



**TRABAJO FINAL INTEGRADOR PARA EL  
CURSO DE CAPACITACIÓN EN  
METEOROLOGÍA**

Estudio climatológico de la ocurrencia de  
nieblas en la Isla Marambio y zona marítima  
adyacente.

AUTOR: TFCPIN Federico Claus

TUTOR: CCCDEJ Álvaro Santiago Scardilli

ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

Noviembre 2018

## Resumen

En este trabajo se analizó la ocurrencia de nieblas que dificulten u obstaculicen la operación aérea en la Isla Marambio. Al encontrarse en una meseta relativamente baja, esta isla enfrenta la dificultad de una alta frecuencia de episodios de visibilidad reducida y niveles de nubosidad bajos. Esta combinación impide la operación con aeronaves. La isla se encuentra dentro del Golfo Erebus y Terror dentro del Sector Antártico Argentino. Su principal modo de abastecimiento es por medio aéreo (no posee playa ni puerto para descarga de material). Por estas razones, se decidió utilizar los últimos diez años (2008-2017) para analizar los datos de la estación meteorológica en la Isla Marambio. Se determinaron condiciones sinópticas que predispongan la ocurrencia de nieblas.

## Introducción

La Isla Marambio se encuentra ubicada en el Golfo Erebus y Terror, en 64°14'S, 56°38'W. La base antártica y la estación meteorológica están a 200 MSNM. El suelo se congela durante gran parte del año, excepto cuando las temperaturas o la radiación en el verano generan que la superficie se anegue. Tiene una pista orientada 05-23 de 1200 mts de longitud. Está operativa desde octubre de 1969. Las operaciones aéreas desde el continente las realizan los C-130 Hércules de la FAA, iniciando sus operaciones en Río Gallegos, a 1200km de distancia que el avión recorre en tres horas y media. Este es el único aeródromo en una base argentina que permite la operación de aeronaves de gran porte, como el C-130. Por tanto, es el nexo logístico con el sector antártico argentino durante todo el año. En la base también se encuentran aeronaves menores como el DHC-6 Twin Otter, B-212 Twin Huey y MI-171E, que sirven de enlace con otras bases antárticas. Durante el verano, los helicópteros de la Segunda Escuadrilla Aeronaval de Helicópteros de la Armada Argentina embarcan en el Rompehielos ARA "Almirante Irizar" y sirven de puente logístico entre el buque y la base. Las operaciones aéreas suelen estar afectadas por la ocurrencia de plafones bajos y falta de visibilidad por niebla. Según estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional, la frecuencia de ocurrencia de nieblas es mayor al 50%.

La niebla es un hidrometeoro que ocurre cuando el aire alcanza el punto de saturación y se condensan gotas de agua que quedan en suspensión. En otras palabras, la presión de vapor de agua  $e$  a la temperatura  $T$ , el punto de rocío debe satisfacer que

$$e_{sw}(T_{dew})=e$$

donde  $T_{dew}$  es la temperatura de rocío o punto de rocío. Notar que el proceso se produce a presión constante, por lo cual muchas veces se lo denomina proceso de enfriamiento isobárico.

La neblina es un fenómeno que ocurre por un proceso similar. La diferencia radica en que con niebla la visibilidad es menor a 1km, mientras que con la neblina es mayor a 1km.

Hay varias causas por las cuales puede producirse la niebla. Si bien la reducción de visibilidad termina siendo el resultado final, hay varios procesos que pueden llevar a lo mismo, dependiendo fundamentalmente del viento, la humedad y la cobertura nubosa, entre otras variables meteorológicas que resultan determinantes.

No hay trabajos científicos que sean específicos en climatología sinóptica de la zona de los alrededores de Marambio. En la región antártica, Zubillaga (1972) dio los primeros pasos para realizar una climatología sinóptica, basado en los datos disponibles de las bases que funcionaban en ese momento, con pocos años de datos. En Turner y Pendlebury (2004) se trata con más amplitud la climatología y los eventos sinópticos de la Antártida. En el caso de Marambio, los autores destacan que, al estar al este de la Península Antártica, predomina el viento del sector sur, dado que la orografía y las barreras de hielo canalizan el viento de este sector. Con frecuencia, las depresiones que transitan el pasaje de Drake de oeste a este generan rotaciones del viento al sector norte. Este incesante pasaje de sistema causa que el cielo esté cubierto el 70% del tiempo. Las mejoras en condiciones de nubosidad se dan con la presencia de

anticiclones ubicados sobre el norte de la Península o el sur y centro del Pasaje de Drake, así como cuando ingresa una masa de aire fría y seca desde el sur del continente. Los autores remarcan que toda esta región sufre episodios de niebla, debido al ingreso de masas de aire levemente más cálidas y húmedas desde el norte. Sobre Marambio especifican que la niebla es frecuente cuando la estación queda al sudoeste de una depresión. Las precipitaciones del área alrededor de la isla son menores que en el oeste de la Península, dado el efecto de “sombra orográfica” causado por el relieve. Sin embargo, con circulación noreste el transporte de humedad es suficiente para generar precipitaciones. Mayormente son en forma de nieve, aunque en verano también pueden darse lluvias. La formación de bajas presiones a sotavento de la orografía es un factor importante para las precipitaciones de la zona Marambio. Las temperaturas de esta zona son las más bajas del norte de la Península Antártica.

Las observaciones meteorológicas realizadas en las estaciones meteorológicas siguen la norma de OMM FM-12 SYNOP. En ella, hay una parte del código en la que el observador reporta los fenómenos meteorológicos en el momento de observación y los de las horas precedentes. También se codifica el total de cobertura nubosa en octavos, así como su altura y tipo.

Algunas de las referencias que se tomaron para este trabajo son:

Baars et al(2003): a partir de observaciones con niebla en las cercanías de Los Ángeles (EEUU), definen cuatro tipos de niebla, separando por los procesos que las causan a partir de los datos meteorológicos de las horas previas a su ocurrencia. Definen frecuencia de cada tipo de niebla y una rosa de los vientos asociada a cada uno.

Tardif y Rasmussen (2007): identifican y clasifican eventos de niebla, separando por tipos que reflejen el mecanismo responsable de formarla en los alrededores de la ciudad de Nueva York (EEUU). Estudian su intensidad y duración. Observan variabilidad según ambientes y distancia a la costa y mayor frecuencia de niebla por descenso del nivel de base de la nubosidad en invierno y

primavera. Encuentran que la duración y la intensidad están asociados al tipo de niebla. La niebla densa por precipitación es menos frecuente que las que se producen por advección o radiación. En cambio, el caso por precipitación es más duradero, seguido por descenso de la base nubosa, advección, radiación y las de evaporación. La disipación del meteoro se daba mayormente unas horas después del amanecer con el aumento de temperatura, mientras que los casos debidos a precipitación podían ser en cualquier momento del día.

