

5.6 ANALISIS DE ANOMALÍAS DE LAS SERIES DE TIEMPO DE VARIABLES OCEÁNICAS Y ATMOSFÉRICAS DE LOS PUNTOS REPRESENTATIVOS.

Se analizan las anomalías que presentan las series de tiempo de las variables atmosféricas Hr y Ta, la variable oceanológica TSM y el IOAN (teniendo en cuenta que el IOAN también está determinado por las anomalías de geopotencial a 500 hPa entre los 20 y 90°N). No se hizo el análisis para la SSM porque las series no estaban completas, además la calidad de los datos de SSM no es la mejor.

El análisis de las anomalías se realizó, con el fin, de observar el comportamiento temporal de las anomalías para las variables meteo-marinas en cada uno de los puntos representativos y determinar en forma visual como primera aproximación las posibles relaciones temporales de tipo sincrónico o rezagado entre las variables y el IOAN.

La figura 5.33, muestra las anomalías de la Hr para el punto 3 (77°W y 9°N Punto cercano a aguas costeras) del periodo 1971 - 2000. En ésta se observa, que la Hr para este punto presenta la mayor amplitud de oscilación, lo que puede estar relacionado con la ubicación del punto 3, cercano a las aguas costeras e influenciadas por los procesos que allí se presentan. Los años mas húmedos (lo que corresponde a anomalías negativas) fueron 1977, 1983, 1985 y los años más secos fueron 1974, 1976, 1982, y 1985. Desde 1971 hasta el año 1986 se presentaron las mayores amplitudes de anomalías, mientras que desde 1987 hasta el año 2000 las anomalías las amplitudes son menores.

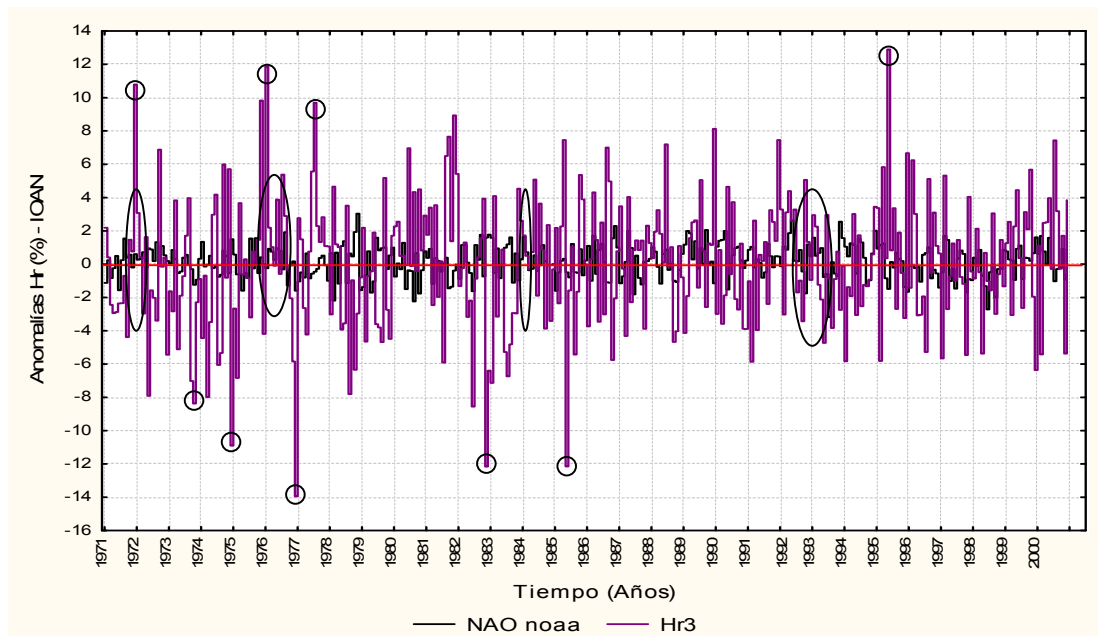


Figura 5.33. Anomalías de la Hr para el punto 3

En la figura 5.34 se muestran las anomalías de la Ta comparada con el IOAN para el punto 3 en el periodo 1971 - 2000. Analizando las series de tiempo de anomalías de la Ta, se observa que los años más fríos fueron: 1975, 1993, 1995, 1997 y los más cálidos fueron; 1983, 1987, 1994. Las oscilaciones temporales de anomalías para la Ta en el punto 3 muestra una tendencia a valores positivos desde 1990 hasta el año 2000.

Las oscilaciones temporales de anomalías para la Ta en el punto 3 muestra una tendencia a valores positivos desde 1990 hasta el año 2000. Se observan relaciones inversas entre la Ta y el IOAN en los años 1971, los meses finales de 1972, los primeros meses de 1973, 1974, 1975, desde 1977 hasta 1980, desde 1982 hasta 1987, 1989, 1993 y 1995, lo que quiere decir que la Ta es menor cuando el IOAN es positivo y que la Ta es mayor cuando el IOAN es negativo, y relaciones directas en los meses de los años señalados, como lo son: los primeros meses de 1972, los últimos meses de 1973, 1976, 1981, 1988, 1990, últimos meses de 1991, 1992, 1994, últimos meses del año 1996, primeros meses del año 1997, 1998 y el año 2000, donde el IOAN es positivo cuando la Ta es mayor y negativo cuando la Ta es menor. Es de resaltar que para este punto son más reiterativos los años en los que el IOAN y la Ta están en fase. También se observa que las mayores amplitudes de anomalías se presentan desde 1986 hasta el año 2000, caso contrario a lo sucedido con la Hr. Estos resultados pueden estar directamente reaccionados con otros fenómenos como el ENOS en sus dos fases no estudiados en este trabajo.

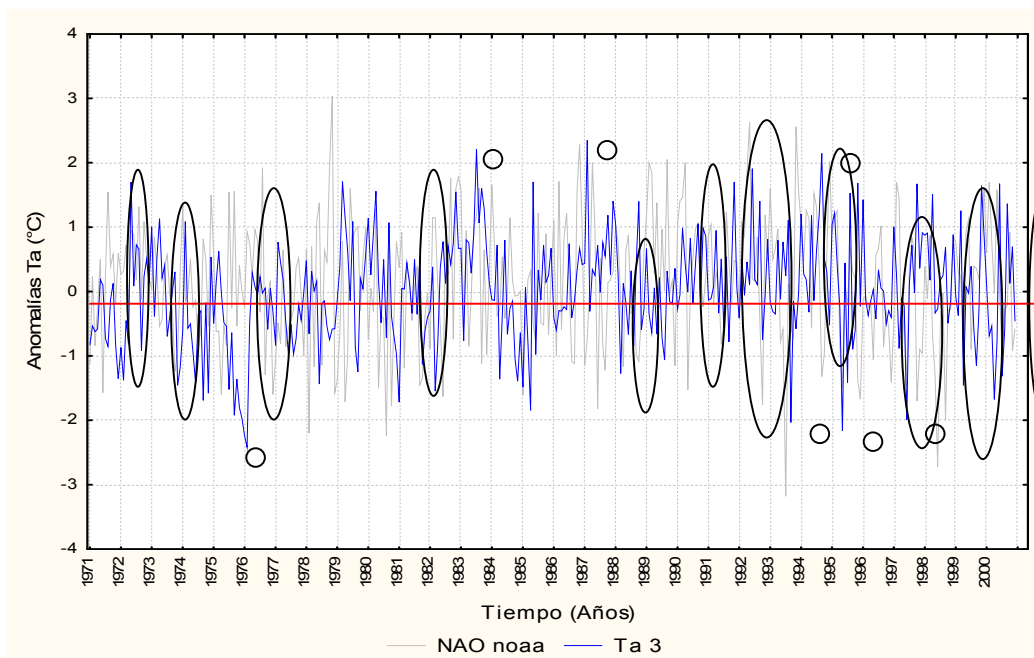


Figura. 5.34. Anomalías de la OAN y la Ta para el punto 3

En la figura 5.35 se muestran las anomalías del IOAN y la TSM para el punto 3. Los años 1975, 1977, 1980, 1985 y 1999 presentan las aguas superficiales más frías, y los años 1971, 1972, 1982 y 1983 aguas superficiales más cálidas. En este punto se observan relaciones inversas entre el IOAN y la TSM, con algunas excepciones en los meses de los años señalados 1972, 1974 y 1981, las cuales pueden estar directamente relacionadas con otros fenómenos y con la ubicación del punto 3 cercano a las aguas costeras. En general para el punto 3 las variables Hr, Ta y TSM muestra las amplitudes de oscilación mayores con relación a los otros puntos relacionados con los procesos propios de aguas que tienen influencia de los procesos de interacción océano-tierra-atmósfera.

Otros autores han estudiado la variabilidad interanual de la TSM y en sus resultados encontraron que el Atlántico Nortropical y el Mar Caribe experimental anomalías positivas débiles durante evento “El Niño” (Curtis et al, 1995; Nobre et al, 1996; Enfield et al, 1997), mucho más fuertes en los meses de marzo a mayo. Según Poveda et al, (1997) la TSM del Caribe tiene relaciones con el SOI (Índice de la Oscilación del Sur) máxima con un desfase de 5 y 6 meses, es decir las anomalías positivas de TSM en el Caribe se presentan con retraso respecto a los eventos el “El Niño” en el Pacífico. Esto puede explicar de alguna manera que existan años donde la TSM y el IOAN estén en fase y otros en desfase.

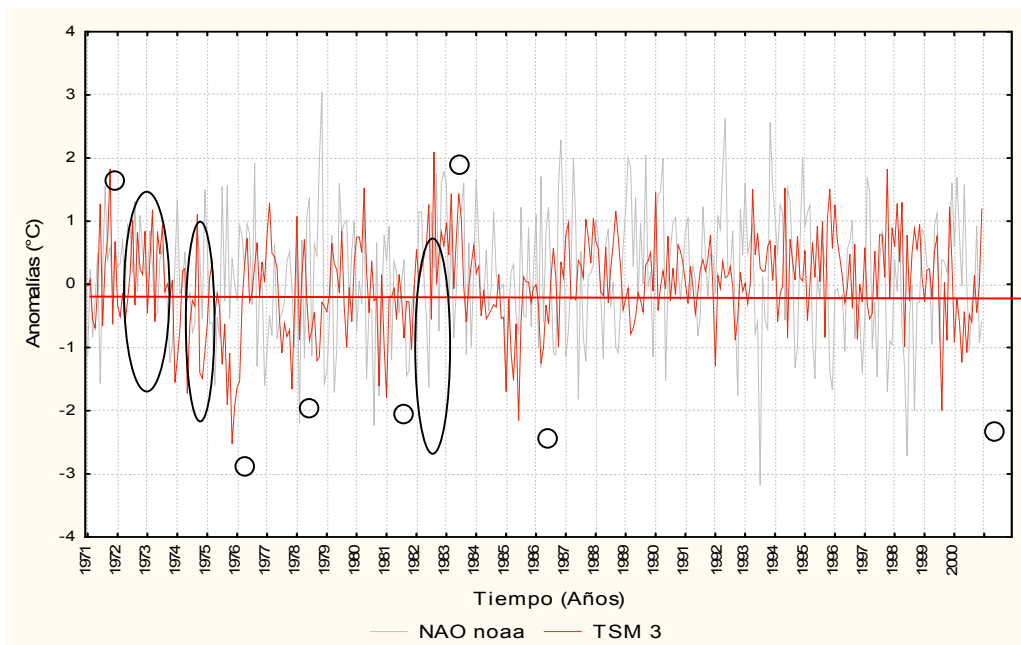


Figura. 5.35 Anomalías de la OAN y la TSM en el punto 3

La figura 5.36, muestra las anomalías de la Hr y del IOAN para el punto 10 en el periodo 1971, 2000. En ésta se observa, que la Hr para este punto presenta amplitudes considerablemente grandes aunque no tan pronunciadas como las presentadas en el punto 3, coincidiendo en que los dos puntos 3 y 10 se encuentran ubicados en aguas costeras e influenciados por procesos característicos de este tipo de aguas. Los años más secos fueron 1975, 1984, 1985, 1987, 1995, 1996, 2000 y los años más húmedos 1979, 1982, 1993, 1994 y 1999. La mayor amplitud de anomalías se presentó desde 1980 hasta el año 2000. Se evidencia una relación inversa entre la Hr y el IOAN para el punto 10, mostrando que se presenta mayor humedad cuando el índice es positivo y menor humedad cuando el índice es negativo. Con excepción de los meses de los años seleccionados como lo son últimos meses de 1971 y primeros meses de 1972, se puede pensar que estos años donde no hay una relación inversa pueden ser la respuesta a otros fenómenos que se presentaron durante estos años como ENOS en sus dos fases, entre otros no contemplados en este trabajo.

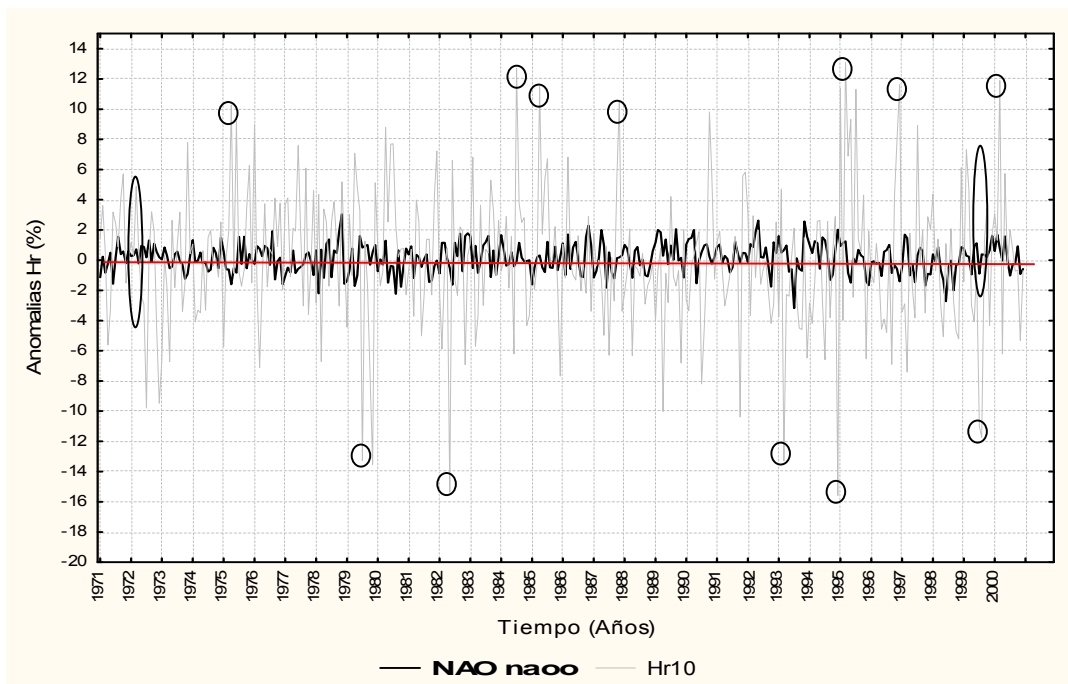


Figura. 5.36 Anomalías de la OAN y la Hr en el punto 10

En la figura 5.37 se muestran las anomalías de la Ta comparada con el IOAN para el punto 10 en el periodo 1971 - 2000. Analizando las series de tiempo de anomalías de la Ta, se observa que los años más cálidos fueron: 1973, 1978, 1979, 1981, 1982, 1987 y 1999, y los más fríos fueron; 1975, 1976, 1977, 1980, 1984, 1990 y 1995. En

general se observan relaciones inversas entre la Ta y el IOAN, lo que quiere decir que la Ta es menor cuando el IOAN es positivo y que la Ta es mayor cuando el IOAN es negativo, con algunas excepciones en los meses de los años señalados, como lo son los primeros meses de 1973 y los últimos meses de 1974, donde la Ta y el IOAN muestra una relación directa es decir, que cuando el IOAN es positivo la Ta es mayor y cuando el IOAN es negativo la Ta es menor. También se observa que las mayores anomalías tanto positivas como negativas se presentan desde 1971 hasta el año 1987.

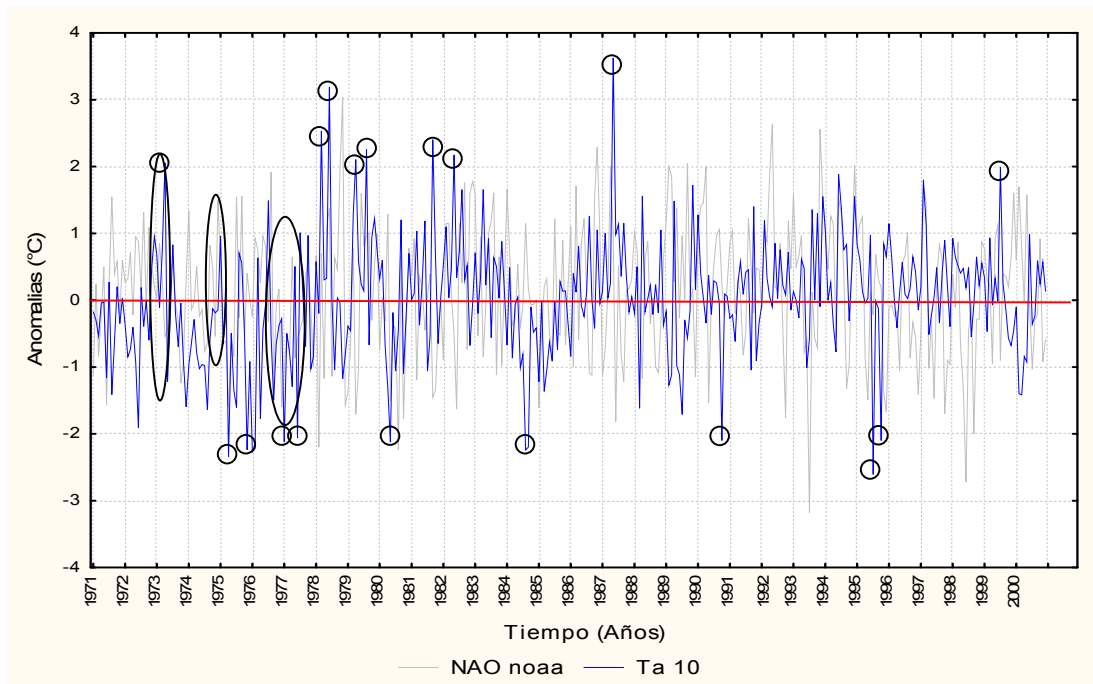


Figura. 5.37 Anomalías de la OAN y la Ta en el punto 10

En la figura 5.38 se muestran las anomalías del IOAN y la TSM para el punto 10. Se presentaron aguas superficiales cálidas en los años 1973, 1977(meses finales), 1978 (primeros meses), 1981, 1995(meses finales), 1996(primeros meses), 1997 y 1998, y aguas superficiales frías en los años 1976, 1977, 1982, 1984 1985, 1986, 1989 y 1999. Son más evidentes las relaciones inversas entre el IOAN y la TSM, con algunas excepciones en los meses de los años señalados, como lo son últimos meses de 1971 y el año 1972.

En general para el punto 10 se determina que las variables Hr, Ta y TSM muestra amplitudes de oscilación considerablemente grandes, aun que no tan pronunciadas como en el punto 3, coincidiendo en que estos dos puntos estas ubicados en aguas costeras. Se conoce que las aguas más cercanas al continente presentan procesos de mezcla, producto de los procesos de interacción océano-tierra-atmósfera,

representados en aportes de aguas continentales, procesos como brisa-mar- tierra, mareas, oleaje entre otros, lo que puede ser una posible respuesta a los resultados obtenidos que muestran mayor amplitud de las anomalías en los puntos en aguas cercanas a la costa.

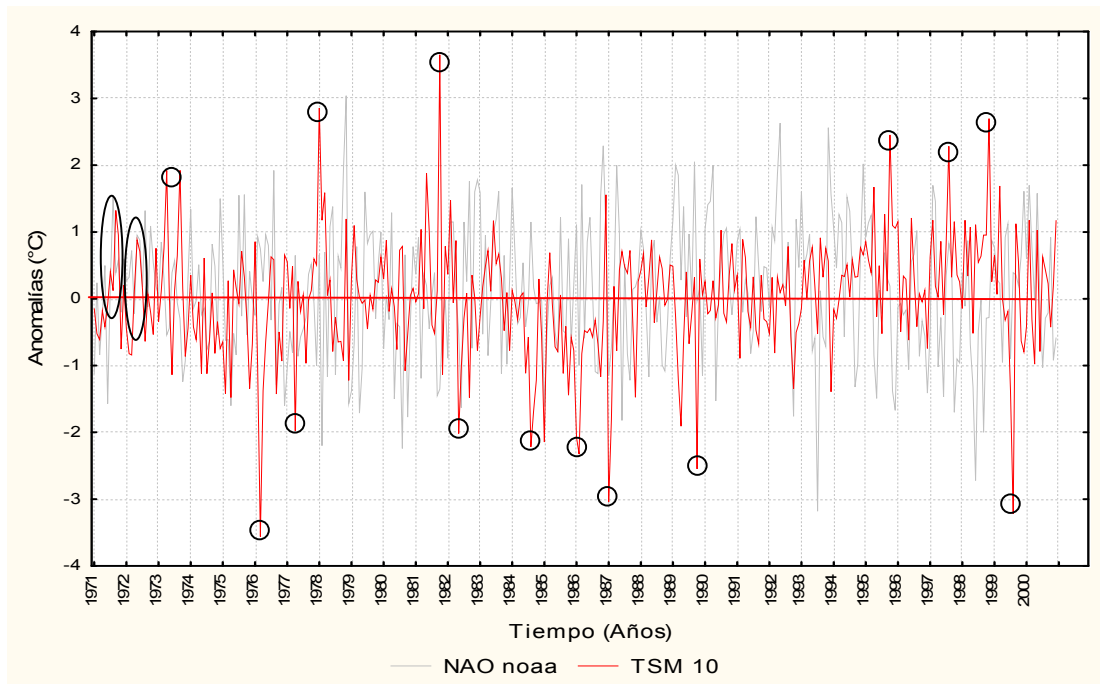


Figura. 5.38 Anomalías de la OAN y la TSM en el punto 10

La figura 5.39, muestra las anomalías de la Hr y del IOAN para el punto 56 del periodo 1971 - 2000. En ésta se observa que Hr para este punto no presenta amplitudes de anomalías tan grandes como en los puntos 3 y 10, una razón puede ser que la ubicación de este punto no tiene una influencia directa de la zona costera, sus cambios son más estables debido a que su ubicación es lejana a la costa. Los años más secos fueron 1975, 1984, 1985, 1987, 1995, 1996, 2000 y los años más húmedos 1979, 1982, 1993, 1994 y 1999. Las mayores anomalías tanto positivas como negativas se presentaron desde 1980 hasta el año 2000. Se evidencia una relación inversa entre la Hr y el IOAN para el punto 56, mostrando que se presenta mayor humedad cuando el índice es positivo y menor humedad cuando el índice es negativo. Con excepción de los meses de los años seleccionados, como lo son los años: 1972, últimos meses de 1978, primeros meses de 1979, 1981, 1982, últimos meses de 1984, 1985, primeros meses de 1986, últimos meses de 1990 y 1997, es de resaltar que para este punto son más reiterativos los años en los que el IOAN y la Hr están en fase.

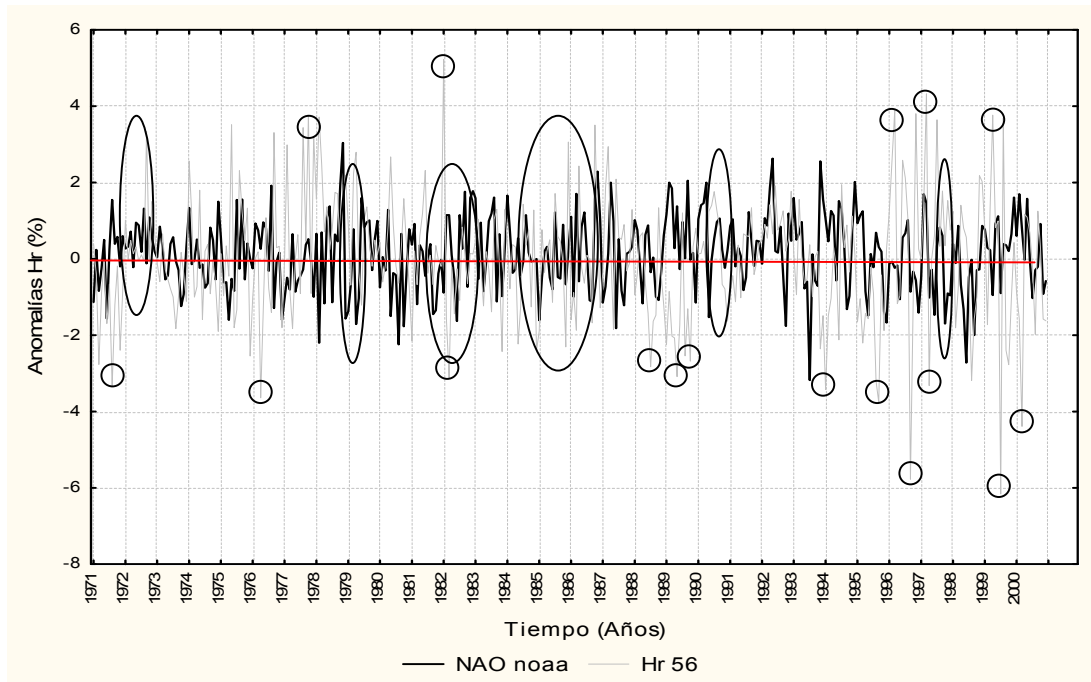


Figura. 5.39 Anomalías de la OAN y la Hr en el punto 56

En la figura 5.40 se muestran las anomalías de la Ta comparada con el IOAN para el punto 56 en el periodo 1971 - 2000. Analizando las series de tiempo de anomalías de la Ta, se observa que en este punto las anomalías no tienen amplitudes tan altas como en los dos puntos anteriores. Los años más cálidos fueron: 1987, 1988, 1995, 1996, y 1998 y los más fríos fueron; 1971, 1974, 1975, 1976, 1984, 1989, 1997, 1999. En general se observan relaciones inversas entre la Ta y el IOAN, lo que quiere decir que la Ta es menor cuando el IOAN es positivo y que la Ta es mayor cuando el IOAN es negativo, con algunas excepciones en los meses de los años señalados como lo son; últimos meses del año 1972, primeros meses de 1979, últimos meses de 1992, primeros meses de 1993 y los últimos meses de 1995, donde la Ta y el IOAN muestra una relación directa. También se observa que las mayores anomalías tanto positivas como negativas se presentan desde 1980 hasta el año 2000.

