volumen de sedimento (-14 m^3) asociado a una pendiente pronunciada. En estos casos la variación del perfil medio presenta valores altos. Aquellos períodos donde las variaciones del volumen de sedimento se mantienen estables poseen pendientes de valores menores. En el perfil medio no hay variaciones significativas por lo que es un momento de estabilidad (p. e., los meses de febrero-marzo 2010) (Figura 6.52). Los períodos de acumulación del volumen de sedimento representan escasas variaciones en el perfil medio, a la vez que se reducen los valores de la pendiente. Ejemplo de ello es el perfil A1, donde la situación mencionada se evidencia de junio a octubre de 2007 (Figura 6.52).

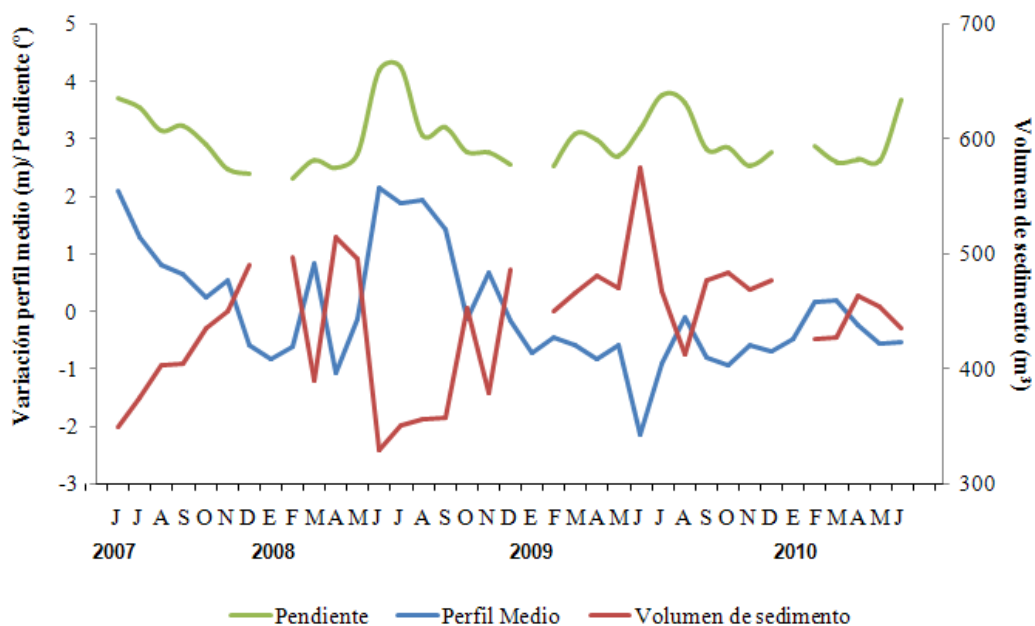


Figura 6.52. Variaciones del perfil medio (línea celeste), la pendiente (línea verde) y el volumen de sedimento (línea roja) del perfil A1 durante el período de estudio. Los datos de perfil medio corresponden a los valores obtenidos mediante el análisis de componentes principales. Los datos de pendiente y volumen derivan de la información obtenida *in situ*. Los cortes observados en estas variables representan el mes (enero) en el que no se realizaron mediciones.

El perfil A1, con escasa influencia del hombre, evidencia la presencia de ciclos con respecto a las variaciones del perfil medio. Las mismas se producen durante los meses invernales que coinciden con la época de tormentas. En este sentido los años 2007 y 2008 fueron los más destacados y en menor medida julio y agosto de 2009 (Figura 6.52).

6.3.5.2- Sector B

6.3.5.2.1. En función de la distancia

Con el fin de representar las variaciones ocurridas en los perfiles de playa se seleccionaron las tres primeras funciones: perfil medio, barra-berma y terraza. Para los tres perfiles del sector con estas funciones se obtienen más del 97 % de las varianza explicada (Tabla 6.3).

	Perfil B1	Perfil B2	Perfil B3
Función Perfil Medio	97.6	98.3	99
Función Barra-Berma	1.5	1.2	0.5
Función Terraza	0.6	0.3	0.2
Autovalor 4	0.1	0.1	0.1
Autovalor 5	0.1	0.1	0.1

Tabla 6.3. Porcentajes de la varianza de cada variable.

En el área con mayor influencia urbana, las funciones de berma y terraza para cada uno de los perfiles señalan un desfase entre ambas geoformas (Figura 6.53a, b y c). Cuando la berma se desarrolla más notoriamente no sucede de igual manera con la función terraza. En otros momentos, estas funciones presentan un comportamiento similar, sin desarrollo entre una y otra (Figura 6.53b). Esta situación se ha evidenciado en los relevamientos de campo ya que los perfiles de este sector carecen de geoformas notorias, excepto cuando el pasaje de alguna tormenta modifica su apariencia. En el perfil B1 suele presentarse un desarrollo más notorio de la terraza hacia el final del perfil. La berma en ocasiones no se distingue dentro del perfil (Figura 6.53a).

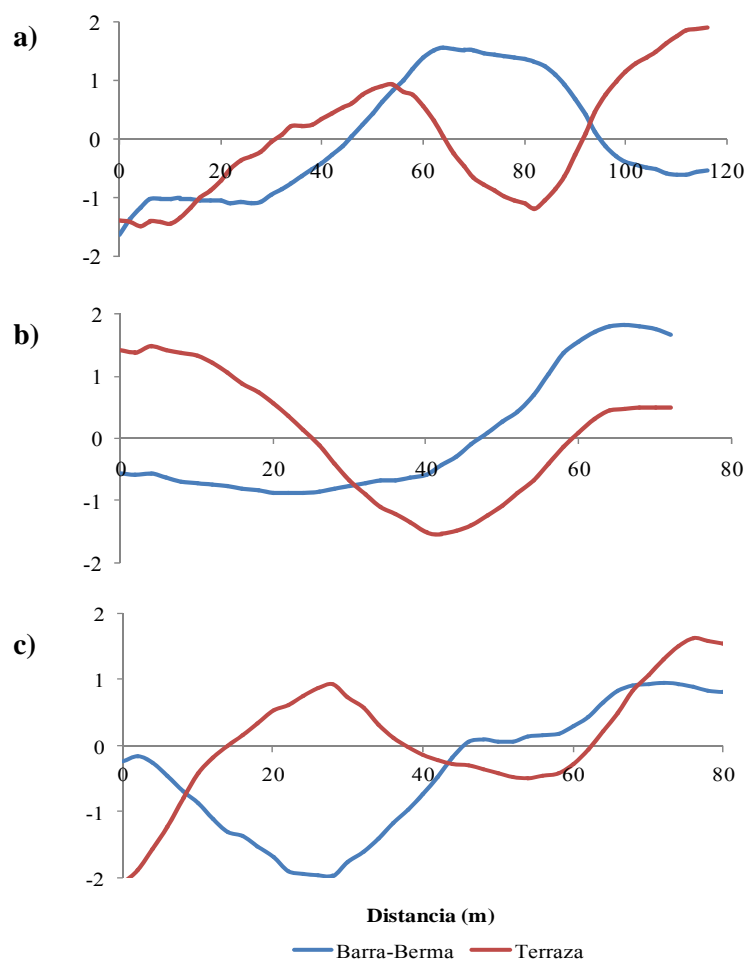


Figura 6.53. Relación entre las funciones de barra-berma y terraza de los perfiles B1(a), B2 (b) y B3 (c).

6.3.5.2.2. En función del tiempo.

Los cambios de los perfiles del sector en el tiempo se observaron mediante la función de perfil medio. Esta función es la que obtuvo los mayores porcentajes de la varianza en el perfil B1 (76,2 %), B2 (81 %) y B3 (66,5 %) (Tabla 6.4).

	Perfil B1	Perfil B2	Perfil B3
Función Perfil Medio	76.2	81.0	66.5
Función Barra-Berma	11.2	12.3	14.9
Función Terraza	5.8	4.6	8.9
Autovalor 4	4.1	1.2	3.6
Autovalor 5	1.0	0.4	2.5

Tabla 6.4. Porcentajes de la varianza de cada variable.

Las mayores variaciones en el perfil medio se asocian a pérdidas en el volumen de sedimentos y un aumento en la pendiente. Se identificaron estas situaciones en los meses de invierno de 2008 del perfil B1 (Figura 6.54a). Momentos de estabilidad del perfil medio coinciden con pocas diferencias entre las variaciones del volumen y las pendientes. Esto puede observarse en parte de 2008-2009 del perfil B2 (Figura 6.54b). La evolución del perfil medio no responde a ningún ciclo. Se evidencian períodos de estabilidad, durante los meses de agosto a diciembre, en el perfil medio con escasas variaciones entre el volumen de sedimentos y las pendientes (perfil B2) (Figura 6.54b).

Las mayores variaciones del perfil medio (por ejemplo en B3 luego del pasaje de la tormenta en julio de 2009) están asociadas a gran pérdida de sedimento y una marcada pendiente. Esta situación no se registra de igual manera para los perfiles B1 y B2 donde se ha observado una acumulación de sedimento (menor variación) y pendientes no muy pronunciadas (Figura 6.54a, b y c).

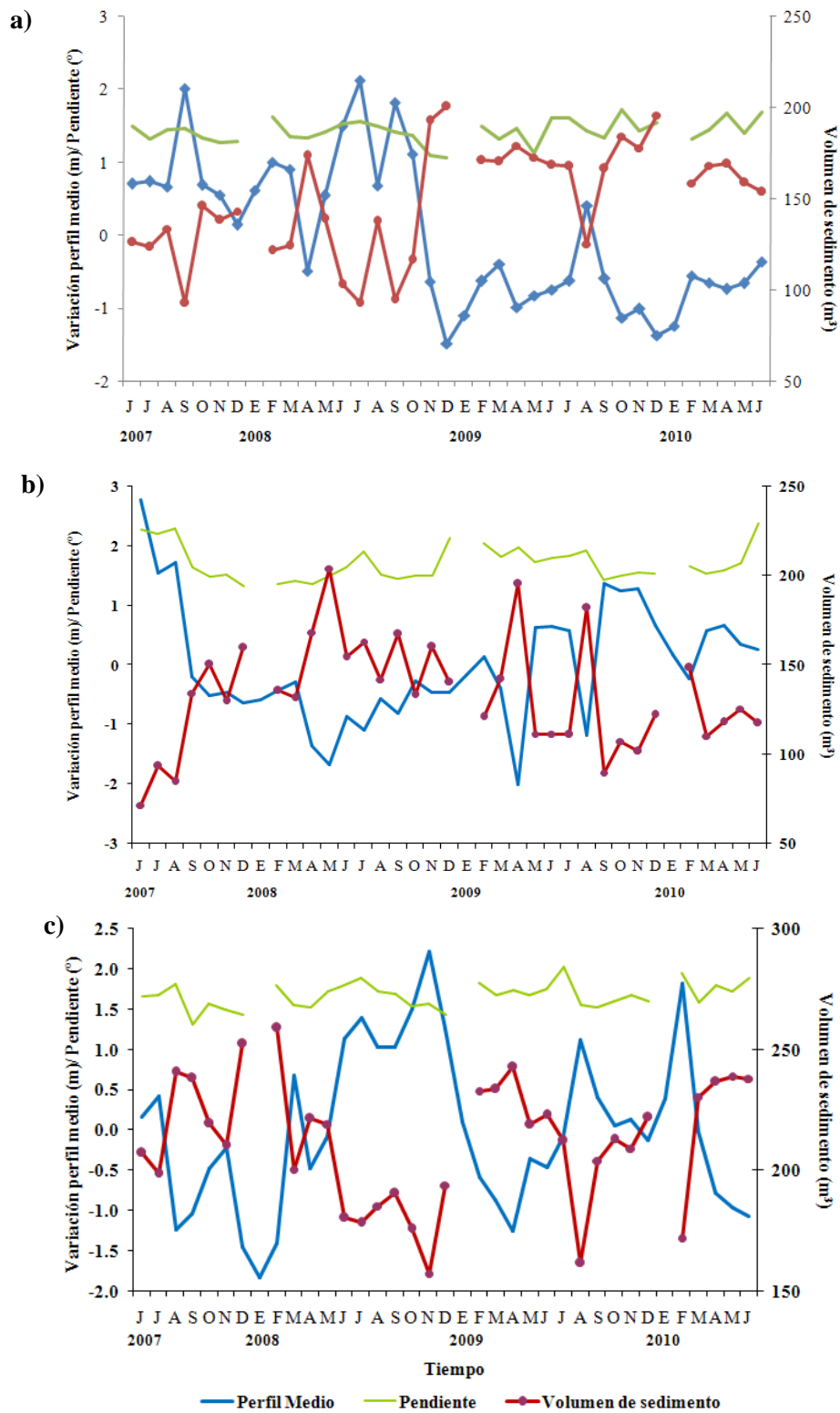


Figura 6.54. Variaciones del perfil medio (línea celeste), la pendiente (línea verde) y el volumen de sedimento (línea roja) los perfiles B1(a), B2 (b) y B3 (c) durante el período de estudio. Los datos de perfil medio corresponden a los valores obtenidos mediante el análisis de componentes principales. Los datos de pendiente y volumen derivan de la información obtenida *in situ*. Los cortes observados en estas variables representan el mes (enero) en los que no se realizaron mediciones.

6.3.5.3- Sector C

6.3.5.3.1. En función de la distancia

Las variaciones experimentadas por los perfiles del sector fueron analizadas a través de las funciones de perfil medio, barra-berma y terraza. Para cada perfil, estas funciones en conjunto representan más del 99% de la varianza explicada (Tabla 6.5).

	Perfil C1	Perfil C2	Perfil C3
Función Perfil Medio	97.9	97.2	97.2
Función Barra-Berma	1.2	1.8	2.2
Función Terraza	0.6	0.7	0.4
Autovalor 4	0.2	0.2	0.2
Autovalor 5	0.1	0.0	0.0

Tabla 6.5. Porcentajes de la varianza de cada variable.

Este sector presenta comportamientos similares al evidenciar hacia el comienzo del perfil medio el mayor desarrollo de la terraza respecto de la berma (perfil C3). La situación puede invertirse casi a la mitad del perfil donde la berma se hace más notoria que la terraza. Sin embargo, esta última se distingue más hacia el final del perfil (C1) (Figura 6.55a, b y c).

Tanto los perfiles C2 y C3, a pesar del desfase en metros entre ambas funciones, evidencian un comportamiento bastante similar hacia el final del perfil. En el perfil C3 la berma presenta un desarrollo notorio en los primeros metros y se destaca la presencia de la terraza (Figura 6.55). En líneas generales, este sector presenta el predominio de la terraza frente al desarrollo de la berma.