Lazzara (2005): probablemente el único trabajo en el continente antártico. Definió un día con niebla al día que informe al menos una observación con este fenómeno. Analizó la cantidad de días por mes con niebla en toda su serie de tiempo. Luego, analizó la frecuencia mensual, encontrando un pico en verano y otro en invierno. Encontró alta correlación entre una dirección de viento en particular y la ocurrencia de niebla. Observaciones reportando niebla coincidían con presencia de nubosidad, juzgando así que era dificultoso utilizar información satelital para realizar un trabajo similar.

El objetivo de este trabajo es realizar una climatología sinóptica de las nieblas de verano en la Isla Marambio. Dado que estas son un importante impedimento en las operaciones aéreas, que responden a múltiples factores que la provocan y son difíciles de pronosticar, se buscarán predictores que permitan anticipar la ocurrencia de este fenómeno. Para ello se utilizarán 10 años de datos horarios de la estación meteorológica que se encuentra allí. Se tomarán las variables observadas y se buscarán patrones sinópticos que propicien el desarrollo de niebla, los que promuevan su disipación y se estudiará su duración y la persistencia del fenómeno.

## Resultados

### Análisis estadístico

Los diez años se separaron en cuatro trimestres, comprendidos por los meses de verano (diciembre, enero y febrero), otoño (marzo, abril y mayo), invierno (junio, julio, agosto) y primavera (septiembre, octubre y noviembre) para analizar la ocurrencia y variabilidad estacional de los diversos fenómenos que dificultan las operaciones en esta base antártica. En este trabajo se tomó el trimestre de

verano dado que es más frecuente la presencia de aeronaves y buques en la zona de la Base Marambio en esta época del año.

En el trimestre de verano, en diez años se totalizaron 21369 observaciones. De ellas, se sintetizan algunas estadísticas en la Tabla I. El mayor porcentaje de factores que impedirían operaciones aéreas corresponden a casos de cobertura nubosa con altura inferior a los 200 metros. La visibilidad en un tercio del tiempo se vio reducida a menos de 1000 metros. La conjunción de los dos factores se dio en aproximadamente la misma cantidad de tiempo (32,62% versus 30,44%). En los casos de visibilidad reducida, del total de observaciones solo un 16,53% del total corresponden a niebla, pero eso significa que la mitad (50,76%) de las reducciones de visibilidad son causadas por niebla. El siguiente factor de peso que disminuye la visibilidad fueron las precipitaciones (lluvia, llovizna, nieve). Estas son el 12,64% del total de observaciones del trimestre, pero equivalen a un 38,75% del total de los casos con visibilidad menor a 1000 metros. La ventisca, tanto alta como baja, solo representa el 2,7% del total y un 8,39% de los casos con visibilidad reducida. Como veremos luego, la característica de este fenómeno significativo es su persistencia.

Precipitaciones	Visibilidad =<1000mts	Plafond=<200mts	Visibilidad=<1000mts y Plafond=<200mts	Visibilidad=<1000mts por niebla	Visibilidad=<1000mts por ventisca	Visibilidad=<1000mts por precipitaciones
19,44%	32,62%	48,81%	30,44%	16,53%	2,74%	12,64%

Tabla I: estadística con respecto al total de observaciones del trimestre DJF.

Los veranos 2009/10 y 2016/17 fueron los que tuvieron la mayor incidencia de observaciones con visibilidad reducida. Esos años tuvieron el 39,17% y 41,94%, respectivamente, de las observaciones con visibilidad menor o igual a 1000mts. Más atrás quedó 2012/13, con el 38% de las observaciones.

La distribución a lo largo del día (figura 1) muestra una tendencia a que los fenómenos asociados a reducción de visibilidad se distribuyan a lo largo de todo el día, siendo más frecuentes entre la medianoche y las 10 HOA. El resto del día las observaciones, del 15 a 20% de ellas caen dentro del criterio. Debe ser tenido en cuenta que en enero el sol está bajo el horizonte entre 4 y 6 horas, mientras que en febrero está entre 6 y 9 horas, por lo cual el período de enfriamiento nocturno es más largo.

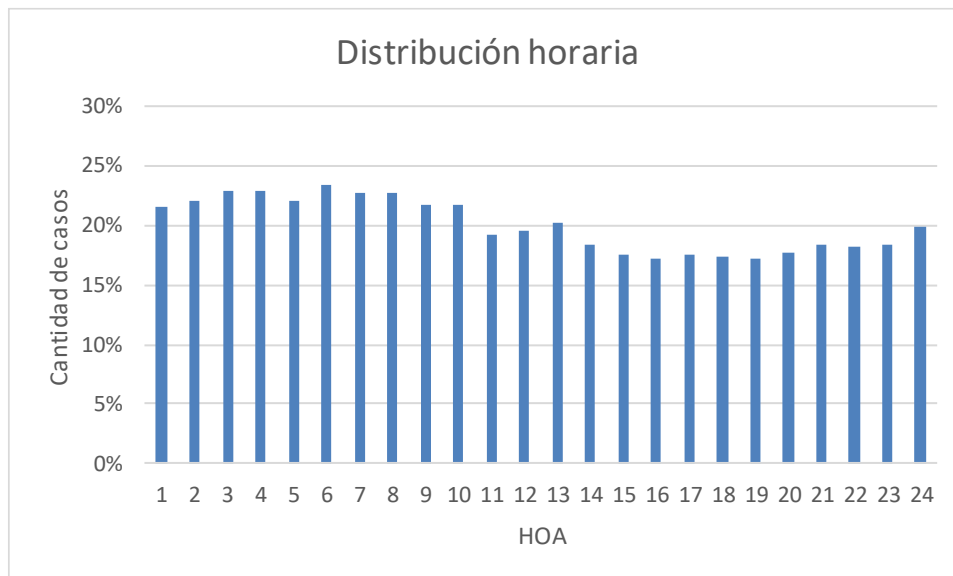


Figura 1: porcentaje sobre el total de observaciones para cada hora en que la visibilidad es menor o igual a 1000mts.

Al analizar únicamente el reporte de niebla, se ve que este efecto es más marcado aún (figura 2) hacia las horas de menor irradiación y que se extiende hasta horas cercanas al mediodía.

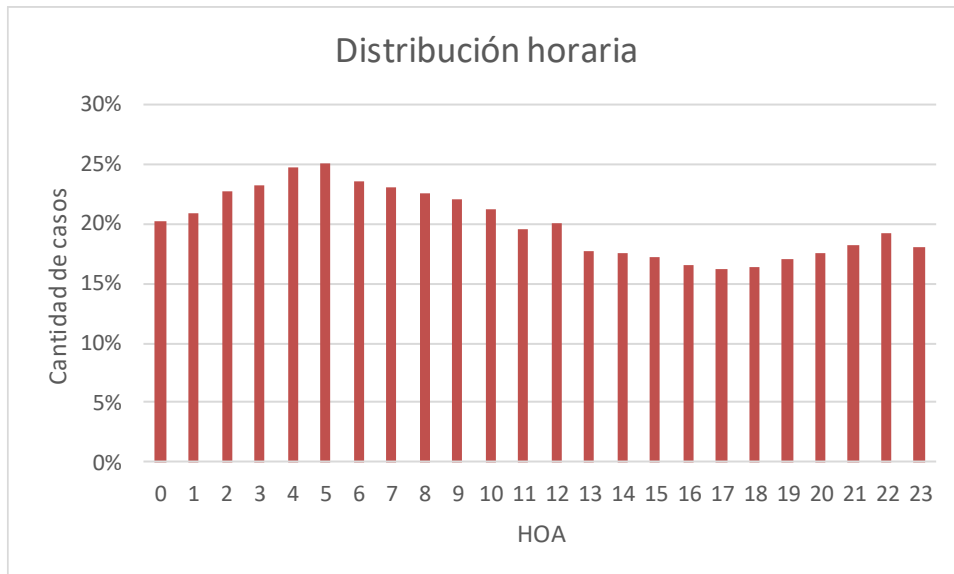


Figura 2: porcentaje sobre el total de observaciones para cada hora en que se reportó niebla.

