



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



**CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE CIENCIAS MARINAS**

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS**

Departamento de Oceanología

**BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO**

**DINÁMICA DE LOS COMPONENTES DE LA MATERIA PARTICULADA
SUSPENDIDA Y OTRAS VARIABLES HIDROLÓGICAS EN LA ENSENADA-
BAHÍA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.**

**TESIS QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD
EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

PRESENTA:

BIOL. MAR. FERNANDO AGUIRRE BAHENA

La Paz, Baja California Sur, México, febrero del 2002.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 10:00 horas del día 26 del mes de septiembre del 2001 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"DINÁMICA DE LOS COMPONENTES DE LA MATERIA PARTICULADA SUSPENDIDA Y OTRAS VARIABLES HIDROLÓGICAS EN LA ENSENADA-BAHÍA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"

Presentada por el alumno:

AGUIRRE

Apellido paterno

BAHENA

materno

FERNANDO

nombre(s)

Con registro:

9	7	0	0	4	9
---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL

DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE

PRESIDENTE

SECRETARIO

DR. DAVID ALFARO SIQUEIROS BELTRONES

DR. NORMAN SILVERBERG

SEGUNDO VOCAL

TERCER VOCAL

DR. CARLOS HERNAN LECHUGA DEVEZE

DR. RUBEN ANTELMO MORALES PÉREZ

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. FRANCISCO ARREGUIN SANCHEZ



I. P. N.
CICIMAR
DIRECCION

CONTENIDO

	Pag.
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABLAS	v
GLOSARIO	vi
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUCCION	1
1.1. Marco teórico	1
1.2. Antecedentes	5
1.3. Justificación	7
1.4. Hipótesis	8
1.5. Objetivo general y particulares	9
1.6. Descripción del área de estudio	10
2. MATERIAL Y METODOS	18
2.1. Trabajo de campo	18
2.2. Métodos de laboratorio	22
2.3. Trabajo de gabinete	25
2.4. Análisis de datos	26
2.5. Cálculos	27
3. RESULTADOS	28
3.1. Análisis espacial	28
3.1.1. Distribución de temperatura y salinidad	28
3.1.2. Distribución de la transparencia	32

Continuación...

	Pag.
3.1.3. Distribución de los componentes de la MPS	34
3.1.4. Distribución de los nutrientes	42
3.2. Análisis de los ciclos de mareas (cinco días)	48
3.2.1. Nivel del mar	48
3.2.2. Intensidad y dirección de las corrientes de marea	51
3.2.3. Variación de la temperatura y salinidad	57
3.3. Análisis de los ciclos de mareas (25 horas)	63
3.3.1. Nivel del mar	63
3.3.2. Intensidad y dirección de las corrientes de marea	63
3.3.3. Variación de la temperatura y salinidad	69
3.3.4. Variación de los componentes de la MPS	76
3.3.5. Variación de los nutrientes	84
3.3.6. Balance de masa de los componentes de la MPS y nutrientes	90
3.3.7. Variación en la abundancia y riqueza específica del fitoplancton	91
3.4. Razones Carbono-Nitrógeno	93
3.4.1. Distribución espacial de la razón Carbono-Nitrógeno	93
3.4.2. Variación temporal de la razón Carbono-Nitrógeno	93
3.5. Integración de datos	96
3.5.1. Análisis espacial	96
3.5.2. Análisis temporal	99
3.5.3. Análisis de agrupamientos	104

Continuación...

	Pag.
4. DISCUSION	107
4.1. Intensidad y dirección de las corrientes de marea	107
4.2. Distribución y variación de la temperatura y salinidad	109
4.3. Distribución de la transparencia	114
4.4. Distribución y variación de los componentes de la MPS	116
4.5. Distribución y variación de los nutrientes	123
4.6. Balance de masa de los componentes de la MPS y nutrientes	130
4.7. Estructura de la comunidad de fitoplancton	134
4.8. Razones Carbono-Nitrógeno	136
5. CONCLUSIONES	138
6. RECOMENDACIONES	140
7. LITERATURA CITADA	142
8. ANEXOS	147

Tabla I. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis espacial, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva en julio de 1998. I

Tabla II. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis espacial, en la Ensenada de La Paz, durante una marea muerta en julio de 1998. II

Tabla III. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis espacial, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva en agosto de 1998. III

Tabla IV. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis espacial, en la Ensenada de La Paz, durante una marea intermedia en septiembre de 1998. IV

Continuación...