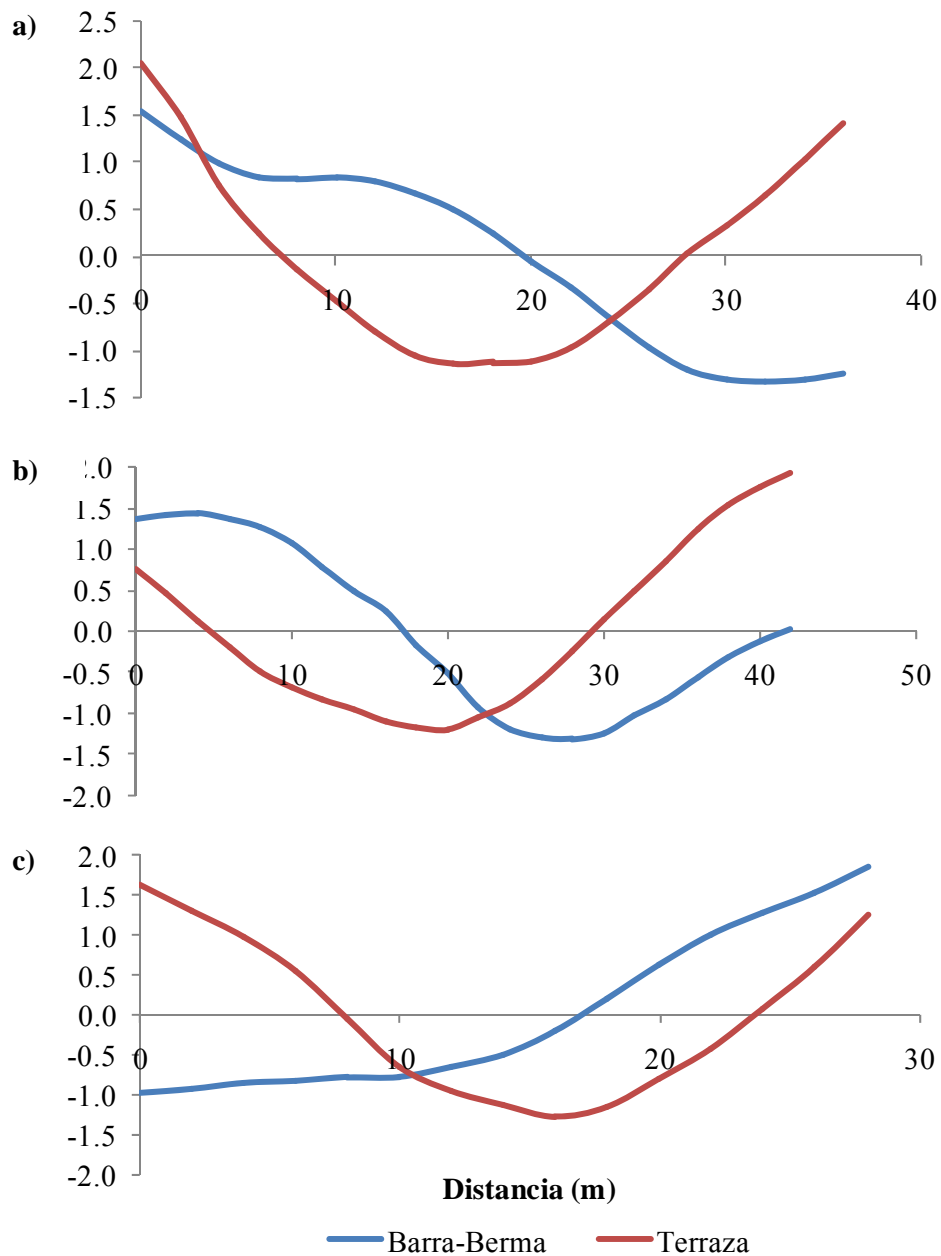


Figura 6.55. Relación entre las funciones de barra-berma y terraza de los perfiles C1 (a), C2 (b) y C3 (c).

6.3.5.3.2. En función del tiempo

Durante el período analizado, los cambios del perfil se evidencian a través de la función del perfil medio. Para los perfiles del sector, esta función representa más del 73,9 % de la varianza explicada (Tabla 6.6).

	Perfil C1	Perfil C2	Perfil C3
Función Perfil Medio	84.8	73.9	84.4
Función Barra-Berma	9.5	15.7	10.5
Función Terraza	3.8	8.4	4.2
Autovalor 4	1.2	1.1	0.6
Autovalor 5	0.5	0.4	0.3

Tabla 6.6. Porcentajes de la varianza de cada variable.

En general no se observan diferencias marcadas entre las variaciones del perfil medio, la berma y la terraza. El perfil medio no evidencia un comportamiento cíclico, se presenta bastante constante en lo que respecta a sus variaciones (Figura 6.56).

El sector C, en líneas generales, tiene la apariencia de ser estable entre las variaciones del perfil medio, del volumen de arena y la pendiente. Sin embargo algunos eventos, como las tormentas, pueden afectar ese equilibrio. Ejemplo de ello son los cambios identificados entre julio-agosto de 2009, cuando se produjo un fuerte temporal. El mismo afectó este sector provocando la destrucción de las defensas de las viviendas. A pesar de ello, al observar los valores en C1 se evidencia una acumulación de sedimentos con una escasa pendiente y una variación negativa del perfil medio. A diferencia del perfil C2 donde se observa una pérdida de sedimento importante junto con una marcada pendiente. En C3 las variaciones no son tan notorias.

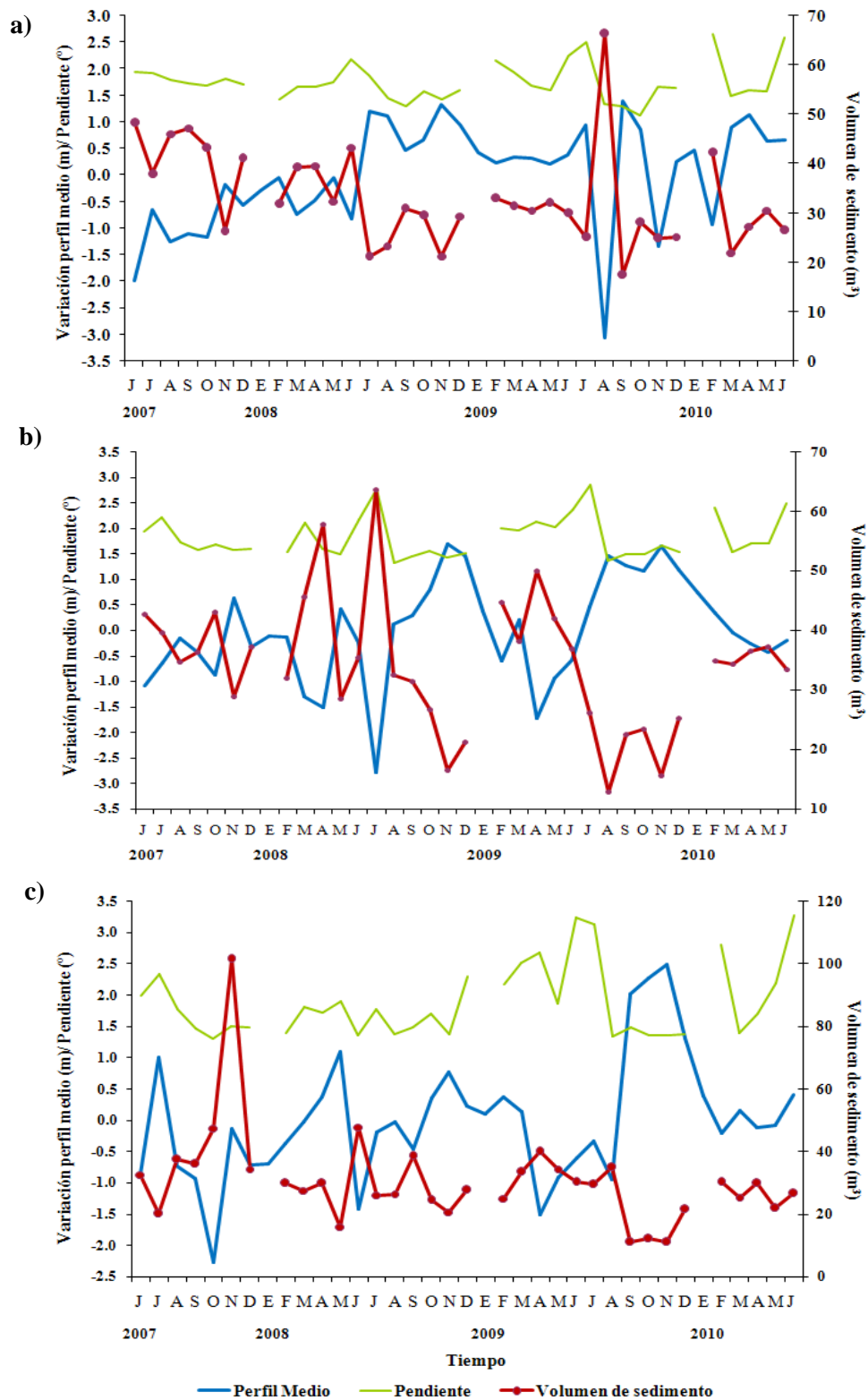


Figura 6.56. Variaciones del perfil medio (línea celeste), la pendiente (línea verde) y el volumen de sedimento (línea roja) los perfiles C1(a), C2 (b) y C3 (c) durante el período de estudio. Los datos de perfil medio corresponden a los valores obtenidos mediante el análisis de componentes principales. Los datos de pendiente y volumen derivan de la información obtenida *in situ*. Los cortes observados en estas variables representan el mes (enero) en los que no se realizaron mediciones.

6.4- Discusión

Los perfiles de playa de los sectores analizados durante 3 años demostraron una significativa estacionalidad. Esta se vio representada en el predominio de una geoforma sobre otra dependiendo la época del año. De esta manera las bermas se observaron principalmente en verano, mientras que en invierno las barras fueron predominantes. Esta característica fue similar a la observada en otros sitios por Winant (1975), Komar (1998), Hill *et al.* (2004) y Yates *et al.* (2009), entre otros. Cabe señalar que, durante todo el período de estudio, otra geoforma predominante fue el canal.

La presencia de las geoformas mencionadas en las playas del balneario de Monte Hermoso se origina por el transporte de sedimento provocado por las olas. En condiciones de buen tiempo (o de verano, como suelen ser consideradas), las olas son de pendiente baja y de carácter constructivo. Esto significa que transportan sedimento desde la plataforma hacia la costa. Este proceso se hace visible con la presencia de una amplia berma (Komar, 1998) y la formación de barras de rompiente y de lavado que avanzan hacia el continente, incrementando el volumen de sedimento en la playa subaérea (Perillo, 2003).

La acción de las olas en períodos de tormenta confirma la existencia de los denominados perfiles de invierno (o de tormenta). Estas se caracterizan por ser de corto período y fuerte pendiente. El accionar de estas hace que el sedimento se transporte nuevamente a la plataforma adyacente. De esta manera la playa pierde sedimento y da lugar a un proceso de erosión que determina el tipo de perfil mencionado. La forma convexa es característica del mismo (Perillo, 2003).

En distintas partes del mundo cada playa es afectada por un tipo de tormenta particular (Birkemeier, 1979; Lethearman, 1979; Dubois, 1988; Larson y Kraus, 1994; Lee *et al.*, 1998; Gibeaut *et al.*, 2002; Cooper *et al.*, 2004; Hill *et al.*, 2004). Sobre la base de las tormentas analizadas en el área de estudio, se observó que existe un patrón de tormentas que afectan con mayor intensidad a la costa de Monte Hermoso. Las mismas están caracterizadas por vientos procedentes del S, SO y SSO con velocidades superiores 11 m s^{-1} . Estos eventos generan trenes de olas con alturas superiores a los 2,5 m y con una dirección del S y SO.

Del análisis de los volúmenes de sedimentos se pudo identificar que las mayores pérdidas se producen durante el invierno. En los meses de primavera y verano se observa, principalmente, la recuperación de la playa. Esta circunstancia resalta en el sector A donde la influencia del hombre es mínima y hay presencia de médanos. El sedimento de estos últimos es el que permite la reconstrucción de la playa, especialmente luego de una tormenta (Hill *et al.*, 2004).

En contraposición, se observó que aquellos sectores del balneario bajo la influencia de espacios urbanizados son los más afectados en lo que respecta a cambios en el volumen de sedimento. Situaciones similares han sido estudiadas por Leatherman (1979), Birkemeier (1979) y Hill *et al.* (2004) entre otros. Leatherman (1979) observó la función de los médanos como reflectores de olas en dos ambientes de la costa de Estados Unidos (Assateague Island y Nauset Spit). Durante eventos severos el médano es erosionado y forma una pared vertical. Ante esta función de protección natural de los médanos, su reemplazo por estructuras rígidas (murallas o protecciones de viviendas ubicadas frente a la costa) intensifica el proceso erosivo. Este autor menciona también otro trabajo realizado en la costa de Florida donde se observaron los efectos de los rompeolas. De ese estudio resultó que aquellas playas ubicadas frente a defensas o rompeolas son más angostas y con mayor pendiente que sus playas adyacentes sin presencia de estas estructuras. Además, se destacó la erosión en aumento en sectores con defensas.

En playas urbanizadas, Hill *et al.* (2004) observaron que la cantidad de arena disponible para contribuir a la reconstrucción del perfil es muy pequeña. La presencia de rompeolas, viviendas y caminos impiden el transporte de sedimento sobre la playa, lo que provoca pérdidas importantes de sedimento. Ante los efectos de tormentas, las playas urbanizadas no recuperan rápidamente su condición previa a la misma. Esta situación coincide con lo evidenciado en el sector C donde su exposición debido a su ubicación (pequeña saliente en la costa), la ausencia de médanos y su sustitución por construcciones y viviendas acrecientan el efecto erosivo. Este sector presenta, además, pendientes marcadas y la menor longitud de sus perfiles de playa (96,9 m) respecto del resto.

Sin embargo, también, se evidenció la acumulación de sedimento posterior al efecto de las tormentas, como ocurrió en algunos perfiles del sector B. La justificación de esta

observación no está dentro de los eventos naturales sino en la acción del hombre. Las tareas de mantenimiento de los espacios urbanos por la acumulación de sedimento en sus calles o viviendas con la posterior depositación en la playa son la explicación más cercana al cambio positivo en el volumen de sedimento.

El análisis de los perfiles mediante la técnica estadística de componentes principales ha sido útil para identificar los cambios experimentados por el perfil, ya sea en distancia o en el tiempo. En función de la distancia, el perfil medio obtenido es muy similar al medido en el campo. Las variaciones entre la formación de bermas y barras concuerda con lo observado en cada campaña.

A través del análisis de los datos obtenidos en función del tiempo y comparados con los valores de pendiente y volumen de sedimento se constataron las variaciones más significativas ocasionadas, por ejemplo, por el efecto de tormentas. El Análisis de Componentes Principales (ACP) se constituye en una buena técnica para el manejo de datos de extensos períodos.

6.5- Conclusiones

Del análisis de los datos obtenidos, durante todo el período de estudio, pudo comprobarse que los eventos meteorológicos extremos influyen de manera significativa en las playas del balneario. En particular, las tormentas que afectaron intensamente a la costa de Monte Hermoso fueron originadas por frentes fríos o centros de baja presión. Se caracterizaron por vientos fuertes del S, SO y SSO acompañadas por trenes de olas con alturas superiores a los 2,5 m. Las modificaciones observadas debido a su accionar se relacionaron con cambios en la forma del perfil, variaciones en el volumen de sedimento y, en algunos casos, los daños materiales en las zonas que involucran al espacio urbano. Con respecto a este último punto, los daños más notorios se produjeron en el sector C caracterizado por la presencia de viviendas a las que se le adosan defensas estilo murallas.