Al tomar las rosas de viento estadísticas del período (figura 3), el primer detalle a resaltar es que en los casos de visibilidad reducida a menos de 1000mts por cualquier factor o solamente por reporte de niebla, domina la componente Sur con la mayor frecuencia de casos detectados. En el caso de niebla, el porcentaje de calmas es mayor que en el otro. En el caso de niebla, se ve que los casos con viento Norte (NW a NE) son más frecuentes, pero estos se reducen en el caso de visibilidad menor a 1km, dejando lugar a una mayor ocurrencia de componente S y SW. Además, en este último caso, los SW son con una alta frecuencia de intensidad mayores a muy fuertes. En el caso niebla, el viento S tiene un gran porcentaje de observaciones con intensidad altas (mayores que muy fuertes).



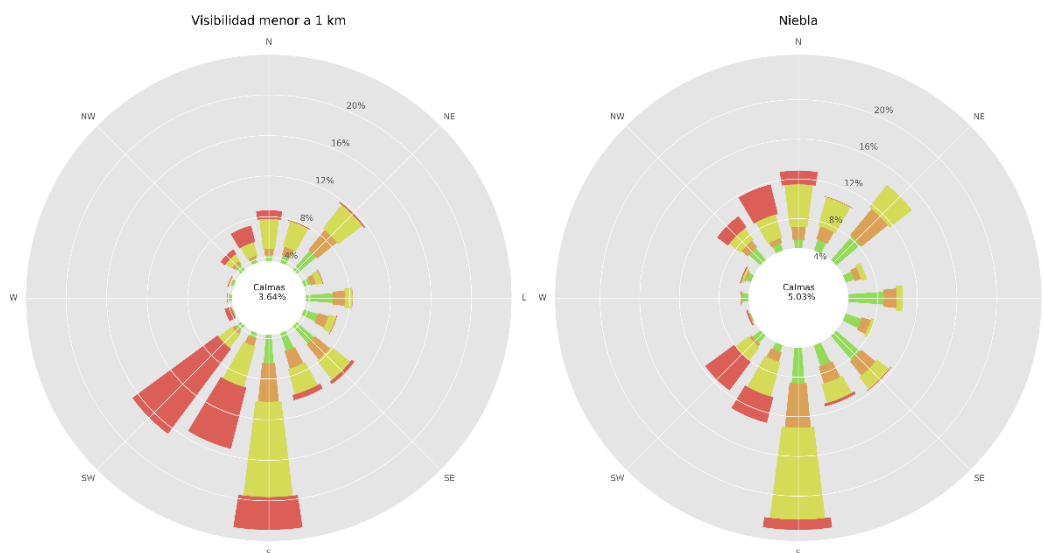


Figura 3: rosa de vientos de los casos de visibilidad reducida a 1000 mts (izquierda) y niebla (derecha).

En el análisis interanual, se tomaron las campañas como una continuidad agrupando los diciembres de un año con los meses de enero y febrero del siguiente. En la tabla 2 se ven los resultados. Quedaron aislados los meses de enero y febrero 2008 y diciembre de 2017.

	Vis<1km	Niebla
08	30,12%	23,80%
08/09	26,86%	18,34%
09/10	39,17%	22,13%
10/11	35,90%	22,60%
11/12	23,03%	13,97%
12/13	38,38%	17,36%
13/14	28,75%	19,26%
14/15	31,81%	18,94%
15/16	28,80%	20,10%
16/17	41,94%	27,22%
17	36,29%	14,52%

Tabla 2: porcentaje de observaciones con visibilidad menor a 1km y con niebla

Respecto a los años con niebla se pueden resaltar dos casos: bimestre JF 2008 y trimestre DJF 2016/17.

\*JF 2008: en enero tuvo 20 días con niebla y en febrero 14 días. En este período se destaca un período de 26 horas continuas de niebla en la base, mientras la media de la duración de los eventos es de 5 horas.

\*DJF2016/17, el 27,22% de las observaciones fueron con nieblas. En diciembre 2016, 18 días tuvieron reportes de niebla, siendo el episodio más largo de 30 horas seguidas entre el 19 y el 21 de diciembre. En enero 2017, se totalizaron 23 días con niebla, con un período continuo de 35 horas de niebla que, si se lo suma a un período anterior de 9 horas y una breve interrupción de 3 horas, llegaría a 44 horas continuas de niebla. En febrero 2017, se alcanzaron también 18 días con niebla, y en el análisis se encontraron casos de 32 horas y dos de 29 horas continuas de niebla. En un episodio de 29 horas, el del 21/22 de febrero, si no se cuenta una hora sin niebla, el episodio llegaría a 34 horas. El otro episodio, el del 12/13 de febrero, si se saltean 3 o 4 horas sin niebla llega a extenderse a 48 horas de visibilidad reducida por niebla.

Al analizar los casos con visibilidad reducida a menos de 1000 metros, se tomaron cinco casos con alto porcentaje de días afectados. Se analizarán los veranos 09/10, 10/11, 12/13, 16/17 y diciembre de 2017.

\*DJF 2009/10: se registraron 54 días con alguna observación con visibilidad inferior a 1000mt. Entre los eventos más destacados por su duración, se destacan 44 horas con visibilidad reducida, debida a 30 horas de nevada continua y luego niebla entre 25 y 27 de diciembre; el evento del 1 al 3 de febrero, con 54 horas continuas de las cuales 30 fueron con nevadas y caída de nieve granulada y el resto con niebla. De este último, si se cuenta el período consecutivo, llegaría a sumar 24 horas adicionales con nieblas y nevadas.

\*DJF 2010/11: se registraron 57 días con alguna observación con visibilidad inferior a 1000mt. Entre los eventos más destacados por su duración se destacan el del 25 al 28 de diciembre de 2010, con 63 horas ininterrumpidas de visibilidad reducida de las cuales 22 horas es por nevada y 41 horas con niebla. Le sigue

el caso del 30 y 31 de enero de 2011 con 38 horas, divididas primero en 21 horas de niebla y luego nieve.