	Pag.
Tabla V. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis temporal, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea viva en julio de 1998.	V
Tabla VI. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis temporal, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea muerta en julio de 1998.	VII
Tabla VII. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis temporal, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea viva en agosto de 1998.	IX
Tabla VIII. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis temporal, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea intermedia en septiembre de 1998.	XI

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Fig. 1. Localización del área de estudio. Se señalan los puntos en que se realizó el ciclo de muestreo (M) y el de la instalación de los mareógrafos (S4). Se indican los sistemas de manglar, las zonas expuestas a inundación durante las mareas, así como la batimetría (en metros) de la laguna.....	11
Fig. 2. Perfil transversal del canal entre la Ciudad de La Paz y El Mogote. Se señala con un símbolo la ubicación y la profundidad a la que se realizó el muestreo.....	13
Fig. 3. Distribución espacial de los tipos de sedimentos en la Ensenada de La Paz (Tomado de Green-Ruiz y Larrinaga-Cunningham, 1986).....	15
Fig. 4. Orientación de los vectores (no son a escala) que representan a la corriente total, durante el flujo (a) y refluo (b), en la Ensenada de La Paz. (Tomado de Gómez <i>et al.</i> , 1984).....	17
Fig. 5. Ubicación geográfica de las estaciones en las diferentes campañas realizadas en la Ensenada de La Paz durante una marea viva en julio (a), muerta en julio (b), viva en agosto (c) e intermedia en septiembre (d) de 1998.....	19
Fig. 6. Distribución de la temperatura superficial, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en °C) correspondientes.....	29
Fig. 7. Distribución de la salinidad superficial, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en ups) correspondientes..	31
Fig. 8. Distribución de la transparencia, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en m) correspondientes.....	33
Fig. 9. Distribución de la MPS, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en mg l ⁻¹) correspondientes.....	35
Fig. 10. Distribución de la Clorofila a, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en mg m ⁻³) correspondientes.....	36
Fig. 11. Distribución del Carbono particulado, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en µg l ⁻¹) correspondientes.....	39
Fig. 12. Distribución del Nitrógeno particulado, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en µg l ⁻¹) correspondientes.....	40
Fig. 13. Distribución del Carbono orgánico particulado, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre de 1998. Se incluyen las estaciones y los valores (en µg l ⁻¹) correspondientes.....	41

Continuación...

	Pag.
Fig. 14. Distribución de nitritos, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en $\mu\text{g-at l}^{-1}$) correspondientes.....	43
Fig. 15. Distribución de nitratos, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en $\mu\text{g-at l}^{-1}$) correspondientes.....	44
Fig. 16. Distribución de fosfatos, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en $\mu\text{g-at l}^{-1}$) correspondientes.....	46
Fig. 17. Distribución de silicatos, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en $\mu\text{g-at l}^{-1}$) correspondientes.....	47
Fig. 18. Variación de la onda de marea, registrada por los mareógrafos durante cinco días, frente al Muelle fiscal y CICIMAR en mareas vivas (a) y muertas (b) en julio de 1998.....	49
Fig. 19. Variación de la onda de marea, registrada por los mareógrafos durante cinco días, frente al Muelle fiscal y CICIMAR en mareas vivas (a) e intermedias (b) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.....	50
Fig. 20. Intensidad y dirección de la corriente frente al Muelle Fiscal (a) y CICIMAR (b) obtenidos durante cinco días en mareas vivas del mes de julio de 1998.....	53
Fig. 21. Diagrama de intensidad y dirección (1), intensidad (2) y los componentes Este y Norte de la velocidad (3) de las corrientes de marea registradas, frente al Muelle Fiscal (a) y CICIMAR (b), durante cinco días en mareas vivas en julio de 1998.....	54
Fig. 22. Intensidad y dirección de la corriente, frente al Muelle Fiscal (a) y CICIMAR (b) obtenidos durante cuatro días en mareas muertas en julio de 1998.....	55
Fig. 23. Diagrama de la intensidad y dirección (1), intensidad (2) y los componentes Este y Norte de la velocidad (3) de las corrientes de marea registradas, frente al Muelle Fiscal (a) y CICIMAR (b), durante cinco días en mareas muertas en julio de 1998.....	56
Fig. 24. Variación de la temperatura con respecto a la marea, durante cinco días de registros, en el fondo del canal de entrada a La Ensenada de La Paz. Las mediciones se realizaron en una marea viva (a) y muerta (b) durante julio de 1998.....	58
Fig. 25. Variación de la temperatura con respecto a la marea, durante cinco días de registros, en el fondo del canal de entrada a La Ensenada de La Paz. Las mediciones se realizaron en una marea viva (a) e intermedia (b) durante agosto y septiembre de 1998.....	59
Fig. 26. Variación de la salinidad con respecto a la marea, durante cinco días de registros, en el fondo del canal de entrada a La Ensenada de La Paz. Las mediciones se realizaron en una marea viva (a) y muerta (b) durante julio de 1998.....	61
Fig. 27. Variación de la salinidad con respecto a la marea, durante cinco días de registros, en el fondo del canal de entrada a La Ensenada de La Paz. Las mediciones se realizaron en una marea viva (a) e intermedia (b) en agosto y septiembre de 1998.....	62

Continuación...