La Ta muestra una tendencia a amplitudes positivas desde 1995 hasta el año 2000.

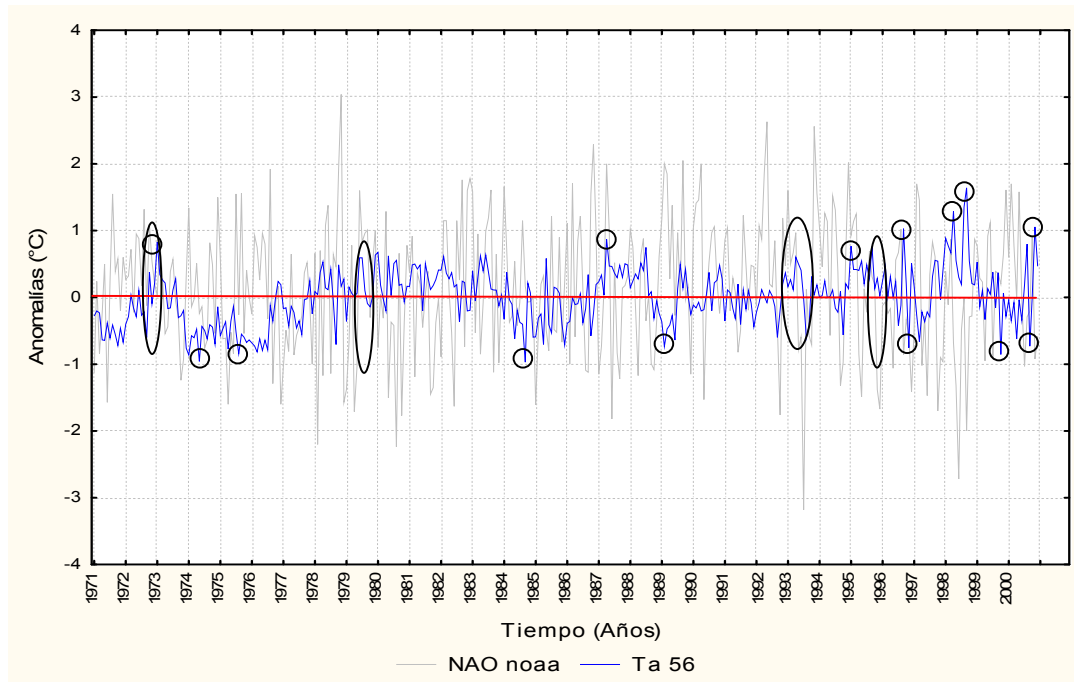


Figura. 5.40 Anomalías de la OAN y la Ta en el punto 56

En la figura 5.41 se muestran las anomalías del IOAN y la TSM para el punto 56. Las aguas superficiales más cálidas se presentaron durante los años 1978, 1981, 1983, 1995, 1998 y 1999, mientras que en los años 1974, 1975, 1976, 1997 y 1999 fueron características aguas superficiales más frías, se observan relaciones inversas entre el IOAN y la TSM para el punto 56, con algunas excepciones en los meses de los años resaltados los primeros meses del año 1973 y el año 1999.

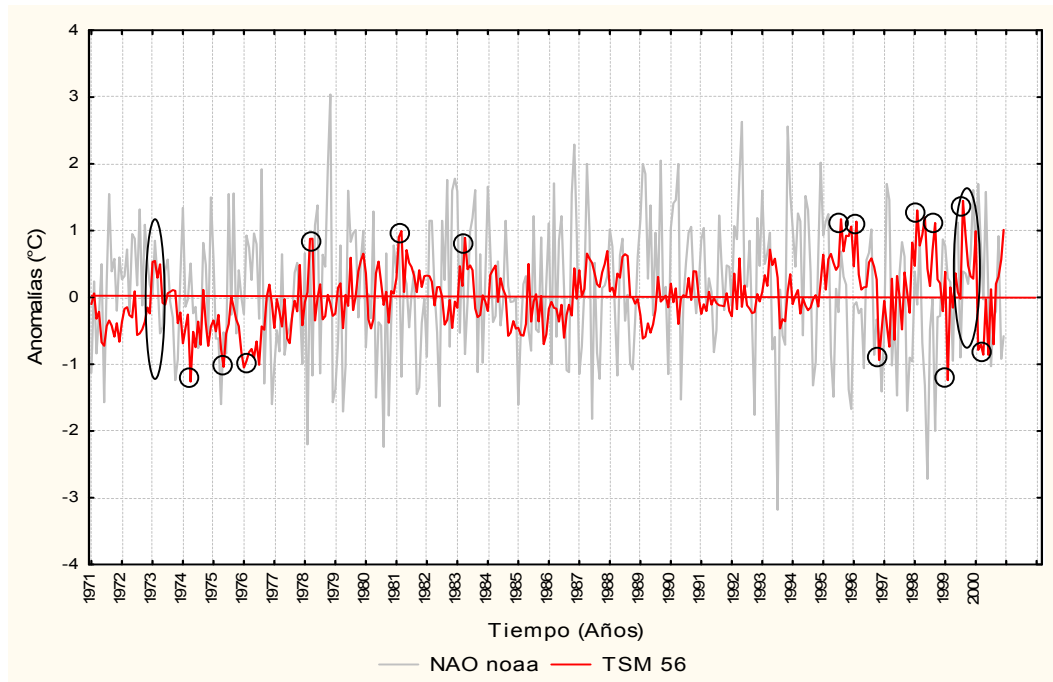


Figura. 5.41 Anomalías de la OAN y la TSM en el punto 56

La figura 5.42, muestra las anomalías de la Hr y del IOAN para el punto 59 del periodo 1971 - 2000. En ésta se observa que las amplitudes de las anomalías para la Hr no son tan amplias como en los puntos 3 y 10. Los años más húmedos fueron 1994, 1995, 1998 y 1999, y los años más secos fueron 1979, 1981, 1996. Desde 1980 hasta el año 2000 se presentaron las mayores anomalías tanto positivas como negativas en el punto 56, en forma general se puede ver una relación inversa entre la Hr y el IOAN, aunque algunos meses muestran relaciones directas como los que se encuentran seleccionados, 1980, 1986 y los primeros meses de 1987.

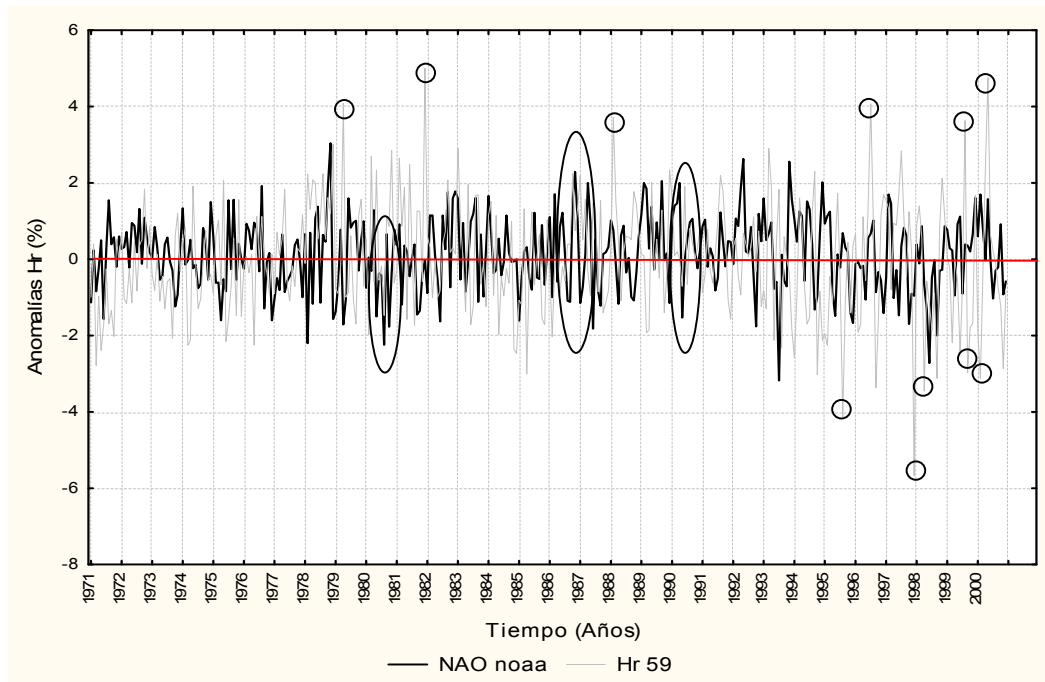


Figura. 5.42 Anomalías de la OAN y la Hr en el punto 59

En la figura 5.43 se muestran las anomalías de la Ta comparada con el IOAN para el punto 59 en el periodo 1971 - 2000. Analizando las series de tiempo de anomalías de la Ta, se observa que los años más fríos fueron: 1974, 1975, 1976, 1982, 1984, 1989 y el año 2000, y los más cálidos fueron; 1979, 1980, 1981, 1983, 1987, 1988, 1995 y 1998. En general se observan relaciones inversas entre la Ta y el IOAN, con algunas excepciones en los meses de los años señalados, finales de 1972 y primeros meses de 1973, donde la Ta y el IOAN muestra una relación directa, es de resaltar que este punto es el que presenta menos relaciones directas donde la Ta y el IOAN están en fase.

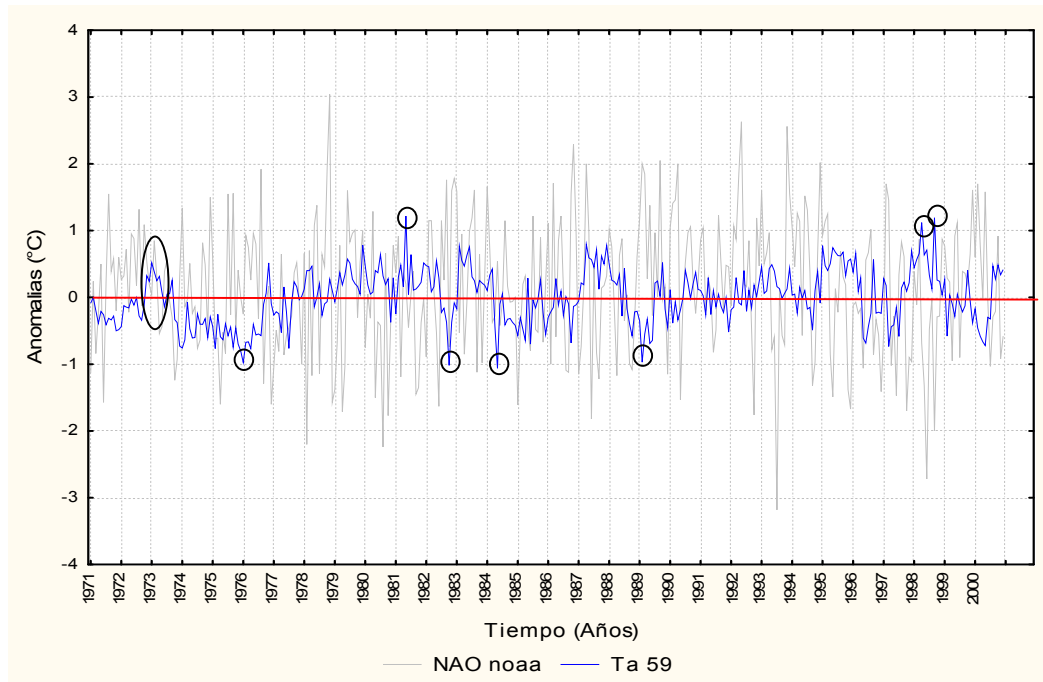


Figura. 5.43 Anomalías de la OAN y la Ta en el punto 59

En la figura 5.44 se muestran las anomalías del IOAN y la TSM para el punto 59. Los años 1987, 1995, 1997 y 1998 presentan las aguas superficiales más cálidas, y los años 1971, 1972, 1974, 1975, 1976, 1985, 1986, 1989 y 1999 aguas superficiales más frías, son más evidentes las relaciones inversas entre el IOAN y la TSM, con algunas excepciones en meses de los años señalados, últimos meses de 1972, primeros meses de 1973, últimos meses de 1990 y primeros meses de 1991.

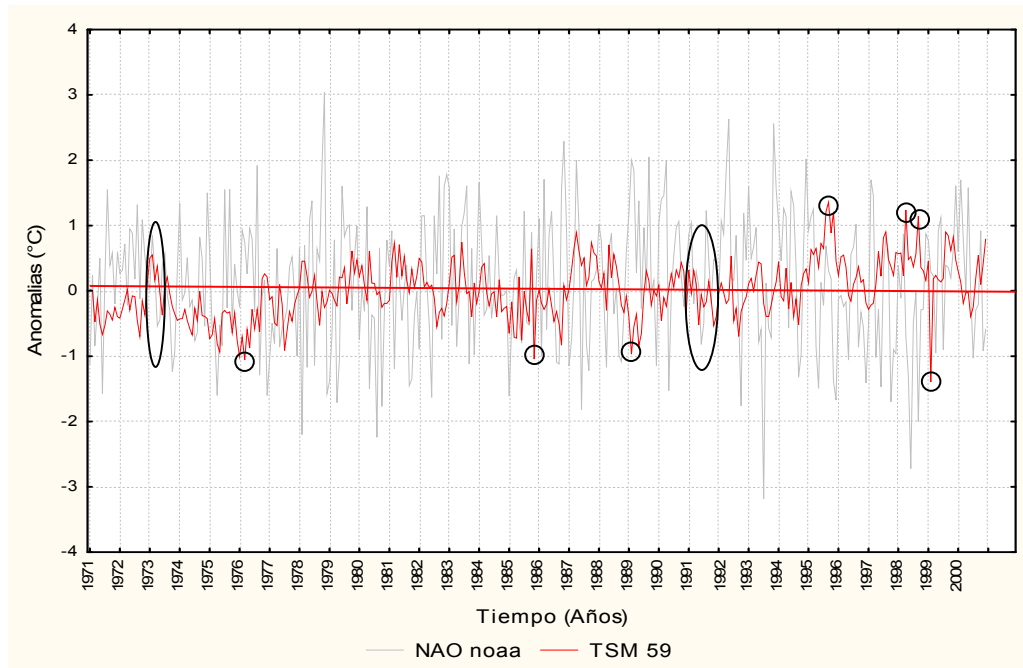


Figura. 5.44 Anomalías de la OAN y la TSM en el punto 59

La figura 5.45, muestra las anomalías de la Hr y del IOAN para el punto 62 del periodo 1971 - 2000. En ésta se observa que las anomalías para la Hr tienen valores altos tanto positivos como negativos comparados con el IOAN, una posible respuesta es que la ubicación de este punto es en zona de mezcla. Los años mas húmedos fueron 1976, 1989, 1991, 1993 y 1999, y los años más secos fueron 1977, 1979, 1980, 1994 y 1997. Desde 1986 hasta el año 2000 se presentaron las mayores anomalías tanto positivas como negativas, en forma general se puede ver una relación inversa entre la Hr y el IOAN, aunque algunos meses muestran relaciones directas como los que se encuentran seleccionados, últimos meses de 1971, últimos meses de 1972, últimos meses de 1974, 1978, 1982, últimos meses de 1987 y 1988.

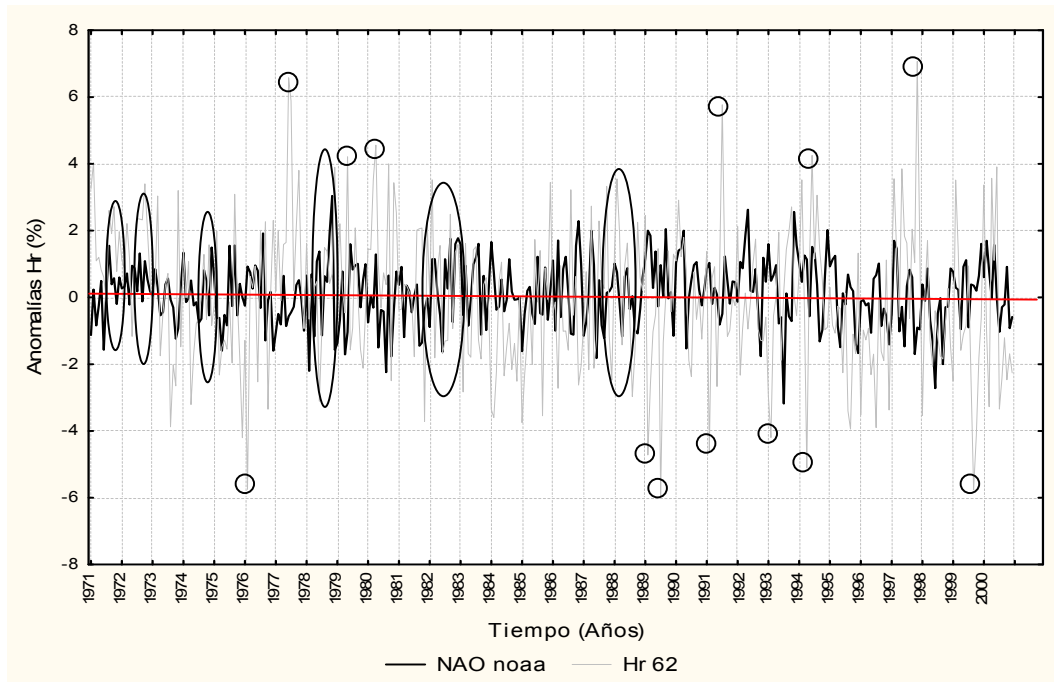


Figura. 5.45 Anomalías de la OAN y la Hr en el punto 62

En la figura 5.46 se muestran las anomalías de la Ta comparada con el IOAN para el punto 62 en el periodo 1971-2000. Analizando las series de tiempo de anomalías de la Ta, se observa que los años más fríos fueron: 1971, 1974, 1976, 1977, 1984, 1994, 1997 y el año 2000, y los más cálidos fueron; 1973, 1979, 1980, 1981, 1995 y 1998. En general se observan relaciones inversas entre la Ta y el IOAN, lo que quiere decir que la Ta es menor cuando el IOAN es positivo y que la Ta es mayor cuando el IOAN es negativo, con algunas excepciones en los meses de los años señalados, últimos meses de 1984, primeros meses 1985, 1992, primeros meses de 1993 y primeros meses de 1994, donde la Ta y el IOAN muestra una relación directa.

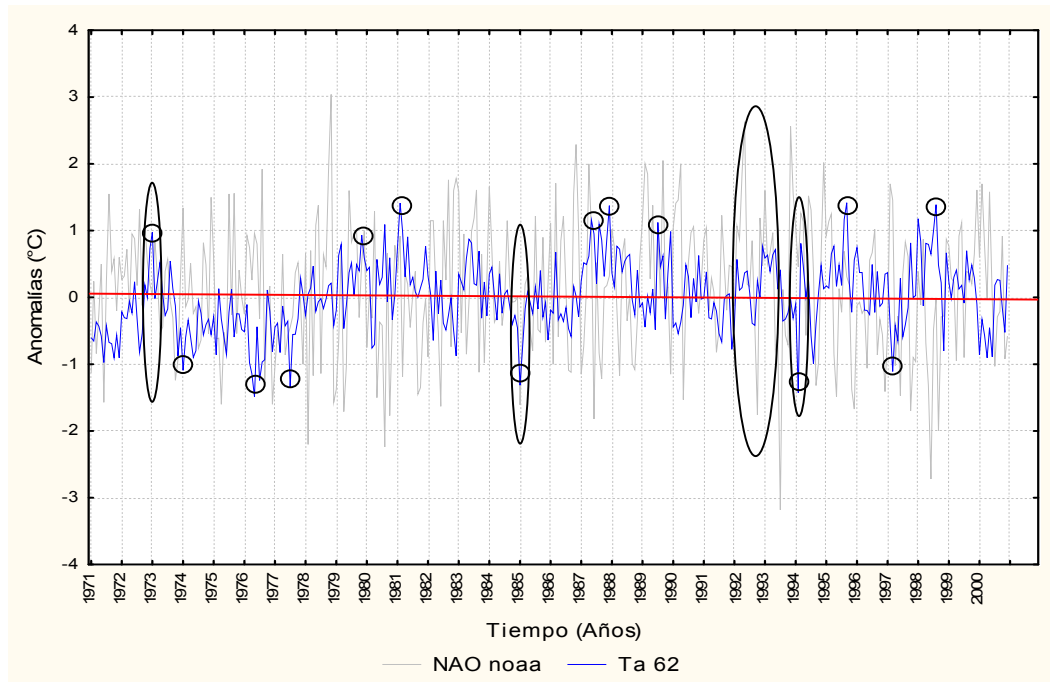


Figura. 5.46 Anomalías de la OAN y la Ta en el punto 62

En la figura 5.47 se muestran las anomalías del IOAN y la TSM para el punto 62. Los años 1971, 1987, 1988, 1993, 1995 y 1998 presentan las aguas superficiales más cálidas, y los años 1971, 1975, 1976, 1977, 1982, 1984, 1989 y 1991 aguas superficiales más frías, son más evidentes las relaciones inversas entre el IOAN y la TSM, con algunas excepciones en los meses de los años señalados, 1984, últimos meses de 1988, 1989, 1990, y primeros meses de 1991, los cuales pueden estar directamente relacionadas con otros fenómenos no estudiados en este documento.

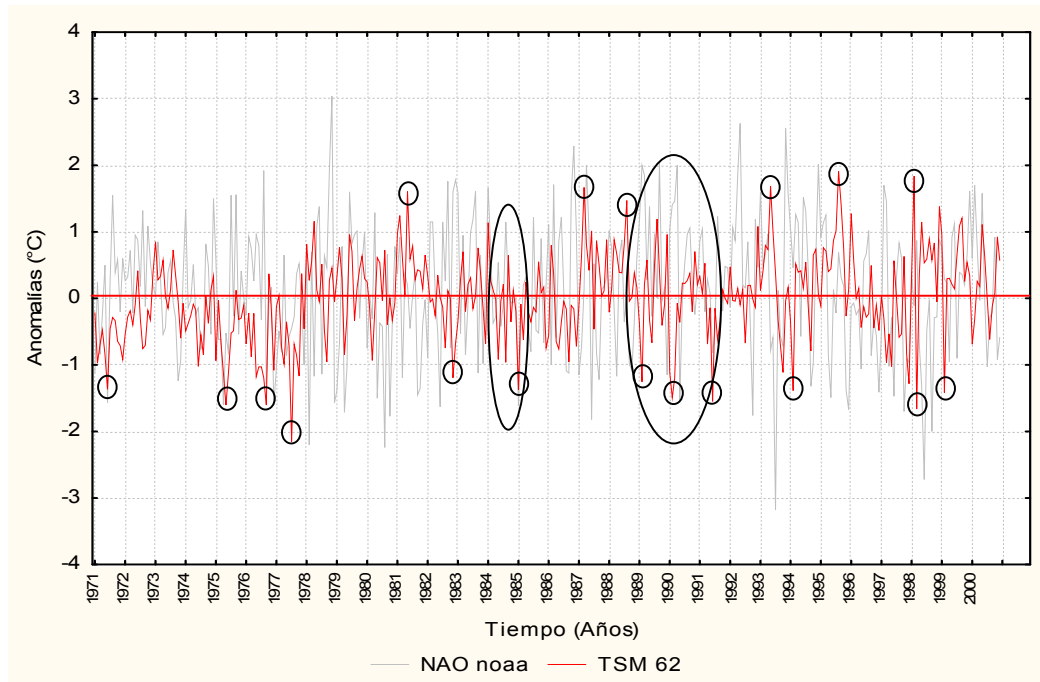


Figura. 5.47 Anomalías de la OAN y la TSM en el punto 62

La figura 5.48, muestra las anomalías de la Hr y del IOAN para el punto 65 del periodo 1971 - 2000. En ésta se observan amplitudes de las oscilaciones de anomalías cercanas a las anomalías de los puntos 3 y 10, resultado que se relaciona con la ubicación del punto, ya que este está en zona de mezcla influenciando así en el comportamiento de la variable. Los años más húmedos fueron 1973, 1977(finales), 1983 (inicio), 1984(inicio), 1986, 1992(inicio), 1998, 1999 y 2000 (finales). Los años más secos fueron 1972, 1977, 1980 y 2000(inicio).