\*DJF 2012/13: se registraron 57 días con alguna observación con visibilidad reducida a menos de 1km. Se encontraron tres casos extensos, dos 81 horas de duración cada uno y uno de 58 horas. Entre el 03 y el 06 de diciembre de 2012 hubo 6 horas de nieve, seguidas de 71 de ventisca y luego 4 horas más de nevadas, totalizando 81 horas. Entre el 06 y el 09 de enero de 2013 también las condiciones fueran adversas, con 81 horas de duración, distribuidas como 42 horas de nevadas y niebla, luego 4 de niebla, 5 de ventisca, 8 de nieve y finalizó con 25 horas de ventisca. Entre 20 y 22 de enero de 2013 se dio un caso de 58 horas, primero 36 horas de niebla, 5 horas de nevada y 17 horas más de niebla.

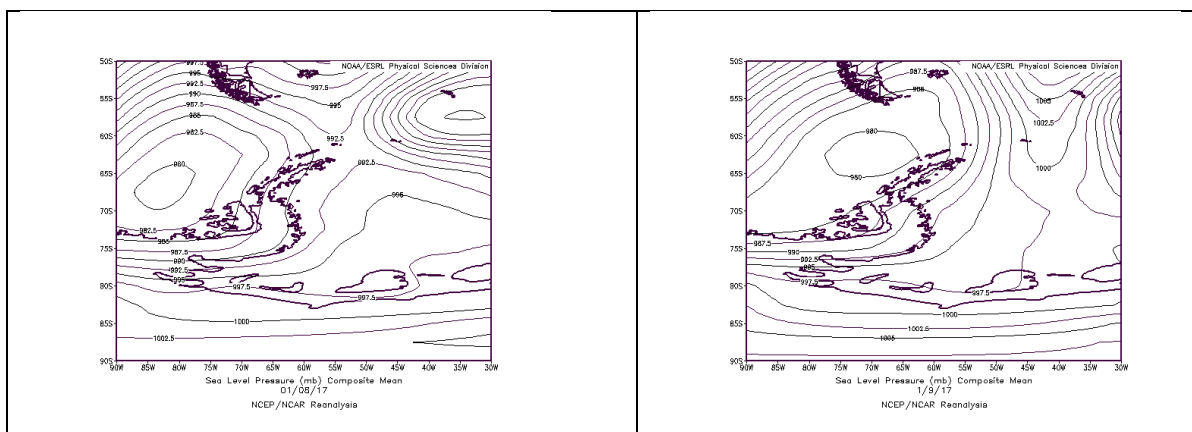
\*DJF 2016/17: 55 días con alguna observación con visibilidad reducida. Hubo un período extenso de 60 horas con muy breves interrupciones entre el 16 y el 19 de diciembre de 2016, divididas en 33 horas de nieve y 27 horas de niebla, casi continuas en cada caso. Posteriormente, ese mismo mes, entre el 19 y el 21 siguieron 48 de visibilidad reducida, compuestos por 2 de nevadas y 46 de niebla. El evento más extenso corresponde a este trimestre. Entre el 8 y el 12 de enero de 2017 hubo 85 horas de visibilidad muy baja. Fueron 63 horas de nevadas, 10 de niebla y 12 de ventisca.

\*Diciembre de 2017: 23 días con alguna observación con visibilidad reducida. Ninguno de los eventos fue mayor a un día. Entre el 16 y 17 de diciembre hubo un episodio de 22 horas nevando. Entre el 22 y 23 hubo un caso 19 horas, separado en 14 horas de nevada y 5 de niebla a posteriori de la nieve.

#### Situaciones sinópticas

En primer lugar, se tomará el caso del período más extenso registrado en este estudio, de 85 horas continuas con visibilidad reducida. Transcurrió entre el 8 y el 12 de enero de 2017 (figura 4). Entre el 8 y el 9 se desplazó una depresión inferior a 980hPa hacia el norte de la Península Antártica. En Marambio, el 8 se alejaba hacia el este un collado. El viento ese día fue predominante del 340 con intensidades de fuertes a temporal fuerte. Las primeras nevadas llegaron entre las 19 y 20hrs. Posteriormente, entre las 21 y la 1 del 9 de enero se reportó niebla. Posteriormente, se reanudaron las nevadas y persistieron hasta las 16

del 11 de enero. El viento desde la medianoche hasta las 18hrs se mantuvo entre el 020 y el 110, intensidades en la madrugada de regulares a fuertes. En la mañana y la tarde disminuyeron a leves o regulares. Entre las 19 y 20 el viento fue calmo, con nevadas. A las 21 el viento rotó componente sur, intensidad de regulares. La presión durante todo este día cayó desde los 965 a 958hPa, producto de que la depresión comenzó a profundizarse y cruzar por el norte de la Península. El 10 de enero las direcciones fueron entre 180 y 230, intensidades desde muy fuertes en la madrugada a temporal muy fuerte y tempestad durante la noche. La presión siguió descendiendo, alcanzando su mínimo de 949,8hPa. Coincidió con las intensidades más altas del viento. El 11 por la madrugada y primeras horas de la mañana el viento fue de temporal y temporal muy fuerte. Hasta las 16, siguieron las nevadas. El viento llegó a 65-70 nudos. A partir de las 17, el fenómeno significativo fue ventisca baja y alta. La presión fue en leve aumento durante la madrugada y la mañana, mientras que a partir del mediodía empezó a aumentar rápidamente. El 12 de enero la depresión se ubicaba sobre las Islas Orcadas. La visibilidad siguió reducida hasta las 7, con ventisca y niebla. El viento se mantuvo del 180 y 200 con intensidades de temporal muy fuerte y tempestad. En horas posteriores el viento siguió del 200 y 230 a 50-70 nudos, con ventisca pero visibilidad de 2 a 6km.