	Pag.
Fig. 28. Intensidad y dirección de la corriente, obtenidos a 4 m de profundidad en el punto de muestreo localizado en la entrada a la Ensenada de La Paz, durante un ciclo de 25 horas en una marea viva (a) y muerta (b) en julio de 1998.....	65
Fig. 29. Diagrama de la intensidad y dirección (1), intensidad (2) y los componentes Este y Norte de la velocidad (3) de la corriente de marea a 4 m de profundidad en el punto de muestreo localizado en la entrada a la Ensenada de La Paz, durante un ciclo de 25 horas en una marea viva (a) y muerta (b) en julio de 1998.....	66
Fig. 30. Perfiles verticales de la intensidad (a) y dirección (b) de la corriente en canal de la Ensenada de La Paz, durante el flujo (1), pleamar superior (2), reflujo (3), bajamar inferior (4), flujo (5) y bajamar superior (6) en una marea viva en julio de 1998.....	67
Fig. 31. Perfiles verticales de la intensidad (a) y dirección (b) de la corriente en canal de la Ensenada de La Paz, durante el reflujo (1), flujo (2), reflujo (3), bajamar inferior (4), flujo (5) y pleamar superior (6) en una marea muerta en julio de 1998.....	68
Fig. 32. Variación de la temperatura en la columna de agua del canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio y una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.....	70
Fig. 33. Perfiles verticales de la temperatura en canal de la Ensenada de La Paz, durante distintas fases de la marea, en una marea viva (a) y muerta (b) en julio y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre de 1998.....	71
Fig. 34. Variación de la salinidad en la columna de agua del canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.....	74
Fig. 35. Perfiles verticales de la salinidad en canal de la Ensenada de La Paz, durante distintas fases de la marea, en una marea viva (a) y muerta (b) en julio y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre de 1998.....	75
Fig. 36. Variación de la Materia particulada suspendida, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de marea durante una marea viva (a) y una muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.....	78
Fig. 37. Variación de la Clorofila a, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de marea durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.....	79
Fig. 38. Variación del Carbono particulado, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre respectivamente.....	81
Fig. 39. Variación del Nitrógeno particulado, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.....	82
Fig. 40. Variación del Carbono orgánico particulado, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) en agosto, de 1998, respectivamente.....	83

Continuación...

	Pag.
Fig. 41. Variación de nitritos, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.....	85
Fig. 42. Variación de nitratos, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.....	86
Fig. 43. Variación de fosfatos, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.....	88
Fig. 44. Variación de silicatos, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.....	89
Fig. 45. Variación de las abundancias relativas del microfitoplancton y nanofitoplancton (a) y del número de especies del microfitoplancton (b) durante la pleamar y bajamar superior e inferior en una marea viva de agosto de 1998.....	92
Fig. 46. Distribución de las razones Carbono-Nitrógeno, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores correspondientes.....	95
Fig. 47. Resultados del análisis de agrupamientos de las estaciones, basados en los registros de temperatura y salinidad, en la Ensenada de La Paz durante diferentes condiciones de marea.....	105
Fig. 48. Resultados del análisis de agrupamientos de las estaciones, basados en los registros del Disco de Secchi, MPS y Clorofila a; en la Ensenada de La Paz durante diferentes condiciones de marea.....	106