En forma general se puede ver una relación inversa entre la Hr y el IOAN, aunque algunos meses en los años seleccionados muestran relaciones directas como los son el año 1982, últimos meses de 1987 y primeros meses de 1988.

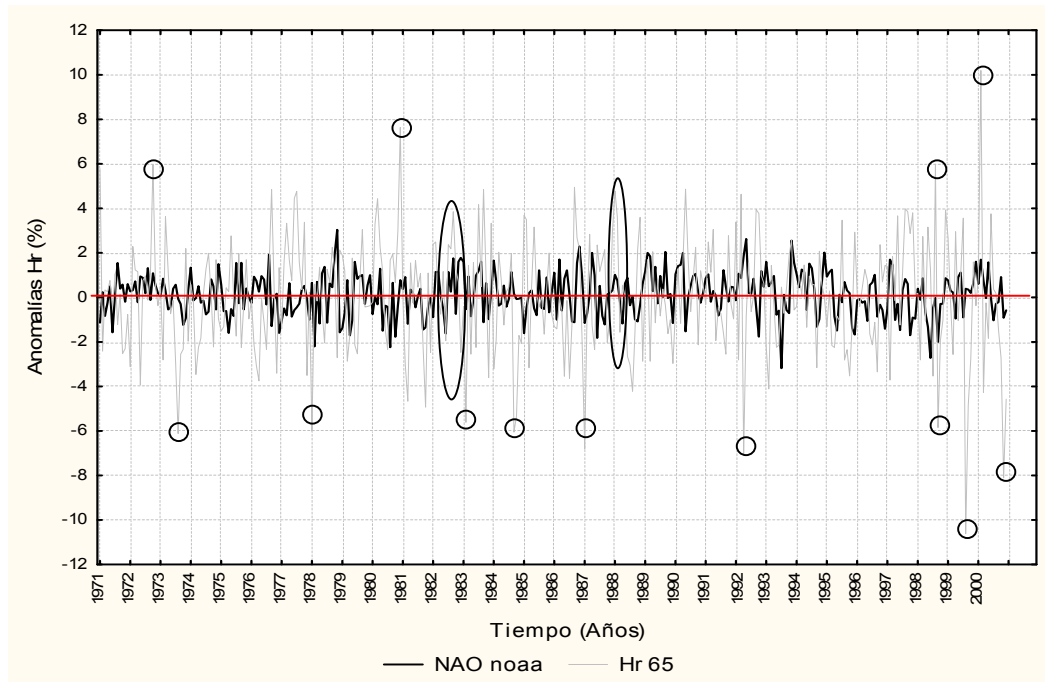


Figura. 5.48 Anomalías de la OAN y la Hr en el punto 65

En la figura 5.49 se muestran las anomalías de la Ta comparada con el IOAN para el punto 65 en el periodo 1971- 2000. Analizando las series de tiempo de anomalías de la Ta, se observa que los años más fríos fueron: 1974, 1975, 1976, 1977, 1984, 1985 y 1995, y los más cálidos fueron; 1979, 1981, 1983, 1987, 1992, 1993, 1998 y 1999. En general se observan relaciones inversas entre la Ta y el IOAN, lo que quiere decir que la Ta es menor cuando el IOAN es positivo y que la Ta es mayor cuando el IOAN es negativo, con algunas excepciones en los meses de los años señalados como lo son, últimos meses de 1972, primeros meses de 1973, 1979, primeros meses de 1980, últimos meses de 1983, 1984, primeros meses de 1985, últimos meses de 1990, 1991, primeros meses de 1992, últimos meses de 1993 y primeros meses de 1994. Se observa también una tendencia a anomalías de Ta positivas desde 1978 hasta el año 2000.

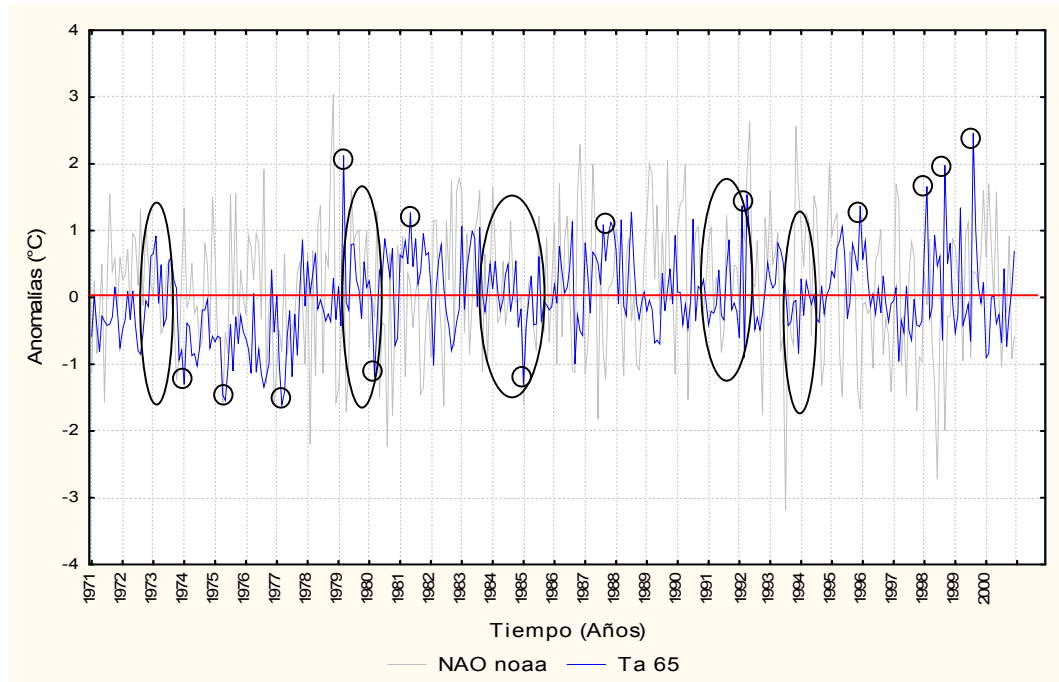


Figura. 5.49 Anomalías de la OAN y la Ta en el punto 65

En la figura 5.50 se muestran las anomalías del IOAN y la TSM para el punto 65. Los años 1978, 1980, 1981, 1987, 1993, 1995, 1998 y 1999 presentan las aguas superficiales más cálidas, y los años 1974, 1975, 1976, 1982, 1997 y 1999 aguas superficiales más frías, son más evidentes las relaciones inversas entre el IOAN y la TSM, con algunas excepciones en los meses de los años señalados, últimos meses de 1984, primeros meses de 1985, últimos meses de 1987, primeros meses de 1988, 1993, 1994, los primeros meses de 1995 y 1996.

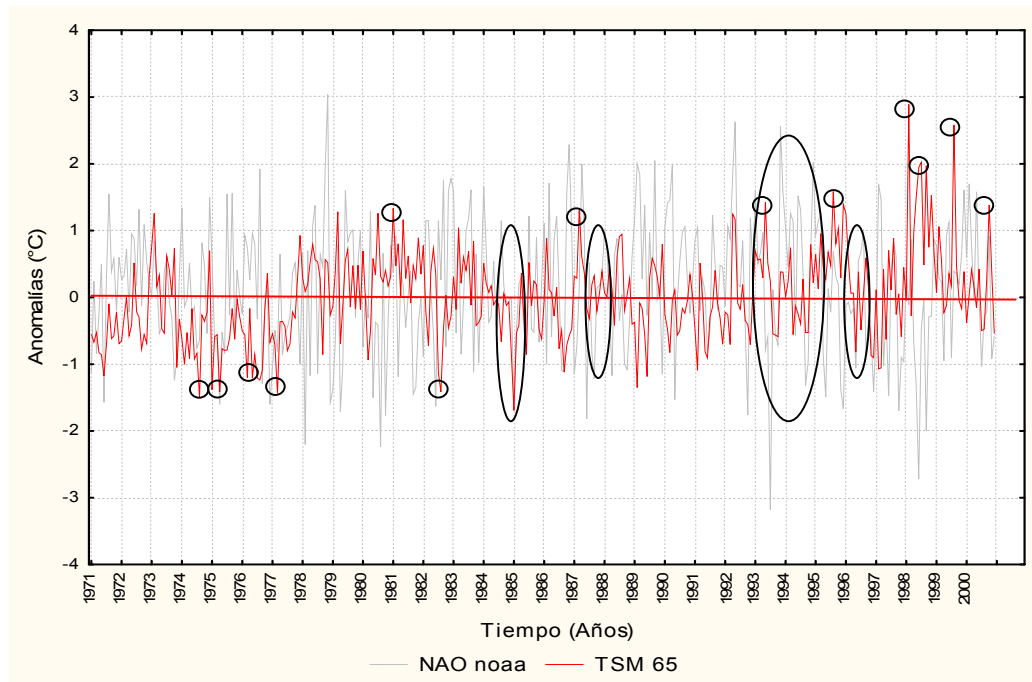


Figura. 5.50 Anomalías de la OAN y la TSM en el punto 65

5.7 ANALISIS ESPECTRAL DE LAS SERIES METEOMARINAS DEL MCC Y EL IOAN, PARA LOS PUNTOS REPRESENTATIVOS

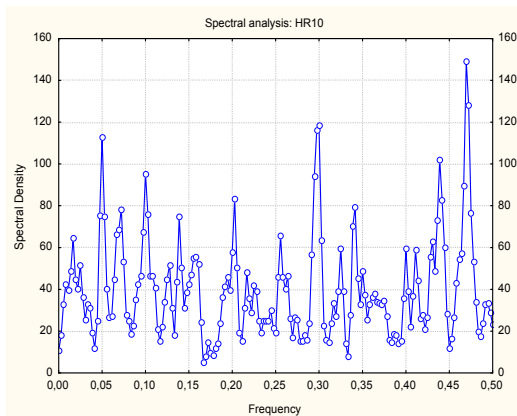
Se desarrolló el análisis de densidad espectral para las series de variables meteomarinas (Hr, Ta, y TSM) y el IOAN en los seis puntos representativos escogidos según el análisis descrito en los subcapítulos anteriores. El análisis espectral se realizó con el objetivo de encontrar los ciclos de los fenómenos que interfieren en las oscilaciones internas de las series, e identificar el ciclo del proceso de largo período correspondiente a la OAN, esto se realizó teniendo en cuenta el planteamiento de Emery et al (2001) quienes afirman que las series temporales que representan procesos naturales se caracterizan por contener en ellas múltiples periodicidades o ciclos los cuales son causados por diversos fenómenos de diferentes escalas.

El cálculo de la densidad espectral se realizó con el método de Fourier; la extracción de componentes de cada serie se realizó con el filtro de pasa banda y la correlación cruzada se efectuó tanto entre series iniciales como entre sus componentes teniendo en cuenta rezagos en meses.

Se calcularon las anomalías de todas las series analizadas, con la finalidad de eliminar la posible estacionalidad intraanual que estuviera contenida en ellas. A las series de

datos de anomalías se les denominó “series iniciales” y las halladas mediante el método de filtrado “componentes”. Las tablas con los resultados de densidad espectral se pueden observar en los anexos (A27 –A45), donde se presentan la densidad espectral, la frecuencia y el ciclo en años y en meses, para cada variable en los seis puntos sobre el MCC. La figura 5.51 muestra un ejemplo de cómo se presentan los resultados en los anexos.

Tabla A1 : Cuasi Ciclos Hr punto10



Densidad espectral de la Hr para el punto 10

Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0,45	0,4694445	0,4861111	0,18	2,13
0,2805555	0,3	0,3111111	0,28	3,33
0,04166667	0,05	0,05833333	1,67	20,00
0,4222222	0,4388889	0,45	0,19	2,28
0,08333334	0,1	0,1166667	0,83	10,00
0,1777778	0,2027778	0,2111111	0,41	4,93
0,3333333	0,3416667	0,3472222	0,24	2,93
0,06111111	0,07222223	0,08333334	1,15	13,85
0,1333333	0,1388889	0,1444445	0,60	7,20
0	0,01666667	0,03055556	5,00	60,00
0,25	0,2555556	0,2694444	0,33	3,91

Figura 5.51. Resultados del análisis espectral de Hr para el punto 3

Las tablas desde 5.26 hasta 5.29 se presentan los ciclos encontrados para cada una de las series iniciales. Las series se diferencian con un subíndice que indica el punto representativo. Las filas representan los cuasi-periodos o ciclos de cada serie y están ordenados de acuerdo al mayor aporte que éstas dan a la variabilidad de la serie inicial.

En la tabla 5.26, se muestran las diferentes periodicidades encontradas para la variable meteorológica Hr, donde se observa que el mayor aporte está dado por oscilaciones de corto periodo para las series Hr₃, Hr₁₀, Hr₅₉ y Hr₆₅ y oscilaciones de largo periodo para Hr₅₆, Hr₆₂. La componente de mayor ciclo encontrada fue de 15 años. Se observa que para la variable Hr predominan oscilaciones de corto periodo como las más influyentes en el comportamiento ondulatorio de la serie.

Tabla 5.26. Cuasi periodos encontrados en la serie Hr por medio de análisis espectral

Series Iniciales	Cuasi Periodos (años)											
	Hr ₃	0,24	5,00	0,18	0,38	0,19	0,43	0,61	2,00	1,43	0,81	0,22
Hr ₁₀	0,18	0,28	1,67	0,19	0,83	0,41	0,24	1,15	0,60	5,00	0,33	
Hr ₅₆	6,00	1,50	0,35	0,28	0,21	0,17	0,39	0,55	1,25	0,48	2,50	
Hr ₅₉	0,38	15,00	0,56	0,18	5,00	0,30	3,00	1,50	0,32	0,26	0,28	
Hr ₆₂	10,00	3,33	0,42	0,29	0,31	0,91	0,18	0,35	1,25			
Hr ₆₅	0,75	0,18	0,55	1,36	0,30	0,43	2,50	0,26	0,21	15,00		

Se aprecia en la tabla 5.27 las diferentes periodicidades encontradas para la variable meteorológica Ta. Las componentes cíclicas de mayor aporte están dadas por las oscilaciones de largo periodo ~10 años, ~30 años, ~5 años y 7.5 años, seguida por ciclos de ~3.3años, ~2.7años, ~1.2años y finalmente por el ciclo de ~0.8 años. La componente de mayor ciclo encontrada para esta serie fue de 30 años. Se observa que para la variable Ta predominan oscilaciones de largo periodo como las más influyentes en el comportamiento odulatorio de la serie.

Tabla 5.27. Cuasi periodos encontrados en la serie Ta por medio de análisis espectral

Series Iniciales	Periodos (años)									
	Ta ₃	3,75	1,76	1,07	2,14	0,24	0,20	30,0	0,94	0,22
Ta ₁₀	5,00	2,14	1,50	0,30	0,83	1,30	0,23	0,24	0,28	0,40
Ta ₅₆	10,0	5,00	2,50	0,32	1,15	0,54	0,28	0,17		
Ta ₅₉	10,0	2,50	4,29	1,25	0,91	0,26	0,54			
Ta ₆₂	7,50	2,50	30,0	1,25	3,75	0,33	0,63	0,45	1,07	
Ta ₆₅	30,0	7,50	3,75	2,73	0,19	1,25	0,91	1,07	0,63	0,37

La determinación de la estructura interna de las series, mostró que los máximos aportes para las variables Hr y Ta (tabla 5.28), está dado el componente ~5años, la segunda es de ~2.7 años, la tercera por el ciclo ~3.3años, la cuarta por el ciclo ~1.2años, ~0.8años y ~15 años. La componente de mayor ciclo encontrada en estas series fue de 30 años.

En la tabla 5.28 se presentan los cuasi periodos encontrados en las series de las variables meteorológicas Hr y Ta realizado por medio del análisis espectral.

Tabla 5.28. Cuasi periodos encontrados en la series de las variables meteorológicas Hr y Ta por medio de análisis espectral

Serie Iniciales	Cuasi Periodos (años)											
Hr ₃	0,24	5,00	0,18	0,38	0,19	0,43	0,61	2,00	1,43	0,81	0,22	0,21
Hr ₁₀	0,18	0,28	1,67	0,19	0,83	0,41	0,24	1,15	0,60	5,00	0,33	
Hr ₅₆	6,00	1,50	0,35	0,28	0,21	0,17	0,39	0,55	1,25	0,48	2,50	
Hr ₅₉	0,38	15,00	0,56	0,18	5,00	0,30	3,00	1,50	0,32	0,26	0,28	
Hr ₆₂	10,00	3,33	0,42	0,29	0,31	0,91	0,18	0,35	1,25			
Hr ₆₅	0,75	0,18	0,55	1,36	0,30	0,43	2,50	0,26	0,21	15,00		
Ta ₃	3,75	1,76	1,07	2,14	0,24	0,20	30,0	0,94	0,22	0,43		
Ta ₁₀	5,00	2,14	1,50	0,30	0,83	1,30	0,23	0,24	0,28	0,40		
Ta ₅₆	10,0	5,00	2,50	0,32	1,15	0,54	0,28	0,17				
Ta ₅₉	10,0	2,50	4,29	1,25	0,91	0,26	0,54					
Ta ₆₂	7,50	2,50	30,0	1,25	3,75	0,33	0,63	0,45	1,07			
Ta ₆₅	30,0	7,50	3,75	2,73	0,19	1,25	0,91	1,07	0,63	0,37		

En la tabla 5.29, se muestran las diferentes periodicidades encontradas para la variable oceanológica TSM, se observa que el mayor aporte esta dado por el ciclo (~ cuasi) ~3.3años seguido por los ciclos, ~2.7 años, ~1.2años ~15 años, y finalmente se observa un ciclo de menor representatividad en el comportamiento de las variables de ~0.8años. La componente de mayor ciclo encontrada fue de 15 años.

Tabla 5.29. Cuasi periodos encontrados en la serie TSM por medio de análisis espectral

Serie Iniciales	Cuasi Periodos (años)										
TSM ₃	5,0	0,94	1,87	0,18	0,21	0,29					
TSM ₁₀	15,0	0,29	2,50	1,11	3,33	0,34	0,18	0,40	0,52	0,43	
TSM ₅₆	7,50	3,75	2,50	1,25	1,43	1,11	1,67	0,54	0,73	0,19	
TSM ₅₉	10,0	3,75	2,50	1,25	0,83	0,33	0,20				
TSM ₆₂	7,50	1,25	3,78	2,50	0,29	0,34	0,68	0,23	0,18		
TSM ₆₅	15,0	2,50	5,0	1,25	0,40	0,88	0,18	0,52	0,17		

También se analizó espectralmente el IOAN, con el objetivo de determinar los ciclos y extraer sus componentes principales. La tabla 5.30 muestra los periodos encontrados, como se puede observar se encontró que el ciclo más influyente es de 0,5 años lo que

puede estar relacionado con la ZCIT, seguido por 2,73 años, 3,33 años, el ciclo de largo periodo (15años) tiene menor representatividad en el movimiento oscilatorio de la serie.

Tabla 1.30. Cuasi periodos encontrados en la serie IOAN por medio de análisis espectral

	Cuasi Periodos (años)									
IOAN	0,54	2,73	3,33	0,65	1,00	1,20	0,47	0,83	15,0	0,20

De forma general se puede decir que las serie Hr, Ta, TSM y la serie del IOAN se encuentran ciclos de ~2.75años, ~3.3años, ~1.2años, y finalmente se observa dos ciclos de menor representatividad en el comportamiento de las variables, uno cercano a un año ~0.8años (10meses) y el otro de largo periodo ~15 años. Estos ciclos también se encontraron en el análisis espectral del IOAN, mostrando que son propios de la variabilidad interanual de la OAN, como se observa en la tabla 5.31. Esto muestra que los procesos de interacción océano – atmósfera y sus componentes principales pueden coincidir con los ciclos de las variables atmosféricas y oceanológicas analizadas y el IOAN en el MCC, relación que se pretende encontrar con el análisis de correlación cruzada.

Se puede mencionar que, el periodo de ~15años, encontrado en el IOAN y en las variables Hr, Ta y TSM predominante en las series Hr59, Hr62, Hr65, Ta56, TSMa10, TSM59, TSM65, no se pudo analizar claramente en el comportamiento de la señal debido a que la serie de tiempo analizada es inferior a 30años.

Cada uno de los ciclos o componentes de las series oceanológicas y atmosféricas mencionados anteriormente, son manifestaciones de procesos, lo que quiere decir, que cada componente extraída de las series iniciales representa un fenómeno con su periodicidad de ocurrencia. En general, la combinación de las amplitudes de las oscilaciones de las componentes presentes en una serie inicial analizada, conforman el comportamiento oscilatorio total de la serie inicial. Por lo tanto, el aumento y disminución de las amplitudes de las componentes pueden mostrar el aumento y disminución del aporte de sus oscilaciones en la serie inicial.

De acuerdo con las tablas anteriores se puede ver que las señales o ciclos que mayor influencia en las variables oceánicas y atmosféricas corresponden a períodos de ~2.7 años, ~3.3 años, ~1.2 años los cuales pueden coincidir con periodicidades de otros procesos no estudiados en este trabajo, tales como la Cuasibienal, que presenta períodos de casi 2 años, en el caso de la oscilación ~0.8años puede coincidir con las ondas Rossby, cuyo ciclo medio responde a 9 meses, mientras que el periodo de ~15 años puede estar relacionado a fenómenos de largo periodo como oscilaciones decadales entre otras.

Teniendo en cuenta lo anterior, una vez realizado el cálculo de la densidad espectral, se filtraron las componentes de las series iniciales (anomalías) determinadas por medio de un filtro pasa banda, lo cual permitió ver el comportamiento al ser comparada con la serie inicial. De este proceso se obtuvieron las gráficas desde la A 46 hasta la A 62 anexa a este documento.

5.8 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN CRUZADA ENTRE LAS SERIES METEOMARINAS DEL MCC Y EL IOAN

5.8.1 Análisis de series Iniciales

Se estudiaron las oscilaciones de las anomalías tanto en las series iniciales como de las componentes de Ha, Ta y TSM con la finalidad de buscar relaciones espacio-temporales de las series investigadas y el IOAN.

Los ciclos encontrados en cada una de las series se relacionan en la tabla 5.31 en la cual se muestra la matriz de correlación entre series iniciales de la OAN vs Hr, Ta y TSM, donde el valor entre que se observa en paréntesis representa el rezago (signo negativo) o adelanto (signo positivo) en meses de la segunda serie con respecto a la primera.

Se observa que las correlaciones encontradas entre las series iniciales del IOAN y las series de las variables meteorológicas Hr y Ta y la variable oceánica TSM para los puntos seleccionados, son bajos, lo que indica que no existe una relación estadísticamente directa. Una probable explicación, puede ser que las variables iniciales son la suma de diferentes ciclos que representan fenómenos o procesos naturales de interacción océano, atmósfera como se dijo anteriormente, lo que hace que no pueden ser captados presentando correlaciones poca significativas, además también se debe tener en cuenta la suma de ruidos rojos y ruidos blancos. Por lo que se hace necesario realizar un análisis de las componentes de estas series iniciales que representen la frecuencia del fenómeno que se quiere investigar, como lo es OAN.

Tabla 5.31. Matriz de correlación entre series iniciales de OAN vs Hr, Ta y TSM

Índice	Variable Atmosférica Hr					
	Hr 3	Hr 10	Hr 56	Hr 59	Hr 62	Hr 65
OAN	-0.12(0)	-0.11(5)	0.11(-4)	-0.13(-14)	-0.12(-14)	-0.17(9)
Índice	Variables Atmosférica Ta					
	Ta 3	Ta 10	Ta 56	Ta 59	Ta 62	Ta 65
OAN	0.16(-7)	0.14(5)	-0.17(3)	-0.14(3)	0.11(-14)	-0.15(1)
Índice	Variables Oceanológica TSM					
	TSM 3	TSM 10	TSM 56	TSM 59	TSM 62	TSM 65
OAN	0.1(-7)	-0.13(3)	-0.15(3)	-0.16(4)	-0.11(2)	-0.19(2)

5.8.2 Análisis de Componentes

Una vez determinadas las componentes de cada una de las variables analizadas, se realizan las correlaciones entre periodos equivalentes del IOAN y las variables meteo-marinas estudiadas.

En la tabla 5.32 se muestran las correlaciones entre las componentes de ~2.7años y las variables meteo-marinas analizadas.