Se observó, también, que no solo los agentes naturales provocan cambios en el ambiente sino que algunos de ellos son generados por las actividades humanas. Ejemplo de ello son los aumentos en el volumen de sedimento que experimentaron algunos perfiles de

los sectores B y C, asociados a la zona urbana, como consecuencia de tareas de mantenimiento de calles y viviendas.

El sector A, si bien tiene una leve influencia antrópica, se comportó como el más natural. Luego de los efectos de tormentas tiende a recuperar su volumen de sedimento rápidamente. La diferencia con respecto a los otros sectores radica en la existencia de médanos. Estos actúan de reservorio de sedimento para la playa y cumplen una función de protección natural frente a la acción de las olas durante los temporales. El reemplazo de los médanos por construcciones impide ese intercambio natural de sedimentos e intensifica los procesos erosivos generados por eventos meteorológicos extremos. El sector C se constituyó en un claro ejemplo de esta situación.

Debido a la extensa cantidad de datos con la que se contaba, la aplicación de la técnica estadística de componentes principales resultó óptima para el análisis de los mismos. Su utilización permitió la visualización de las variaciones ocurridas en los perfiles de playa en función del espacio y del tiempo. Los cambios en el tiempo de los perfiles se evidenciaron en la función de perfil medio. Al comparar estos resultados con el análisis de tormentas y los cambios en el volumen de sedimento se pudo comprobar una relación entre los mismos. Al obtener los valores de perfil medio fue posible diferenciar aquellos momentos de cambios extremos o de estabilidad de los perfiles de playa. Los cambios más notorios se observaron en aquellas fechas donde se produjeron las tormentas analizadas.

CAPÍTULO 7

EL BALNEARIO COMO RECURSO TURÍSTICO

7.1- Introducción.

Los ambientes costeros se caracterizan por una diversidad y productividad que adquiere importancia para los asentamientos humanos. Por ello, no es un hecho fortuito que el 60 % de la población mundial elija este espacio para el desarrollo de sus actividades. Esto se confirma con que el 65 % de las ciudades con poblaciones superiores a los 2,5 millones de habitantes se ubican en las costas.

La elección de estos ambientes por el hombre se debe a la presencia de determinados elementos que benefician la actividad humana. Estos elementos son conocidos como recursos. Sobre este término existen diversas definiciones. Gutiérrez Roa (1993: 11) indica que el recurso *“es el medio adecuado para la consecución de un fin, para un logro determinado, que se objetiva e individualiza al ser aplicado específicamente a un orden de cosas, a las cuales se puede recurrir para obtener un fin preconcebido. Así, el recurso es un fenómeno valorado por la conducta y esfuerzos humanos, siendo la sabiduría el recurso por excelencia”*.

Un elemento de la naturaleza es considerado como un recurso en el momento que satisface una necesidad humana. De esta manera, Reboratti (1999: 51) señala que *“para que un recurso sea considerado como tal, se necesitan dos factores: la existencia objetiva y concreta del mismo y la necesidad que tiene la sociedad de usarlo”*. Esto significa que el concepto de recurso es de tipo subjetivo, relativo y funcional. A ello se suma su característica de ser dinámico en el tiempo ya que depende del conocimiento, la capacidad tecnológica y de los objetivos individuales y sociales.

Al ser elementos del ambiente natural es muy común que se los denomine como “recursos naturales”. Mantero *et al.* (1998: 22). lo define como un *“elemento de la naturaleza susceptible de uso (contemplación, acción, transformación) comprende el día, el clima, la playa, el vegetal, el animal, etc.”*. De manera más simple, Ribás Vilás (1992:

251) los señala como “*los bienes suministrados por la naturaleza y disponible para su uso humano*”.

Además de los recursos naturales, existen otros que se originan en el seno de las actividades desarrolladas por el hombre con un valor que va más allá de lo económico o productivo y son los *recursos culturales*. Según Mantero *et al.* (1998: 22). un recurso cultural es un “*elemento producido por el hombre susceptible de uso (contemplación, acción, transformación), comprende artefactos, procesos, productos, ruralidad, urbanidad, sociabilidad, etc.*”.

El Ministerio de Medio Ambiente de Madrid (1998: 473) designa a los recursos culturales en relación al estudio del medio físico, como aquellos que cumplan con los siguientes requisitos: 1) “*que tengan un significado cultural, es decir, que, por un lado, colaboren a desarrollar los conocimientos humanos y, por otro, ayuden al hombre a ser más plenamente hombre en todas las dimensiones de su existencia; 2) que tenga una representación física*”.

En los ambientes costeros, una de las actividades más desarrolladas es la turística. A partir de ella es que también pueden definirse a algunos de los elementos que la componen como “*recursos turísticos*”. Leno Cerro (1993: 30) define al recurso turístico como “*todo elemento natural, toda actividad humana o todo producto antropológico que puede motivar un desplazamiento no lucrativo, cuyo móvil básico sea la curiosidad o la posibilidad de realizar una actividad física e intelectual*”.

Los elementos más destacados del ambiente costero son la playa y el clima. Estos se convierten en recursos al motivar el desplazamiento que da origen al turismo. Asimismo, la playa no sólo cuenta con una valoración turística sino también ambiental, al ser el único medio para la preservación biológica (Yepes Piqueras, 1999).

La playa como recurso se caracteriza como un bien económico escaso, complejo y único. Es un espacio frágil que se encuentra en constante equilibrio ambiental. La valoración que el hombre le adjudica para el desarrollo de sus actividades y el uso masivo al cual es expuesta hace que, este espacio, deba organizarse mediante una buena gestión.

La misma debe asegurar la calidad y sustentabilidad del recurso playa en el tiempo (Yepes Piqueras, 1999). De todas maneras las acciones de planificación y gestión no deben orientarse sólo a la playa sino que es necesario se extiendan a todo el balneario.

A raíz de la valoración que se le otorga a los recursos existentes en las zonas costeras, es que se generan también una gran diversidad de usos. Según Moreno Castillo (2007), los usos más destacados de la costa pueden agruparse como:

- Explotación de la biomasa*: incluye actividades de pesca, recolección y acuicultura.
- Comunicación*: a través de puertos, cables, boyas, buques, entre otros.
- Estrategia y defensa*: militar y civil por medio de diques, médanos y rompeolas.
- Habitación humana*: observadas en las urbanizaciones, obras públicas y vías de comunicación.
- Extracción mineral*: relacionado con minas, plataformas petrolíferas, graveras y arena.
- Recreo*: vinculada a uso de baño, navegación, buceo, puertos, urbanizaciones.
- Estudio, educación y conservación*: hace referencia a parques naturales y áreas de reserva, laboratorios costeros.

Estos usos en las zonas costeras, a su vez pueden clasificarse dentro de dos grupos: *costero-dependiente* y *costero-independiente*. El primero, como su nombre lo señala, son usos cuya realización está en estrecha relación con la línea de costa como por ejemplo las actividades pesqueras. El segundo grupo incluye aquellos usos que no requieren la cercanía a la costa y que, por tal motivo, deben ubicarse alejados de ella para no interferir con los costero-dependientes (Moreno Castillo, 2007).

En el país la costa se caracteriza por su riqueza en recursos y por la predominancia de diversos usos y actividades. De esta manera, y tal como señala Dadon (2003), en el tramo inferior de la Cuenca del Plata se concentran industrias e importantes centros urbanos. Las actividades turísticas, pesqueras y portuarias se desarrollan a lo largo de la costa bonaerense. Mientras que la costa patagónica, vinculada a la explotación de

hidrocarburos, todavía cuenta con recursos naturales en excelente estado de conservación pero afronta problemas de integración territorial y social.

En la primera década del s.XXI, el turismo de sol y playa continúa siendo predominante en las zonas costeras del país. Se identifica el surgimiento y crecimiento de nuevos centros turísticos que al compartir el mismo atractivo (playa) compiten entre sí. Esta situación los obliga a buscar nuevas propuestas y diagramar estrategias con el fin de diferenciarse. Como se mencionó anteriormente, la planificación es fundamental para el mantenimiento sustentable de los recursos y la organización de los usos y actividades que se desarrollan. En general, como indica Dadon (2003) la planificación se circunscribe al ámbito municipal. Por esta razón es que deben contar con toda la información disponible de su ambiente. El inconveniente surge cuando el crecimiento de las áreas urbanas y la superposición de usos en cada municipio ponen en peligro la disponibilidad de los recursos existentes en el área.

Al cambiar de escala se identifican nuevos usos asociados a las particularidades de cada balneario, de los cuales derivan nuevas problemáticas. Por este motivo, el objetivo del presente capítulo es analizar los diferentes usos que el hombre hace del balneario, vinculados a los recursos existentes. Se hace mención a la legislación municipal destinada a la organización del espacio y los usos del balneario. Además, se presentan los resultados de las encuestas efectuadas durante el verano de 2011 con el fin de conocer el perfil del turista y su opinión sobre el balneario.

7.2- Método de trabajo

Con el fin de lograr una primera aproximación a la temática sobre manejo costero en el balneario de Monte Hermoso, en primer lugar, se identificaron los diferentes usos que se producen en el mismo. Se los clasificó según su dependencia a la costa. Posteriormente se confeccionó una matriz de usos y actividades costeras dentro de la cual se señaló la compatibilidad entre los mismos, de acuerdo a la metodología presentada por Moreno Castillo (2007).

Con el fin de conocer la opinión de turistas respecto del balneario, se realizaron encuestas durante los meses de enero y febrero de 2011. En total se encuestó a 201

personas. La información recabada permitió determinar el perfil del turista de Monte Hermoso. Se efectuaron, también, propuestas a ser consideradas en la posible elaboración de un plan de manejo costero.

7.3- Balneario de Monte Hermoso: su costa como recurso.

De acuerdo a la metodología propuesta por Moreno Castillo (2007), en Monte Hermoso se identificaron y clasificaron los siguientes usos:

Costero-dependientes

- Pesca
- Reserva
- Turismo
- Deporte y recreación

Costero-independientes

- * Urbano
- * Minería extractiva
- * Agricultura
- * Áreas de acampe
- * Tránsito vehicular

Del listado de usos del balneario se observa un predominio de usos costero-independientes. Cabe aclarar que el uso denominado “Reserva” hace referencia a un espacio protegido ubicado dentro del partido de Monte Hermoso. La Reserva Geológica, Paleontológica, Arqueológica y Natural Monte Hermoso- Pehuenco fue creada en el año 2005 por Ley Provincial N° 13.395 (Figura 7.1). La reserva está dividida en tres áreas. La tercer área se encuentra a 6 km al oeste de Monte Hermoso, se la conoce también con el nombre de “El Pisadero” presenta huellas fósiles humanas y también de aves y mamíferos, distribuidos a lo largo de aproximadamente 1100 m de playa (Figura 7.2).



Figura 7.1. Ubicación de "El Pisadero" en el Partido de Monte Hermoso.
Fuente: Modificado de Genchi (2006).



Figura 7.2. Huellas fósiles de un ave (arriba) y de una pisada humana (abajo).
Fotografías: Iriarte (2004).

Dependiendo de la intensidad, estos usos pueden ser perjudiciales o no para el ambiente. Dado que sobre el espacio costero se produce una superposición de usos, se distinguen situaciones en las que la interacción de los mismos resulta compatible o no. La conjunción de usos incompatibles potencian los efectos negativos sobre el espacio. Si los usos son muy intensos pueden excluir la posibilidad de desarrollar otro uso en ese sector.

Para observar la compatibilidad entre los usos identificados en el balneario de Monte Hermoso se efectuó una matriz que vincula cada uno de los usos (Tabla 7.1). De esta matriz se destacan las áreas de acampe como las menos conflictivas con respecto al resto de los usos. Además, son los que producen un mínimo impacto sobre el ambiente respecto a otros usos costeros.

USOS	Urbano	Minería extractiva	Turismo	Agricultura	Pesca	Deporte y recreación	Areas de acampe	Tránsito vehicular	Reserva
Urbano		+	+	0	+	+	+	+	0
Minería extractiva	+		0	0	0	0	0	+	0
Turismo	+	0		-	0	+	+	+	+
Agricultura	0	0	-		0	0	0	+	0
Pesca	+	0	0	0		+	+	+	0
Deporte y recreación	+	0	+	0	+		+	+	0
Areas de acampe	+	0	+	0	+	+		+	+
Tránsito vehicular	+	+	+	+	+	+	+		0
Reserva	0	0	+	0	0	0	+	0	

Tabla 7.1. Matriz de usos del suelo del balneario de Monte Hermoso. El símbolo “0” representa los usos incompatibles, el “-” aquellos que son poco compatibles. Mientras que “+” refiere a los usos compatibles.

Al observar la matriz, los usos de suelo con mayor cantidad de incompatibilidades son la minería extractiva, el área de la reserva y la agricultura. La minería extractiva no requiere de la cercanía del mar, aunque sí de la zona de médanos de donde pueda abastecerse (zonas de reserva de arena). Por ordenanza municipal se ha definido el área de extracción con el fin de organizar la actividad y reducir su impacto.

El uso de la reserva no permite la realización de otra actividad, excepto el turismo, ya que su prioridad es la conservación de un sector del ambiente natural y cultural del balneario. Su compatibilidad con el turismo radica en la posibilidad de ser el nexo para transmitir información y generar conciencia ambiental en los turistas que la visiten.

La agricultura queda circunscripta a un sector donde solo se desarrolle esa actividad, que no está vinculado al sector costero. El turismo puede ser considerado con la agricultura como “un poco compatible” debido a que sus actividades pueden combinarse. Esta opción resulta un tanto flexible debido a la nueva tendencia turística del agroturismo y turismo rural (opciones que podrían ser incorporadas como oferta para el visitante).

Se observa una incompatibilidad entre los usos de Turismo y de Pesca. Esta situación ha intentado ser solucionada mediante ordenanza municipal, al definir sectores de bajada vehicular para las embarcaciones pesqueras. Las mismas están definidas en espacios alejados de las zonas más concurridas por bañistas y visitantes.

En la zona urbana, el tránsito se encuentra organizado de tal manera que no tiene acceso al sector playa y los usos no se ven interferidos. Esto se observa, principalmente, en las zonas más concurridas de la playa donde los turistas ingresan a pie por diversos accesos. La circulación vehicular en la playa está prohibida (esta norma ha sido impuesta mediante ordenanza municipal). El acceso o circulación vehicular solo es posible en sectores alejados de la ciudad (bajadas vehiculares o bocas de mar están señalizadas).

Si bien la circulación vehicular es compatible con otros usos como el pesquero, minero, urbano, se destaca su relación con las actividades recreativas. La promoción de vehículos 4x4 fomenta el recorrido por otros sectores de la playa inaccesibles desde un automóvil. Así el turista cuenta con otra opción recreativa dentro de la temporada estival. Sin embargo, esta “libre circulación” afecta y es causante de destrozos en la zona de la reserva (yacimientos paleontológicos) u otros sectores de la playa (Figura 7.3).



Figura 7.3. Vista de un cuatriciclo sobre la zona de bloques.
Fotografía: Iriarte (2004).