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla I. Media aritmética, desviación estándar, valores límite y recorrido de la temperatura y salinidad superficial. Los datos corresponden a los cuatro muestreos espaciales, en el periodo julio-septiembre de 1998, realizados en la Ensenada de La Paz.....	28
Tabla II. Media aritmética, (x), desviación estándar (D.S.) e intervalo de la MPS, Clorofila y Carbono y Nitrógeno particulado, y Carbono Orgánico Particulado. Los datos corresponden al muestreo espacial, dentro de la Ensenada de La Paz y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante distintas situaciones de marea en el periodo julio-septiembre de 1998.....	37
Tabla III. Media aritmética (x), desviación estándar (D.S.) e intervalo de algunos nutrientes inorgánicos disueltos. Los datos corresponden al muestreo espacial, dentro de la Ensenada de La Paz y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante distintas condiciones de marea en el periodo julio-septiembre de 1998.....	45
Tabla IV. Valores del rango de la marea (R), del valor máximo de la intensidad de la corriente (v) y de la corriente residual (r) de los datos registrados, en diferentes condiciones de marea, por los mareógrafos (S4) instalados durante cinco días en dos estaciones en el canal de la Ensenada de La Paz.....	51
Tabla V. Media aritmética, desviación estándar, valores límite y recorrido de los datos de temperatura (° C) y salinidad (ups) registrados en el fondo del canal en cuatro condiciones de marea. El corrientímetro (S4) fue instalado frente al Muelle Fiscal excepto en la marea viva de julio cuando se colocó frente al CICIMAR.....	57
Tabla VI. Valores del rango de marea (R), del valor máximo de la intensidad de la corriente (v) y de la corriente residual (r) de los datos registrados, en diferentes condiciones de marea por el ADP, durante 25 horas, frente a la Marina de La Paz.....	63
Tabla VII. Media aritmética, desviación estándar, valores límite e intervalo de la salinidad (ups) superficial y a siete m de profundidad. Los datos registrados corresponden a las cuatro campañas realizadas, durante el periodo julio-septiembre de 1998, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz.....	69
Tabla VIII. Valores de la media aritmética, desviación estándar, valores límite e intervalo de la temperatura (°C) superficial y a 7 m de profundidad. Los datos registrados corresponden a las cuatro campañas realizadas, durante el periodo julio-septiembre de 1998, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz.....	73
Tabla IX. Media aritmética, (x), desviación estándar (D.S.) e intervalo de la MPS, Clorofila a, Carbono y Nitrógeno particulado, y Carbono Orgánico Particulado. Los datos corresponden a los ciclos de 25 horas, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante distintas condiciones de marea en el periodo julio-septiembre de 1998.....	77
Tabla X. Media aritmética (x), desviación estándar (D.S.) e intervalo de algunos nutrientes inorgánicos disueltos. Los datos corresponden a los ciclos de 25 horas, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante distintas condiciones de marea en el periodo julio-septiembre de 1998.....	87
Tabla XI. Balance de los principales componentes de la Materia Particulada Suspendida y de algunos nutrientes determinado en el canal que comunica a la Ensenada de La Paz con la bahía, en diferentes condiciones de marea durante julio, agosto y septiembre de 1998. Las unidades están expresadas en kilogramos por ciclos de mareas (25 horas).....	90

Continuación...

	Pag.
Tabla XII. Parámetros de la estructura de la comunidad del fitoplancton, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante la pleamar y bajamar superior e inferior en una marea viva de agosto.....	91
Tabla XIII. Media aritmética, (\bar{x}), desviación estándar (D.S.) e intervalo de las razones Carbono - Nitrógeno. Los datos corresponden a los ciclos de 25 horas en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz y al muestreo espacial dentro de la laguna y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante distintas condiciones de marea en el periodo julio-septiembre de 1998.....	94
Tabla XIV. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izquierda) de los componentes de la MPS, transparencia y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al muestreo espacial, dentro de la Ensenada de La Paz y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante una marea viva en julio de 1998.....	97
Tabla XV. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izquierda) de los componentes de la MPS, transparencia y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al muestreo espacial, dentro de la Ensenada de La Paz y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante una marea muerta en julio de 1998.....	97
Tabla XVI. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izquierda) de los componentes de la MPS, transparencia y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al muestreo espacial, dentro de la Ensenada de La Paz y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante una marea viva en agosto de 1998.....	98
Tabla XVII. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izquierda) de los componentes de la MPS, transparencia y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al muestreo espacial, dentro de la Ensenada de La Paz y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante una marea intermedia en septiembre de 1998.....	98
Tabla XVIII. Matriz de los valores del coeficiente de correlación entre la temperatura-salinidad y la marea, los datos corresponden al ciclo de cinco días registrados por los mareógrafos S4 y al de 25 horas tomados por el Mini-CTD durante el periodo julio-septiembre de 1998. Se señalan con un asterisco las correlaciones estadísticamente significativas.....	99
Tabla XIX. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izquierda) de los componentes de la MPS y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al ciclo (25 horas) de muestreo, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea viva en julio de 1998.....	102
Tabla XX. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izquierda) de los componentes de la MPS y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al ciclo (25 horas) de muestreo, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea muerta en julio de 1998.....	102

Continuación...