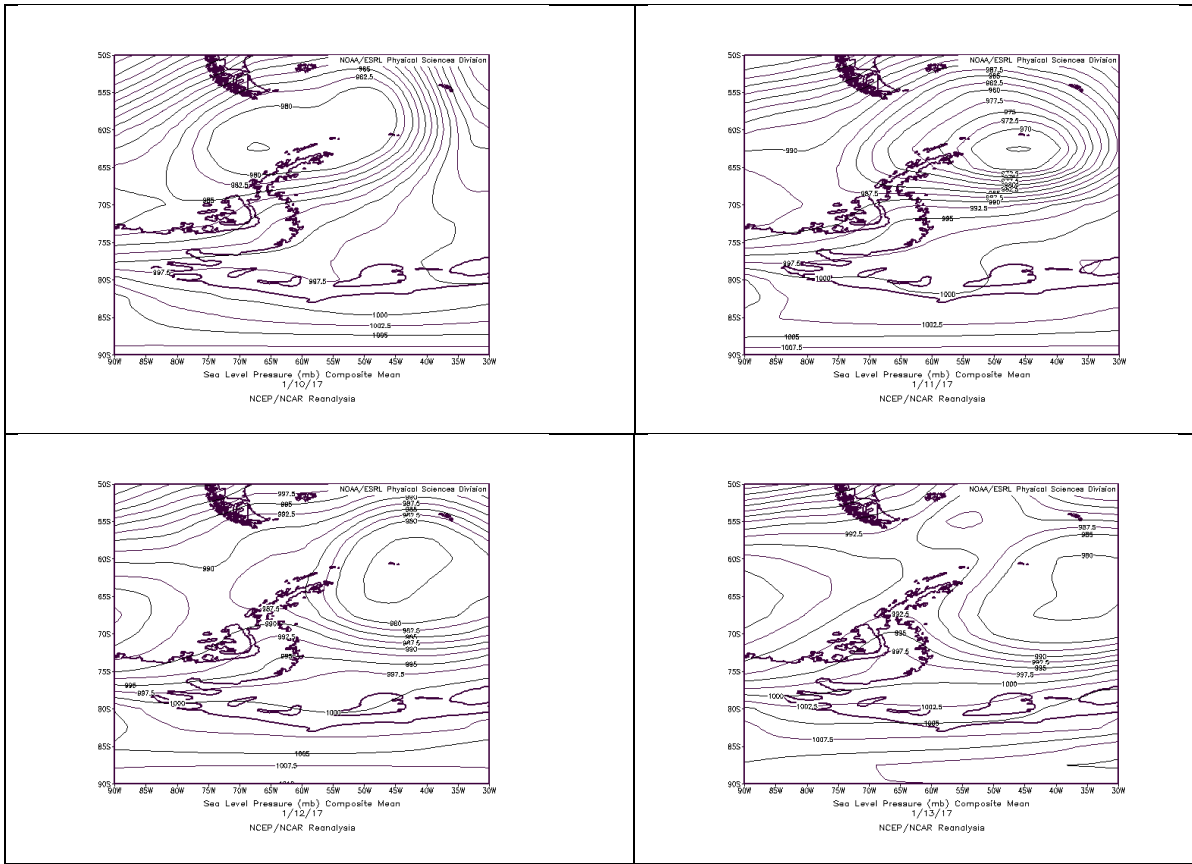
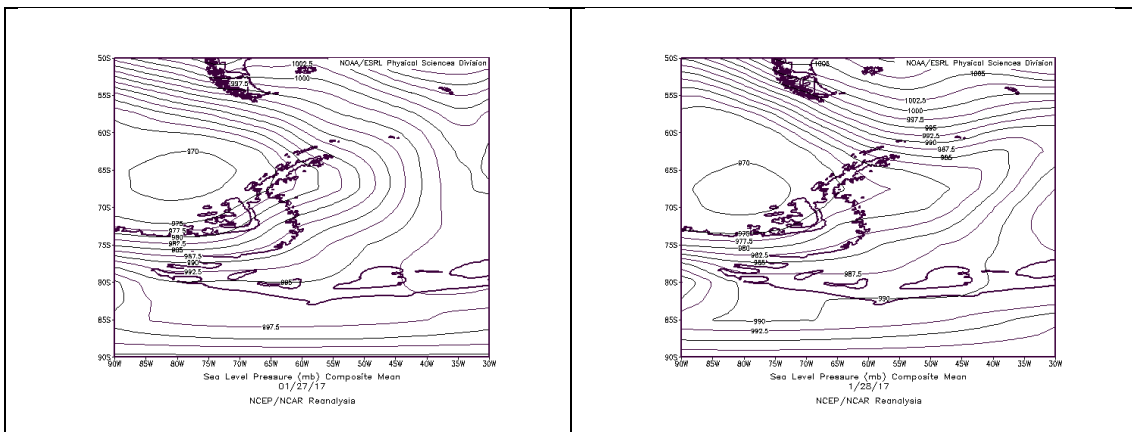


Figura 4: presión media a nivel del mar de la situación del 8-12 de enero de 2017(fuente: NCEP Reanalysis 2).

El 2017 fue prolífico en situaciones meteorológicas de visibilidad reducida. Se pueden mencionar en las situaciones del 27 y 28 de enero, 12 y 13 de febrero y 21 y 22 de febrero de 2017 (figura 5).



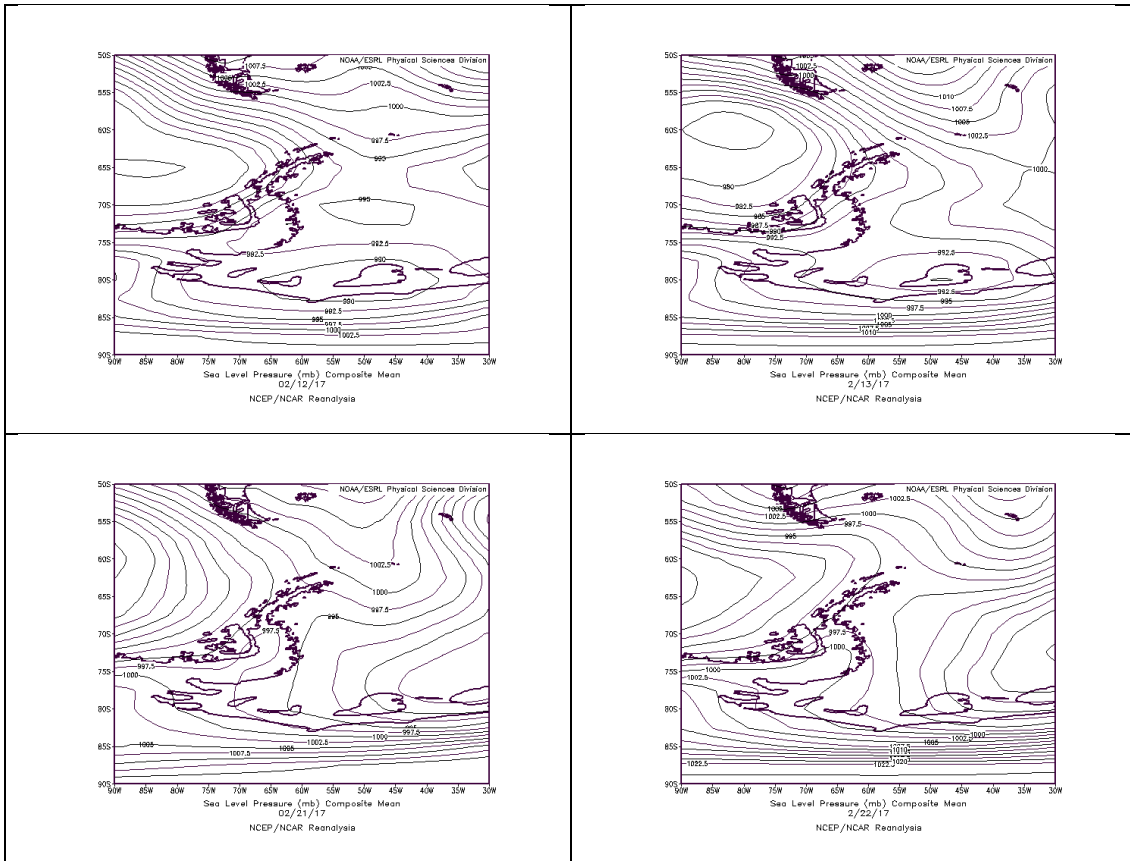


Figura 5: situaciones sinópticas de enero y febrero de 2017(fuente: NCEP Reanalysis 2).