7.3.1- Legislación sobre los usos costeros en Monte Hermoso

En el país, las políticas orientadas al ordenamiento o manejo costero son incipientes. En el balneario de Monte Hermoso, mediante ordenanzas, se ha tratado de organizar y controlar algunos de los usos que se desarrollan en la ciudad en un intento por proteger el sector costero.

De esta manera, se han sancionado ordenanzas como la N° 1505/05 referida a la organización de los usos del frente costero. En su artículo N° 1 establece las **zonas de baño exclusivas**. La misma queda comprendida entre el Espigón Este, y la bajada de playa de calle los Delfines al Oeste (Figura 7.4).

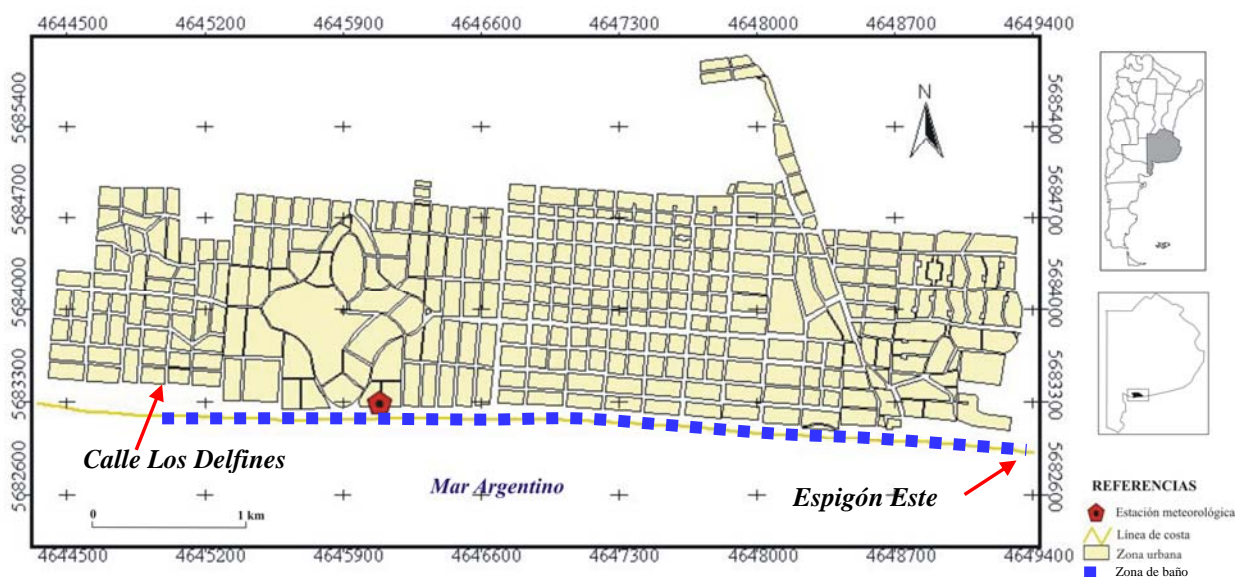


Figura 7.4. Ubicación de la zona de baño exclusiva en el balneario Monte Hermoso

En el artículo n°2, la misma expone: *“Prohíbese el tránsito vehicular y estacionamiento de todo tipo de automotor, vehículo, moto, triciclotes, cuatriciclos y cualquier otro similar en el frente costero (playa) delimitado entre las calles Orense (Balneario Sauce Grande) al Este y bajada de playa existente a 500 m de la calle Soldani (Barrio Las Dunas)”*. A pesar de esta norma, quedan fuera de la regulación los extremos Este y Oeste del partido de Monte Hermoso y los sectores de médanos.

La **zona de embarco y arribo para embarcaciones** de Pescadores Artesanales y Deportivos, queda definida en el artículo N° 5 en los siguientes sectores:

- a) Desde espigón Este hasta 100 m hacia el Este del mismo;
- b) Desde espigón Oeste hasta 100 m hacia el Oeste del mismo;
- c) Frente al camping “Americano”;
- d) Frente al Yate Club Monte Hermoso;
- e) Bajadas para pescadores autorizados por Municipalidad y reglamentadas.

En el caso “c” sólo está permitida la circulación vehicular para los acampantes. En este caso, es permitido el acceso de los vehículos durante el desembarco de las embarcaciones.

Con respecto a la extracción de arena, la misma queda regulada a partir de la ordenanza municipal N° 443 del año 1988. En el artículo N° 4 se establece el periodo de extracción desde el 1° de abril hasta el 31 de diciembre de cada año.

Esta ordenanza en su artículo N° 6 señala que el medio de extracción será sólo manual y agrega *“No se deberá desfigurar la conformación geográfica de la playa, eludiéndose aquellos sectores donde existieran bancos de almejas a efectos de preservar la existencia de los mismos”*. En el artículo n° 12 señala que *“cuando el aporte de arena por el mar fuera deficiente o cuando constare otra causa que implique la afectación de la playa, el Departamento Ejecutivo podrá ordenar la interrupción de la extracción por el tiempo que fuera necesario...”*. Se prohíbe también la extracción de arena del pie o primer médano, salvo casos de fuerza mayor (Art. N° 14). Pese a las normativas, se realiza la extracción clandestina de arena utilizando medios no manuales y en sectores no habilitados. Esto se produce a causa de una falta de control en la zona establecida.

La ordenanza municipal n° 1256, del año 2000, regulaba la construcción de edificios en altura (que superaran los 3 pisos) en la Avenida Costanera (Figura 7.5). De este modo se evitaría la formación de conos de sombra sobre las playas del balneario. Lamentablemente, frente a las presiones de propietarios ante su intención de invertir en el sector, esta ordenanza fue derogada en el año 2004. Así los intentos de conservación o de protección del ambiente quedan truncados frente a los intereses económicos. Hasta la fecha, no se ha detenido la construcción de este tipo de edificios sobre la vía mencionada (Figura 7.6).



Figura 7.5. Edificios en altura del balneario Monte Hermoso ubicados sobre la avenida Costanera.



Figura 7.6. Edificios en altura en construcción en calle Costanera (enero 2011).

7.3.2- Perfil del turista y su opinión del balneario

Con el fin de conocer el perfil del turista durante la temporada estival 2011 se efectuaron una serie de encuestas a los visitantes que se encontraban en la playa (201 en total). Se realizaron durante los meses de enero y febrero. Cada una de ellas apuntó a conocer diferentes aspectos como edades de los encuestados, lugar de procedencia, tipo de transporte utilizado y alojamiento en el balneario entre otras variables.

De esta manera el balneario de Monte Hermoso se caracteriza por ser un centro turístico familiar, representado por el 56 % del total de encuestados. En menor medida son los solteros con un 31,3 % el segundo grupo de mayor afluencia. Los encuestados cuentan con un nivel educativo de secundario completo (22,4 %) y terciario completo (20,4 %). En cuanto a la ocupación de la persona encuestada los mayores grupos corresponden a empleados privados (20,4 %), empleados públicos (17,9 %) e independientes (13,9 %).

El mayor porcentaje de turistas proviene de Bahía Blanca (51,2 %). En menor medida, los visitantes proceden desde otras localidades cercanas (Coronel Suárez, Pigüé, Punta Alta, Saavedra) o desde otros puntos del país (Córdoba, Santa Fe, Formosa, Neuquén, Capital Federal, Santiago del Estero, entre otros). En cuanto al tiempo de estadía, optan por permanecer en el balneario entre 10 y 19 días (33,3 %), de 2 a 9 días (28,4 %) y también se destacan aquellos que solo optan por pasar el día en la ciudad (16,4 %) (Figura 7.7).

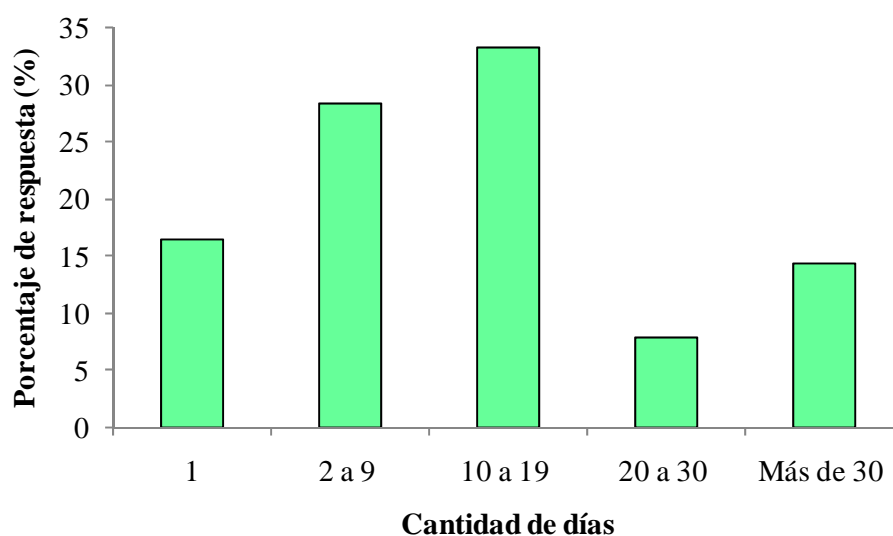


Figura 7.7. Tiempo de estadía de los turistas en el balneario Monte Hermoso (enero-febrero 2011).

Los turistas utilizan como medio de transporte el vehículo particular (88 %). El tipo de alojamiento elegido por ellos corresponde casas y departamentos particulares (36,8 %) y casas/departamentos alquilados (32,3 %). En menor medida hoteles y campings.

En el caso de aquellos que proceden de localidades vecinas otro de los motivos por los cuales los turistas eligen a Monte Hermoso está relacionado a algún vínculo afectivo. Es decir que es un lugar donde vacacionaban cuando eran niños o poseen una segunda residencia en la localidad, etc. Entre los atractivos que se destacan en las encuestas figuran: el Faro Recalada, el museo, la desembocadura del río Sauce Grande, la Laguna Sauce Grande, entre otros (Figura 7.8).

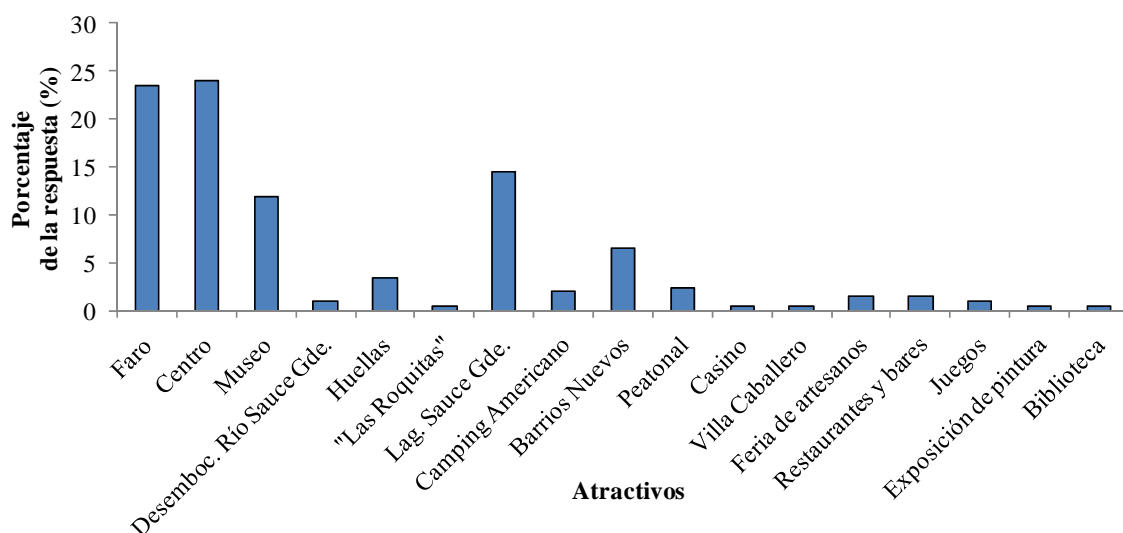


Figura 7.8. Atractivos del balneario Monte Hermoso elegidos por los turistas.

Al preguntar sobre la periodicidad de visitas al balneario, el 58,2 % respondió que todos los años regresa a Monte Hermoso. El 29 % de los encuestados indicó que sus visitas son esporádicas, para el 10,4% era la primera vez que se encontraba en el balneario. Mientras que el 7,5 % señaló que sus visitas no eran frecuentes (“casi nunca”).

El 62,2 % de los encuestados señaló que observaba cambios en la playa/balneario. Los mismos estuvieron asociados a la mayor cantidad de edificios (13,9 %), una mejor

limpieza (13,4 %), mayor construcción de paradores (10,9%), playa más angosta (10,4 %) y la presencia de la peatonal (4 %).

En cuanto al tiempo de permanencia en la playa, el 54,2 % se encuentra de 17-22 h. El segundo horario más concurrido es el de las 12 a 17 h con un 31,3 % y el tercero a los que permanecen todo el día (29,4 %). El menor porcentaje correspondió al rango horario de 7-12 h con el 26,4 %.

Entre las actividades que realizan los turistas en la playa se destacaron: caminar (41,3 %), tomar sol (35,3 %), bañarse (31,8 %), contemplar el mar (25,9 %).

Finalmente, las calificaciones que le otorgan al balneario oscilan entre 10 y 7 (Figura 7.9). Ante la pregunta si regresarían la próxima temporada, el 93 % respondió de manera afirmativa y de estos el 57 % indicó que retornaría en otra época del año. Fines de semana largos y feriados son los momentos elegidos para regresar fuera de la temporada estival.

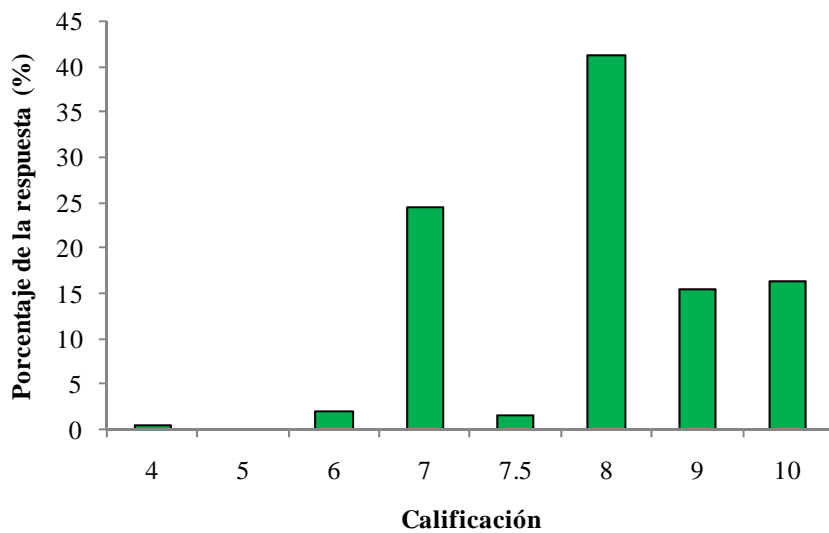


Figura 7.9. Calificación de los turistas al balneario Monte Hermoso (enero-febrero 2011).