	Pag.
Tabla XXI. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izq.) de los componentes de la MPS y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al ciclo (25 horas) de muestreo, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea viva en agosto de 1998.....	103
Tabla XXII. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izq.) de los componentes de la MPS y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al ciclo (25 horas) de muestreo, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea intermedia en septiembre de 1998.....	103

GLOSARIO

Abundancia: La abundancia de la población (o especie) es la magnitud de ésta en relación con alguna unidad de espacio. En otras palabras es el número de individuos o la biomasa de la población (o especie) por unidad de superficie o volumen.

ADP: Es el perfilador acústico de corrientes (por sus siglas en inglés) el cual determina la intensidad y dirección de la corriente en la columna de agua.

Balance de masa: Es el resultado de multiplicar la concentración de los parámetros de la MPS y nutrientes por la intensidad y dirección de la corriente de marea y finalmente por el área transversal del canal. El signo del balance de masa (+ ó -) nos indica la presencia de procesos de exportación o importación respectivamente.

Bajamar: Es el nivel mínimo del mar durante un ciclo de marea (24.8 h).

Biomasa: Es la cantidad de materia viva que puede ser expresada como el peso total de los organismos por unidad de área o volumen

Boca: Pequeña y estrecha faja de agua que conecta a una bahía, laguna o un cuerpo de agua similar con otro mayor.

Capa de mezcla: Es una capa con propiedades homogéneas, provocada por el efecto de la energía cinética turbulenta en la superficie del mar.

Circulación antiestuarina: Se presenta cuando hay una descarga nula o esporádica de aguas por ríos o lluvias en un sistema estuarino. La mayor tasa de evaporación en la cabeza del estuario produce un incremento en la salinidad (y por lo tanto de la densidad) de esta masa de agua; lo que a su vez genera que ésta se hunda y circule por el fondo hacia la

boca del sistema mientras que agua oceánica de menor concentración salina entra por la superficie.

CHN: O analizador elemental CHN determina el carbono, nitrógeno e hidrógeno a través de la combustión a alta temperatura (1000 °C) de las muestras en una atmósfera de helio enriquecida con oxígeno. Los productos de la combustión (CO₂, N₂ y H₂O) son separados de manera secuencial por medio de trampas químicas y determinados mediante detectores de conductividad térmica de alta precisión.

Componentes de la MPS: En este estudio se denominan componentes de la MPS al carbono orgánico (COP) y total (CP), nitrógeno total (NP).

Compuesto inorgánico: Son los compuestos que tienen un origen biológico.

Ciclo de marea: Es el periodo que transcurre entre una pleamar y la sucesiva bajamar.

Corriente de marea: Es el flujo horizontal de una masa de agua con un patrón definido que se debe a las olas de marea generadas por las fuerzas del sol y la luna.

Corriente residual: En este estudio se refiere a la corriente promedio durante un ciclo de marea.

COP: Es el carbono orgánico particulado retenido por filtros con una abertura de poro de aproximadamente 0.7 µm (En este estudio).

CP: En este estudio es el carbono orgánico e inorgánico que es retenido por filtros con una abertura de poro de 0.7 µm (En este estudio).

Estratificación: Condición del fluido que implica la existencia de dos o más capas horizontales arregladas según su densidad, de tal manera que las capas menos densas se encuentran sobre aquellas más densas.

Excursión de la marea: Es el máximo desplazamiento de una parcela de agua durante un ciclo de marea.

Flujo: Es el transporte de material o energía a través de un área conocida expresada por unidad de tiempo o área.

Flujo de la marea: Es la parte del ciclo de marea que ocurre cuando el agua se desplaza o fluye de la bajamar a la pleamar.

Gradiente: Es cambio en el valor de una propiedad o variable por unidad de distancia en una dirección específica.

Isolínea: Una línea o superficie que conecta en una gráfica todos los puntos de igual valor de la temperatura, salinidad u otra propiedad; ya sea en tiempo o espacio.

Laguna Costera: Son cuerpos acuáticos litorales que tienen, en su mayoría, comunicación permanente o efímera con el mar.

Marea: La elevación y caída periódica del nivel del mar debida a las fuerzas generadoras aunadas del sol y la luna.

Mareas diurnas: Una pleamar y una bajamar por ciclo, en un periodo de 24 horas y 50 minutos.

Marea muerta: Cuando la luna se encuentra en cuarto creciente o menguante el rango de marea es mínimo denominándose mareas muertas o de cuadratura.

Mareas mixtas: Se refiere a la existencia de dos pleamares y dos bajamares

durante dos ciclos sucesivos, con periodo de 12 horas y 25 minutos cada uno; las amplitudes de ambas presentan diferencias notorias (desigualdad diaria).