La situación del 27 y 28 de enero de 2017 se remarca por ser de 27 horas continua con nieblas. En el mar de Bellingshausen se ubicaba una depresión, que extendía una vaguada sobre el oeste del mar de Weddell, al sur de la base Marambio. Los datos meteorológicos indican que, en la madrugada del 27, el viento se mantuvo del 320 con intensidades de regular a temporal. Momentáneamente, en las primeras horas de la mañana el viento rotó al sector este, suaves y leves. Dado que glaciológicamente la isla estaba rodeada por campo de hielo y espacios de agua, la rotación no fue suficiente para mejorar la visibilidad. Por la tarde se mantuvo el viento del 340/320 sin mejoras y una momentánea rotación al sur durante 6 horas empeoró la condición de visibilidad, llevándola a 0m. Las mejoras llegaron cuando sopló el viento NE y W alrededor de las 0400 y se registró un aumento abrupto de temperatura y 6 horas después del mínimo de presión observado.

La situación meteorológica del 12 y 13 de febrero de 2017 es similar, pero la depresión al oeste se encuentra ligeramente más al norte. La visibilidad disminuyó luego de unas ligeras neblinas el día anterior. A las 07 del 12 de febrero, con viento del este moderado, se cerró completamente la visibilidad y se mantuvo así hasta las 21 del 13 de febrero, con algunas lloviznas, lluvias y nevadas el 13. La presión el 12 fue en disminución hasta las 14 del 12, luego empezó a aumentar lentamente hasta las 3 del 13, cuando empezó a disminuir, primero muy lentamente y 6 horas después mucho más rápido. El viento osciló su dirección sin mostrar que hubiera mejora alguna. Como se dijo antes, empezó siendo del E, luego rotó a NW y N, pero luego entre las 17 y la 01 se mantuvo del S, las intensidades entre moderados y regulares. Le siguió un período de calma, 10 horas, sólo interrumpidos por 4 horas de SE suaves. A las 12 del 13 de febrero el viento inicia a soplar del NW y N entre moderados y regulares, con un salto en la temperatura de 4 grados en ese período. El 13 a las 18 el viento rota al 230 y aumenta de intensidad hasta muy fuertes y temporal, y la niebla deja lugar a lluvia primero y luego nevadas cuando la temperatura cayó. Siguió las nevadas, pero la visibilidad mejoró a 2-6km.

Entre el 21 y 22 de febrero se dio un episodio de 37 horas de visibilidad menor a 1km, que sumarían 40 horas si se cuenta una breve mejoría de 3 horas. La situación difiere de las anteriores por corresponder a una situación posterior a un collado. La presión en ese período fue estacionaria o leve ascenso. El comienzo fue a las 05 del 21 con viento del 320 leves a moderados y luego calma. A partir de las 10 el viento rotó al sur, con período de dirección variable, oscilando entre el 320, 050 y 110 e intensidades leves a regulares. A la medianoche del 22 se estableció marcado del 180 o 200 e intensidad de muy fuertes a temporal. Entre las 15 y 17 hubo un período breve de mejoría, pero las condiciones se mantuvieron hasta las 20. En las horas siguientes el viento disminuyó su intensidad y en las primeras horas del 23 el viento rotó al 320, dando neblina y niebla en bancos, pero la visibilidad fue superior a 5km.

Probablemente la característica más llamativa de este trimestre fue la preponderancia de valores negativos de la Oscilación Antártica (AAO). Este modo de variabilidad vincula el campo de presión en latitudes medias con latitudes altas. Un caso de AAO positiva corresponde a anomalías de presión a nivel medio del mar negativas en altas latitudes y anomalías de presión positivas en latitudes medias. Por el contrario, AAO negativas dan anomalías positivas de presión a nivel medio del mar en altas latitudes y negativas en latitudes medias (Sen Gupta y England, 2006).

La AAO tuvo valores negativos durante el verano 2017/18, siendo enero el más negativo de los tres (-0,98). Dado que la AAO involucra grandes sectores de latitudes medias y altas, se buscó el detalle de las anomalías de presión a nivel del mar en cada mes. En la figura 6 se puede ver el detalle de enero y febrero 2017. En el primer mes del año, predominó una anomalía ciclónica, lo cual puede haber favorecido la ocurrencia de eventos de visibilidad reducida. En febrero, aunque la anomalía fuera anticiclónica, se ve en el norte de la Península Antártica un eje de presiones más bajas.

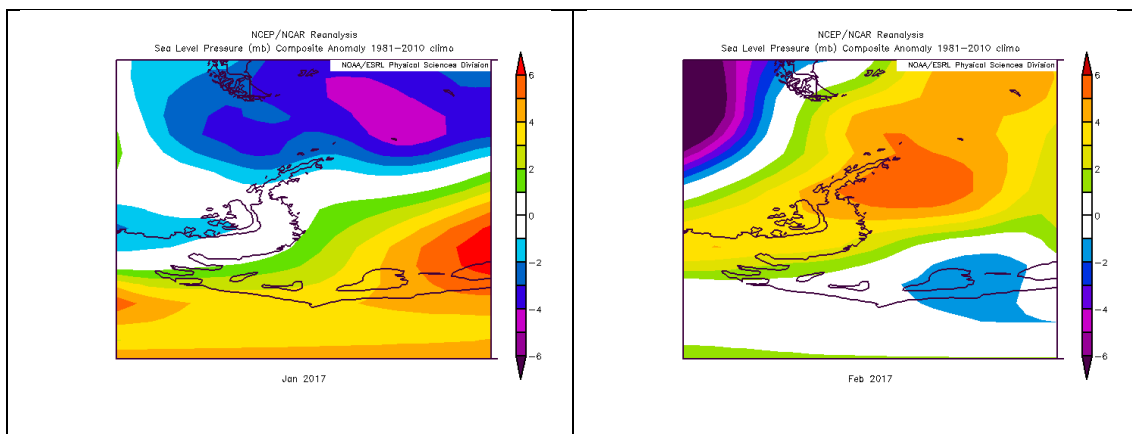


Figura 6: anomalías de presión a nivel del mar de enero y febrero de 2017  
(fuente: NCEP Reanalysis 2)

Enero y febrero de 2010 también tuvieron valores negativos de AAO e importantes. De ese bimestre el caso más importante tuvo lugar entre el 24 de febrero a las 04 hasta el 26 a las 09 (figura 7). El inicio de la situación fue con vientos regulares del 340 que rotaron al 020 y 050 hasta el mediodía. El entorno sinóptico tenía un eje de bajas presiones al oeste de la Península Antártica. Entre



el mediodía y la tarde el viento rotó al 180 y la intensidad saltó hasta muy fuertes a temporal. En las horas que ocurrió la rotación del este al sur hubo algunas nevadas. La intensidad decreció durante la madrugada del 25 a regulares y fuertes y en las primeras horas de la mañana llegaron a haber períodos de calma. Probablemente se deba a la ciclogénesis que estaba en curso al noreste de nuestro punto de interés. Esto se confirma con la rotación del viento al NW y al N, con intensidad de regulares. En la noche también se registraron períodos de NE. En la madrugada del 26, con el desplazamiento al oeste de la depresión y el avance de otro sistema desde el oeste, el viento se afirmó del 340, fuertes y muy fuertes, con nevadas hasta la mañana. A partir de media mañana el viento rotó al 230, entre muy fuerte y temporal fuerte, lo que generó mejoras temporarias y ventisca.