El 67,7 % de los encuestados visitó otras playas en los últimos 5 años. Las más destacadas fueron Mar del Plata (37,3 %), Necochea (16,9 %) y Las Grutas (10,4 %). Los menores porcentajes, por ejemplo, correspondieron a: Claromecó, Pinamar, Reta, Villa Gessel,

Pehuén Co, Bahía San Blas, Puerto Madryn, Rada Tilly, San Clemente, Quequén, Mar de Ajó, entre otros.

7.4- Propuestas orientadas a la elaboración de un Plan de Manejo Costero

Frente a la problemática presentada sobre los diversos usos que interactúan y compiten en la zona costera de Monte Hermoso y teniendo en cuenta que para el progreso de este balneario y la protección de su ámbito costero es necesario mantener tareas mancomunadas que permitan su desarrollo sostenible es que se plantean algunas sugerencias a tener en consideración en caso de desarrollarse un Plan de Manejo Costero. Las mismas incluyen:

- Prohibición de tránsito vehicular en la playa y zonas medanosas ya que su acción afecta la dinámica natural de la playa.

- Controlar la edificación en altura cercana a la costa. Esta situación se observa a lo largo de toda la Avenida Costanera.

- Evitar la ocupación de la playa con la presencia de paradores y zonas de carpa (Figura 7.10). Esto interfiere aún más con la dinámica de la playa, perjudicando los procesos naturales.



Figura 7.10. Vistas de la ocupación de la playa de Monte Hermoso por carpas y paradores.

- Controlar la extracción clandestina de arena en zona de la playa. Se debe ejercer un estricto control. Si bien existe una norma que lo regule esta no es suficiente.

- Evaluar medidas de protección contra los fuertes temporales que se observaron en la costa en aquellas zonas urbanas aledañas a la misma. Los sectores más afectados del

balneario de Monte Hermoso han resultado ser los más urbanizados. Ejemplo de ello es el sector de Faro Recalada donde cada tormenta destruye las defensas de las viviendas que allí se asientan. Por este motivo, se deben evitar nuevas construcciones en este sector por ser el más vulnerable a los efectos erosivos de las tormentas.

- Efectuar un monitoreo continuo de los parámetros ambientales que permitan profundizar aún más el conocimiento del espacio costero. Esta información en conjunto con informes socio-económicos son de fundamental importancia a la hora de establecer tareas de acción y efectuar una planificación del espacio. Resulta importante recalcar la importancia de los trabajos interdisciplinarios en investigaciones de espacios tan complejos como los costeros. Se refuerza así la tendencia dentro de los trabajos de manejo costero de unir a las Ciencias Naturales con las Ciencias Sociales en pos de generar respuestas válidas e integradoras frente a las problemáticas costeras.

- Dado que existe una estación meteorológica en la costa, se puede calcular el confort diario y difundirlo a los usuarios como prevención para personas mayores y con problemas de salud.

- Minimizar y controlar la acción antrópica en el sector C dado que se encontró una erosión costera significativa en la zona (cambios en el volumen de sedimento).

- Proponer el análisis de los resultados de la distribución térmica de la villa balnearia para futuras expansiones de la misma.

- Proponer un plan de forestación urbana en aquellos sitios de la villa balnearia para aumentar la sensación de confort.

- Continuar con la realización de encuestas a visitantes del balneario con el fin de obtener una gran base de información y unir las con los resultados de investigaciones previas.

- Conociendo que la mayor cantidad de turistas provienen de localidades vecinas al balneario, se sugiere promover diferentes actividades (recreativas, culturales y deportivas) que incrementen la afluencia de estos visitantes en distintas épocas del año.

- Integración de los distintos actores sociales (gobierno, comerciantes, población en general) para contribuir con la protección del ambiente. Es necesario que todos los agentes involucrados participen en cada una de los pasos en la elaboración de un plan de manejo costero. La protección del ambiente natural asegurará el desarrollo local del balneario y una conciencia ambiental en sus habitantes y visitantes.

- Difundir a la población los resultados de investigaciones realizadas en el balneario. De esta manera se crea una conciencia participativa en la población que permita valorar y proteger el ambiente que habitan. El desinterés perjudica no sólo el desarrollo local sino que va en detrimento del ambiente natural.

7.5- Conclusiones

Los ambientes costeros caracterizados por su complejidad y por la interacción constante entre la tierra, mar y atmósfera requieren de acciones de planificación específica y regulaciones propias que permitan su uso sostenible. Previo a la planificación es necesario conocer las características del espacio a organizar. Ellas incluyen el conocimiento de los recursos que contienen y de los usos que de ellos se derivan.

Metodologías como la propuesta por Moreno Castillo (2007), permiten considerar cada uno de los procesos y usos que se desarrollan en el ambiente costero, tanto naturales como sociales. De esta manera se inicia un conocimiento integrado del ambiente. En el balneario de Monte Hermoso se destacaron usos del suelo no compatibles entre sí o que solo deben desarrollarse en zonas costeras. El uso de conservación natural, representado por la Reserva Geológica, Paleontológica, Arqueológica y Natural Monte Hermoso-Pehuén Co fue el que prácticamente no presentó compatibilidades con el resto de los usos. Los usos de áreas de camping son los que presentan mayor compatibilidad con el resto y los que producen un menor impacto en el ambiente.

La valoración que el turista hace del balneario de Monte Hermoso es buena. Su calificación y elección sobre este destino no solo está vinculada con las características naturales y los servicios que ofrece. Cabe destacar que rasgos como la tranquilidad y la seguridad han sido resaltados por la gran mayoría de los encuestados.

A partir de los usos identificados en el balneario puede evidenciarse la planificación del espacio costero y los aspectos que deben ser mejorados. La legislación que regula los usos costeros no es suficiente. Los controles deben desarrollarse de manera efectiva y continua. Resulta necesario que el beneficio de la comunidad predomine ante los intereses económicos que perjudican la protección y desarrollo de este espacio costero. Las propuestas planteadas tienden a beneficiar y generar conciencia a cada uno de los actores involucrados.

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES

El objetivo general de la presente investigación se orientó a efectuar un estudio sobre los fenómenos meteorológicos que afectan la geomorfología de las playas del balneario Monte Hermoso y su confort climático considerando que es un centro turístico muy importante del Suroeste de la provincia de Buenos Aires. El área de estudio es la ciudad cabecera del partido homónimo y la localidad turística que más crecimiento ha tenido en los últimos años dentro de la región.

La región del suroeste bonaerense se ubica dentro de la faja de climas templados y dentro de ella en la tipología de templado de transición. El área de estudio presenta temperaturas medias de 15,2 °C. Se observaron diferencias interanuales significativas. En los últimos dos años de mediciones se identificó un descenso de la temperatura de -1,4 °C. El año 2009 fue el año más cálido del período de estudio y el 2010 el más frío. Los valores de humedad relativa también experimentaron variaciones importantes durante el período de medición. El rasgo más notorio fue un descenso de los valores de humedad (13 %) desde el año 2008 hasta el 2011. El año 2008 fue el más seco al registrar 54 % de humedad relativa durante el período de estudio. Estos valores están relacionados a la sequía que está sufriendo la región bonaerense en los últimos años.

Los vientos predominantes en el balneario provienen del sector Norte pero no se caracterizan por ser los más intensos. Las mayores velocidades corresponden a los vientos con dirección Sur cuyo efecto, en conjunto con la acción de las olas, produce daños en las zonas urbanas costeras. La primavera se destaca por las mayores intensidades en las velocidades del viento.

Los fenómenos meteorológicos estudiados que afectan este importante balneario son las brisas de mar y las islas de calor. Las primeras son un claro ejemplo de las interacciones producidas entre el mar y la atmósfera. La mayor frecuencia de brisas de mar en Monte Hermoso se identificó durante el verano, especialmente en el mes de marzo (60 %). Durante el período de estudio, se pudo establecer que sus direcciones predominantes

son del ESE (27,2 %) y SE (19,5 %) con una velocidad media de $4,5 \text{ m s}^{-1}$. Su hora de inicio coincide con el momento de mayor insolación con una duración promedio de dos horas y media. Comparando los resultados obtenidos con estudios previos se observó una disminución en el número de brisas y un desfasaje en el inicio y finalización de las mismas. En su estudio, Varela (1982) identificó un total de 131 casos en el período 1981-1982. Mientras que entre los años 2007-2010 sólo se contabilizaron 40 eventos de brisa de mar. En los años estudiados el ingreso de la brisa se produjo 2 horas después (entre las 12 y 14 h) y finalizó casi 3 horas antes a lo observado por Varela (1982).

Se valoriza el estudio de este tipo de fenómeno ya que ejerce una influencia directa sobre la sensación de confort percibida por el hombre y las actividades que realiza. La brisa de mar intensifica la sensación de desconfort cuando los valores de temperatura son inferiores a los $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y la humedad relativa es inferior al 50 %, tal como se observó en el diagrama bioclimático del mes de diciembre 2007-2010. Caso contrario, la acción de la brisa contribuye a mejorar la sensación de confort experimentada por la población (p.e. enero y febrero 2008-2011). Estos aspectos son relevantes en ambientes costeros de intensa actividad turística, como es el caso del área de estudio, ya que deben plantearse alternativas que favorezcan a sus visitantes.

Del estudio de las islas de calor se pudo establecer que la ciudad de Monte Hermoso presenta diferencias térmicas estacionales. La intensidad de su isla de calor presentó valores que oscilaron entre los 2 y $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$. A su vez se identificaron variaciones en la temperatura y la humedad del día a la tarde. De este modo, áreas cálidas de la ciudad durante la mañana son más frescas por la tarde y viceversa. Este comportamiento se observó también en los valores de humedad registrados. La distribución irregular de pequeñas islas, frías o cálidas, evidencian la generación de microclimas en el espacio urbano. En el invierno, por la mañana, el sector Centro Oeste del balneario presentó los valores más bajos de temperatura (-3 y $-2 \text{ }^{\circ}\text{C}$), mientras que el Centro-Este fue más cálido con una predominancia de $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$. En horas de la tarde el balneario presentó una distribución térmica más homogénea ($11 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Los mayores porcentajes de humedad (90 %) se registraron durante la mañana en dos zonas bien definidas en cada uno de los sectores del balneario. Por la tarde los mayores valores de humedad relativa fueron del 60 %,

distribuidos de manera irregular en la planta urbana. El centro de la ciudad fue más seco con un 50 % de humedad relativa.

En el verano, por la mañana, la intensidad de la isla de calor fue de 3 °C. Las zonas más cálidas (14 °C) se ubicaron en el área costera del sector Centro-Este. La zona más fresca del balneario (12,5 °C) se identificó al NE del mismo asociado a espacios forestados. Por la tarde, la zona Norte de la ciudad fue más cálida (28 °C) a diferencia de los sectores bajo la influencia del mar que registraron temperaturas de 26 °C. Con respecto a los valores de humedad relativa, la ciudad presentó sus máximos valores (90 %) por la mañana. En horas de la tarde la ciudad se tornó más seca al presentar valores del 50 % de humedad relativa.

El confort climático se encuentra en estrecha relación con la sensación térmica percibida por la población. En ambientes turísticos este aspecto resulta de importancia para el desarrollo de sus actividades y para el replanteo de las mismas, en caso que condiciones climáticas no favorables para el hombre las interrumpen.

La aplicación de índices de confort en el balneario de Monte Hermoso contribuyó a identificar las jornadas menos favorables para el hombre. En la temporada estival de 2007-2008 la población experimentó una jornada con 14 horas de desconfort que el viento no pudo apaciguar. La utilización de otros índices de confort durante el período 2008-2011 permitió identificar al verano de 2009 como el más desconfortable. Se determinó que el mes de marzo es el más recomendable para la realización de actividades recreativas dado que presenta las mejores condiciones de confort para el turista. En cambio enero y febrero se caracterizan por ser los más desconfortables. La difusión de estos resultados puede contribuir a evitar riesgos en la salud de niños y ancianos.

Del cálculo de la sensación térmica durante los meses de invierno 2008-2011, se observó que el desconfort se intensifica con el incremento de la velocidad del viento. Los valores del índice T_E resultaron menores que la temperatura real. El mes de junio (2008-2011) presentó los mayores valores en el factor de enfriamiento. Este factor es más notorio cuando la velocidad del viento supera los 5 m s⁻¹.

Para el análisis morfológico del balneario se determinaron tres sectores (Oeste (A), Centro (B) y Este (C) del balneario de Monte Hermoso) con diferente influencia antrópica. Los perfiles de playa que caracterizaron cada sector evidenciaron un comportamiento estacional significativo. Los perfiles presentaron bermas y canales durante el verano. Mientras que en el invierno predominaron las barras y canales.

El análisis de los efectos de tormentas sobre los sectores mencionados provocó variaciones morfológicas, volumétricas y, en algunos casos, daños materiales en las viviendas cercanas a la costa. Las tormentas que afectaron con mayor intensidad la costa de Monte Hermoso fueron originadas por frentes fríos y centros de baja presión que se desplazaron por la región. Las mismas, durante el período analizado, se caracterizaron por vientos con velocidades entre los 8 y 19,4 m s⁻¹, procedentes del S, SO, OSO, SSE. Estos sistemas generaron alturas de olas entre los 2 y 3,6 m. Las tormentas que producen daños considerables en la playa de este balneario proceden del SO, SSO y OSO con una velocidad media entre 10 y 18 m s⁻¹, ejemplo de ello fue el episodio analizado en el mes de julio de 2009. El sector C fue el más afectado durante el desarrollo de estos eventos y donde el proceso de erosión ha sido más notorio, aún cuando el promedio de sedimento perdido luego de las tormentas analizadas fue el más bajo de los tres con un valor de -21,8 m³. A su vez, respecto de los otros sectores definidos, el sector C es el que presenta la menor tasa anual de sedimento, durante todo el período analizado, con el -4,38 m³ m⁻¹ año⁻¹. La tendencia a la erosión de este sector puede vincularse con la ausencia de médanos y su reemplazo por construcciones. Al no contar con el reservorio de sedimento, que le provee el médano, se dificulta la recuperación del sector.

El sector A, a pesar de observarse una leve influencia antrópica, se comportó como el más natural de los tres sectores. Este sector experimentó pérdidas significativas en el volumen de sedimento como por ejemplo las ocurridas por efecto del evento de noviembre de 2008 con -86,8 m³ (perfil A1) y -120,4 m³ (perfil A2). Luego del pasaje de una tormenta la zona Oeste del balneario recupera rápidamente el volumen de sedimento perdido.

Se observó que los cambios volumétricos no solo son producidos por los fenómenos meteorológicos sino también por la acción del hombre. Esto último se evidenció en los aportes de sedimento que recibió la playa producto de la extracción de

sedimento de calles y viviendas cercanas a la costa. Este hecho provocó aumentos en el volumen, especialmente en el sector céntrico (B) del balneario. El perfil B2 representa un ejemplo de esta situación al experimentar un aumento en su volumen de sedimento de 71 m³, luego del temporal de julio de 2009.