Mareas semidiurnas: Son las mareas que se producen dos veces durante un día lunar y que por lo tanto presentan dos pleamares y dos bajamares (ca. 12.4 h por ciclo de marea).

Marea viva: Cuando se presenta la mayor amplitud o rango de marea (en el mes) entre la bajamar y la siguiente pleamar (durante los novilunios y plenilunios) se denominan mareas vivas o de sicigia.

Masa de agua: Un volumen de agua identificado por valores típicos de temperatura y salinidad que le son característicos y que permiten distinguirlo de las aguas circundantes.

MPS: La materia particulada suspendida total que es retenida por un filtro con un tamaño de poro de aproximadamente 0.2 μm (En este trabajo).

Nivel medio del mar: Es la altura promedio del mar en un mismo punto medido durante un periodo de tiempo dado, usualmente más de seis meses.

Nitrógeno particulado (NP): Es el nitrógeno que es retenido por filtros con una abertura de poro de 0.7 μm (En este estudio).

Oxidación húmeda: El método químico implica que la oxidación húmeda del material orgánico por medio de la mezcla de ácido dicromato ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$) y ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4). El método se basa en la determinación indirecta del carbono orgánico al medir la decoloración de la muestra (por medio de un espectrofotómetro) al ser el carbono oxidado por el dicromato de potasio.

Pleamar: Nivel máximo que alcanza el agua durante un ciclo de marea.

Rango de marea: Es el cambio vertical en el nivel del mar entre la altura máxima del agua y el mínimo. En otras palabras es la diferencia de nivel entre una pleamar y la siguiente bajamar.

Razón de Redfield: Después de los trabajos de Redfield (1934, 1958) se refiere a la razones entre el carbono (106), nitrógeno (16) y fósforo (1) existentes tanto en los tejidos animales y vegetales las cuales tienden a ser constantes.

Riqueza específica: Es el número de especies que se encuentran formando una población en un tiempo y lugar determinados.

Reflujo de la marea: Es la porción del ciclo de marea cuando el agua fluye de la pleamar a la bajamar.

S4: Es el modelo del mareógrafo utilizado en este estudio el cual posee sensores que determinan la presión de la columna de agua (y por tanto en nivel del mar), la temperatura, la conductividad (y con estos dos parámetros la salinidad), así como la intensidad y dirección de la marea.

Seston: Es la cantidad de materia en suspensión expresada en peso por unidad de área o volumen. El seston esta compuesto por una fracción minerogénica y otra biogénica; la primera constituida por partículas minerales y la ultima dividida a su vez en una parte viva (plancton principalmente) y una muerta (detritus). Muchas veces se usa este termino indistintamente como sinónimo de la materia particulada suspendida (MPS).

Prisma de marea: Es la cantidad de agua que entra y sale de una laguna o estuario durante la pleamar promedio y la bajamar promedio.

Producción primaria: Es la tasa de fijación del carbono en la materia orgánica por los organismos autótrofos por medio

de la energía solar o mediante reacciones químicas.

Productividad primaria: Es la cantidad de carbono fijado por organismos autótrofos a través de la síntesis de material orgánico proveniente de compuestos inorgánicos como el CO_2 y H_2O utilizando energía derivada de la radiación solar o de reacciones químicas por unidad de tiempo sobre una base de área ($\text{mg C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) o volumen ($\text{mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$).

Tiempo de residencia: Es el intervalo de tiempo requerido para reemplazar completamente el volumen de un estuario, laguna, golfo, etc. generalmente medido en número de ciclos de mareas.

Turbulencia: Es el flujo de agua en el cual el movimiento de las partículas individuales se presenta irregular y confuso.

UPS: Es la abreviación de unidades prácticas de salinidad. Unidades de una nueva definición de salinidad (UNESCO, 1978) basada en la razón entre la conductividad eléctrica de la muestra y una muestra estándar. Se conocen como unidades prácticas por que fueron definidas de tal manera que la nueva escala coincida con la antigua de partes por mil.