Se observa:

- ✦ Que entre la serie las anomalías del IOAN y la variable atmosférica Hr, para los procesos con periodicidad de ~2.7años en los seis puntos, solo se presenta una correlación significativa e inversa en el punto 65 con un valor de ,0.51 (2) lo que quiere decir, que el proceso con periodicidad de ~2.7años ocurridos en la serie IOAN aparece dos meses después en la Hr, y que presenta una mayor Hr cuando el índice es negativo y una menor Hr cuando el índice es positivo.
- ✦ Los procesos con periodicidad de ~2.7años entre la variable oceanológica TSM y la variable atmosférica Ta tienen buena respuesta entre el componente ~2.7años del IOAN, con coeficientes desde ,0.50 hasta -0.79 especialmente en los puntos ubicados hacia el Norte del MCC.
- ✦ El signo negativo representa que, tanto las variables atmosféricas Hr y Ta como la Oceánica TSM reaccionan al estímulo del IOAN de forma inversamente proporcional a la señal encontrada, lo cual está relacionado con las dos fases del IOAN. Cuando la fase es negativa es porque se presenta una pequeña diferencia de presión entre la alta de los Azores y la baja Islandesa provocando sobre el MCC anomalías positivas para la Hr, Ta y la TSM. Mientras que una fase positiva del IOAN representa una gran diferencia de presión entre la alta de los Azores y la Baja Islandesa provocando sobre el MCC anomalías negativas para la Hr, Ta y TSM, estos resultados están directamente relacionados, con que cada una de las fases provoca condiciones diferentes en la velocidad y dirección de los vientos superficiales, así como el transporte meridional de calor y vapor de agua lo que lleva como consecuencia cambios en los patrones de temperaturas tanto de Ta como de la TSM y de la Hr. Es por esto que, cuando se presenta la fase positiva hay un aumento de los vientos debido al gran gradiente de presión, lo que genera una disminución de la Ta y de la TSM, generando una época seca es decir disminuyendo la Hr, y pasa todo lo contrario cuando se presenta una fase negativa, los vientos no son tan fuertes las temperaturas son más altas y aumenta la Hr.

- ✦ Que no en todos los puntos ni en todas las variables se encontraron los mismos ciclos, como es el caso Hr3, Hr10 y TSM3, y en otros casos simplemente no se encontró ninguna correlación como en el punto Ta10, esto se puede atribuir a que tanto el punto 3 como el punto 10 se encuentran ubicados cerca a aguas costaras, donde predominan los procesos de intercambio de masa y energía entre el mar y el continente, con ciclos de menor amplitud, por lo que la influencia de los fenómenos de interacción océano-atmosférica de largo periodo no tiene mayor representatividad.
- ✦ Se observa que las señales de respuesta para las variables atmosféricas es de 2meses, mientras que en la variable TSM es de 1 a 4 meses.
- ✦ Se observa que los valores de los coeficientes presentan una mejor correlación entre las componentes de ~2.7 años que con las series iniciales, lo que señala la predominancia de fenómenos con esta periodicidad en las series analizadas.

Tabla 5.32. Matriz de correlación entre la componente (~2.7 años) del IOAN y Hr, Ta, TSM

Índice	Variable Atmosférica Hr					
	Hr 3	Hr 10	Hr 56	Hr 59	Hr 62	Hr 65
OAN			0.36(.2)	0.42(1)	-0.41(4)	-0.51(2)
Índice	Variables Atmosférica Ta					
	Ta 3	Ta 10	Ta 56	Ta 59	Ta 62	Ta 65
OAN	-0.39(5)		-0.79(2)	-0.76(2)	-0.60(2)	-0.51(2)
Índice	Variables Oceanológica TSM					
	TSM 3	TSM 10	TSM 56	TSM 59	TSM 62	TSM 65
OAN		-0.64(1)	-0.68(1)	-0.82(4)	-0.57(4)	-0.50(2)

La tabla 5.33 muestra los resultados obtenidos entre la componente (~1.2años) del IOAN y las variables meteo-marinas. Se observa que:

- ✦ Los coeficientes son bajos evidenciando que no existe una buena correlación para la componente ~1.2años del IOAN y las variables analizadas.
- ✦ Aun que los coeficientes son bajos los mayores valores se obtienen para la variable TSM, mostrando una relación inversamente proporcional al estímulo del IOAN a la señal encontrada, resultado relacionado con que la TSM presenta propiedades mas conservativas y más estables que la Ta y la Hr.
- ✦ La mejor correlación se determina para TSM10 con un valor de ,0.50, evidenciado una relación inversa y un rezago de 0 meses.

✦ Para la variable TSM3 no se encontró el ciclo de ~2.7años.

Tabla 5.33. Matriz de correlación entre componentes (~1.2 años) del IOAN y Hr, Ta TSM

Índice	Variable Atmosférica Hr					
	Hr 3	Hr 10	Hr 56	Hr 59	Hr 62	Hr 65
OAN	-0.20(3)	-0.28(-15)	-0.37(1)	0.08(-11)	-0.36(2)	-0.48(0)
Índice	Variables Atmosférica Ta					
	Ta 3	Ta 10	Ta 56	Ta 59	Ta 62	Ta 65
OAN	0.33(-4)	-0.36(13)	-0.30(1)	-0.48(1)	-0.34(-4)	-0.48(0)
Índice	Variables Oceanológica TSM					
	TSM 3	TSM 10	TSM 56	TSM 59	TSM 62	TSM 65
OAN		-0.50(0)	-0.47(0)	-0.41(0)	-0.38(1)	-0.48(0)

La tabla 5.34 muestra los resultados obtenidos entre la componente (~15años) del IOAN y las variables meteo-marinas analizadas.

Se observa que:

- ✦ La mayoría de series analizadas no tienen el ciclo de ~15 años.
- ✦ La única correlación significativa se encontró entre el IOAN y la H59 con un valor de 0.50 y un (r) de 39 meses. Lo que muestra una correlación directamente proporcional

Tabla 5.34. Matriz de correlación entre componentes (~15 años) del IOAN y Hr, Ta TSM

Índice	Variable Atmosférica Hr					
	Hr 3	Hr 10	Hr 56	Hr 59	Hr 62	Hr 65
OAN				0.50(39)		-0.33(-12)
Índice	Variables Atmosférica Ta					
	Ta 3	Ta 10	Ta 56	Ta 59	Ta 62	Ta 65
OAN	0.37(10)					-0.33(-12)
Índice	Variables Oceanológica TSM					
	TSM 3	TSM 10	TSM 56	TSM 59	TSM 62	TSM 65
OAN		0.49(-64)				-0.38(-7)

La tabla 5.35 muestra los resultados obtenidos entre la componente (~3.3 años) del IOAN y las variables meteo-marinas analizadas.

Se observa que:

- ✦ Las series analizadas de la variable atmosférica Hr en los puntos 3, 10, 56 y 65 no tiene el ciclo ~3.3 años.
- ✦ Aun que las series en los puntos 59 y 62 si tienen el ciclo de ~3.3 años no se determino ninguna correlación.
- ✦ Las series de Ta en los puntos 10, 56 y 59 no tienen el ciclo ~3.3 años. Aun que las series de Ta en los puntos 3, 62 y 65 tienen el ciclo ~3.3 años solo se encontró una correlación significativa para el punto 3, con un coeficiente de 0.52 y un (r) de ,6meses, evidenciado una relación directa.

Tabla 5.35. Matriz de correlación entre componentes (~3.3 años) del IOAN y Hr, Ta TSM

Índice	Variable Atmosférica Hr					
	Hr 3	Hr 10	Hr 56	Hr 59	Hr 62	Hr 65
OAN						
Índice	Variables Atmosférica Ta					
	Ta 3	Ta 10	Ta 56	Ta 59	Ta 62	Ta 65
OAN	0.52(-6)				0.26(0)	0.18(7)
Índice	Variables Oceanológica TSM					
	TSM 3	TSM 10	TSM 56	TSM 59	TSM 62	TSM 65
OAN		-0.50(0)	0.15(-15)	0.36(-12)	0.21(4)	

Los resultados obtenidos entre la componente (~10 años) del IOAN y las variables meteo-marinas analizadas se muestra en la tabla 5.36.

Se observa que:

- ✦ Las series analizadas de la variable atmosférica Hr en los puntos 56, 59, 62 y 65 no tiene el ciclo ~10meses.
- ✦ Aun que las series de Hr en los puntos 10 y 65 si tienen el ciclo de ~10meses la correlación no presenta un valor significativo.
- ✦ Las series analizadas de la variable atmosférica Ta en los puntos 3, 56 y 62 no tienen el ciclo ~10meses.
- ✦ Aun que las series de Ta en los puntos 10 y 59 si tienen el ciclo de ~10meses la correlación no presenta un valor significativo.

- ✦ Las series analizadas de la variable oceanológica TSM en los puntos 10, 56, y 62 no tiene el ciclo ~10meses.
- ✦ Aun que las series de TSM en los puntos 3 y 59 si tienen el ciclo de ~10meses la correlación no presenta un valor significativo.
- ✦ La única correlación significativa que se encontró entre la componente ~10meses del IOAN y la TSM se presenta en el punto 65 con un coeficiente de 0.65 con una relación directamente proporcional y un (r) de ,2meses.
- ✦ En general la componente ~10meses no muestra una buena correlación entre la IOAN y las variables meteo-marina.

Tabla 5.36. Matriz de correlación entre la componente (~10meses) del IOAN y Hr, Ta TSM

Índice	Variable Atmosférica Hr					
	Hr 3	Hr 10	Hr 56	Hr 59	Hr 62	Hr 65
OAN		,0.21(9)				0.22(,2)
Índice	Variables Atmosférica Ta					
	Ta 3	Ta 10	Ta 56	Ta 59	Ta 62	Ta 65
OAN		,0.26(,1)		,0.11(2)		,0.23(2)
Índice	Variables Oceanológica TSM					
	TSM 3	TSM 10	TSM 56	TSM 59	TSM 62	TSM 65
OAN	,0.18(2)			0.45(,1)		0.50(,2)

El presente trabajo encontró que el proceso con periodicidad de ~2.7años entre la variable oceanológica TSM y la variable atmosférica Ta tiene buena repuesta ante el componente ~2.7años del IOAN, con coeficientes desde, 0.50 hasta ,0.79 especialmente en la región Norte del MCC. También determinó que el signo negativo de las correlaciones representa que, tanto las variables atmosféricas Hr y Ta como la oceánica TSM reaccionan al estímulo del IOAN de forma inversamente proporcional lo cual, está relacionado con las dos fases del IOAN. Cuando la fase es negativa es porque se presenta una pequeña diferencia de presión entre la alta de los Azores y la baja Islandesa provocando sobre el MCC anomalías positivas para la Hr, Ta y la TSM. Mientras que una fase positiva del IOAN representa una gran diferencia de presión entre la alta de los Azores y la baja Islandesa provocando sobre el MCC anomalías negativas para la Hr, Ta y TSM. Estos resultados están directamente relacionados, con que cada una de las fases provoca condiciones diferentes en la velocidad y dirección de los vientos superficiales, así como en el transporte meridional de calor y vapor de agua. Como consecuencia, se producen cambios en los patrones de temperaturas tanto de Ta como de TSM y de la Hr. Es por esto que, cuando se presenta la fase positiva hay un aumento de los vientos debido al gran gradiente de presión, generando una disminución de la Ta y de la TSM, característico de una época seca, es decir la Hr

presenta una disminución. Pasa todo lo contrario, cuando se presenta una fase negativa, los vientos no son tan fuertes, las temperaturas son más altas y aumenta la Hr. En forma general se corrobora que la TSM al ser la variable que representa a la conservatividad del las masas de agua muestra una mejor correlación con la OAN por ser un fenómeno de largo periodo. Por otro lado la Hr que representa a la variabilidad atmosférica muestra mayor correlación con fenómenos de corto periodo. La reacción de las variables TSM, Ta y Hr ante las señales de la OAN se percibe luego de dos a cuatro meses en el MCC.

CONCLUSIONES

En cuanto a la descripción espacio-temporal de las variables atmosféricas y oceanológicas del MCC como promedio climático para el periodo 1971-2000 se concluye que:

- + Desde el punto de vista oceanográfico se identifican tres zonas homogéneas como primera aproximación en el MCC.
- + El comportamiento anual de las variables analizadas corrobora la influencia de la convección, divergencia y en la dinámica de las aguas del MCC.
- + La Hr presenta valores altos sobre la Península de la Guajira, y desde allí, disminuyen hacia el Occidente y, desde la costa Panameña, hacia el Norte. Este resultado en la Península de la Guajira muestra la inversión de la atmósfera cerca de la superficie del océano, relacionado con la capa límite marina, y se trata de alta humedad muy cerca de la superficie del océano que no influye en la humedad general asociada a lluvias. En zonas de alta convección la humedad sube y por tanto la Hr en esta capa muy cerca de la superficie del mar baja, mientras que en zonas de divergencia pasa lo contrario. Y esta podría ser también la explicación de los resultados encontrados en la temporalidad, ya que la mayor humedad no se da en los meses más húmedos (Sep-Oct) si no en la época húmeda (May-Jun).
- + Los mayores valores de Hr se presentan desde abril hasta agosto, siendo mayo el mes de máxima Hr. Los menores valores se observan desde noviembre hasta febrero, siendo diciembre el mes con la mínima Hr del año.
- + Los valores altos de Ta se observan en la costa de Panamá y en el Golfo de Morrosquillo y los bajos sobre la Península de la Guajira
- + La Ta es mínima de diciembre a abril, y mayor en el resto del año, con un mínimo relativo interrumpido en julio.
- + La TSM es baja en el Oriente del MCC y alta en la parte Occidental. Desde ahí los valores disminuyen a lo largo de la costa hacia la península de la Guajira.
- + La TSM en época seca de diciembre a abril es baja, cuando los vientos alisios y las surgencias de la Guajira son más fuertes, y son altas en la época húmeda de mayo a noviembre, cuando los vientos alisios son débiles, con un mínimo relativo interrumpido en el mes de julio.

Conclusiones

- + Las aguas con baja SSM se encuentran en la parte costera de Panamá y los valores más altos de se observan cerca de la Península de la Guajira.
- + El primer semestre del año la SSM es mayor que en el segundo semestre. El máximo de SSM se da en marzo mientras que el mínimo en octubre.

De la identificación de zonas homogéneas en la interfase mar-aire del MCC, se concluye que:

- + Existen 4 masas de aire y 5 masas de agua superficiales promedio sobre el MCC.
- + La distribución espacio-temporal de las masas de aire y de agua están influenciadas por la convección, divergencia y en la dinámica de las aguas del MCC.

En cuanto a los puntos representativos de las zonas homogéneas en la interfase mar-aire del MCC se concluye que:

- + Los puntos representativos de las zonas homogéneas en la interfase mar-aire del MCC son 6.
- + Los puntos representativos sobre el MCC se encuentran ubicados así: punto 3 entre 77°W y 9°N (punto cercano a aguas costeras), punto 10 entre 78°3'W y 9°3'N (punto cercano a aguas costeras), punto 56 entre 77°W y 12°N (punto ubicado en lejanía de las costas), punto 59 entre 78°3'W (punto ubicado en lejanía de las costas) y 12°N, punto 62 entre 72°W y 12°3'N (punto cercano a aguas costeras) y finalmente el punto 65 entre 73°3'W y 12°3'N (punto ubicado en zona de mezcla).

El análisis de las anomalías de los parámetros océano-atmosféricos y el estudio del comportamiento del IOAN en el periodo comprendido del 1971 al 2000 mostró que:

- + La mayor amplitud del comportamiento temporal de las anomalías se encuentra en la Hr, y la menor amplitud de las anomalías se encontraron en la Ta y la TSM.
- + Se destacan los puntos oceánicos con menores amplitudes de anomalías y los costeros y el ubicado en zona de mezcla con las mayores amplitudes.
- + El comportamiento temporal de las anomalías de Hr, Ta y TSM mostró relaciones inversas con el comportamiento temporal de las anomalías del IOAN, aunque algunos meses muestran relaciones directas que pueden estar influenciados por otros fenómenos no estudiados en este trabajo.

- + La menor amplitud de las anomalías de Ta y TSM se encontró en los puntos oceánicos.
- + La mayor amplitud del comportamiento temporal de las anomalías de Ta y TSM se encontró en zona de aguas costeras y en zona de transición.
- + El comportamiento del IOAN se encuentra en desfase con las variables Hr, Ta y TSM en general, y en desfase para algunos años en particular diferentes en cada parámetro.

El análisis espectral mostró que

- + Las periodicidades encontradas para la variable Hr, muestran que el mayor aporte depende de la ubicación del punto, para los puntos cercanos a las costas predomina la influencia de oscilaciones de corto periodo, mientras que los puntos ubicados en lejanía de las costas y punto de zona de mezcla, el mayor aporte esta dado por oscilaciones de largo periodo.
- + Las periodicidades encontradas para la variable Ta, muestran que el mayor aporte está dado por las oscilaciones de largo periodo: ~10 años ~30 años, 5 años, y 7.5 años seguido por las oscilaciones ~2.7 años, ~3.3 años, ~1.2 años y finalmente por oscilaciones de ~0.8 años. La componente de mayor ciclo encontrada para esta serie fue de 30 años.
- + Las periodicidades encontradas para las variables atmosféricas, muestran que el mayor aporte está dado por la oscilación ~1.2años.
- + Las periodicidades encontradas para la variable oceanológica TSM muestra que el mayor aporte esta dado por el ciclo ~3.3años seguido por los ciclos, ~2.7 años, ~1.2 años ~15 años, y finalmente se observa un ciclo de menor representatividad en el comportamiento de las variables de ~0.8 años. La componente de mayor ciclo encontrada fue de 15 años.

- + Las periodicidades encontradas para las variables oceanológicas, muestran que el mayor aporte está dado por la oscilación ~ 2.7 años.
- + Las series Hr, Ta, TSM y la serie del IOAN presentan ciclos comunes de ~ 2.7 años, ~ 3.3 años, ~ 1.2 años ~ 15 años, y un ciclo cercano a un año ~ 0.8 años, de menor representatividad en el comportamiento de las variables.
- + La TSM muestra que el mayor aporte a sus oscilaciones está dado por fenómenos de largo periodo asociado a la OAN.
- + La Hr muestra que el mayor aporte a sus oscilaciones está dado por fenómenos de corto periodo.

En cuanto a la correlación entre los parámetros oceánicos y atmosféricos de cada punto representativo en la interfase mar-aire del MCC y el IOAN en el periodo de estudio se encontró que:

- + Entre las series iniciales del IOAN y las series de las variables Hr, Ta y la TSM las correlaciones son bajas. En cambio estas correlaciones aumentan entre los componentes de las variables.
- + El proceso con periodicidad de ~ 2.7 años entre la TSM y Ta tiene buena repuesta ante el componente ~ 2.7 años del IOAN, con coeficientes desde -0.50 hasta -0.79 especialmente en la región Norte, lo que señala la predominancia de fenómenos con esta periodicidad en las series analizadas.
- + El signo $-$ de las correlaciones representa que, tanto la Hr, Ta y TSM reaccionan al estímulo del IOAN de forma inversamente proporcional lo cual, está relacionado con las dos fases del IOAN: Cada una de las fases provoca condiciones diferentes en la velocidad y dirección de los vientos superficiales, así como en el transporte meridional de calor y vapor de agua. Como consecuencia, se producen cambios en los patrones de Ta como de TSM y de la Hr. Cuando se presenta la fase positiva hay un aumento de los vientos debido al gran gradiente de presión, generando una disminución de la Ta y de la TSM, característico de una época seca, es decir la Hr presenta una disminución. Mientras que en fase negativa, los vientos no son tan fuertes, las temperaturas son más altas y aumenta la Hr.
- + En forma general se corrobora que la TSM al ser la variable que representa a la conservatividad de las masas de agua muestra una mejor correlación con la OAN por ser un fenómeno de largo periodo. Por otro lado la Hr que representa a la

variabilidad atmosférica muestra mayor correlación con fenómenos de corto periodo.

- + La reacción de la variable oceánica TSM ante las señales de la OAN se percibe luego de uno a cuatro meses en el MCC. Mientras que la reacción de las variables atmosféricas, Ta y Hr ante las señales de la OAN con rezago de dos meses.

- + Se comprobó la influencia de la OAN en la variabilidad de los parámetros océano-atmosféricos en el MCC durante el periodo 1971,2000, siendo mayor con la TSM seguidor por la Ta y menor con la Hr.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilo A, 1993. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Madrid.

Amador, J., Magaña V. 1999. Dynamics of the low level jet over the Caribbean, 23th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology, AMS., Dallas, 868,869.

Andrade, C. 1993. Análisis de la velocidad del viento en el Mar Caribe. Boletín Científico: 13-33-43.

Andrade, C.; Barton, E. 2000. Eddy development and motion in the Caribbean Sea. Journal of Geophysical Research, 105(C11): 26-191-26-201.

Andrade, C.; Amaya, C. 2001. Las Corrientes superficiales en la Cuenca de Colombia Observadas con boyas de deriva. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Física y Naturales, 25(96): 321 - 325.

Andrade, C., Barton, E. 2005. The Guajira Upwelling System. Continental Shelf Researc, 25: 1003,1022.

Añel, J.; De la Torre L.; Presa L.; Muñiz, R. 2005. Breve Revisión a La Oscilación del Atlántico Norte y su Influencia sobre la Península Ibérica y Canarias. Revista de Internet. Rev. del Aficionado a la Meteorología.

Arias, P. 2005. Diagnóstico y predicción de la variabilidad intraanual de la hidrología colombiana. Tesis de grado, Magíster en Ingeniería – Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 192 p.

Bartlett, M. 1985. Stochastic Processes. Cambridge University Press. Cambridge, USA.

Bernal, G.; Poveda, G.; Roldan, P., Andrade, C. 2006. Patrones de Variabilidad de las Temperaturas Superficiales del Mar en la Costa Caribe Colombiana. Rev. Académica Colombiana. Cien. 30. Pág. 195 a 208.

Blanco, J.1988. Las variaciones ambientales estacionales en las aguas costeras y su importancia para la pesca en la región de Santa Marta. Caribe Colombiano. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. 50p

Borstad, G. 1982. The influence of the meandering Guiana Current and Amazon River discharge on surface salinity near Barbados. J. Mar Res. 40: 421,433.

Botero, I., Álvarez, A., León. 2000. The Caribbean coast of Colombia. 663,675. En: Sheppard C (Ed) Saes at the Millenium: An Environmental Evaluation, Elsevier Science Ltdada 1, 934p. rstad

Bouke, P. 1996. Autocorrelation. 2D pattern identification. Disponible en:
<http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/miscellaneous/correlate/>

Caicedo, J. 2000. Análisis espectral de introducción al tratamiento de series mediante filtros. Disponible en:
http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/gamonal/doctorado/PRESENTA.ppt.

Carvalho, L., Vera, C., Jones, C. 2007. Características principales de la variabilidad intraestacional en el Sistema Monzónico de America de Sur (SAMS). Newsletter of the Variability of the American Monsson System Projet, 4:7,10.

Castaño, E. & Martínez, J. 2008. Uso de la Función de Correlación Cruzada en la Identificación de Modelos ARMA. Rev. Colombiana de Estadística. V.31 n° 2 Pág. 293 a 310.

Caviedes, C. 1998. Influencia de ENOS sobre las variaciones interanuales de ciertos rios en América del Sur. Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, 27(3) :627.641.

CIOH 2010. <http://www.cioh.org.co/meteorologia/Climatologia/ClimatologiaCaribe1.php>

Cuignon, R. 1987. Estudio de la Plataforma del Caribe Colombiano, Fase Guajira. Boletín Científico CIOH, 7: 53,72.

CLIMLAB, 2000: Un Paquete Estadístico para Aplicaciones Climáticas, International Research Institute for Climate Prediction.

Curtis, S., and S. Hastenrath, 1995. Forcing of anomalous sea surface temperature evolution in the tropical Atlantic during Pacific warm events. *JGR—Oceans*, 100, C8, 15835,15847.

Da Camara C, & Trigo R. 2000. Tipos de circulación atmosférica y su influencia en el régimen de precipitaciones en Portugal. Climatic Research Unit, University of East Anglia, Norwich, Department of Physics. Faculty of Sciences. University of Lisbon, Lisbon, Portugal.

Dillon, W. R., Goldstein M. 1984: Multivariate Statistical Analysis, John &Wiley Sons, E.U.A., 587 pp.

Eslava, J 1994. Apuntes Meteorología y Climatología General. Bogotá. Universidad nacional de Colombia. Posgrado en Meteorología.

Fandiño, M. 1997. Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Unión Geofísica Mexicana Monografía N°3.

Figueras, S. 2001. Análisis de conglomerados o clúster, [en línea] 5campus.org. Estadística <http://www.5campus.org/leccion/cluster>. [Fecha consulta 20 de junio 2009].

Franco., Herrera, A 2005. Oceanografía de la ensenada de Gaira. El Rodadero más que un centro turístico en el Caribe Colombiano. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 56p.

Galbiati. 2007. J. Análisis de Conglomerados. [En línea] http://www.jorgegalbiati.cl/ejercicios_7/Conglomerados.pdf [fecha de consulta 10 de julio 2009].

Gallegos, A.; Czitrom, S. 1997. Aspectos de la Oceanografía Física Regional del Mar Caribe. M.F. Lavin, editor, Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía N° 3. Unión Geofísica Mexicana. Pág. 225 a 242.

Gámez, M. 2008. Componente Geoambiental del Caribe Colombiano. Universidad del Magdalena. Facultad de Estudios Generales. Cátedra Región y Contexto. Santa Marta. Magdalena.

Giannini, A., Kushnir, Y., Cane M.2000. Interannual Variability of Caribbean Rainfall, Enso, and Atlantic Ocean. Journal of Climate, 13(2):297,311.