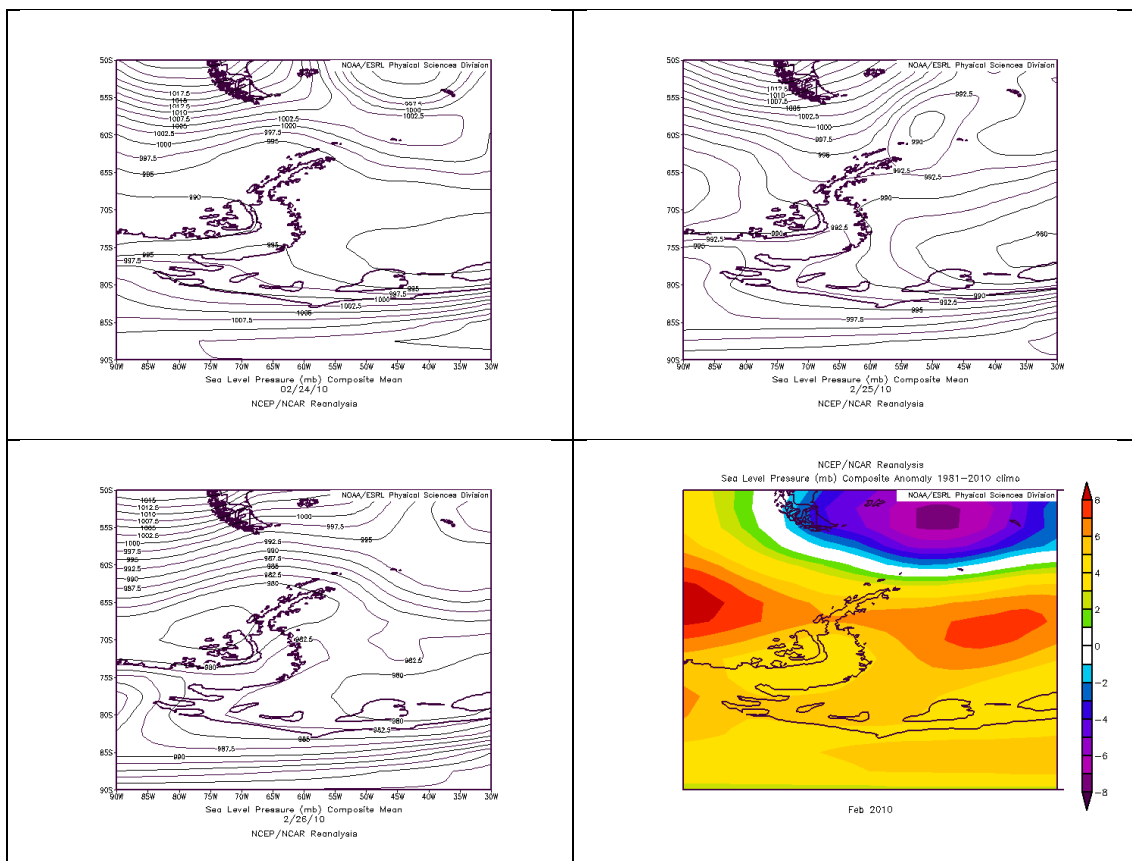


Figura 7: situación sinóptica del 24-26 febrero de 2010 (fuente: NCEP Reanalysis 2).

Las anomalías de presión a nivel del mar de febrero muestran una anomalía positiva al este de la base y una negativa al norte. Esta circulación puede

predisponer una menor frecuencia de viento del oeste e ingreso de aire húmedo. Esto también puede ocasionar que el hielo marino en vez de derivar hacia fuera del mar de Weddell conducido por el giro del Weddell, permanezca en el oeste, justo donde se ubica la isla Marambio, debido al debilitamiento del viento y la corriente. Esto se puede ver en la figura 8, donde se ve la extensión de la cobertura de hielo en celeste y la nubosidad en blanco. La misma ese año se extendió anómalamente durante el mes de febrero.

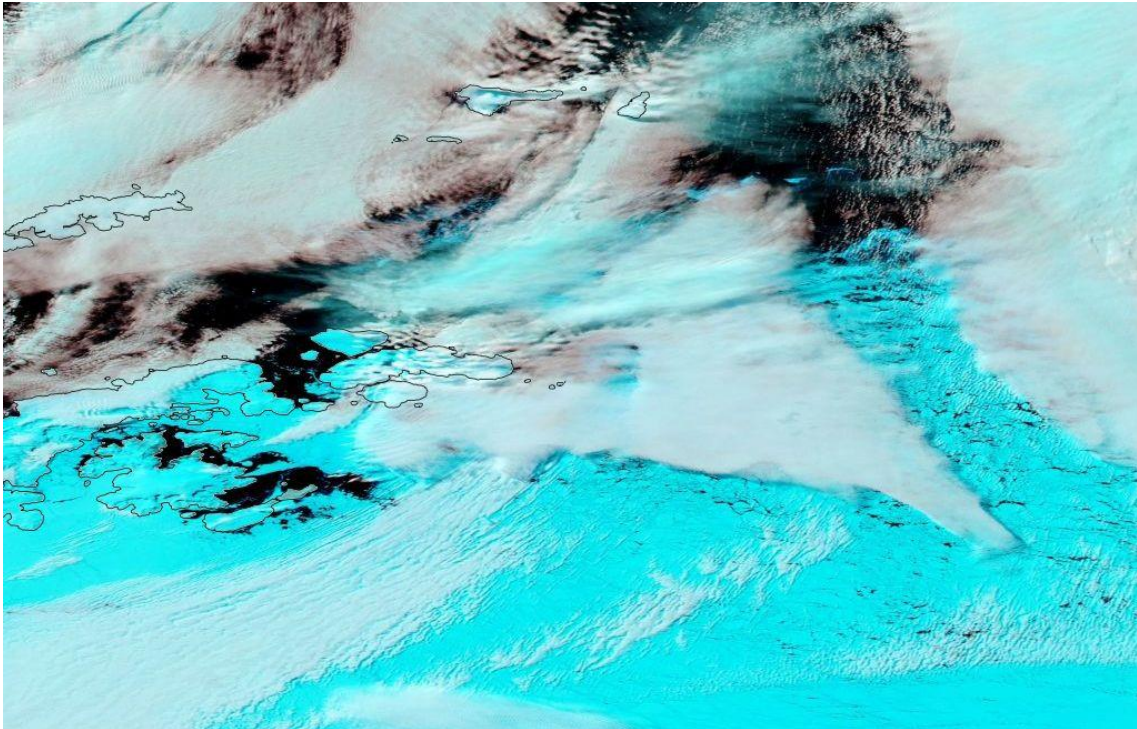


Figura 8: imagen satelital Aqua-MODIS del 01 de marzo de 2010.