La técnica estadística de Análisis de Componentes Principales (ACP) resultó eficaz para el procesamiento de extensas series de datos. A su vez, permitió identificar en sus resultados en función del tiempo aquellos episodios de fuertes cambios que coincidieron con los momentos de ocurrencia de las tormentas analizadas y las variaciones en el volumen de sedimento. La acción de la tormenta de junio de 2008, por ejemplo, se evidenció en el perfil A1 con un valor alto en la variación del perfil medio en función del tiempo (2 m). Esto se corroboró con los datos de volumen de sedimento y pendiente que dieron cuenta del poder erosivo de la tormenta en ese perfil al registrar -14 m³ y 4,2 °, respectivamente. Los episodios de estabilidad del perfil medio se relacionaron con escasas variaciones en el volumen de sedimento y pendiente suaves (1,5 ° aproximadamente), tal como sucedió en el perfil B2 en los años 2008 y 2009. El temporal de julio-agosto de 2009 se observó en el perfil medio de C2, en función del tiempo, con una variación del perfil medio de 1,4 m asociado a pérdidas en el volumen de sedimento (-13,4 m³) y a una pendiente de 1,4 °. Un aspecto a señalar es que los valores negativos en la variación del perfil medio se corresponden con aumentos en el volumen de sedimento y suaves pendientes.

A partir de las mediciones de la temperatura del agua de mar, se confirma la ventaja que caracteriza a este balneario: sus aguas cálidas. Este factor es una condición al momento de ser seleccionada esta localidad por turistas o excursionistas.

Del análisis del balneario como recurso se identificaron los usos más representativos de Monte Hermoso y la compatibilidad entre ellos. Las mayores incompatibilidades se observaron en los usos de minería extractiva, área de reserva y agricultura. El uso de las áreas de camping es el que presentó mayor compatibilidad con el resto de los usos del suelo. Se observó que el municipio, a través de su legislación, tiende a ordenar el desarrollo de algunos de estos usos, como por ejemplo normativas orientadas a la extracción de áridos, delimitación de sectores de tránsito vehicular, entre otros.

La valoración del balneario como recurso no solo se observó en los distintos usos que allí se generan sino también en la opinión y percepción de sus visitantes. De esta manera, los turistas destacaron la tranquilidad y seguridad de Monte Hermoso, características que lo convierten en el destino ideal de grupos familiares.

Resulta conveniente que las sugerencias planteadas en esta tesis sean consideradas en un futuro plan de manejo a los efectos de contribuir con la sustentabilidad del recurso más relevante de este balneario: su playa. Por ello es fundamental que se restrinja la circulación de vehículos en la playa y zonas medanosas ya que su acción interfiere la dinámica natural de la playa. A su vez, debe controlarse la edificación en altura cercana a la costa (sector céntrico del balneario) y evitar la construcción de viviendas en áreas vulnerables a los fenómenos meteorológicos extremos, como por ejemplo en el sector Oeste de Monte Hermoso. Este sector en particular ha registrado daños severos en las viviendas y en sus defensas. Esta situación pone en riesgo a la población frente al impacto de las tormentas. Por esta razón, una de las sugerencias apunta a evaluar medidas de protección en zonas urbanas aledañas a la costa. Como ya se ha mencionado, los sectores más afectados del balneario, frente a eventos meteorológicos extremos, han sido los urbanizados. Otra propuesta a considerar con el fin de no interferir la dinámica natural de la playa es que se evite la construcción de paradores y la ocupación de la playa con zonas de carpas.

Entre las sugerencias se resalta la importancia de la integración de los distintos actores sociales (gobierno, comerciantes, población en general) para contribuir con la protección del ambiente. Todos los actores (públicos y privados) involucrados en el desarrollo local del balneario deben participar activamente en la elaboración de un plan de manejo costero. La población debe tener presente que la protección de su ambiente natural asegurará el desarrollo local del balneario y generará una conciencia ambiental en sus habitantes y visitantes.

Por este motivo, también, es fundamental el constante control de ciertas actividades antrópicas que contribuyen al detrimento del ambiente natural, ejemplo de ello es la

extracción clandestina de arena en la zona de playa. A pesar de la existencia de normas municipales que regulan la extracción de arena, esta no es suficiente.

Otra de las sugerencias a tener en cuenta, hace referencia a la difusión de los resultados de investigaciones realizadas en el balneario a la población. De esta manera la población conoce y se involucra con el espacio que habita. Esto favorece la valoración y protección del ambiente costero que los alberga.

Por último, y no menos importante, es efectuar y asegurar un monitoreo continuo de los parámetros ambientales del balneario para profundizar aún más el conocimiento del mismo. Los resultados físico-ambientales obtenidos asociados con informes socio-económicos brindan una noción completa del ambiente y permiten establecer tareas de acción y efectuar una mejor planificación del espacio. Es necesario recalcar la relevancia de los trabajos interdisciplinarios en investigaciones de espacios tan complejos como los costeros.

El conocimiento del espacio costero resulta primordial al momento de efectuar planes o estrategias de manejo costero. Cada uno de los temas tratados en esta investigación ayuda a comprender la dinámica de estos espacios. Este tipo de información utilizada de manera aislada no favorece las tareas de ordenamiento ambiental. Por ello resulta necesario que tanto los especialistas ambientales como los sociales trabajen en conjunto con el fin de generar políticas de planificación adecuadas. El papel de cada uno de los agentes sociales, como los gubernamentales y privados, no debe ser descartado y se debe lograr su participación en las tareas de planificación.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceituno, A. y E. Ulriksen, 1981. Efecto de la isla calórica en Santiago. Resultados preliminares. *Tralka* 1(2):39-56.
- Anfuso, G. y L. Del Río, 2003. Cuantificación de las variaciones volumétricas y evolución del litoral gaditano entre Chipiona y Rota. *Rev. C. & G.* 17 (3-4):17-27.
- Alomar Garau, G., M. Grimalt Gelabert y M. Laita Ruiz de Asúa, 2004. La percepción geográfica del régimen de brisas en Mallorca. De la experiencia directa a los datos instrumentales. En García Codron, J.C., D. Liaño, P. Fernández de Arróyabe Hernáez, C. Garmendia Pedraja y D. Rasilla Álvarez (Eds.). *El Clima entre el Mar y la Montaña*. Asociación Española de Climatología y Universidad de Cantabria: 551-559.
- Aubrey, D.G y R.M. Ross, 1985. The quantitative description of beach cycles. *Marine Geology* 69: 155-170.
- Azorín Molina, C., 2004. Estimación de la ocurrencia de la brisa marina en Alicante. En García Codron, J.C.D. Liaño, P. Fernández de Arróyabe Hernáez, C. Garmendia Pedraja y D. Rasilla Álvarez (Eds.). *El Clima entre el Mar y la Montaña*. Asociación Española de Climatología y Universidad de Cantabria: 19-30.
- Barrucand, M. y M. Rusticucci, 2001. Climatología de temperaturas extremas en la Argentina. Variabilidad temporal y regional. *Meteorológica* 26:85-101.
- Batista Tamayo, L.M. y F. Matos Pupo, 2004. Aptitud climática del destino turístico Jardines del Rey (Cuba). Los tipos de tiempo. En: *El Clima entre el Mar y la Montaña*. Asociación Española de Climatología y Universidad de Cantabria, Serie A, 4:561-570.
- Bello Fuentes, V., 1994. La isla de calor y los usos del suelo en Guadalajara. *Serie Geográfica* 4:83-97.
- Bello Fuentes, V., 1995. La isla de calor nocturna y los usos del suelo en Alcalá de Henares. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* 15:119-130.
- Benavente, J., F.J. Gracia y F. López-Aguayo, 2000. Empirical model of morphodynamic beachface behaviour for low-energy mesotidal environments. *Marine Geology* 167:375-390.

- Bernabeu, A.M., R. Medina y C. Vidal, 2003. A morphological model of the beach profile integrating wave and tidal influences. *Marine Geology* 197:95-116.
- Bértola, G.R., 2006. Morfodinámica de playas del sudeste de la Provincia de Buenos Aires (1983-2004). *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 13:31-57.
- Bértola, G., M. Farenga, L. Cortizo y F. Isla, 1999. Dinámica morfológica de las playas de Villa Gesell (1994-1996), Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 54:23-35.
- Bértola, G.R., M.C. Piccolo y A. Merlotto, 2007. Efecto de la tormenta del 25 de junio del 2006 en la playa de Bahía de los Vientos, Argentina. En: *Ambiente natural, campo y ciudad, estrategias de uso y conservación en el sudoeste bonaerense: Actas de las IV Jornadas Interdisciplinarias del sudoeste bonaerense: 77-82*, Bahía Blanca
- Besancenot, J.P., 1991. *Clima y Turismo*. Masson S.A. Barcelona. 223 pp.
- Birkemeier, W.A., 1979. The effects of the 19 december 1977 coastal storm on beaches in North Carolina and New Jersey. *Shore and Beach* 47:7-15.
- Blott, S., 2000. GRADISTAT Version 4.0. A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments by sieving or laser granulometer. University of London.
- Blott, S.J. y K. Pye, 2001. Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms* 26: 1237-1248.
- Boullón, R. 1990. *Los municipios turísticos*. Editorial Serie Trillas, México, 110 pp.
- Boullón, R. 1994. *Planificación del espacio turístico*. Editorial Serie Trillas, México, 245 pp.
- Bowman, D., 1981. Efficiency of eigenfunctions for discriminant analysis of subaerial non-tidal beach profiles. *Marine Geology* 39:243-258.
- Brazol, D., 1951. La temperatura biológica óptima. *Meteoros* 1:99-106.
- Brazol, D., 1954. Bosquejo bioclimático de la República Argentina. *Meteoros* 4:381-394.
- Bruniard, E.D., 1982. La diagonal árida argentina: un límite climático real. *Revista Geográfica* 95:5-20.

- Bustos, M.L., M.C. Piccolo y G.M.E Perillo, 2009. Cambios en la geomorfología de la playa de Pehuén Co debido a la actividad de las olas el 26 de julio de 2007. En M. del C. Vaquero y J.C. Pascale (Eds.), *El territorio, las actividades económicas y la problemática ambiental en el Sudoeste Bonaerense*: 97-102. Bahía Blanca.
- Cabrera, A.L., 1958. Fitogeografía. En F. De Aparicio y H.A. Difrieri (Dir.), *La Argentina. Suma de Geografía*. Tomo III: 103-207. Buenos Aires.
- Caló, J., E. Fernández, A. Marcos y H. Aldacour, 1998. Análisis preliminar del balance sedimentario de la playa de Pehuén Co, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Geoacta* 23:1-12.
- Caló, J., E. Fernández, A. Marcos, H. Aldacour y P. Varela, 2000. Comparación del efecto de dos tormentas en la ciudad de Monte Hermoso. Argentina. *Geoacta* 25: 40-48.
- Caló, J., E. Fernández, A. Marcos y H. Aldacour, 2005. Observaciones litorales, ambientales de olas, corrientes y vientos de la playa de Monte Hermoso entre 1996 y 1999. *GEOACTA* 30:27-38.
- Campo de Ferreras, A.; A. Capelli de Steffens y P. Diez, 2004. *El clima del Sudoeste Bonaerense*. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. 99 pp.
- Campo, A.; M. Ramos y P. Zapperi, 2009. Análisis de las variaciones anuales de precipitación en el Suroeste bonaerense, Argentina. *XII Encuentro de Geógrafos de América Latina*. Montevideo, Uruguay. Publicación on-line: http://egal2009.easyplanners.info/area07/7085_Campo_Alicia_M_.pdf
- Campo de Ferreras, A.M., S.D. Hernández Moresino, M.A. Huamantínco Cisneros y P.A. Zapperi, 2004. Ocurrencia de sudestadas en el suroeste bonaerense. *Contribuciones Científicas*, 65ª Semana de Geografía: 45- 50.
- Campo de Ferreras, A.M., S.D. Hernández Moresino, M.A. Huamantínco Cisneros y P.A. Zapperi, 2005. Incidencia de los estados del tiempo en la actividad turística del suroeste bonaerense. *VII Jornadas y I Simposio Internacional de Investigación y Acción en Turismo. Los nuevos escenarios: mitos, realidades y perspectivas*. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. (CD-ROM, ISBN 987-1171-24-2).

- Capelli de Steffens, A. y A. Campo de Ferreras, 1994. La transición climática en el Sudoeste Bonaerense. *Sección de Investigaciones del Departamento de Geografía (Sigeo) 5*: 77 pp.
- Capelli de Steffens, A.M. y A.M. Campo de Ferreras, 2007. Climatología. En: M.C. Piccolo, y M. Hoffmeyer (Eds.). *Ecosistema del estuario de Bahía Blanca.*, EdiUNS, Universidad Nacional del Sur: 79-86. Bahía Blanca.
- Capelli de Steffens, A., M.C. Piccolo y A.M. Campo de Ferreras, 2005. *Clima urbano de Bahía Blanca*. Buenos Aires, 199 pp.
- Capelli de Steffens, A.; M.C. Piccolo, P. Varela y I. Ferrera, 1985. Clima estival bahiense. *Revista Universitaria de Geografía*, 1:27-48.
- Capelli de Steffens, A., M.C. Piccolo, J. Hernández González y G. Navarrete, 2001. La isla de calor estival en Temuco, Chile. *Papeles de Geografía* 33:49-60.
- Capelli de Steffens, A.; M.C. Piccolo, H. Hernández González, G. Navarrete y R. Lara, 1997. La isla de calor en Temuco, Chile: Situación invernal. *Revista Geofísica* 46:5-16.
- Capitanelli, R., 1992. Los ambientes naturales del territorio argentino. En Roccatagliata (Coord.). *La Argentina. Geografía general y los marcos regionales*: 73-143. Buenos Aires.
- Carrier, G.F. y Greenspan, H.P, 1958. Water waves of finite amplitude on a sloping beach. *Journal of Fluid Mechanics* 4:97-109.
- Castelle, B., I.L. Turner, B.G. Ruessink y R.B. Tomlinson., 2007. Impact of storms on beach erosion: Broadbeach (Gold Coast, Australia). *Journal of Coastal Research*, SI 50: 534-539.
- Celemín, A. H., 1984: *Meteorología Práctica*. Mar del Plata. 313 pp.
- Chiozza. E., 1975. El país de los argentinos. La Pampa Surera. Centro Editor de América Latina S.A. Fascículo N° 42. Buenos Aires.
- Chiozza, E. y R. Figueira, 1981a. Atlas Total de la República Argentina. Centro Editor de América latina S. A. Tomo I. Fascículo N° 2. Buenos Aires.
- Chiozza, E. y R. Figueira, 1981b. Atlas Total de la República Argentina. Centro Editor de América latina S. A. Tomo I. Fascículo N° 13. Buenos Aires.
- Chiozza, E. y R. Figueira, 1982. Atlas Total de la República Argentina. Centro Editor de América latina S. A. Tomo I. Fascículo N° 28. Buenos Aires.