Gibbs, R. 1967. Geochemistry of the Amazon River System. I the factors that control the salinity and the composition and concentration of the suspended solids. Geol. Soc. Am. Bull, 78: 1203,1232.

Gimeno, L., García, R., Trigo, R., De la Torre L. 2003 La oscilación Atlántico Norte y su Influencia sobre la Península Ibérica y Canarias. Aica Ediciones, 231p. ISBN: 84,95780,15,1.

Gordon, A.1967. Caribbean Sea Oceanography, en The Encyclopedia of Oceanography, R. W. Fairbridge (Ed). Pág. 175 a 181.

Hastenrath, S. 1991. Climate dynamics of the tropics. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 488 p.

Bibliografía

Hernández, A., Joyce T., 2000. Water masses and Circulation en the surface layer of the surface layer of the Caribbean at 66°W. Geo,physical research letters, 27(21): 3497,3500.

<http://www.cpc.noaa.gov/products/wesley/reanalysis.html>. [Consultado el 16 Marzo 2009]. National Center For Enviromental Prediction (NCEP)/ National Center For Atmospheric Research (NCAR)

<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.coads.1deg.html>. [Consultado el 16 Marzo 2009] International Comprehensive Ocean,Atmosphere Data Set (ICOADS)

<http://horacio9573.blogspot.com/2006/11/masas,de,aire,y,frentes.htm> [Consultado 12 de Abril 2009]

<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.coads.1deg.html>. [Consultado 20 Junio 2009]

<http://www.venemia.com/Esp/EspMapa/EspMap113.php>. [Consultado 21 de Junio 2009]

<http://www.cco.gov.co/anterior/cco.htm>. [Consultado 21 de Junio 2009]

<http://html.rincondelvago.com/correlaciones,canonicas.html>. [Consultado el 23 de Julio 2009]

[http://www.ldeo.columbia.edu/NAO de Martin Visbeck](http://www.ldeo.columbia.edu/NAO%20de%20Martin%20Visbeck) [Consultado 29 de Julio 2009].

<http://www.met.rdg.ac.uk/cag/NAO/index.html> de David B. Stephenson [Consultado 29 de Julio 2009].

<http://earthobservatory.nasa.gov/Study/NAO/> [Consultado 30 de Julio 2009].

[http:// www.atmosphere.mpg.de/enid/1 Los océanos y el clima/ La Oscilación del Atlántico Norte 3wa](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1_Los_oc%C3%A9anos_y_el_clima/La_Oscilaci%C3%B3n_del_Atl%C3%A1ntico_Norte_3wa). [Consultado 23 de Julio 2009].

[http:// www.atmosphere.mpg.de/enid/1 Los océanos y el clima/ La Oscilación del Atlántico Norte 3wa.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1_Los_oc%C3%A9anos_y_el_clima/La_Oscilaci%C3%B3n_del_Atl%C3%A1ntico_Norte_3wa.html). [Consultado 1 de Agosto2009]

[http://www.educaplus.org/climatic/03 masasaire.html](http://www.educaplus.org/climatic/03_masasaire.html) [Consultado el 29 Junio 2010]

<http://horacio9573.blogspot.com/2006/11/masas,de,aire,y,frentes.html> [Consultado el 29 Agosto 2010.]

Hurrell, J. 1995. Decadal trends in the north Atlantic oscillation: regional temperature and precipitation. *Science*, 269. Pág 676 a 679.

Hurrell, J. 1996. Influence of variations in extratropical wintertime teleconnections on Northern Hemisphere temperature. *Geophysics. Res. Let.*, 23. Pág. 665 a 668.

IDEAM 2009. Pronóstico de pleamares y bajamares costa Caribe colombiana. Servicio mareográfico. Bogotá 124p.

Ingeominas. 2003. Geología de los Cinturones Sinú, San Jacinto. Planchas 50 Puerto Escondido, 51 Lorica, 59 Mulatos, 60 Canalete, 61 Montería 69 Necocli, 70 San Pedro de Uraba, 71 Planeta Rica 79 Turbo, 80 Tierralta. Escala 1: 100.000 Memoria explicativa por Geotc Ltda., 225p.

INVEMAR, ANH. 2008. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos. Informe tectónico final, Santa Marta 461p.

Johns, W., Townsed, T., Fratantoni, D., Wilson, W., 2002. On the Atlantic inflow to the Caribbean Sea. *Deep,Sea Research Part I*, 49: 211,243.

Johnson, R. y Wichern, Dean, 1982. *Applied Multivariate Statistical Analysis* Prentice, Hall International, Inc,

Katz, R 2002. Sir Gilber Walker and Connection between El NIÑO and Statistics. Institute for Study of Society and Environment National Center for Atmospheric Research Boulder, CO USA. *Statistical Science*, V. 17, Pág. 97 a 112.

Knauss, J. 1996. *Introduction to Physical Oceanography*. Second Edition. Ed Pearson New Jersey.

Kjerfve, B. 1981. Tides in the Caribbean Sea. *Journal of Geophysical Research*, 86(C5):4243,4247.

León, G., Zea, J., Eslava, J. 2000. Circulación general del trópico y la Zona de confluencia Intertropical en Colombia. *Meteorología Colombiana*, 1: 31,38.

López, E. 2005. Evolución tectónica de la Región Caribe de Colombia. Informe interno Ingeominas, Bogotá. 51p.

Lozano, Y., Medellín Johanna., Gabriel R., Navas S. 2010. Contexto climatológico y Oceanográfico del Mar Caribe Colombiano Pág. 54,84. En INVEMAR (Eds)

Biodiversidad del margen Continental del Caribe Colombiano. Serie de publicaciones especiales Invemar N° 20 p 4588.

Magaña, V., Pérez, J., Vásquez, J., Carrisoza, E., 1999. El Niño y el clima. En: Magaña V. (ed). Los impactos de El Niño en México. UNAM. pp 23,66

Melo, J., Pabón, J., 2002. Análisis de procesos de interacción océano,atmósfera en áreas marítimas colombianas. Meteorología Colombiana, 6: 139,142.

Mesa S., G. Poveda J & L.F. Carvajal S. 1997. Introducción al Clima de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos, Medellín. 390 p.

Monente, J.; Pujos, M.; Jean M. 1994. Origen y composición de las masas de agua que ingresan al Caribe. Copyright © 1994 Depósito legal pp. 76,0010 ISSN 0378,1844. INTERCIENCIA 19(2): 79,85.

Montealegre, J. 1986. Distribución espacial de la precipitación en Colombia. Revista Atmosfera. Socolmet. N° 9. ISSN – 0120 – 6958.Pág. 37,52.

Montealegre, J. 1996. Análisis del comportamiento de la precipitación en Colombia durante los periodos de ocurrencia de los fenómenos ENOS (El Niño oscilación Sur) y El Anti,El Niño. Memorias IV congreso Colombiano de meteorología, IDEAM. Bogotá 157,169.

Montoya, G.; J. Pelkowski & Eslava,J. 2001. Sobre los alisios del noreste y la existencia de una corriente en el piedemonte oriental Andino. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 25(96):Pág. 363,370.

Montoya, G. 2008. Lecciones de Meteorología Dinámica y Modelamiento Atmosférico. Universidad nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. Pág. 6,7

Morales R. 2004. Clasificación e identificación de las componentes de marea del Caribe colombiano. Boletín Científico CIOH, 22: 105,114.

Moreno, J; Villegas, N.; e I. Málikov. 2008. Localización de estaciones de monitoreo de las aguas del pacífico colombiano con base en el estudio de información meteorológica y oceanográfica. Ponencia VIII Congreso Colombiano de Meteorología, Quibdó, Chocó. Marzo 2008.

Moreno, J. 2009. Localización de Estaciones de Monitoreo de las aguas de la Cuenca del Pacífico Colombiano con Base en el Estudio de Información Meteorológica y

Oceanográfica. Tesis de grado, Magíster en Ciencias, Meteorología. Universidad Nacional de Colombia Bogotá. P

Morris, J.; Smith, A.; Glover H. 1981. Products of photosynthesis in photo plankton of the Orinoco River and in the Caribbean Sea. *Limnol Ocean.* 26 (6). Pág. 1034 a 1044.

Murray, R. 1991. Estadística segunda edición. Mc Graw Hill. Pág 440 a 477.

Nystuen, J., Andrade, C. 1993. Tracking Mesoscale Ocean features in the Caribbean Sea using geosat altimetry. *Journal of Geophysical Research*, 98(C5). Pág. 8389 an 8394.

Olkin, I. Sampson A. 2004. Hotelling Harold (1895,1973). Universidad de Stanford, California. EE.UU [en línea] <http://www.eumed.net/cursecon/economistas/Hotelling.htm> [Fecha de consulta 15 de julio 2009].

ORIGINPRO. 2003. OriginPro 7.5. SR0 Origin Lab Corporation.

Parra, M.; Pozo, D; Castro. & Trigo R. 2003. NAO influence on maximum and minimum temperature of the Iberian Peninsula. En Proceedings "14th Symposium on Global Change and Climate variations". American Meteorological Society, U.S.A.

Ortiz, J., 2007. Huracanes y tormentas tropicales en el mar Caribe colombiano desde 1990. *Boletín Científico CIOH*, 25: 54,60.

Pabón, D.; Rojas, P.; Montealegre, J.; Kim, R.; Ceballos, J.; Martínez, N., Ñañes, E. 1998. El Océano. En: Leyva P. (Ed). *El Medio Ambiente en Colombia*. IDEAM, Santafé de Bogotá 495p.

Pabón, D.; Rojas, P.; Montealegre, J.; Kim, R.; Ceballos, J.; Martínez, N. 2000. El Océano. *El Medio Ambiente en Colombia*. Pág. 190 a 227. Colombia.

Pabón, J., Eslava, J., Gómez, R., 2001. Características de gran escala del clima en la América tropical. *Meteorología Colombiana*, 4:39,45.

Pastrana, S. "Influencia del Océano en el Clima". *Geografía esencial*. [En Línea]. Disponible en <http://club.telepolis.com/geografo/clima/oceano.htm>. [Consultado 7 de agosto 2009]

Peña D. 2002. Análisis de datos Multivariantes. Tesis de Maestría en Estadística. Universidad Nacional de Colombia.

Pétus, C., García, C., Thomas, Y., Cesaricio, M. 2007. Etude de la variabilite saisonniere et interrannuelle de la résurgence de la Guajira (Colombie) par analyse de donnees satellitaires Ami,Wind, seawinds et AVHRR. Teledetection, 7(1,4)

Posada, B., Henao, W., 2006. Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano. Invemar, Serie de Publicaciones Especiales, 13:35,38p.

Poveda, G.; Gil, M.; Quiceno N. 1996. El Ciclo Anual de la Hidrología de Colombia en Relación con el ENSO y la NAO. Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Colombia

Poveda, G., Mesa, O, Carvajal, L. 1997. Introducción al Clima de Colombia. Medellín. Universidad Nacional de Colombia. Unysis Weather. Disponible en: <http://weather.unisys.com/>

Poveda, G. 1998. Retroalimentación dinámica entre el fenómeno El Niño,Oscilación del Sur y la hidrología de Colombia. Tesis como requisito para el título de Doctor en Ingeniería en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional de Colombia.

Poveda, G. & Mesa. O. 1999. La corriente de chorro superficial del Oeste (“DEL CHOCÓ”) y otras dos corrientes de chorro en Colombia: Climatología y variabilidad durante las fases del ENSO. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 23(89): 517,528.

Pujos, M.; Le Tareau, J. 1988. Hydrogeologie de la plateforme continentale Caraibe colombienne au large du delta du Dique en saison des pluies: Consequence sur la circulation (Hydrogeology of the Colombian Caribbean continental platform around the Dique Delta in the rainy season: Consequences on circulation. Bulletin de l'Institut de Geologie du Bassin d'Aquitaine, 44: 97,107.

Quian B., Corte J., Xu H. 2000. Is the North Atlantic Oscillation the most important atmospheric pattern for precipitation in Europe? J. Geophys. Res., 105, 11901,11910.

Rangel, N. 2009. Evolución histórica y geomorfología entre el Cabo de San Juan de Guía y el Río Cañas. Tesis M. Sc., Universidad EAFIT, Medellín 90p.

Rangel, N., Idárraga J. 2010. Geología General, Morfología Submarina y Faices Sedimentarias en el Margen Continental y los Fondos Oceánicos del Mar Caribe Colombia. Pág. 29,51. En INVEMAR (Eds) Biodiversidad del margen Continental del Caribe Colombiano. Serie de publicaciones especiales Invemar N° 20 p 4588.

Rivero, A. 2005. El Índice NAO como elemento modulador de la variabilidad climática del período poço lluvioso en Cuba. Revista Meteorología Colombiana N° 9. Pag. 67,74. Marzo 2005. Bogotá D.C.

Rodriguez, A., Garzón, J. 2003 Monitoreo de arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares de la Bahía de Chengue – Caribe colombiano (1993,1999), Invemar, Serie de publicaciones especiales, Santa Marta, 170p.

Rogers, J. 1997. North Atlantic storm track variability and its association to the North Atlantic Oscillation and climate variability of northern Europe. J. Climate, 10, 1635,1647
Ruiz, M.; Bernal G. & Polania J. 2008. Influencia del Río Sinú y el Mar Caribe en el Sistema Lagunar de Cispatá. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Minas, Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Boletín INVEMAR V. 37 n.1 Santa Marta.

Ryther, J.; Menzel, D. W., Corwin, N. 1967. Influence of the Amazon River outflow on the ecology of the western tropical Atlantic. I. Hydrography and nutrient chemistry J. Marine Research 25; 1. Pág. 69,83.

Salzwedel, H., Müller, K.1983. A summary of meteorological data for the bay of Santa Marta Colombian Caribbean. Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín 13. 67,84.

Sánchez, N. Signoret, M. Garduño, R. 2005. La Oscilación Atlántico Norte Un fenómeno que Incide en la Variabilidad climática de México. Revista de Ingeniería Investigación y Tecnología VII. 2. P 84,95.

Shumway, R. Stoffer, D. 2006. Time Series Analysis and Its Applications 2d Ed., Springer. USA. 575 p.

STATSOFT. 2007. STATISTICA (Data Analysis System) Inc Versión 8

Stewart, R. 2005. Physical Oceanography. Department of Oceanography. Texas A & M University.

Storch, H., Zwiers, F. 1999: Statistical Analysis in Climate Research. Cambridge University Press, United Kingdom, 488 pp.

Taboada A., Rivera, L., Fuenzalida, A., Cisternas, A., Philip, H., Bijwaard, H., Olaya., Rivera, C. Geodynamics of the northern Andes: Subductions and intracontinental deformation (Colombia): Tectonics, 19(5) 787,813.

Trenkamp, R., Kellogg, J., Freymueller, J., Mora, H. 2002. Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America. CASA GPS. Observations. *Journal of South American Earth Sciences*, 15(2); 157,171.

Trigo R, Osborn T, Corte,Real J. 2002. The North Atlantic Oscillation influence on Europe: climate impacts and associated physical mechanisms. *Climate Research*, 20, 9,17.

Trigo R, Corte,Real J, Osborn T. 2004a. Influencia de la Oscilación del Atlántico Norte en el clima del continente europeo y su impacto en el caudal de los ríos ibéricos. En "La Oscilación del Atlántico Norte y su influencia sobre la Península Ibérica y Canarias". 135,158. ISBN: 84,95780,15,1.

Trigo R, Pozo D, Osborn T, Castro Y, Gámez S, & Esteban M, 2004b. North Atlantic Oscillation influence on precipitation, river flow and water resources in the Iberian Peninsula. *Int. J. Climatol.*, 24, 925,944, DOI: 10.1002/joc.1048.

Thompson, D.,Wallace J (1998). The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. *Geophys. Res. Lett.*, 25, 1297.1300.

Toto, E., Kellogg, J. 1992. Structure of the Sinu,San Jacinto fold belt. An active accretionary prism in northern Colombia . *Journal of South American Earth Sciences*, 15(1); 221,222.

Tryon, R. C. (1939). *Cluster analysis*. New York: McGraw,Hill.

Van Storch, H.; Zwier, F. 1999. *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge University Press. 1a Ed. 482p.

Vernette, G. 1985. La plata,forme continentale Caraibe du Colombie (du débouché du Magdalena au golfe de Morrosquillo). Importance du diapirisme argileux sur la morphologie et la sedimentation. Thèse de doctorat d'état ès Sciences presente a l'Université de Bordeaux I. 381 p.

Villegas, N 2009. *Notas de clase Meteorologia Marina*. Universidad Nacional

Weidemann, H. 1973. Reconnaissance of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia: Physical Parameters and Geological History, *Mitteilungen aus dem Instituto Colombo,Alemán de Investigaciones Cientificas*, 7:85.119.

Wilks, D. 1995. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Academic Press. ,pp. 419,425

Wilks, D. 2006. Statistical Methods in the atmospheric Sciences. Second Edition. Ed Elsevier. Pág. 337 a 348.

Wüst G, 1964. Stratification and circulation in the Antillean Caribbean Basin. Part I. Spreading and mixing of water types with an oceanographic atlas. Columbia University Press, New York, 201p.

Zea J., A., Eslava J. A., León G. E (2000). Circulación general del trópico y la zona de confluencia intertropical en Colombia. Meteorología Colombiana. , v.1, p.31 , 38, 2000.

ANEXOS

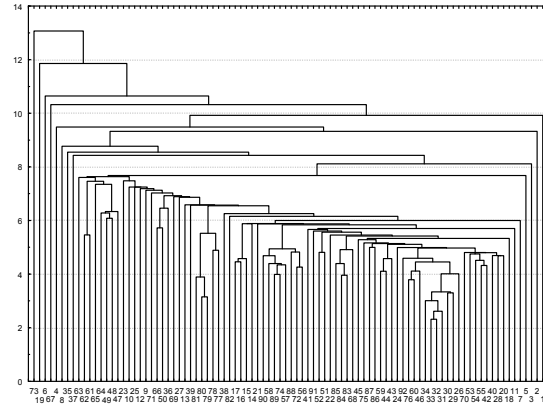


Figura A 1: Dendograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta analizadas para el mes de enero.

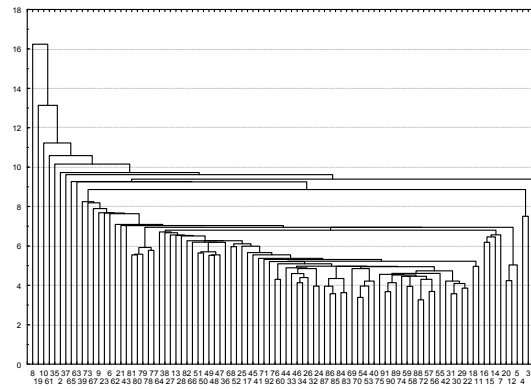


Figura A 2: Dendograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta analizadas para el mes de febrero.

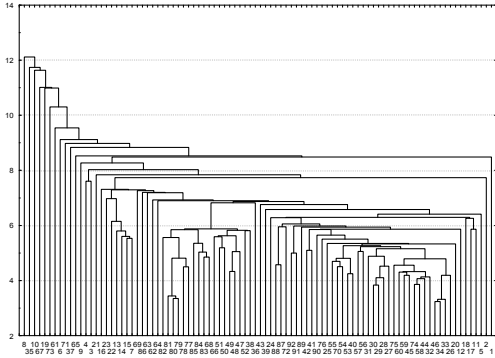


Figura A 3: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta analizadas para el mes de marzo.

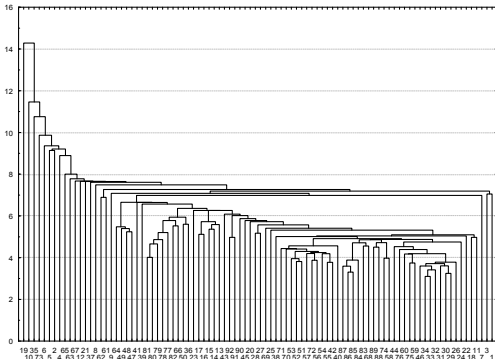


Figura A 4: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta analizadas para el mes de abril.

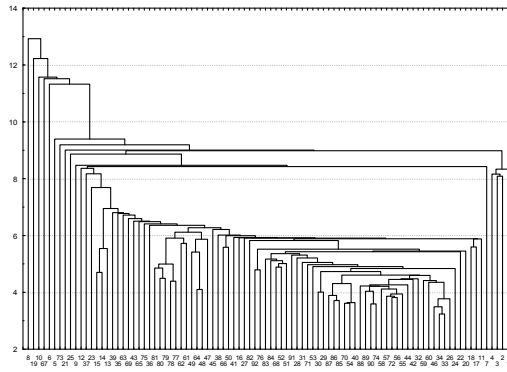


Figura A 5: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta analizadas para el mes de mayo.

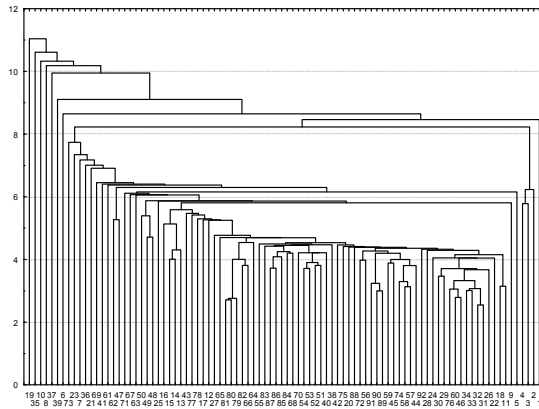


Figura A 6: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta analizadas para el mes de junio.

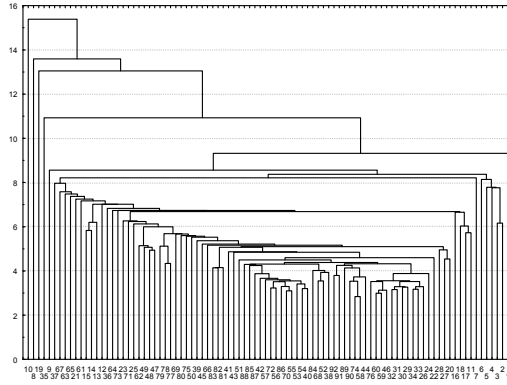


Figura A 7: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta analizadas para el mes de julio.

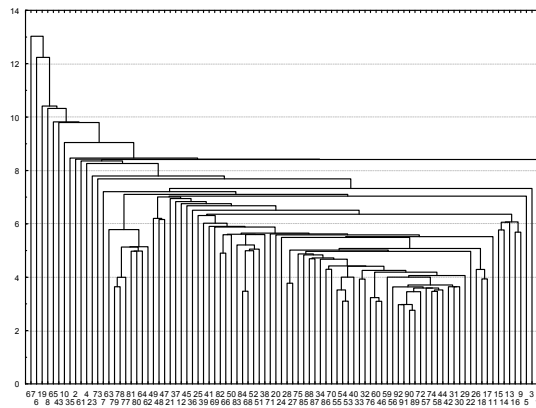


Figura A 8: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta analizadas para el mes de agosto.

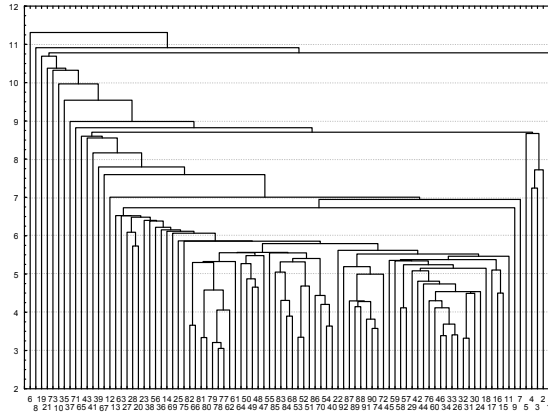


Figura A 9: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta analizadas para el mes de septiembre.

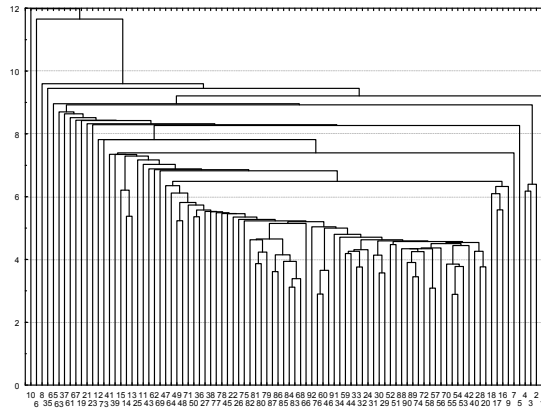


Figura A 10: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta analizadas para el mes de octubre.

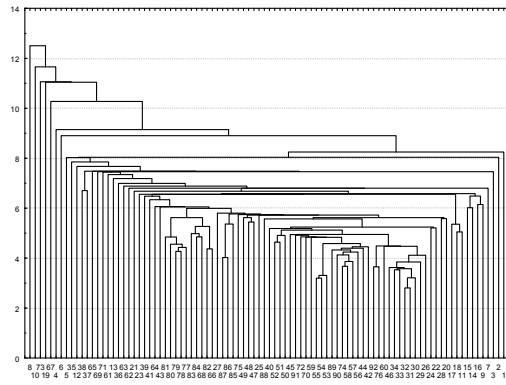


Figura A 11: Dendograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta analizadas para el mes de noviembre.