En casos con AAO positiva y alta, como 2008/09, se registraron 53 días con visibilidad reducida, menor a 1km. El evento más largo fue relativamente corto, solamente 28 horas. En este caso dominaron las anomalías de presión negativas sobre el centro de la Península Antártica. La circulación favoreció que haya eventos menos extensos de visibilidad reducida y también menor extensión del campo de hielo al norte (figura 9).

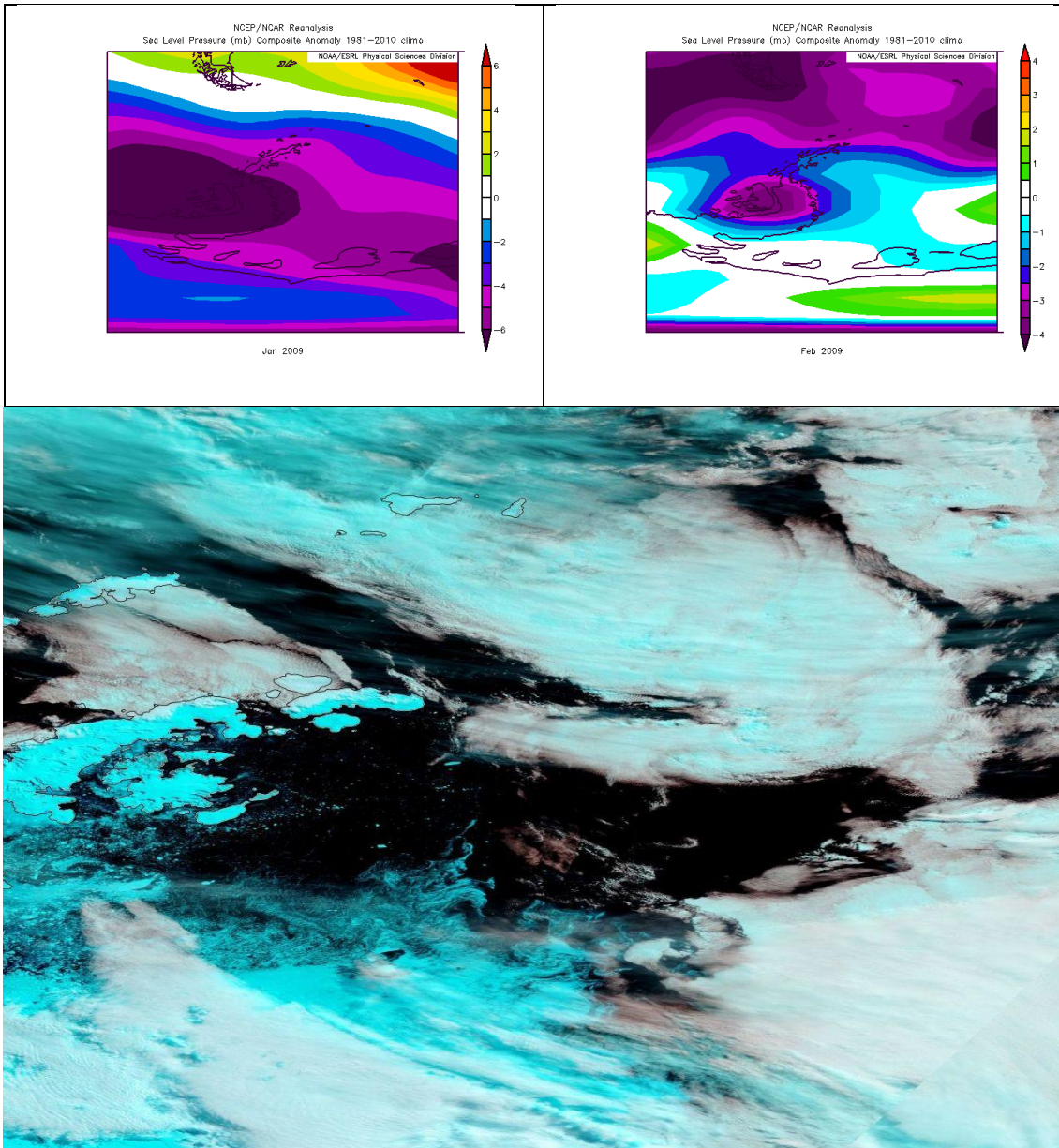


Figura 9: imágenes superiores: anomalías de presión a nivel del mar para enero y febrero de 2009 (fuente: NCEP Reanalysis 2). Imagen inferior: Aqua-MODIS del 01 de marzo de 2009.

### Conclusiones

Se hizo evidente la alta incidencia de los fenómenos meteorológicos en la operatividad del aeródromo en la base Marambio. Se efectuó un análisis estadístico de los meses de verano y el 17% de las observaciones la visibilidad es reducida por nieblas, mientras que el 33% es por otras razones, incluida la niebla. O sea, la niebla solamente en la mitad de los casos es la culpable. El plafond es un factor limitante en el 49% de las observaciones, lo cual será

estudiado en un trabajo posterior. Se encontró que, si bien las reducciones de visibilidad se distribuyen a lo largo de todo el día, hay una predisposición a las horas matinales y de la mañana para su ocurrencia. Esto es más notable para el caso de la niebla. Las rosas de los vientos de los casos de visibilidad reducida y niebla se distinguen por una mayor frecuencia de viento con componente N, NE y NW en el segundo caso y más componente SW en el primer caso. En el análisis de frecuencia, bimestre JF 2008 y trimestre DJF 2016/17 se destacaron por ser los que tuvieron más frecuencia de nieblas. Los veranos 09/10, 10/11, 12/13, 16/17 y diciembre de 2017 fueron los de mayor frecuencia de visibilidad reducida. Se analizaron algunas situaciones sinópticas particulares como estudios de caso para esquematizar los patrones sinópticos de los eventos más persistentes. Se intentó vincular a estos fenómenos con un modo de variabilidad de escala mayor como la Oscilación Antártica.

#### Bibliografía

Baars, J. A., M. Witiw, and A. Al-Habash, 2003: Determining fog type in the Los Angeles basin using historic surface observation data. Proc. 16th Conf. on Probability and Statistics in the Atmospheric Sciences, Long Beach, CA, Amer. Meteor. Soc., CD-ROM, J3.8.

Lazzara, M. A., 2005. McMurdo Station, Antarctica fog climatology: 1973-1998. 8th Conference on Polar Meteorology and Oceanography.

Sen Gupta, A., and England, M., 2006: Coupled ocean–atmosphere–ice response to variations in the southern annular mode. *J. Climate*, 19, 4457–4486.

Tardif R, Rasmussen RM, 2007, Event-based climatology and typology of fog in the New York City region. *J Appl Meteorol Climatol* 46: 1141–1167.

Turner J, Pendlebury S (eds), 2004, *The International Antarctic Weather Forecasting Handbook*; British Antarctic Survey.

Zubillaga J V, 1972, *Climatología sinoptica de la Antartida*; Servicio de Hidrografía Naval.