- Clarke, R. H., 1955. Some observations and comments on the sea breeze. En: A.N.Z.A.A.S Meeting: 47-68. Melbourne.
- Connell, K.J. y M. Larson, 2007. Regional Morphology Empirical Analysis Package (RMAP): Orthogonal Function Analysis, Background and Examples. U.S. Army Engineer Research and Development Center, Environmental Laboratory, 22 pp.
- Cooper, J.A.G., D.T.W. Jackson, F. Navas, J. McKenna y G. Malvarez, 2004. Identifying storm impacts on an embayed, high-energy coastline: examples from western Ireland. *Marine Geology* 210: 261-280.
- CPTEC-INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), 2008. (on line) <<http://tempo1.cptec.inpe.br/>>. Brasil.
- Cuadrado, D.G y G.M.E. Perillo, 1997. Principal component analysis applied to geomorphologic evolution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44:411-419.
- Dadon, J.R., 2003. Sustentabilidad y recursos costeros en Argentina. *Fronteras* 2: 22-23.
- De Freitas, C.R., 2001. Theory, concepts and methods in climate tourist research. En: *Proceedings of the First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation*, International Society of Biometeorology, Commission on Climate, Tourism and Recreation: 3-20.
- Del Pozo, O.M., 2001. *El proceso de urbanización y la degradación ambiental del ecosistema costero. Municipio de Monte Hermoso, Provincia de Buenos Aires*. Tesis de Magíster en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano Universidad Nacional de Mar del Plata, 249 pp. (inérita).
- Del Pozo, O.M. y M. Bróndolo, 2002. Unidades de paisaje como instrumentos de ordenamiento territorial. Sector costero monte Hermoso (Pcia. De Buenos Aires). *Revista Universitaria de Geografía*, 11:91-120.
- Del Pozo, O.M. y M. Bróndolo, 2003. El estado ambiental y la calidad del ecosistema costero de Monte Hermoso. *II Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense*, pp. 593-612. Bahía Blanca
- Diez, P, S. Spagnolo y M.C. Piccolo, 2002. Sensación térmica del viento en el estuario de Bahía Blanca. *IV Jornadas Nacionales de Geografía Física*: 123-134. Mar del Plata.
- Dingler, J.R. y T.E. Reiss, 2002. Changes to Monterey Bay beaches from the end of the 1982-83 El Niño through the 1997-98 El Niño. *Marine Geology* 181: 249-263.

- Dubois, R. N., 1988. Seasonal changes in beach topography and beach volume in Delaware. *Marine Geology* 81:79-96.
- Eliasson, I., 2000. The use of climate knowledge in urban planning. *Landscape and Urban Planning* 48:31-44.
- Emery, K., 1961. A simple method of measuring beach profiles. *Limnology and Oceanography* 6:90-93.
- Ercolani, P. y S. Visciarelli, 2003. Características de la demanda turística en el Partido de Monte Hermoso. "II Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense". Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, pp. 563-576.
- Ercolani, P. y E. Garriz, 2003. Diagnóstico de la oferta turística del partido de Monte Hermoso. "II Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, pp. 625-633.
- Fernández, C., 2003. Calidad bacteriológica en aguas recreativas de la Laguna Sauce Grande. Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina, 35pp.
- Fernández E, J. Caló, A. Marcos, y H. Aldacour, 2003. Interrelación entre los ambientes eólicos y marinos a través del análisis textural y mineralógico de las arenas de Monte Hermoso, Argentina. *AAS Revista* 10:151-161.
- Fernández, E., A. Marcos, J. Caló, y H. Aldacour, 2006. Balance sedimentario, parámetros meteorológicos y oceanográficos en un sector de la playa de Monte Hermoso, Provincia de Buenos Aires. *GEOACTA* 31:11-22.
- Fernández García, F., 1994. Clima y confortabilidad humana. Aspectos metodológicos. *Serie Geográfica* 4:109-125.
- Folk, R.L y Ward, W.C, 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27:3-26.
- Fryinger, J.R., S.L. Brueske y B.L. Lindner, 1999. Prediction and characterization of sea breezes in Charleston, South Carolina. 3rd Conference on Coastal Prediction, pp. 27-32.
- Fujita, T.T., 1986. Tabla de fenómenos mesoescalares en "La mesoescala". *RAM (Revista del Aficionado a la Meteorología)*, N°1, 2002, (on line): <http://www.meteored.com/ram/158/preguntas-y-respuestas-cortas-la-mesoescala/> [23 de julio de 2010].

- Gabella, J., P. Zapperi, y A. Campo, 2010 Distribución estacional de las precipitaciones en el Suroeste bonaerense. *Actas de las VIII Jornadas de Geografía Física*: 87-94. Posadas.
- 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. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- García, M. y M.C. Piccolo, 2006. Precipitaciones máximas en el Sudeste Bonaerense. *Geoacta* 31:165-174.
- García, M.C y M.C. Piccolo, 2004. Brisas de mar estivales en Mar del Plata y Necochea. Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Actas de la V Jornadas Nacionales de Geografía Física*: 95-104.
- García, M.C y M.C. Piccolo, 2009. Isla de calor matutina en Necochea-Quequén. En M. del C. Vaquero y J.C. Pascale (Eds.), *El territorio, las actividades económicas y la problemática ambiental en el Sudoeste Bonaerense*: 63-70. Bahía Blanca.
- Genchi, S. 2006. *Las recientes transformaciones socio –territoriales en el Municipio de Monte Hermoso y su incidencia en la actividad turística*. Tesis de Licenciatura en Geografía. Depto de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur, 142 pp.
- Genchi, S.A y M.C. Piccolo, 2009. Extremos térmicos en puerto Coronel Rosales. *V Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense*, Actas: 71-74.
- Giampietri, L. y M.C. Piccolo, 2000. Diferencias climáticas en el área costera de la ciudad de Mar del Plata. *GEOACTA*, Nota Técnica 25:63-74.
- Gibeaut, J.C.; R. Gutiérrez y T.L. Hepner, 2002. Threshold conditions for episodic beach erosion along the southeast Texas coast. *Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions* 52:1-13.
- Gil, V., P. Zapperi, P.; A.M. Campo, V. Iuorno y A. Ramborger, 2008.. Análisis de las precipitaciones de otoño y primavera en el Suroeste bonaerense. *VII Jornadas Nacionales de Geografía Física*. 149 – 158. San Salvador de Jujuy.
- Gómez Martín, M.B., 2004a. Percepción de la demanda y métodos de evaluación de la potencialidad turística de los recursos atmosféricos en Cataluña. *Documents d'Anàlisi Geogràfica* 44:43-70.

- Gómez Martín, M.B., 2004b. An evaluation of the tourist potential of the climate in Catalonia (Spain): A regional study. *Geografiska Annaler, Series A* 86(3):249-264.
- Gómez Martín, M.B., F. López Palomeque y J. Marín Vide, 2002. Aptitud climática y turismo. Variaciones geográficas y cronológicas de la potencialidad climático-turística del verano en Cataluña. *Eria* 59:333-345.
- Gutiérrez Roa, J., R. Castillo G., J. Castañeda G. y J.A. Sánchez O., 1993. *Recursos naturales y turismo*. Editorial Limusa, S.A., Grupo Noriega Editores. México. 225 pp.
- Heisler, G.M. y A.J. Brazel, 2010. The urban physical environment: temperature and urban heat islands. En J. Aitkenhead-Peterson y A. Volder, (Eds.): *Urban Ecosystem Ecology*: 29-56. Estados Unidos.
- Hernández Moresino, S. y A. Campo, 2007. Incidencia de los factores antrópicos y naturales sobre un sector de la playa de Monte Hermoso. En: Ambiente natural, campo y ciudad, estrategias de uso y conservación en el sudoeste bonaerense: *Actas de las IV Jornadas interdisciplinarias del sudoeste bonaerense*: 410 p. Bahía Blanca
- Hill, H.W., J.T. Kelley, D.F. Belknap, y S.M. Dickson, 2004. The effects of storms and storm-generated currents on sand beaches in Southern Maine, USA. *Marine Geology* 210(1-4):149-168.
- Hoffmann José A. J. y L. Medina, 1971. Ensayo de una clasificación bioclimática en la República Argentina. *Meteorológica* II (1-3)150-170.
- Hoffmann, J., S.E. Nuñez y W. Vargas, 1997. Temperature, humidity and precipitation variations in Argentina and the adjacent sub-antarctic region during the present century. *Meteorologisches Zeitschrift, N.F.* 6:3-11.
- Holly, J.D., M.A. Merrifield y M. Bevis, 2000. Steep beach morphology changes due to energetic wave forcing. *Marine Geology* 162:443-458.
- Höppe P., 2002. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings* 34:661-665.
- Huamantín Cisneros, M.A y M.C. Piccolo, 2009. El confort estival de Monte Hermoso. *V Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense*, Actas: 41-46.

- Huamantincos Cisneros, M.A y M.C. Piccolo, 2010. Índices de confort aplicados al balneario de Monte Hermoso, Argentina. *Investigaciones Geográficas* 52:201-214.
- Huamantincos Cisneros, M.A y M.C. Piccolo, 2011. Caracterización de la brisa de mar en el balneario de Monte Hermoso, Argentina. *Estudios Geográficos* 271:461-475.
- Huespe, R.R., 2001. Riesgo de anegación en la ciudad de Monte Hermoso. Caso: Sector comprendido entre las calles Islas Malvinas, Bahía Blanca, Santa Fe, Int. Majluf y Médano Frontal. Seminario de Licenciatura en Geografía. Orientación: Geografía de los Recursos Naturales, Universidad Nacional del Sur, 35 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). “Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001”, Argentina, 2009 (on line): <http://www.indec.gov.ar/censo2001s2_2/ampliada_index.asp?mode=07>, [Julio de 2009].
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). “Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2010”, Argentina, 2011 (on line): <<http://www.censo2010.indec.gov.ar/>>, [Diciembre de 2011].
- Iriarte, M., 2007. Lic. en Turismo. Guía Turística de Monte Hermoso. Entrevista realizada el 09 de mayo de 2007.
- Isla, F., G. Bértola, M. Farenga, S. Serra y L. Cortizo, 1998. Villa Gessel: un desequilibrio sedimentario inducido por fijación de médanos. *AAS Revista* 5:41-51.
- Komar, P.D., 1998. *Beach processes and sedimentation*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 547 pp.
- Köeppen, Wilhelm. 1948. *Climatología. Con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 479 pp.
- Landsberg, H.E., 1981. *The urban climate*. Academic Press. New York, 275 pp.
- Larson, M. y N. Kraus, 1994. Temporal and spatial scales of beach profile change, Duck, North Carolina. *Marine Geology* 117:75-94.
- Larson, M., M. Capobianco, H. Jansen, G. Rózynski, H. N. Southgate, M. Stive, K.M. Wijnberg y S. Hulscher, 2003. Analysis and modeling of field data on coastal morphological evolution over yearly and decadal time scales. Part 1: Background and linear techniques. *Journal of Coastal Research* 19:760–775.

- Leatherman, S.P., 1979. Beach and dune interactions during storm conditions. *Q. Jl Engng Geol.* 12:281-290.
- Lee, G.; R.J. Nicholls y W.A. Birkemeier, 1998. Storm driven variability of the beach-nearshore profile at Duck, North Carolina, USA, 1981-1991. *Marine Geology*, 148:163-177.
- Leno Cerro, F., 1993. Técnicas de evaluación del potencial turístico. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Madrid.
- Lowry, W., 1967. *El clima de las ciudades*. La ciudad: Selecciones Scientific American, Ed. H., 341 pp.
- McKendry, IAN G., A. P. Sturman, I.F. Owens, 1988. Interactions between local winds and coastal sea surface temperatures near the Canterbury coast. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 22:91-100.
- Mantero, J.C., R. Dosso y M. Bertoni 1998. *Recursos turísticos regionales del Área Sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Aportes y Transferencias* 2 (1):9-10.
- Marcomini, S.C. y R.A. López, 1997. Influencia de la urbanización en la dinámica costera, Villa Gesell, provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 2:79-96.
- Marini, M.F. y M.C. Piccolo, 2000. El confort estival en diversos estuarios del Sudoeste Bonaerense. *Actas de las III Jornadas Nacionales de Geografía Física*: 169-176. Santa Fe.
- Marino, B.M., M.C. Piccolo, y L.P. Thomas, 2005. Detección de Frentes de brisa marina en la costa bonaerense. *Actas IX Congreso Argentino de Meteorología CONGREGMET* (CD Rom), 10 pp. Buenos Aires.
- Masselink, G. y C.B. Pattiaratchi, 1998. The effect of sea breeze on beach morphology, surf zone, hydrodynamics and sediment resuspension. *Marine Geology* 146:115-139.
- Masselink, G. y C.B. Pattiaratchi, 2001. Seasonal changes in beach morphology along the sheltered coastline of Perth, Western Australia. *Marine Geology* 172:243-263.
- Masselink, G. y H.G. Hughes, 2003. *Introduction to coastal processes & geomorphology*. Hodder Arnold, Great Britain, 354 pp.
- Matzarakis, A., 2006. Weather-and climate-related information for tourism. En *Tourism and Hospitality Planning & Development* 3(2):99-115.

- Mayer, H. y P. Höpfe, 1987. Thermal comfort of man in different urban environments. En *Theoretical and Applied Climatology* 38:43-49.
- Merlotto, A. y M.C. Piccolo, 2009. Tendencia climática de Necochea-Quequén (1956-2006), Argentina.. *Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante Investigaciones Geográficas* 50:143-167. ISSN: 0213-4691
- Meteorological Service of Canada, 2008. Humidity. [En línea]. Disponible desde Internet en: <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/cd/brochures/humidity_e.cfm>, Mayo de 2008.
- Meteorological Service of Canada, 2009. Humidity. [En línea]. Disponible desde Internet en: <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/cd/brochures/humidity_e.cfm>, Julio de 2009.
- Ministerio de Medio Ambiente, 1998. *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y Metodología*. Madrid, 809 pp.
- Moreno Castillo I., 2007. *Manejo Integral Costero*. Ed. Universidad de las Islas Baleares, Palma de Islas Baleares, España, 217 pp.
- Morton, R.A., J.C. Gibeaut y J.G. Paine, 1995. Meso-scale transfer of sand during and after storms: implications for prediction of shoreline movement. *Marine Geology* 126: 161-179.
- Nikolopoulou, M., Baker N. y K. Steemers, 2001. Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter. *Solar Energy* 7(3):227-235.
- Nikolopoulou, M.; S. Lykoudis y M. Kikira, 2003. Thermal comfort in outdoor spaces: field studies in Greece. *Proceedings of the Fifth Internacional Conference on Urban Climate*, Polonia.
- Oke, T., 1978. *Boundary layer climates*. Mathuen&Co. Ltd. Press, London, 372 pp.
- Oke, T., 1992. *Boundary layer climates*. Routledge. London. 435 pp. (citado en Capelli de Steffens, A., Piccolo, M.C. y Campo de Ferreras, A.M. (2005). *Clima urbano de Bahía Blanca*. Buenos Aires, Dunken).
- Oke, T., 1995. The heat island of the urban boundary layer: characteristics, causes and effects. En J.E. Cermak, *et al.*, (Eds.): *Wind climate in cities*. Países Bajos, Kluwer Academic Publishers: 81-107.
- Oke, T. y F. Hannell, 1968. The form of the urban heat island in Hamilton, Canada. *Urban Climates*. WMO, Tech. Note 108:113-126 (citado en Capelli de Steffens,

- A., Piccolo, M.C. y Campo de Ferreras, A.M. (2005). *Clima urbano de Bahía Blanca*. Buenos Aires, Dunken).
- Olsson, L.E.; W.P Elliott y S.H. Hsu, 1973. Marine Air Penetration in Western Oregon: An Observational Study. *Monthly Weather Review* 101(4):356-362.
- Peña Álvarez, O., 1975. Climas urbanos, medio ambiente y planificación del espacio. Caracterización biosférica del medio chileno. *Departamento de Planificación Urbana Regional, Facultad de Arquitectura. Universidad de Chile*. 14:362.
- Pérez, M. E. 2009. El comportamiento temporal y espacial de los montos estacionales de precipitación en el nordeste argentino – 1931/2005. *Revista Geográfica Digital. IGUNNE* 12: 13 pp.
En: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/default.htm>
- Perillo, G.M.E., 1997a. La erosión de las playas. *La Nueva Provincia* 3 de marzo de 1997, p.7
- Perillo, G.M.E. (editor), 1997b. Evaluación de la vulnerabilidad de la costa argentina al ascenso del nivel del mar. PNUD/SECYT ARG/95/G/31 62 p.
- Perillo, G.M.E., 2003. *Dinámica del transporte de sedimentos*. Asociación Argentina de Sedimentología, 201 pp.
- Perillo, G.M.E. y M.C Piccolo, 1987. Programa de Observaciones Costeras (POC). Instituto Argentino de Oceanografía. Contribución Técnica 4.
- Piccolo, M.C. y A. Capelli de Steffens, 1985. Clima urbano bahiense: una experiencia de verano. *Sociedad Argentina de Estudios Geográficos* II: 382 p.
- Piccolo, M.C. y A. Capelli de Steffens, 1987. Isla de calor invernal en Bahía Blanca. *Anales II Congreso Interamericano de Meteorología*. V CONGREGMET (Argentina), pp. 1-5.
- Piccolo, M.C. y A. Mundiñano, 2004. Las situaciones sinópticas generadoras de lluvias en Marisol durante 2002. Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Actas de la V Jornadas nacionales de Geografía Física*: 167-174.
- Piccolo, M.C y Diez, P.G., 2008. Cold and heat impact on human comfort in the Bahía Blanca estuary harbours (Argentina). *Cuadernos de Investigación Geográfica* 34: 119-131.
- Pielke, R.A., 1974. A three-dimensional numerical model of the sea breezes over South Florida. *Monthly Weather Review. American Meteorological Society* 102(2):115-139.