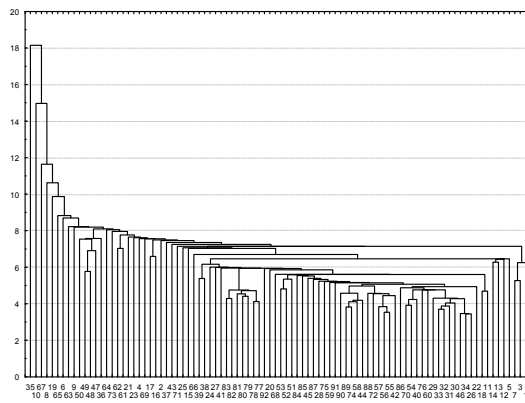


Figura A 12: Dendograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta analizadas para el mes de diciembre.

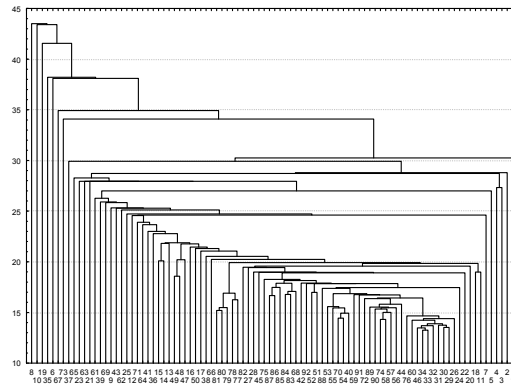


Figura A 13: Dendograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables Hr y Ta promedio.

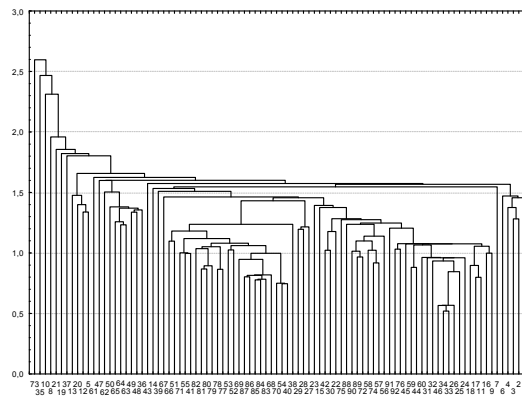


Figura A 14: Dendograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM analizadas para el mes de enero.

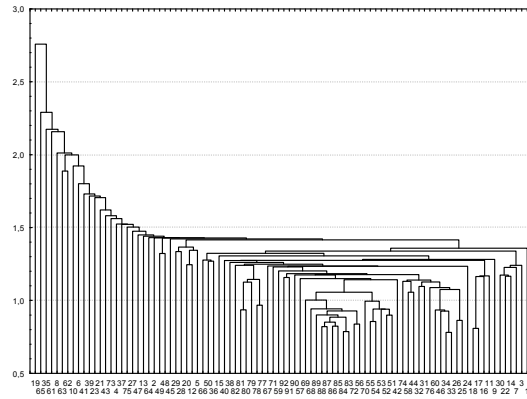


Figura A 15: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM analizadas para el mes de febrero.

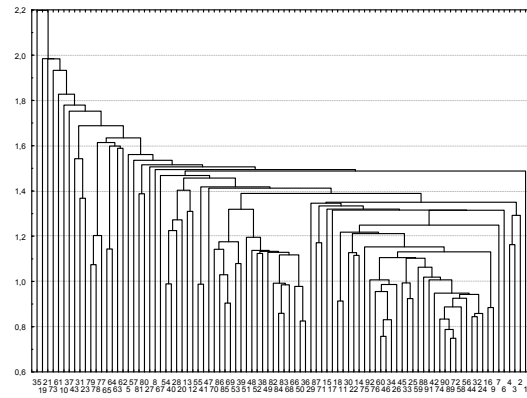


Figura A 16: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM analizadas para el mes de marzo.

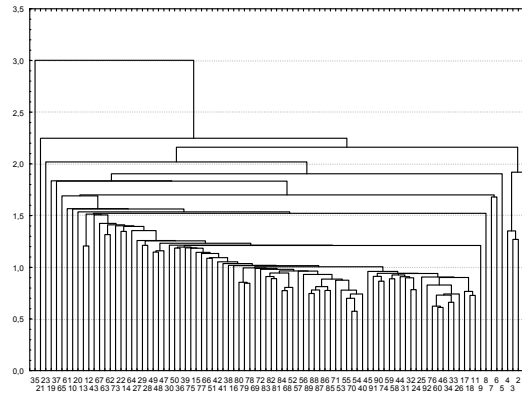


Figura A 17: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM analizadas para el mes de abril.

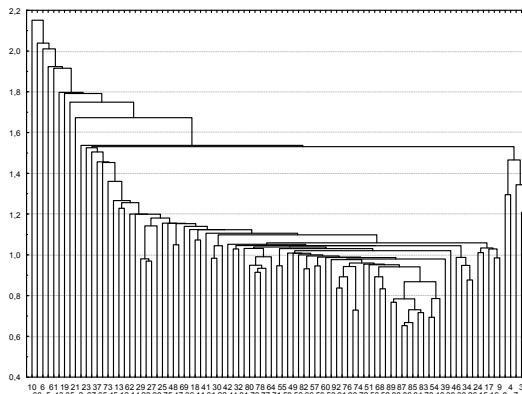


Figura A 18: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM analizadas para el mes de mayo.

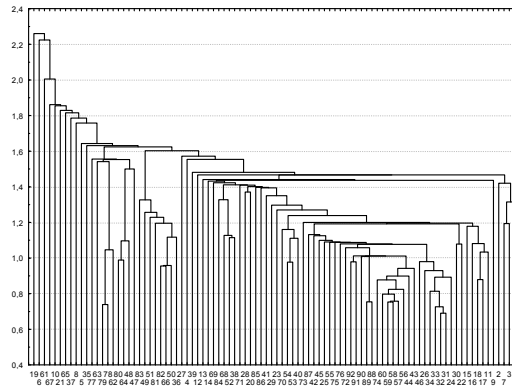


Figura A19: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM analizadas para el mes de junio.

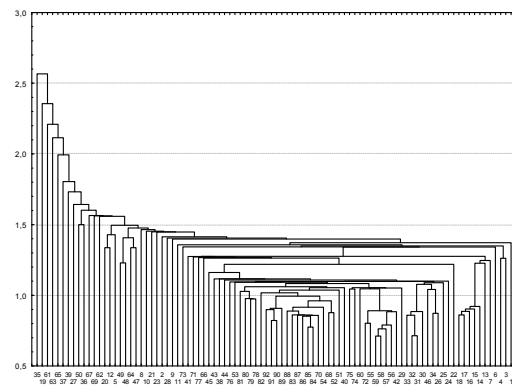


Figura A 20: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM analizadas para el mes de julio.

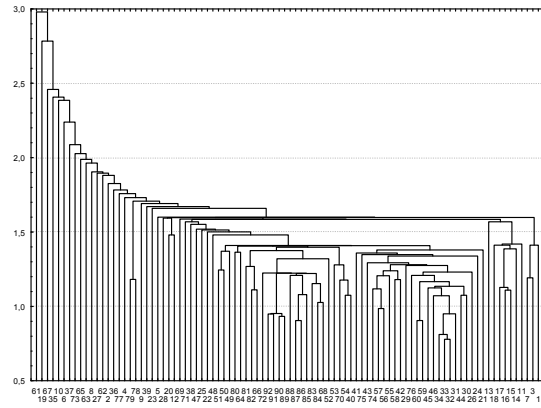


Figura A 21: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM analizadas para el mes de agosto.

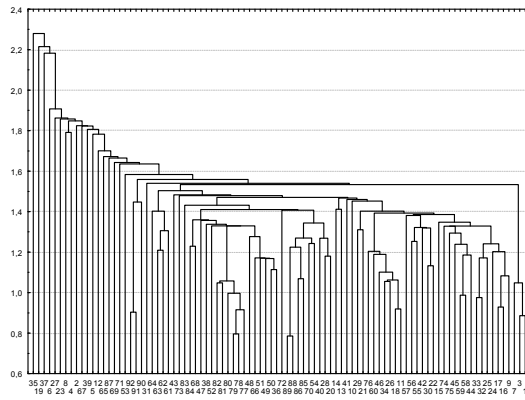


Figura A 22: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM analizadas para el mes de septiembre.

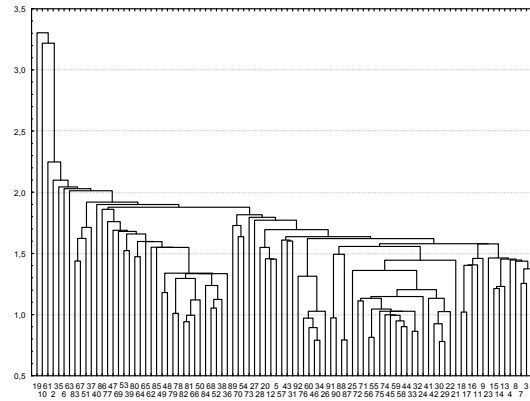


Figura A 23: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM analizadas para el mes de octubre.

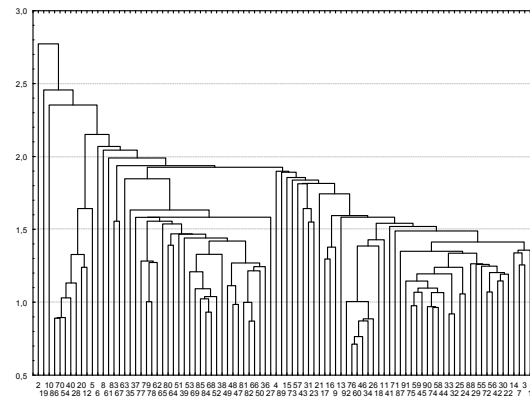


Figura A 24: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM analizadas para el mes de noviembre.

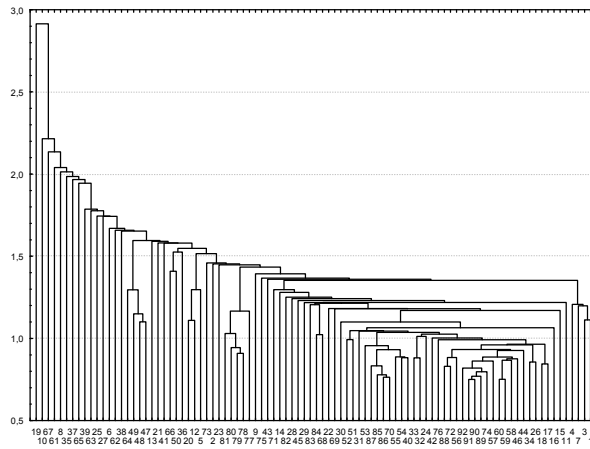


Figura A 25: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM analizadas para el mes de diciembre.

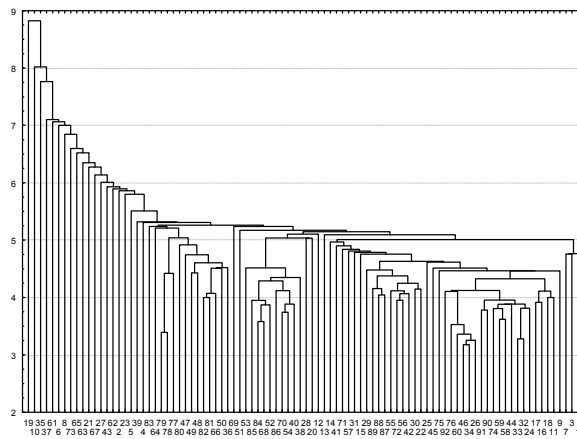
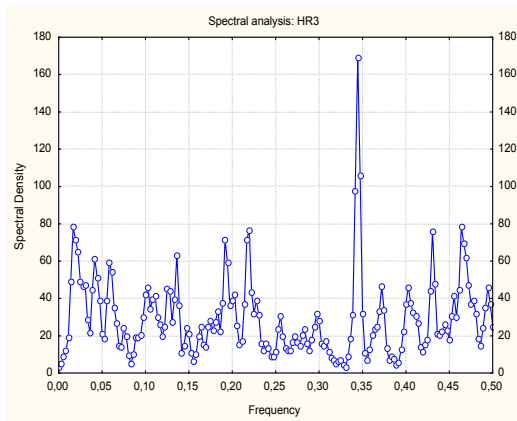


Figura A 26: Dendrograma Resultado de la agrupación por distancias de las variables TSM y SSM promedio.

En las gráficas se muestran los resultados del análisis de la densidad espectral para los parámetros Hr, Ta, TSM y NAO. En las tablas se presentan los valores

de frecuencia, densidad espectral y periodo en años para los puntos 3, 10, 56, 59 y 62, ordenados de acuerdo a su mayor aporte en el comportamiento oscilatorio de las series iniciales.

Tabla A1. Cuasi Ciclos Hr punto3

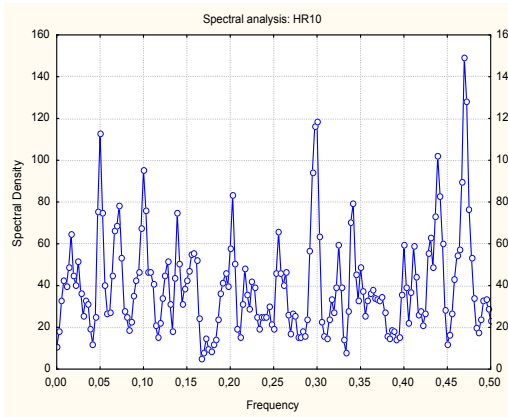


Frecuencia_Izq	Ciclo	Frecuencia_Der	Periodo años	Periodo Meses
0,3305556	0,3444	0,3555556	0,24	2,90
0	0,0167	0,03611111	5,00	60,00
0,4583333	0,4639	0,4861111	0,18	2,16
0,2083333	0,2194	0,2361111	0,38	4,56
0,4194444	0,4306	0,4388889	0,19	2,32
0,1861111	0,1917	0,1972222	0,43	5,22
0,1305556	0,1361	0,1416667	0,61	7,35
0,03611111	0,0417	0,05277778	2,00	24,00
0,05277778	0,0583	0,06944445	1,43	17,14
0,08333334	0,1028	0,1194444	0,81	9,73
0,3555556	0,3722	0,3805556	0,22	2,69
0,3888889	0,4028	0,4194444	0,21	2,48

Densidad espectral de la Hr para el punto 3

Figura A 27. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la Hr para el punto 3.

Tabla A2 : Cuasi Ciclos Hr punto10

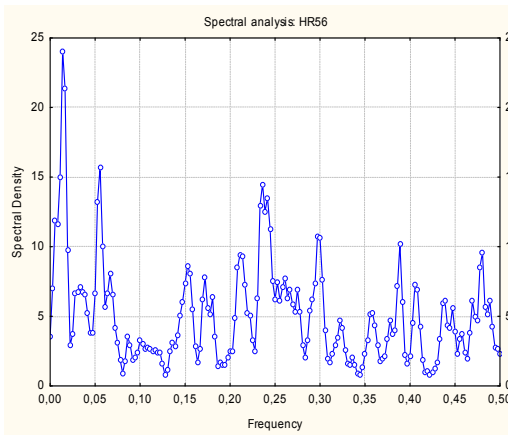


Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo mese
0,45	0,4694445	0,4861111	0,18	2,13
0,2805555	0,3	0,3111111	0,28	3,33
0,04166667	0,05	0,05833333	1,67	20,00
0,4222222	0,4388889	0,45	0,19	2,28
0,08333334	0,1	0,1166667	0,83	10,00
0,1777778	0,2027778	0,2111111	0,41	4,93
0,3333333	0,3416667	0,3472222	0,24	2,93
0,06111111	0,07222223	0,08333334	1,15	13,85
0,1333333	0,1388889	0,1444445	0,60	7,20
0	0,01666667	0,03055556	5,00	60,00
0,25	0,2555556	0,2694444	0,33	3,91

Densidad espectral de la Hr para el punto 10

Figura A 28. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la Hr para el punto 10.

Tabla A3: Cuasi Ciclos Hr punto 56

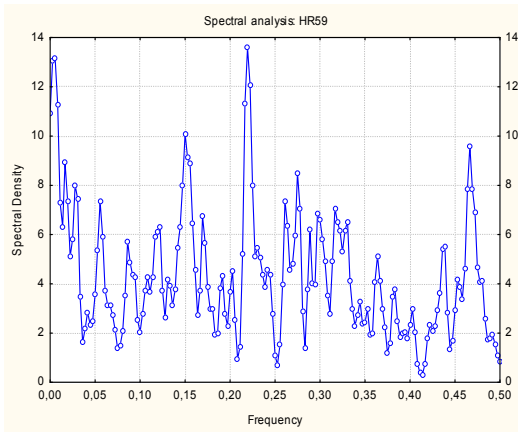


Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0	0,01388889	0,02222222	6,00	72,00
0,04722222	0,05555556	0,06111111	1,50	18,00
0,2277778	0,2361111	0,25	0,35	4,24
0,2833333	0,2972222	0,3111111	0,28	3,36
0,3805556	0,3888889	0,3972222	0,21	2,57
0,475	0,4805556	0,4944444	0,17	2,08
0,2027778	0,2111111	0,2277778	0,39	4,74
0,1277778	0,1527778	0,1638889	0,55	6,55
0,06111111	0,06666667	0,08055556	1,25	15,00
0,1638889	0,1722222	0,1861111	0,48	5,81
0,02222222	0,03333334	0,04444445	2,50	30,00

Densidad espectral de la Hr para el punto 56

Figura A 29. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la Hr para el punto 56

Tabla A4: Cuasi Ciclos Hr punto 59



Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0,2083333	0,2194444	0,2388889	0,38	4,56
0,00	0,005555556	0,01388889	15,00	180,00
0,1361111	0,15	0,1638889	0,56	6,67
0,4583333	0,4666667	0,4861111	0,18	2,14
0,01388889	0,01666667	0,02222222	5,00	60,00
0,2666667	0,275	0,2833333	0,30	3,64
0,02222222	0,02777778	0,03611111	3,00	36,00
0,04444445	0,05555556	0,075	1,50	18,00
0,2527778	0,2611111	0,2666667	0,32	3,83
0,3111111	0,3166667	0,325	0,26	3,16
0,2944444	0,2972222	0,3111111	0,28	3,36

Densidad espectral de la Hr para el punto 59

Figura A 30. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la Hr para el punto 59

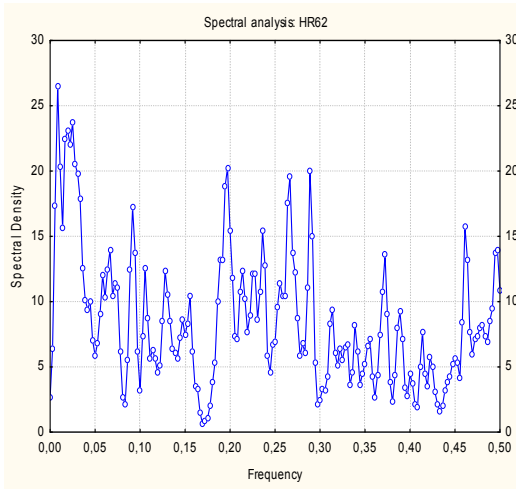


Tabla A5: Cuasi Ciclos Hr punto 62

Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0	0,008333334	0,01388889	10,00	120,00
0,01388889	0,025	0,05	3,33	40,00
0,1694444	0,1972222	0,2083333	0,42	5,07
0,2833333	0,2888889	0,2972222	0,29	3,46
0,2611111	0,2666667	0,2777778	0,31	3,75
0,08333334	0,09166667	0,1	0,91	10,91
0,4555556	0,4611111	0,4694445	0,18	2,17
0,2305555	0,2361111	0,2444444	0,35	4,24
0,06111111	0,06666667	0,06944445	1,25	15,00

Densidad espectral de la Hr para el punto 62

Figura A 31. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la Hr para el punto 62

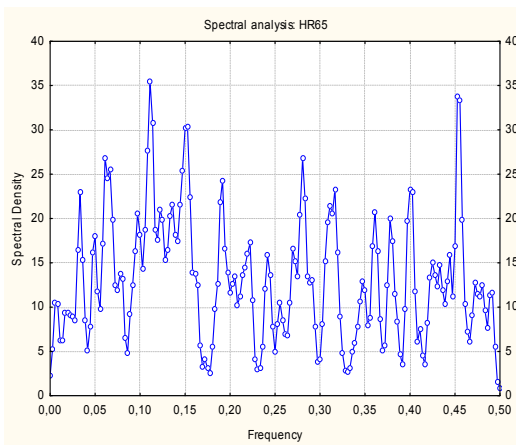


Tabla A6: Cuasi Ciclos Hr punto 65

Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0,1027778	0,1111111	0,1194444	0,75	9,00
0,4472222	0,4527778	0,4666667	0,18	2,21
0,1416667	0,1527778	0,1694444	0,55	6,55
0,05555556	0,06111111	0,075	1,36	16,36
0,275	0,2805555	0,2888889	0,30	3,56
0,1777778	0,1916667	0,2	0,43	5,22
0,02777778	0,03333334	0,04166667	2,50	30,00
0,2972222	0,3166667	0,3305556	0,26	3,16
0,3916667	0,4	0,4166667	0,21	2,50
0	0,00555556	0,01111111	15,00	180,00

Densidad espectral de la Hr para el punto 65

Figura A 32. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la Hr para el punto 65

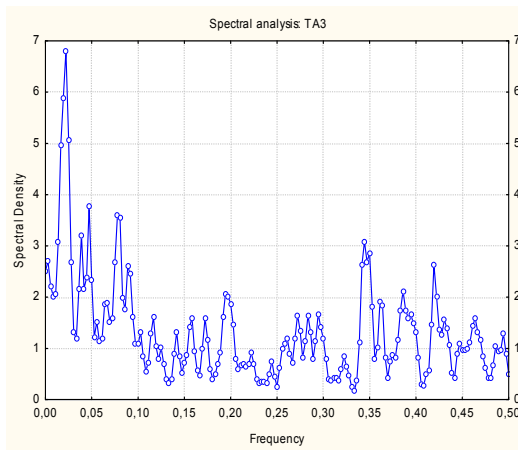


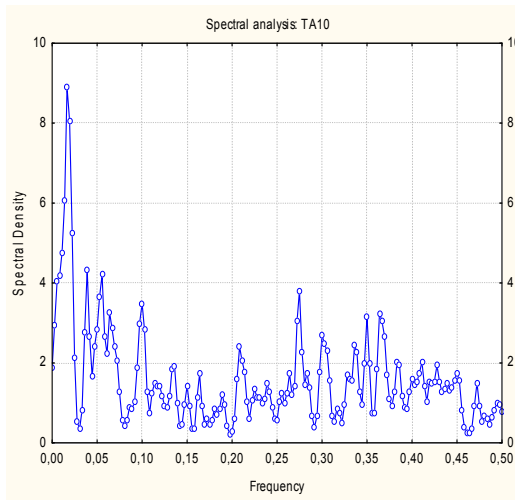
Tabla A7: Cuasi Ciclos Ta punto 3

Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0,008333334	0,02222222	0,03333334	3,75	45,00
0,04166667	0,04722222	0,05277778	1,76	21,18
0,06944445	0,07777778	0,08611111	1,07	12,86
0,03333334	0,03888889	0,04166667	2,14	25,71
0,33333333	0,3444445	0,3555556	0,24	2,90
0,40833333	0,4194444	0,4277778	0,20	2,38
0,00	0,00277778	0,00833334	30,00	360,00
0,08611111	0,08888889	0,09722222	0,94	11,25
0,3694444	0,3861111	0,4083333	0,22	2,59
0,1805556	0,1944444	0,2083333	0,43	5,14

Densidad espectral de la Ta para el punto 3

Figura A 33. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la Ta para el punto 3

Tabla A8: Cuasi Ciclos Ta punto 10

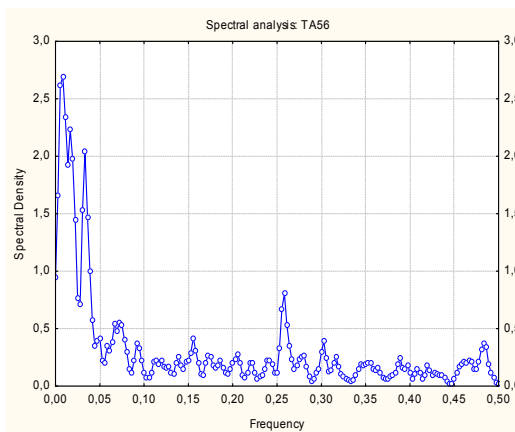


Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0	0,01666667	0,03055556	5,00	60,00
0,03055556	0,03888889	0,04444445	2,14	25,71
0,04444445	0,05555556	0,06111111	1,50	18,00
0,2666667	0,275	0,2805555	0,30	3,64
0,08888889	0,1	0,1083333	0,83	10,00
0,06111111	0,06388889	0,08055556	1,30	15,65
0,3583333	0,3638889	0,3777778	0,23	2,75
0,3444445	0,35	0,3555556	0,24	2,86
0,2916667	0,3	0,3138889	0,28	3,33
0,1972222	0,2083333	0,2194444	0,40	4,80

Densidad espectral de la Ta para el punto 10.