RESUMEN

Con el fin de conocer los procesos que controlan la distribución espacio-temporal de algunos de los componentes de la materia particulada suspendida en la Ensenada de La Paz durante el verano de 1998 se realizaron 4 campañas, que abarcaron un ciclo completo de mareas (25 horas) así como un muestreo espacial dentro de la laguna, consistentes en mediciones de materia particulada suspendida (MPS), clorofila *a* (Cl *a*), carbono y nitrógeno particulado (CP y NP) y carbono orgánico particulado (COP). Se determinaron los principales parámetros físico-químicos (transparencia, temperatura, salinidad, nitratos, nitritos, fosfatos y silicatos), además de corrientes y mareas. Así mismo, se investigaron los cambios en la abundancia y número de especies del fitoplancton durante los procesos de flujo y reflujos en la boca de la Ensenada de la Paz. Las mediciones se llevaron a cabo en dos mareas vivas, una aproximadamente intermedia y una muerta. Las corrientes en la laguna son inducidas principalmente por la marea y en el canal alcanzaron hasta 0.75 m s^{-1} durante mareas vivas. Los análisis indican una alta correlación entre la marea y los procesos de importación-exportación de la MPS, CP, NP y Cl *a*. Las mayores concentraciones de MPS, CP-NP y Cl *a* se observaron durante mareas vivas (además de altas razones de C:N) comparadas con las determinadas en mareas muertas. El balance de MPS y silicatos resultó positivo, sugiriendo la presencia de un proceso de exportación, en todas las situaciones de marea. En el caso de la MPS fue de $119 \text{ g m}^{-3}\text{s}^{-1}$ en mareas muertas y de $984 \text{ g m}^{-3}\text{s}^{-1}$ en mareas vivas. El balance de la Cl *a*, CP, NP, nitratos, nitritos y fosfatos calculado en las diferentes campañas fue muy variable, algunas veces, indicando la importación. Respecto al análisis del fitoplancton se observaron los valores máximos y mínimos en los índices de diversidad, riqueza específica y abundancia durante la bajamar inferior y pleamar superior respectivamente. La abundancia total máxima del fitoplancton fue de $333,000 \text{ cel. l}^{-1}$, siendo el nanofitoplancton la fracción de mayor contribución ($\approx 80 \%$). Es evidente, de los resultados, que la marea controla la distribución y concentración de las diferentes variables físico-químicas en la laguna.

ABSTRACT

Systematic measurements were carried out in Ensenada de La Paz in order to investigate the processes which control the variation of suspended particulate matter (SPM). From July to September 1998, four experiments were made, during a complete tidal cycle (25 hours), sampling suspended particulate matter (SPM), particulate organic carbon (POC), particulate carbon and nitrogen (PC, PN) and chlorophyll *a* (Chl *a*) in Ensenada de La Paz at the inlet channel. Physical and chemical parameters (transparency, temperature and salinity, and NO₂, NO₃, PO₄ and SiO₂) were also measured along with currents and tides. Analysis of phytoplankton abundance and specific richness were carried out during ebb and flow tide. In addition an spatial survey in this lagoon was made sampling all parameters mentioned. Experiments were made during spring, neap tides and an intermediate condition. Currents in Ensenada de La Paz are driven mainly by tides and could reach up to 1 m s⁻¹ in the inlet channel, during spring tides. Preliminary analysis show high correlation between the tidal range (spring and neap) and concentrations of SPM, POC, PC, PN and Chl *a*. Highest values of these variables and C:N ratios were observed during spring tides. Phytoplankton abundance reach up to 330, 000 cell. l⁻¹. Maximum contribution (≈80 %) corresponds to nanophytoplankton. It is evident from results that the tidal cycles seem to control distribution and concentration of the variables measured during the experiment.

1.-INTRODUCCIÓN

1.1. Marco teórico

La importancia que representa el ecosistema costero para el desarrollo humano es muy considerable, no solo por ser un medio de explotación de recursos naturales, sino por ser un campo de interacciones ecológicas entre el medio terrestre y marino. México posee una zona costera de 11,592 Km de longitud de los cuales 1, 567,300 hectáreas están cubiertas por superficies estuarinas (INEGI, 1984 *En*: Contreras-Espinosa, 1993). A lo largo de este amplio litoral mexicano existen un total de 125 lagunas costeras (Lankford, 1977), o 130 de acuerdo con Contreras-Espinosa (1993). Estas lagunas costeras exhiben diferentes tamaños, regímenes hidrológicos, biota, habitas y flujos de energía.

En algunos de estos cuerpos costeros, los procesos físicos son el principal factor dinámico que determina los patrones de circulación e influye en la intensidad temporal de las interacciones químicas y biológicas en ciclos semidiurnos y diurnos (Álvarez *et al.*, 1975). Por otro lado, uno de los aspectos más relevantes en la dinámica de las lagunas costeras es su papel como generador y exportador de materia particulada suspendida hacia los mares adyacentes a través de las mareas.