- Pielke, R. A., 1975. Influence of the sea breeze on weather and man *Weather* 30(7):208-221.
- Pielke, R.A., 1981. An overview of our current understanding of the physical interactions between the sea- and- land-breeze and the coastal waters. *Ocean Management* 6:87-100.
- Pratolongo, P., G. Salinero y G.M.E. Perillo, 2007. Evolución de la línea de costa frente al balneario Pehuén Co, Pcia. de Buenos Aires, entre los años 1969 y 1996. (Póster).
- Quayle, R.G. y R.G. Steadman, 1999. The Steadman Wind Chill: an improvement over present scales. *Proceedings 11th Conference on Applied Climatology*, pp. 187-190.
- Reboratti, C., 1999. *Ambiente y Sociedad. Conceptos y relaciones*. Editorial Ariel, Buenos Aires, Argentina.
- Revollo Sarmiento, N. y M.A. Huamantínco Cisneros, 2011. “Implementación de un sistema de información geográfico en entornos open source: caso ciudad de Monte Hermoso”. (Inédito).
- Rey Benadero, F., 2001, Los conocimientos geográficos en la predicción de fenómenos meteorológicos de rango extraordinario. *Boletín de la A.G.E* 31:195-204.
- Ribas Vilàs, J., 1992. Planificación y gestión del paisaje rural. En M. De Bolós, *Manual de Ciencia del Paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones*. Ed.Masson. 249:262. Barcelona.
- Rivero, M. y V. Barros, 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 pp.
- Rivero, R., 1988. Arquitectura y clima. Ed. UNAM, 183 pp. (citado en Capelli de Steffens, A., Piccolo, M.C. y Campo de Ferreras, A.M. (2005). *Clima urbano de Bahía Blanca*. Buenos Aires, Dunker).
- Rizwan, A.M., Y.C.L Dennis y C. Liu, 2008. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *Journal of Environmental Sciences* 20:120-128.
- Ruggiero, P., G.M. Kaminsky, G. Gelfenbaum y B. Voigt, 2005. Seasonal to interannual morphodynamics along a high-energy dissipative littoral cell. *Journal of Coastal Research* 21 (3): 553-578.

- Rusticucci, M. y M. Barrucand, 2001. Climatología de temperaturas extremas en la Argentina. Consistencia de datos. Relación entre la temperatura media estacional y la ocurrencia de días extremos. *Meteorológica* 26 (1-2):65-79.
- Rusticucci, M. y B. Tencer, 2008. Observed changes in return values of annual temperature extremes over Argentina. *American Meteorological Society. Journal of Climate* 21:5455-5467.
- Salinas, F., 1982. *Estudio experimental del efecto de la isla calórica en la ciudad de Santiago*. Memoria para optar al título de Ing. Civil, Universidad de Chile, Santiago, 254 pp.
- Salio, P., C. Campetella, J. Ruiz, Y. García Skabar y M. Nicolini, 2006. Nevadas en el Sudeste Bonaerense: climatología sinóptica y un caso de estudio. *Meteorologica* 31:67-83.
- Seager, R., R. Murtugudde, N. Naik, A. Clement, N. Gordon and J. Miller, 2003. Air–Sea Interaction and the Seasonal Cycle of the Subtropical Anticyclones. *Journal of Climate* 16(12):1948–1966.
- Secretaría de Obras y Servicios Públicos, 1990. Normas de Zonificación y usos del suelo. Municipalidad de Monte Hermoso.
- Secretaría de Turismo Municipalidad de Monte Hermoso, 2009.
- Serra Pardo, J.C. 2007. Estudio de la isla de calor de la ciudad de Ibiza. *Investigaciones Geográficas* 44:55-73.
- Servicio de Hidrografía Naval Argentino, 2008. Tabla de Mareas. Publicación H-610:170-174. Tandil: Universidad. Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional. 2009. URL: <http://www.smn.gov.ar/>. Julio de 2009.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Brisa de Mar. *Boletín Informativo*, N° 33, Buenos Aires, (on line) <http://www.meteofa.mil.ar/blogs/?p=107&page=1> [10 de marzo de 2009].
- Servicio Meteorológico Nacional, 2008. El clima, el tiempo y la salud. Boletín Meteorológico N° 8. [En línea]. Disponible desde Internet en: <<http://www.meteofa.mil.ar/blogs/?p=142>>, Mayo de 2008.
- Servicio Meteorológico Nacional, 2008. Argentina.

- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Guía básica de Meteorología General. (on line), Perú, 2010, <http://www.senamhi.gob.pe/?p=1003> [10 de agosto de 2010]
- Servicio de Hidrografía Naval. 1998. Tablas de marea. Publicación H-160, 140-144.
- Short, A.S y A.C. Trembanis, 2004. Decadal scale patterns in beach oscillation and rotation Narrabeen Beach, Australia: Time series, PCA and Wavelet analysis. *Journal of Coastal Research* 20: 523-532.
- Sierra, M.E y S.P. Pérez, 2006. Tendencias del régimen de precipitación y el manejo sustentable de los agroecosistemas: estudio de un caso en el noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de Climatología* 6: 1-12.
- Snaider, P.P., 2004. Régimen de los vientos en la República Argentina. Distribución geográfica y condiciones estacionales de los vientos según su dirección, frecuencia y velocidad. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2004*: 4 p.
- Spalletti, L.A., 1979. Diferenciación textural de arenas de playa frontal, play distal y médano de la provincia de Buenos Aires en base a análisis estadísticos. *Revista Asociación Geológica Argentina* 2: 87-99.
- Stathopoulos, T., H. Wu, y J. Zacharias, 2004. Outdoor human comfort in a urban climate. *Building and Environment* 39:297-305.
- Vaquero, M. del C.y J.C. Pascale, 2003. La definición del perfil turístico a través de la aplicación de un modelo de planificación participativa Plan de Desarrollo Turístico del Partido de Monte Hermoso. "II Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense". Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, pp. 613-623.
- Vaquero, M. del C., J.C. Pascale, y P. Ercolani, 2004. Comunidad Municipio Universidad. Propuesta de desarrollo turístico. Estudio de caso: Municipio de Monte Hermoso. Aportes y Transferencias, año 8, Vol. 1:75-88. Universidad de Mar del Plata
- Vaquero M del Carmen, Rodriguez, C. y M. Trellini, 2006. El turismo residenciado en Monte Hermoso. Jornada del Sudoeste Bonaerense. Universidad Nacional del Sur. Bahia Blanca.
- Vaquero, M. del C., C. Rodríguez, y M. Trellini, 2007. El turismo residenciado en Monte Hermoso. En: *Ambiente natural, campo y ciudad, estrategias de uso y conservación en el sudoeste bonaerense: Actas de las IV Jornadas*

- interdisciplinarias del sudoeste bonaerense*. Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur, pp. 201-206.
- Varela, P.A., 1982. Un estudio de la brisa de mar en Monte Hermoso e Ingeniero White. *Revista Geofísica*. Instituto Panamericano de Geografía e Historia 17:73-85.
- Vergara, G., G. Casagrande, E. Sierra, S. Pérez y E. Brevedan, 2005. Comportamiento de las precipitaciones (1921/2000) en el este de la provincia de La Pampa (Argentina). *Rev. Fac. Agronomía- UNLPam* 1612:3-13.
- 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* 45:129-148.
- Viles, H.A: y A.S. Goudie, 2003. Interannual, decadal and multidecadal scale climatic variability and geomorphology. *Earth-Science Reviews* 61: 105-131.
- Visciarelli S. y S. Gallucci, 2005. Aproximación metodológica para la clasificación del espacio regional del Sudoeste Bonaerense, según el grado de especialización turística. *VII Jornadas Nacionales y I Simposio Internacional. Turismo, Investigación-Acción*, Bahía Blanca.
- Vogt, J.A., 2004. Urban Heat Islands: Hotter cities. [on line] <http://www.actionbioscience.org/environment/voogt.html> consultado el 16-12-2011.
- Winant, C.D.; D.L. Inman, y C.E. Nordstrom, 1975. Description of seasonal beach changes using empirical eigenfunctions. *Journal of Geophysical Research* 80(15):1979-1986.
- Watanabe, A., 1990. Observed Conditions of Heat and Cool Islands. *Japanese Progress in Climatology*: 62-68.
- Wright, L.D y A.D. Short, 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology* 56: 93-118.
- Wong, N.H. y C. Yu, 2005. Study of green areas and urban heat island in a tropical city. *Habitat International* 29:547-558.
- Yates, M.L., R.T. Guza, W.C. O'Reilly y R.J.Seymour, 2009. Seasonal persistence of a small southern California beach fill. *Coastal Engineering* 56:559-564.
- Yepes Piqueras, V., 1999. Las playas en la gestión sostenible del litoral. *Cuadernos de Turismo* 4: 89-110.

- Yoshikado, H. y H. Kondo, 1989. Inland penetration of the sea breeze over the suburban area of Tokio. *Boundary-Layer Meteorology* 48:389-407
- Yoshikado, H., 1990. Vertical structure of the sea breeze penetrating through a large urban complex. *Journal of Applied Meteorology* 29:878-891
- Zapperi, P., A. Casado, V. Gil y A. Campo, 2007a. Caracterización de las precipitaciones invernales en el Suroeste bonaerense. En: Ambiente natural, campo y ciudad: Estrategias de uso y conservación en el Sudoeste Bonaerense. Universidad Nacional del Sur: 63 – 68.
- Zapperi, P; M. Ramos, V. Gil, y A. Campo 2007b. *Caracterización de las precipitaciones estivales en el suroeste bonaerense. GAEA Contribuciones Científicas*: 483- 491.
- Zubillaga, J.V. y M.C. Piccolo, 1977/1978a. Características más importantes de las brisas de mar y de tierra en la zona del cabo San Antonio y alrededores. *Meteorológica VIII/IX*: 121-130.
- Zubillaga, J.V. y M.C. Piccolo, 1977/1978b. Climatología de las brisas de mar y de tierra en la zona del cabo San Antonio y alrededores. *Meteorológica VIII/IX*: 157-166.
- Zubillaga, J.V. y M.C.Piccolo, 1977/1978c, Una serie de observaciones de la brisa de mar en Pinamar y alrededores. *Meteorológica VIII/IX*: 227-236.

ANEXO



**ENCUESTA SOCIOTURISTICA DE LOS BALNEARIOS
PEHUEN CO Y MONTE HERMOSO**

Fecha: Hora: Lugar:.....

1- Sexo: Femenino Masculino

2- Edad: 14 a 18 19 a 24
25 a 34 35 a 44
45 a 54 55 a 64
Más de 65

3- Estado civil:

4- Nivel de educación: Primario Inc. Primario Comp.
Secundario Inc. Secundario Comp.
Terciario Inc. Terciario Comp.
Universitario Inc. Universitario Comp.
Posgrado Sin estudios

5- Ocupación: Empleado público Empleado privado
Independiente Ama de casa
Estudiante Desocupado
Jubilado Otros

6- Lugar de procedencia:.....

7- Tiempo de estadía: 1 día 2 a 9 días 10 a 19 días 20 a 30 días
Más de 30 días

8- Vino: Solo Familia Amigos Otros
¿Cuántos son?.....
Edades: 0 a 4 5 a 9 10 a 14
15 a 18 19 a 24 25 a 34
35 a 44 45 a 54 55 a 64
Más de 65

9- Medio de transporte: Vehículo part. Colectivo Combis Moto Otro

10-Tipo de alojamiento: Casa/Dpto part. Casa/Dpto alquiler
Casa Amigos/Familiares Camping
Hotel

11- ¿Cómo se enteró del balneario?:

- Comentario de amigos/familiares
- Medios de comunicación ¿cuál?.....
- Cercanía al lugar de residencia
- Otros ¿cuál?.....

12- ¿Por qué eligió este balneario?:.....
.....

13- ¿Cada cuánto viene?: 1º vez Todos los años (*)
Esporádicamente (*) Casi nunca

(*) ¿Observa cambios en la playa respecto a otros años?: No Sí ¿Cuáles?.....
.....

14- Horarios en que frecuenta la playa: 7-12 hs 12-17hs 17-22 hs Todo el día

15- ¿Qué actividades realiza en la playa?:.....
.....

16- ¿En condiciones de mal tiempo, ¿qué actividades realiza?:.....
.....

17- ¿Visitó otros sitios además de la playa?: No Sí ¿Cuáles?.....
.....

18- ¿Cómo calificaría el balneario? (1 a 10):.....

19- ¿Volvería la próxima temporada?: No Sí

20- ¿Volvería en otra época del año?: No Sí
¿Cuál? Fin de semana largo
Feriado
Semana Santa
Vacaciones de invierno
Fiesta de la Primavera
Otro.....

21- ¿Visitó otras playas en los últimos 5 años?: Sí ¿Cuáles?.....
No ¿Por qué?.....

22- ¿Visitó otro destino de la región ésta temporada?: No Sí ¿Cuál?.....
.....

Observaciones:

.....
.....
.....