Figura A 34. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de Ta para el punto 10

Tabla A9: Cuasi Ciclos Ta punto 56



Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0	0,008333334	0,01388889	10,00	120,00
0,01388889	0,01666667	0,02777778	5,00	60,00
0,02777778	0,03333334	0,04444445	2,50	30,00
0,25	0,2583333	0,2694444	0,32	3,87
0,05555556	0,07222223	0,08611111	1,15	13,85
0,1444445	0,1555556	0,1638889	0,54	6,43
0,2888889	0,3027778	0,3083333	0,28	3,30
0,475	0,4833333	0,4972222	0,17	2,07

Densidad espectral de la Ta para el punto 56.

Figura A 35. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la Ta para el punto 56

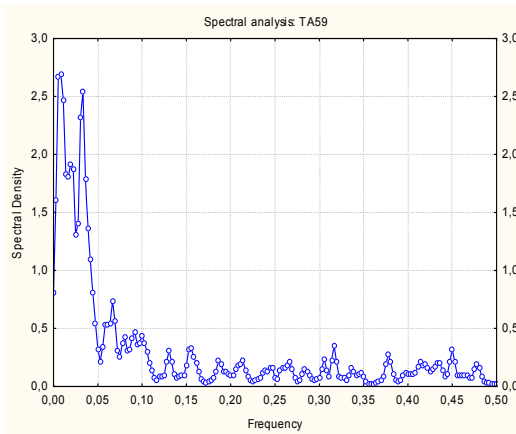


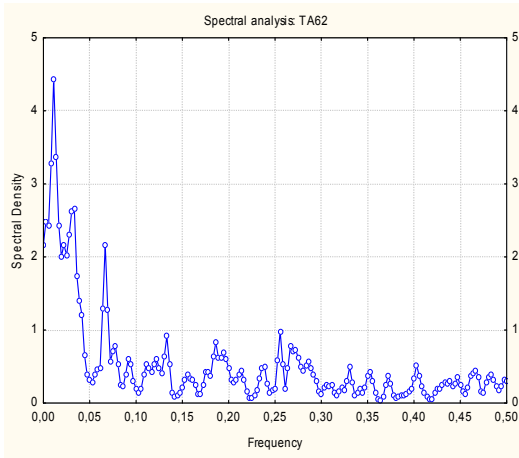
Tabla A10: Cuasi Ciclos Ta punto 59

Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo mese
0	0,008333334	0,01666667	10,00	120,00
0,025	0,033333334	0,05277778	2,50	30,00
0,01666667	0,01944445	0,025	4,29	51,43
0,05277778	0,06666667	0,075	1,25	15,00
0,08333334	0,09166667	0,09444445	0,91	10,91
0,31111111	0,3166667	0,3222222	0,26	3,16
0,1444445	0,1555556	0,1694444	0,54	6,43

Densidad espectral de la Ta para el punto 59.

Figura A 36. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la Ta para el punto 59

Tabla A11: Cuasi Ciclos Ta punto 62



Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0,005555556	0,011111111	0,019444445	7,50	90,00
0,025	0,033333334	0,052777778	2,50	30,00
0	0,002777778	0,005555556	30,00	360,00
0,052777778	0,066666667	0,072222223	1,25	15,00
0,019444445	0,022222222	0,025	3,75	45,00
0,24722222	0,25555556	0,26111111	0,33	3,91
0,12777778	0,13333333	0,14166667	0,63	7,50
0,18055556	0,18611111	0,19166667	0,45	5,37
0,072222223	0,077777778	0,086111111	1,07	12,86

Densidad espectral de la Ta para el punto 62

Figura A 37. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la Ta para el punto 62

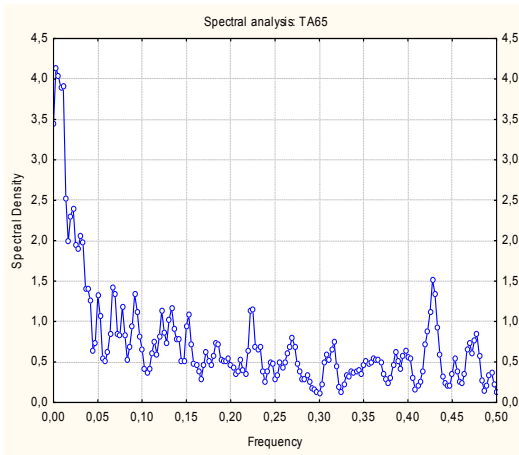


Tabla A12: Cuasi Ciclos Ta punto 65

Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0	0,002777778	0,008333334	30,00	360,00
0,008333334	0,011111111	0,016666667	7,50	90,00
0,016666667	0,022222222	0,027777778	3,75	45,00
0,027777778	0,030555556	0,044444445	2,73	32,73
0,40833333	0,42777778	0,44444444	0,19	2,34
0,058333333	0,066666667	0,072222223	1,25	15,00
0,083333334	0,091666667	0,10555556	0,91	10,91
0,075	0,077777778	0,083333334	1,07	12,86
0,12777778	0,13333333	0,14444445	0,63	7,50
0,21666667	0,225	0,2388889	0,37	4,44

Densidad espectral de la Ta para el punto 65.

Figura A 38. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la Ta para el punto 65

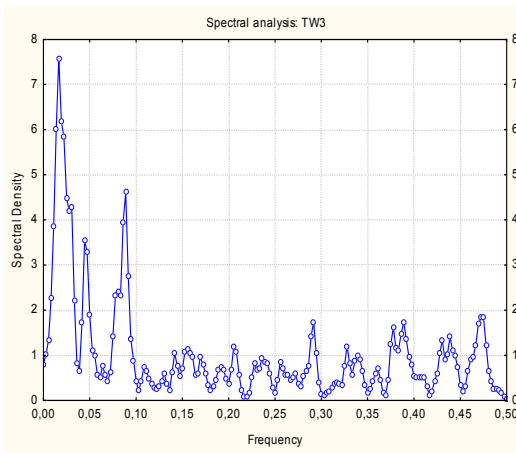


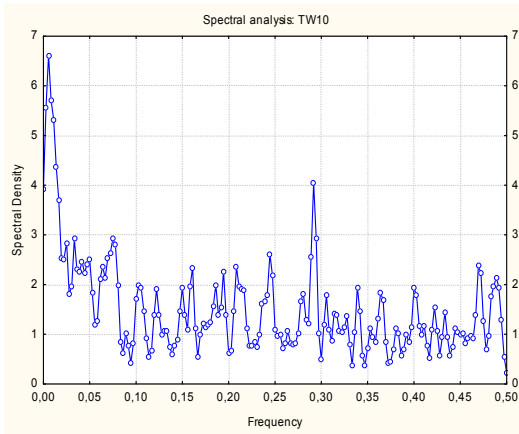
Tabla A13: Cuasi Ciclos TSM punto 3

Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0	0,0166667	0,0388889	5,00	60,00
0,06944445	0,08888889	0,1027778	0,94	11,25
0,03888889	0,04444445	0,06111111	1,87	22,50
0,4527778	0,475	0,4861111	0,18	2,11
0,3833333	0,3888889	0,4	0,21	2,57
0,2777778	0,2916667	0,3	0,29	3,43

Densidad espectral de la TSM para el punto 3.

Figura A 39. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la TSM para el punto 3.

Tabla A14: Cuasi Ciclos TSM punto 10

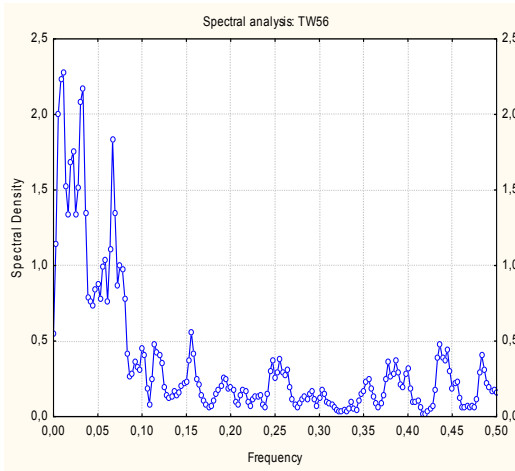


Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0	0,00555556	0,01944445	15,00	180,00
0,2861111	0,2916667	0,3	0,29	3,43
0,02777778	0,03333334	0,03888889	2,50	30,00
0,05555556	0,075	0,08611111	1,11	13,33
0,02222222	0,025	0,02777778	3,33	40,00
0,2305555	0,2444444	0,2527778	0,34	4,09
0,4638889	0,4694445	0,4777778	0,18	2,13
0,2	0,2083333	0,2222222	0,40	4,80
0,1555556	0,1611111	0,1666667	0,52	6,21
0,1888889	0,1944444	0,2	0,43	5,14

Densidad espectral de la TSM para el punto 10.

Figura A 40. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la TSM para el punto 10.

Tabla A15: Cuasi Ciclos TSM punto 56



Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0	0,01111111	0,01666667	7,50	90,00
0,01666667	0,02222222	0,025	3,75	45,00
0,025	0,03333334	0,04444445	2,50	30,00
0,06111111	0,06666667	0,07222223	1,25	15,00
0,05277778	0,05833333	0,06111111	1,43	17,14
0,07222223	0,075	0,08611111	1,11	13,33
0,04444445	0,05	0,05277778	1,67	20,00
0,1416667	0,1555556	0,175	0,54	6,43
0,1083333	0,1138889	0,1277778	0,73	8,78
0,4222222	0,4361111	0,4416667	0,19	2,29

Densidad espectral de la TSM para el punto 56.

Figura A 41. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la TSM para el punto 56.

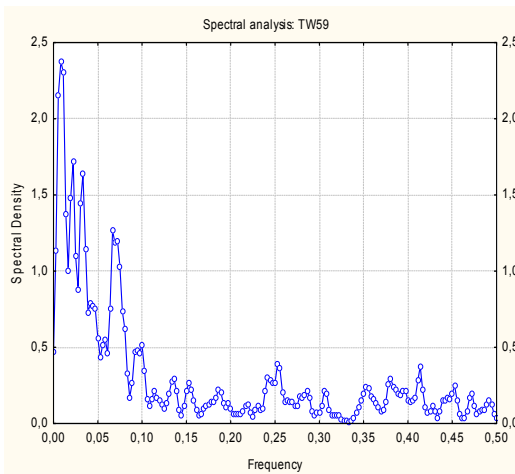


Tabla A16: Cuasi Ciclos TSM punto 59

Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0	0,008333334	0,01666667	10,00	120,00
0,01666667	0,02222222	0,02777778	3,75	45,00
0,02777778	0,03333334	0,03888889	2,50	30,00
0,06111111	0,06666667	0,08611111	1,25	15,00
0,08611111	0,1	0,1083333	0,83	10,00
0,2472222	0,2527778	0,2611111	0,33	3,96
0,4027778	0,4138889	0,4222222	0,20	2,42

Densidad espectral de la TSM para el punto 59

Figura A 42. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la TSM para el punto 59

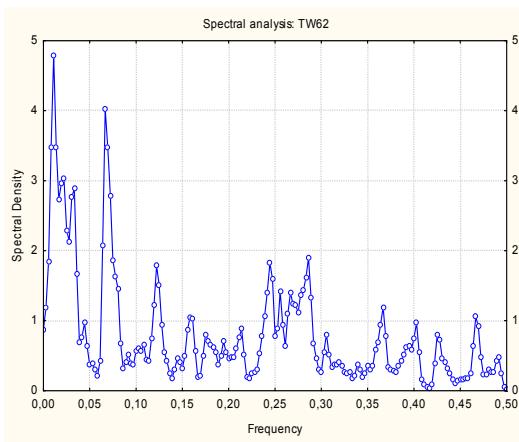


Tabla A17: Cuasi Ciclos TSM punto 62

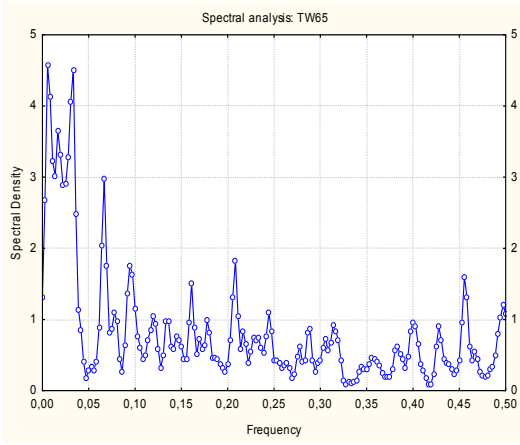
Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0	0,01111111	0,01666667	7,50	90,00
0,05833333	0,06666667	0,08611111	1,25	15,00
0,01666667	0,02222222	0,02777778	3,75	45,00
0,02777778	0,03333334	0,03888889	2,50	30,00
0,275	0,2861111	0,3	0,29	3,50
0,2222222	0,2444444	0,25	0,34	4,09
0,1138889	0,1222222	0,1388889	0,68	8,18
0,3527778	0,3666667	0,3722222	0,23	2,73
0,4583333	0,4666667	0,475	0,18	2,14

Densidad espectral de la TSM para el punto 62.

Figura A 43. Resultados del análisis espectral y cuasi de la TSM para el punto 62.

Tabla A18: Cuasi Ciclos TSM punto 65

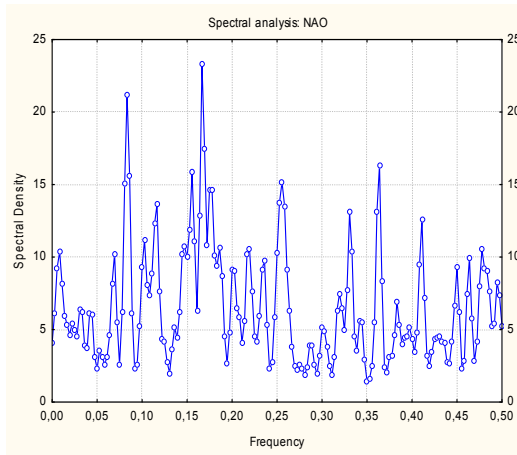
Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0	0,00555556	0,01388889	15,00	180,00
0,025	0,03333334	0,04722222	2,50	30,00
0,01388889	0,01666667	0,02222222	5,00	60,00
0,05555556	0,06666667	0,07222223	1,25	15,00
0,1972222	0,2083333	0,2138889	0,40	4,80
0,08611111	0,09444445	0,1083333	0,88	10,59
0,4444444	0,4555556	0,4638889	0,18	2,20
0,1555556	0,1611111	0,1666667	0,52	6,21
0,4805556	0,4972222	0,5	0,17	2,01



Densidad espectral de la TSM para el punto 65.

Figura A 44. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la TSM para el punto 65.

Tabla A19: Cuasi Ciclos de la OAN



Frecuencia Izq	Ciclo	Frecuencia Der	Periodo años	Periodo meses
0,1416667	0,1555556	0,1611111	0,54	6,43
0,02777778	0,03055556	0,04444445	2,73	32,73
0,01666667	0,025	0,02777778	3,33	40,00
0,01666667	0,03055556	0,04444445	2,73	32,73
0,1138889	0,1277778	0,1416667	0,65	7,83
0,075	0,08333334	0,09166667	1,00	12,00
0,06388889	0,06944445	0,075	1,20	14,40
0,1722222	0,1777778	0,1861111	0,47	5,62
0,09166667	0,1	0,1138889	0,83	10,00
0	0,00555556	0,01666667	15,00	180,00
0,4166667	0,4222222	0,4305556	0,20	2,37

Densidad espectral de la OAN.

Figura A 45. Resultados del análisis espectral y cuasi ciclos de la OAN.

En las figuras desde la A 46 hasta la A 62 se muestra el filtrado de componentes de cada una de las variables océano-atmosféricas en los puntos seleccionados.

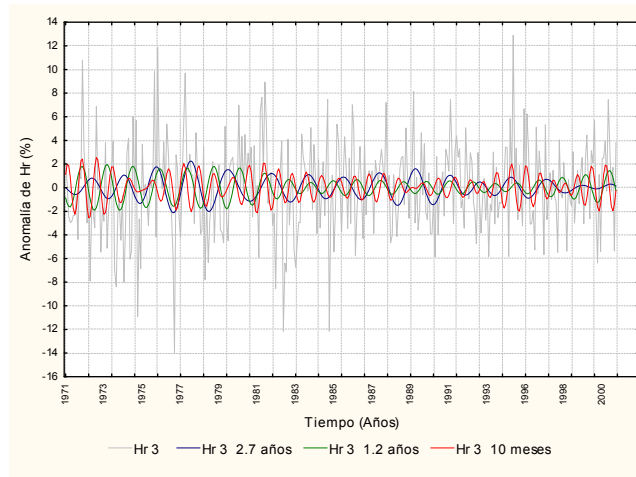


Figura A 46: Filtrado de Componentes de Hr punto 3

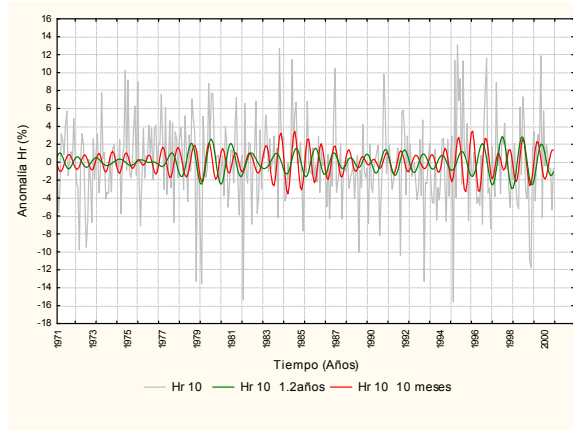


Figura A 47: Filtrado de Componentes de Hr punto 10

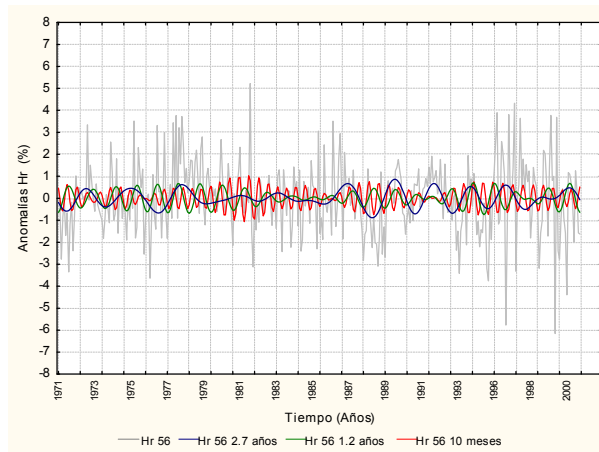


Figura A 48: Filtrado de Componentes de Hr punto 56

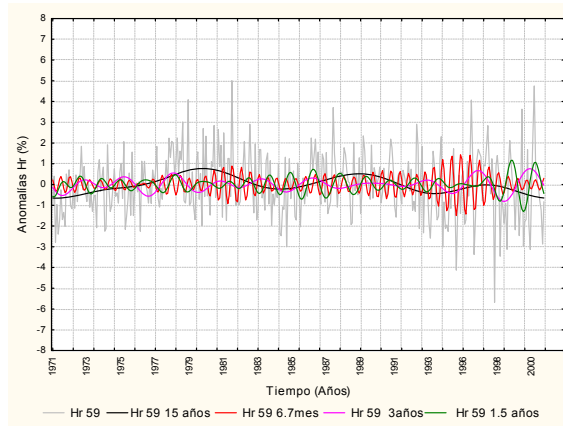


Figura A 49: Filtrado de Componentes de Hr punto 59

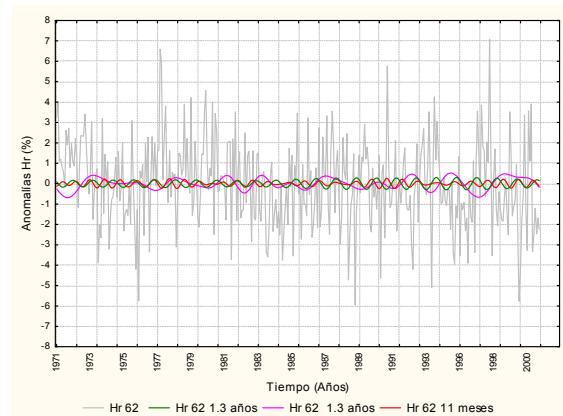


Figura A 50: Filtrado de componentes de Hr punto 62

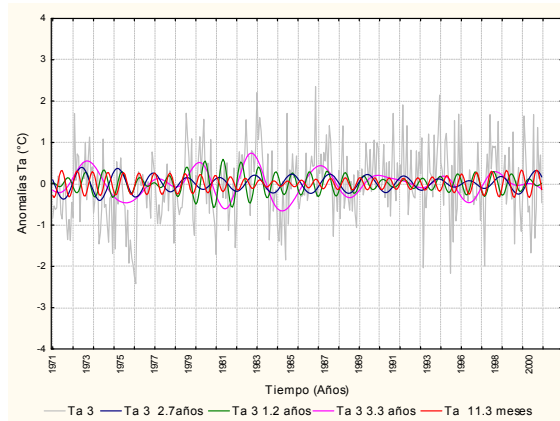


Figura A 51: Filtrado de Componentes de Ta punto 3

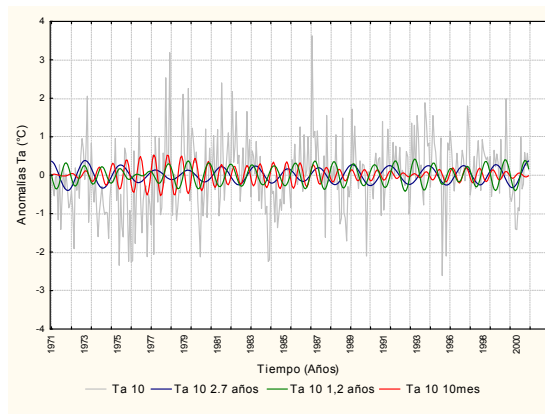


Figura A 52: Filtrado de Componentes de Ta punto 10

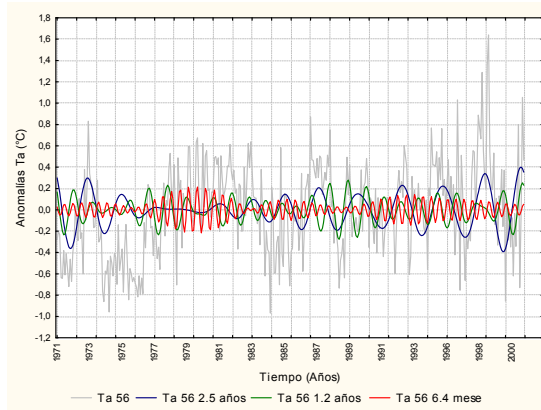


Figura A 53: Filtrado de componentes de Ta punto 56

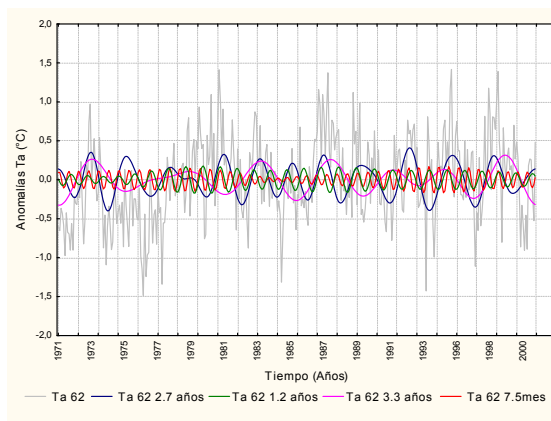


Figura A 54: Filtrado de componentes de Ta punto 62

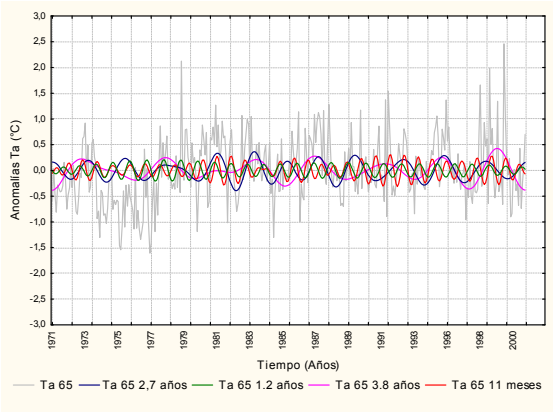


Figura A 55: Filtrado de Componentes de Ta punto 65

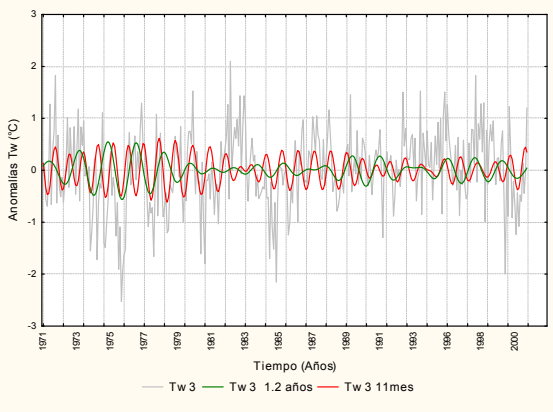


Figura A 56: Filtrado de Componentes de TSM punto 3

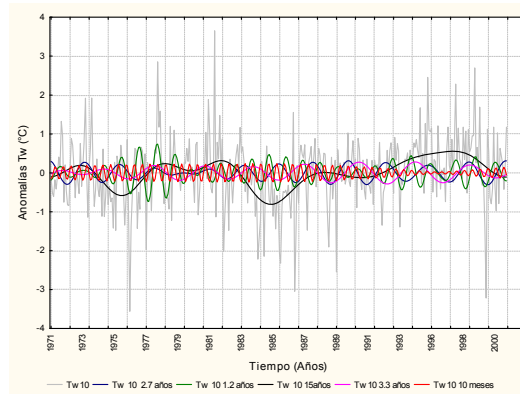


Figura A 57: Filtrado de Componentes de TSM punto 10

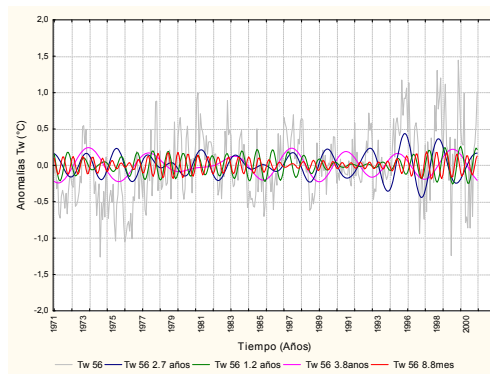


Figura A 58: Filtrado de Componentes de TSM punto 56

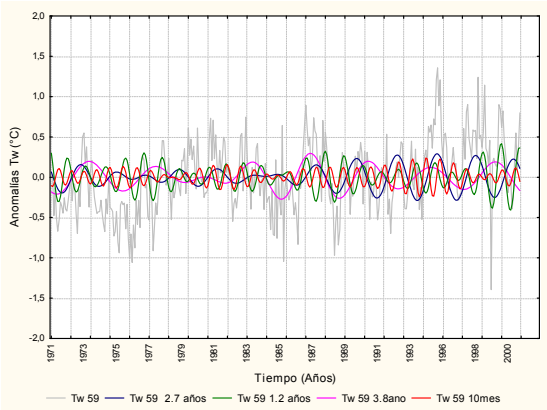


Figura A 59: Filtrado de Componentes de TSM punto 59

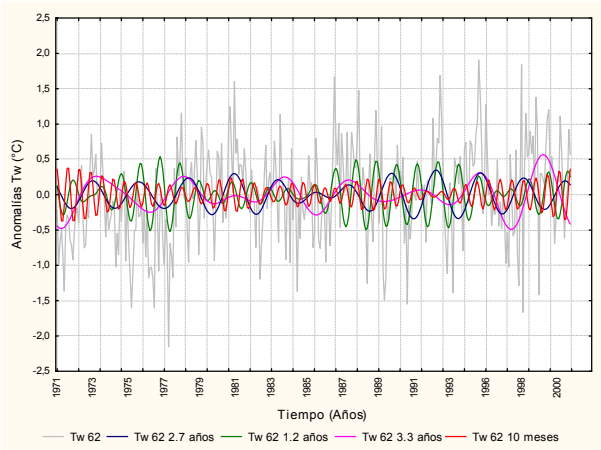


Figura A 60: Filtrado de Componentes de TSM punto 62

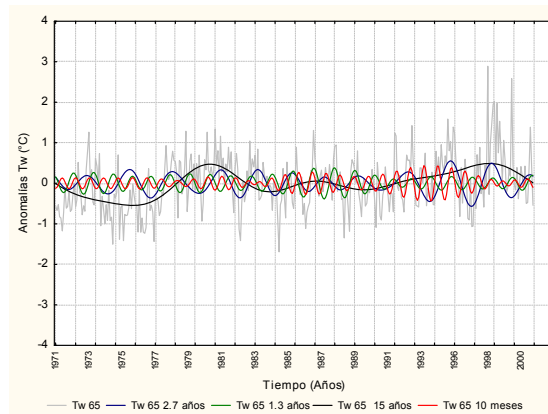


Figura A 61: Filtrado de Componentes de TSM punto 65

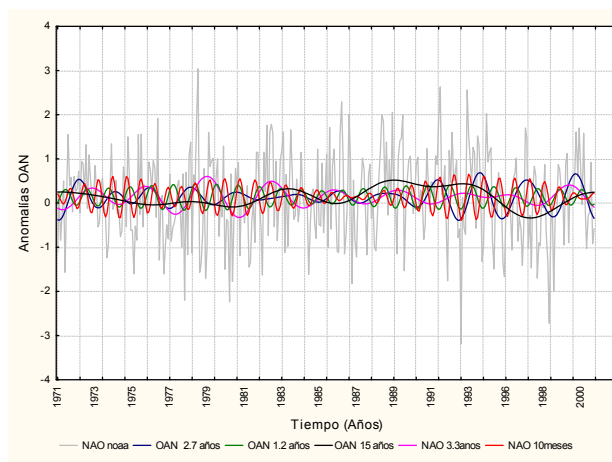


Figura A 62: Filtrado de Componentes de NAO

Las tablas desde la A63 hasta la A67 se presentan los ciclos encontrados para cada una de las series iniciales de los parámetros océano-atmosféricos y el IOAN. Las series se diferencian con un subíndice que indica el punto representativo. Las filas representan los cuasi-periodos o ciclos de cada serie y están ordenados de acuerdo al mayor aporte que éstas dan a la variabilidad de la serie inicial.

Series Iniciales	Cuasi Periodos (años)											
	Hr ₃	0,24	5,00	0,18	0,38	0,19	0,43	0,61	2,00	1,43	0,81	0,22
Hr ₁₀	0,18	0,28	1,67	0,19	0,83	0,41	0,24	1,15	0,60	5,00	0,33	
Hr ₅₆	6,00	1,50	0,35	0,28	0,21	0,17	0,39	0,55	1,25	0,48	2,50	
Hr ₅₉	0,38	15,00	0,56	0,18	5,00	0,30	3,00	1,50	0,32	0,26	0,28	
Hr ₆₂	10,00	3,33	0,42	0,29	0,31	0,91	0,18	0,35	1,25			
Hr ₆₅	0,75	0,18	0,55	1,36	0,30	0,43	2,50	0,26	0,21	15,00		

Tabla. A 63: Cuasi periodos encontrados en la serie Hr por medio de análisis espectral

Series Iniciales	Periodos (años)										
	Ta ₃	3,75	1,76	1,07	2,14	0,24	0,20	30,0	0,94	0,22	0,43
Ta ₁₀	5,00	2,14	1,50	0,30	0,83	1,30	0,23	0,24	0,28	0,40	
Ta ₅₆	10,0	5,00	2,50	0,32	1,15	0,54	0,28	0,17			
Ta ₅₉	10,0	2,50	4,29	1,25	0,91	0,26	0,54				
Ta ₆₂	7,50	2,50	30,0	1,25	3,75	0,33	0,63	0,45	1,07		
Ta ₆₅	30,0	7,50	3,75	2,73	0,19	1,25	0,91	1,07	0,63	0,37	

Tabla. A 65: Cuasi periodos encontrados en la serie Ta por medio de análisis espectral

Series Iniciales	Cuasi Periodos (años)									
	TSM ₃	5,0	0,94	1,87	0,18	0,21	0,29			
TSM ₁₀	15,0	0,29	2,50	1,11	3,33	0,34	0,18	0,40	0,52	0,43
TSM ₅₆	7,50	3,75	2,50	1,25	1,43	1,11	1,67	0,54	0,73	0,19
TSM ₅₉	10,0	3,75	2,50	1,25	0,83	0,33	0,20			
TSM ₆₂	7,50	1,25	3,78	2,50	0,29	0,34	0,68	0,23	0,18	
TSM ₆₅	15,0	2,50	5,0	1,25	0,40	0,88	0,18	0,52	0,17	

Tabla. A 66: Cuasi periodos encontrados en la serie TSM por medio de análisis espectral

Series Iniciales	Cuasi Periodos (años)											
	Hr ₃	0,24	5,00	0,18	0,38	0,19	0,43	0,61	2,00	1,43	0,81	0,22
Hr ₁₀	0,18	0,28	1,67	0,19	0,83	0,41	0,24	1,15	0,60	5,00	0,33	
Hr ₅₆	6,00	1,50	0,35	0,28	0,21	0,17	0,39	0,55	1,25	0,48	2,50	
Hr ₅₉	0,38	15,00	0,56	0,18	5,00	0,30	3,00	1,50	0,32	0,26	0,28	
Hr ₆₂	10,00	3,33	0,42	0,29	0,31	0,91	0,18	0,35	1,25			
Hr ₆₅	0,75	0,18	0,55	1,36	0,30	0,43	2,50	0,26	0,21	15,00		
Ta ₃	3,75	1,76	1,07	2,14	0,24	0,20	30,0	0,94	0,22	0,43		
Ta ₁₀	5,00	2,14	1,50	0,30	0,83	1,30	0,23	0,24	0,28	0,40		
Ta ₅₆	10,0	5,00	2,50	0,32	1,15	0,54	0,28	0,17				
Ta ₅₉	10,0	2,50	4,29	1,25	0,91	0,26	0,54					
Ta ₆₂	7,50	2,50	30,0	1,25	3,75	0,33	0,63	0,45	1,07			

Ta₆₅	30,0	7,50	3,75	2,73	0,19	1,25	0,91	1,07	0,63	0,37		
TSM₃	5,0	0,94	1,87	0,18	0,21	0,29						
TSM₁₀	15,0	0,29	2,50	1,11	3,33	0,34	0,18	0,40	0,52	0,43		
TSM₅₆	7,50	3,75	2,50	1,25	1,43	1,11	1,67	0,54	0,73	0,19		
TSM₅₉	10,0	3,75	2,50	1,25	0,83	0,33	0,20					
TSM₆₂	7,50	1,25	3,78	2,50	0,29	0,34	0,68	0,23	0,18			
TSM₆₅	15,0	2,50	5,0	1,25	0,40	0,88	0,18	0,52	0,17			
IOAN	0,54	2,73	3,33	0,65	1,00	1,20	0,47	0,83	15,0	0,20		

Tabla. A 67: Cuasi periodos encontrados en las series meteo-marinas y el IOAN por medio de análisis espectral

En las tablas desde la A68 hasta la A73 se presentan las correlaciones cruzadas entre las series iniciales de las variables océano-atmosféricas y el IOAN, así como también se muestran las matrices de correlación cruzada entre las componentes ~2.7años, ~1.2años, ~15años, ~3.3años y ~10meses de las variables y el IOAN.

	NAO	Hr 3	Hr 10	Hr 56	Hr 59	Hr 62	Hr 65	Ta 3	Ta 10	Ta 56	Ta 59	Ta 62	Ta 65	Tw 3	Tw 10	Tw 56	Tw 59	Tw 62	Tw 65
NAO		-0.12(0)	-0.11(5)	0.11(-4)	-0.13(-14)	-0.12(-14)	-0.17(9)	0.16(-7)	0.14(5)	-0.17(3)	-0.14(3)	0.11(-14)	-0.15(1)	0.1(-7)	-0.13(3)	-0.15(3)	-0.16(4)	-0.11(2)	-0.19(2)
Hr 3			0.25(0)	-0.1(10)	0.05(0)	-0.10(-7)	-0.13(-4)	-0.38(0)	-0.12(5)	0.11(-3)	0.11(-4)	0.1(-4)	0.16(-4)	-0.17(0)	-0.18(15)	0.16(-4)	0.13(-3)	0.10(-4)	0.13(-3)
Hr 10				0.12(-13)	0.15(-15)	0.11(-3)	-0.11(-14)	-0.17(-4)	-0.41(0)	-0.13(9)	-0.11(12)	-0.12(-3)	-0.15(8)	-0.15(7)	-0.15(7)	-0.1(0)	-0.1(12)	0.10(-8)	0.13(-5)
Hr 56					0.37(0)	0.16(2)	0.16(0)	-0.11(8)	0.17(-4)	0.17(-3)	0.2(-6)	0.16(-3)	0.13(-3)	0.08(-2)	-0.12(11)	0.14(-5)	0.13(-5)	0.13(-7)	0.14(-5)
Hr 59						0.17(-1)	0.14(-2)	0.13(-6)	0.16(-8)	0.14(-2)	-0.14(0)	0.15(-6)	0.14(-7)	0.09(-8)	-0.11(12)	0.12(-7)	0.08(-4)	0.1(4)	0.08(4)
Hr 62							0.26(0)	-0.11(8)	0.1(0)	0.18(-7)	0.17(-9)	-0.37(0)	-0.18(0)	0.13(1)	0.18(-7)	0.19(-10)	-0.16(0)	-0.31(0)	-0.15(0)
Hr 65								0.12(4)	0.1(3)	0.15(-5)	0.14(-5)	0.13(-5)	-0.43(0)	0.13(4)	0.17(-10)	-0.21(0)	-0.12(0)	-0.21(0)	-0.26(0)
Ta 3									0.31(0)	0.30(-5)	0.34(0)	0.30(-6)	0.28(-6)	0.50(0)	0.17(2)	0.28(-6)	0.26(2)	0.28(-6)	0.24(-7)
Ta 10										0.29(-1)	0.31(0)	0.28(-3)	0.26(1)	0.22(-5)	0.20(0)	0.28(0)	0.26(-3)	0.25(-8)	0.28(1)
Ta 56											0.74(0)	0.60(0)	0.51(0)	0.33(0)	0.31(-1)	0.67(0)	0.64(0)	0.47(0)	0.54(0)
Ta 59												0.59(0)	0.55(0)	0.37(0)	0.31(-2)	0.67(0)	0.70(0)	0.47(0)	0.51(0)
Ta 62													0.62(0)	0.25(-2)	0.23(-2)	0.61(0)	0.56(0)	0.68(0)	0.58(0)
Ta 65														0.22(-1)	0.21(-1)	0.57(0)	0.49(0)	0.52(0)	0.63(0)
Tw 3															0.30(0)	0.26(0)	0.33(0)	0.18(-6)	0.19(-7)
Tw 10																0.27(1)	0.35(2)	0.20(0)	0.27(1)
Tw 56																	0.75(0)	0.54(0)	0.59(0)
Tw 59																		0.56(0)	0.56(0)
Tw 62																			0.66(0)
Tw 65																			

Tabla A68: Matriz de correlación entre series iniciales de OAN vs Hr, Ta y TSM

	NAO	Hr 3	Hr 10	Hr 56	Hr 59	Hr 62	Hr 65	Ta 3	Ta 10	Ta 56	Ta 59	Ta 62	Ta 65	Tw 3	Tw 10	Tw 56	Tw 59	Tw 62	Tw 65
NAO				0.36(-2)	0.42(1)	-0.41(4)	-0.51(2)	-0.39(5)		-0.79(2)	-0.76(2)	-0.60(2)	-0.51(2)		-0.64(1)	-0.68(1)	-0.82(4)	-0.57(4)	-0.50(2)
Hr 3																			
Hr 10																			
Hr 56					0.49(-1)	0.39(-5)	0.22(-3)	0.49(0)	0.40(-1)	0.34(-4)	0.25(-5)	0.40(-3)	0.34(-4)		0.46(-5)	0.19(-7)	0.42(-6)	0.54(-6)	0.21(-4)
Hr 59						0.24(15)	-0.08(-15)	0.05(15)	0.15(-4)	-0.15(2)	0.22(2)	-0.11(-15)	-0.11(-15)		0.11(15)	-0.13(2)	0.25(-11)	0.23(-5)	0.11(15)
Hr 62							0.53(0)	0.30(5)	-0.17(-13)	0.47(0)	0.48(0)	0.59(1)	0.53(0)		0.46(-1)	0.46(0)	0.50(0)	0.60(0)	0.58(0)
Hr 65								0.40(3)	0.20(-1)	0.76(0)	0.77(0)	0.86(0)	0.92(-1)		0.78(-1)	0.89(0)	0.71(1)	0.87(-1)	0.96(0)
Ta 3									0.66(-3)	0.67(-2)	0.53(-2)	0.57(-3)	0.50(-4)		0.77(-4)	0.44(-4)	0.46(-1)	0.40(-4)	0.38(-3)
Ta 10										0.41(2)	0.31(1)	0.37(1)	0.42(-1)		0.37(-2)	0.13(0)	0.18(-15)	-0.13(10)	0.22(2)
Ta 56											0.87(0)	0.82(0)	0.71(-1)		0.85(-2)	0.77(0)	0.83(1)	0.70(0)	0.74(0)
Ta 59												0.83(0)	0.79(-1)		0.78(-2)	0.83(-1)	0.78(1)	0.68(0)	0.73(0)
Ta 62													0.91(-1)		0.79(-2)	0.83(-1)	0.72(0)	0.81(-1)	0.87(0)
Ta 65															0.77(0)	0.83(0)	0.62(1)	0.82(0)	0.81(1)
Tw 3																			
Tw 10																0.78(1)	0.76(2)	0.75(0)	0.75(1)
Tw 56																	0.84(1)	0.81(0)	0.83(0)
Tw 59																		0.83(0)	0.67(0)
Tw 62																			0.83(1)
Tw 65																			

Tabla A69: Matriz de correlación entre la componente (~2.7 años) del IOAN y Hr, Ta ,TSM

	NAO	Hr 3	Hr 10	Hr 56	Hr 59	Hr 62	Hr 65	Ta 3	Ta 10	Ta 56	Ta 59	Ta 62	Ta 65	Tw 3	Tw 10	Tw 56	Tw 59	Tw 62	Tw 65
NAO		-0.20(3)	0.28(-15)	-0.37(1)	0.08(-11)	-0.36(2)	-0.48(0)	0.33(-4)	-0.36(13)	-0.30(1)	-0.48(1)	-0.34(-4)	-0.48(0)		-0.50(0)	-0.47(0)	-0.41(0)	-0.38(1)	-0.48(0)
Hr 3			0.37(1)	0.31(2)	0.28(-12)	0.33(-3)	0.55(-3)	-0.14(-4)	-0.29(2)	-0.42(4)	-0.57(4)	-0.44(4)	-0.60(-2)		-0.13(-15)	-0.52(4)	-0.29(3)	0.26(-3)	0.55(-3)
Hr 10				-0.27(-8)	-0.33(-8)	-0.51(2)	-0.40(3)	-0.40(-7)	-0.57(1)	0.44(14)	0.45(-5)	0.45(-5)	-0.31(4)		-0.33(8)	0.47(-13)	-0.49(-15)	0.25(14)	-0.39(-13)
Hr 56					0.23(1)	-0.31(1)	-0.39(2)	0.46(2)	-0.31(3)	0.58(-5)	-0.45(3)	-0.58(2)	0.44(-3)		-0.52(8)	0.55(10)	-0.42(1)	-0.44(1)	-0.39(2)
Hr 59						-0.25(2)	-0.26(-13)	0.07(-3)	-0.33(1)	-0.24(1)	-0.56(1)	-0.42(2)	-0.41(1)		0.23(2)	-0.36(0)	-0.26(0)	-0.17(-15)	-0.26(-13)
Hr 62							0.74(-1)	-0.19(-1)	0.30(-3)	0.49(1)	-0.58(-7)	-0.84(-7)	0.49(0)		-0.11(0)	0.69(0)	0.53(0)	0.71(0)	0.73(0)
Hr 65								-0.27(-1)	0.42(-3)	0.56(0)	0.64(1)	0.73(1)	0.66(1)		0.06(0)	0.76(0)	0.67(0)	0.65(0)	0.99(0)
Ta 3									0.12(-2)	-0.50(-15)	0.22(-4)	-0.23(2)	-0.34(3)		-0.41(9)	0.31(-5)	-0.53(-15)	-0.46(-15)	-0.27(1)
Ta 10										0.23(2)	0.40(1)	-0.36(10)	0.30(2)		0.25(4)	0.23(-1)	0.10(-1)	-0.27(-2)	0.42(3)
Ta 56											0.66(0)	0.70(0)	0.46(0)		-0.25(-6)	0.63(-1)	0.79(-1)	0.73(0)	0.59(-1)
Ta 59												0.78(0)	0.72(0)		0.14(11)	0.84(-1)	0.65(-1)	0.46(-1)	0.64(-1)
Ta 62													0.56(0)		-0.24(-1)	0.81(-1)	0.61(-1)	0.67(0)	0.73(-1)
Ta 65															0.19(0)	0.65(0)	0.53(0)	0.48(0)	-0.70(-8)
Tw 3																			
Tw 10																-0.12(1)	-0.29(-6)	-0.15(-6)	0.06(-1)
Tw 56																	0.69(-1)	0.55(0)	0.75(0)
Tw 59																		0.77(0)	0.67(0)
Tw 62																			0.65(0)
Tw 65																			

Tabla A70: Matriz de correlación entre componentes (~1.2 años) del IOAN y Hr, Ta TSM

Anexos

	NAO	Hr 3	Hr 10	Hr 56	Hr 59	Hr 62	Hr 65	Ta 3	Ta 10	Ta 56	Ta 59	Ta 62	Ta 65	Tw 3	Tw 10	Tw 56	Tw 59	Tw 62	Tw 65	
NAO					0.50(39)		-0.33(-12)	0.37(10)					-0.33(-12)		0.49(-64)					-0.38(-7)
Hr 3																				
Hr 10																				
Hr 56																				
Hr 59						0.33(-16)	0.34(-17)	0.53(-20)		0.46(-9)	0.37(-15)	0.54(-48)	0.59(-25)		-0.58(49)		-0.61(54)			-0.56(55)
Hr 62							0.75(3)	0.76(-2)		0.92(1)	0.86(4)	0.72(4)	0.78(0)		0.53(-11)		0.84(-2)			0.89(3)
Hr 65								0.71(-5)		0.91(2)	0.77(5)	0.73(4)	0.83(-5)		0.64(3)		0.92(-1)			0.94(0)
Ta 3										0.77(8)	0.68(7)	0.93(1)	0.95(4)		0.29(-1)		0.65(0)			0.67(7)
Ta 10																				
Ta 56											0.89(3)	0.76(0)	0.87(-7)		0.61(-3)		0.92(-3)			0.96(0)
Ta 59												0.68(0)	0.75(-6)		0.69(-4)		0.86(-5)			0.84(-3)
Ta 62													0.92(-2)		0.24(0)		0.70(-9)			0.69(-4)
Ta 65															0.30(5)		0.73(2)			0.78(4)
Tw 3																				
Tw 10																				0.63(2)
Tw 56																				
Tw 59																				0.94(2)
Tw 62																				
Tw 65																				

Tabla A71: Matriz de correlación entre componentes (~15 años) del IOAN y Hr, Ta TSM

	NAO	Hr 3	Hr 10	Hr 56	Hr 59	Hr 62	Hr 65	Ta 3	Ta 10	Ta 56	Ta 59	Ta 62	Ta 65	Tw 3	Tw 10	Tw 56	Tw 59	Tw 62	Tw 65
NAO								0.52(-6)				0.26(0)	0.18(7)		-0.50(0)	0.15(-15)	0.36(-12)	0.21(4)	
Hr 3																			
Hr 10																			
Hr 56																			
Hr 59																			
Hr 62								0.52(9)				0.60(2)	0.68(2)		0.45(7)	0.60(3)	0.54(3)	0.73(0)	
Hr 65																			
Ta 3												0.68(-5)	0.58(-8)		0.48(-8)	0.66(-5)	0.71(-5)	0.61(-11)	
Ta 10																			
Ta 56																			
Ta 59																			
Ta 62													0.82(0)		0.43(5)	0.84(0)	0.72(0)	0.81(-3)	
Ta 65															0.64(5)	0.87(0)	0.81(0)	0.92(-2)	
Tw 3																			
Tw 10																0.64(-3)	0.65(0)	0.61(-7)	
Tw 56																	0.93(1)	0.82(-3)	
Tw 59																		0.74(-3)	
Tw 62																			
Tw 65																			

Tabla A72: Matriz de correlación entre componentes (~3.3 años) del IOAN y Hr, Ta TSM

Anexos

	NAO	Hr 3	Hr 10	Hr 56	Hr 59	Hr 62	Hr 65	Ta 3	Ta 10	Ta 56	Ta 59	Ta 62	Ta 65	Tw 3	Tw 10	Tw 56	Tw 59	Tw 62	Tw 65
NAO			-0.21(9)				0.22(-2)		-0.26(-1)		-0.11(2)		-0.23(2)	-0.18(2)			0.45(-1)		0.50(-2)
Hr 3																			
Hr 10							0.28(0)		0.25(0)		0.32(2)		-0.18(10)	0.28(2)			0.17(4)		-0.18(-3)
Hr 56																			
Hr 59																			
Hr 62																			
Hr 65									0.27(-4)		0.002(-3)		0.09(0)	0.02(0)			0.21(-1)		0.26(0)
Ta 3																			
Ta 10											0.15(-2)		-0.23(-2)	0.18(3)			0.37(3)		-0.23(-1)
Ta 56																			
Ta 59													0.66(0)	0.26(0)			0.45(1)		0.28(1)
Ta 62																			
Ta 65														-0.09(3)			-0.75(-15)		-0.66(-5)
Tw 3																	-0.18(5)		-0.21(-12)
Tw 10																			
Tw 56																			
Tw 59																			-0.85(5)
Tw 62																			

Tabla A73: Matriz de correlación entre la componente (~10 meses) del IOAN y Hr, Ta TSM