La materia particulada suspendida (MPS), también denominada colectivamente como seston, está compuesta por una fracción minerogénica (arcillas, limos, etc.) y otra biogénica; esta última a su vez dividida en un componente vivo, consistente en fitoplancton, bacterias, hongos, etc., y una no viva como el detritus (Zeitzschel, 1970). Generalmente se denomina materia particulada suspendida (MPS) al material suspendido que puede ser retenido del agua de mar por un filtro con un tamaño de poro de 0.45 μm (Riley y Chester, 1989). No obstante, esta

definición es arbitraria ya que la distribución de tallas de las partículas es de forma continua. Debido a esto se ha definido a la MPS usando filtros con una abertura de poro de 0.2, 0.45, 0.7 o 1.2 μm (Karl *et al.*, 1991).

La materia orgánica particulada (MOP) en el mar generalmente está constituida por plancton y detritus, siendo generalmente, ésta última la fracción predominante (Riley y Chester, 1989). Durante los florecimientos de fitoplancton la porción viva llega a ser más importante (Posodel y Faganeli, 1991). La fracción no viva de la MOP la constituye los organismos muertos del fito y zooplancton. Una parte apreciable de esta contribución es el material que es degradado lentamente, como por ejemplo, las paredes celulares del fitoplancton y los exoesqueletos quitinosos del zooplancton. En algunas aguas y durante ciertas épocas del año las heces fecales del zooplancton pueden constituir el componente más abundante de la MOP no viva (Riley y Chester, 1989). En aguas costeras los fragmentos de algas marinas y otros organismos litorales y de aguas someras también son contribuyentes de esta fracción no viva.

La MOP en el océano tiene su origen casi enteramente a partir de la producción orgánica (aporte autóctono); así, los procesos y transformaciones biológicas determinan los tipos, la distribución de tamaño, la abundancia y la composición química de las partículas en el mar (Karl *et al.*, 1991). Por otra parte, en las aguas costeras los aportes terrígenos (aporte alóctono) pueden ser una fuente importante de la MOP (Degens e Ittekkot, 1985).

La materia particulada suspendida (MPS) puede ser clasificada en diversos contextos, además de que los componentes de la MPS son numerosos. En el presente estudio los componentes de la materia particulada total analizados son:

MPS (este término se usará para denominar a todo el material orgánico e inorgánico), Clorofila *a* (Cl *a*), Carbono y Nitrógeno particulado total (CP y NP), Carbono orgánico particulado (COP) y el fitoplancton.

La razón que existe entre el Carbono y Nitrógeno de la MOP varía en función, tanto de la proporción de células vivas del fitoplancton, como de la disponibilidad de nutrientes nitrogenados (Ehrhardt, 1983). Esto se debe, en el primer caso, a que las células muertas pierden más fácilmente las proteínas que los polisacáridos estructurales, por otro lado la disponibilidad de nutrientes nitrogenados influyen sobre la composición elemental del fitoplancton. Además, la razón C:N final de la MOP esta determinada por las diferentes razones C:N que presentan sus diversos componentes. Así, las razones varían desde las bacterias (C:N \approx 4), plancton (C:N \approx 7) y hongos (C:N \approx 10) hasta los tejidos de las plantas vasculares (C:N \approx 20-500) ricos en carbono (Hedges *et al.*, 1986).

Debido a la importancia que representa, la Ensenada de La Paz ha sido motivo de estudio en investigaciones de diversa naturaleza. Sin embargo, relativamente pocos trabajos se han llevado a cabo cuyo objeto de estudio sean componentes de la MPS.

Hasta el año de 1986 existían descargas de aguas residuales, sin tratar, en la porción sudeste de la Ensenada de La Paz (Fig.1). El aporte anual de estas descargas eran del orden de 5,010 toneladas de sólidos totales de acuerdo a los reportes de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (CEAL, 1977). Actualmente estas aguas son tratadas y utilizadas para irrigar pequeñas zonas de agricultura y se supone que ya no existen descargas directas de aguas residuales

hacia la laguna (Lechuga-Devéze, 1997). En este contexto el presente estudio trata de determinar el efecto que estas descargas tienen sobre la actual distribución y dinámica de algunos componentes de la MPS y algunos nutrientes disueltos inorgánicos.

1.2. Antecedentes

Entre los diversos trabajos sobre alguno de los componentes de la MPS y/o nutrientes se encuentran el trabajo de Gilmartin y Revelante (1978), quienes realizaron un estudio sobre la producción primaria en las lagunas costeras del Golfo de California incluyendo la Ensenada de La Paz; entre las variables analizadas se incluyó la composición de la comunidad de fitoplancton, clorofila *a* y nutrientes. Signoret y Santoyo (1980) evaluaron la variación espacio-temporal en la estructura de la comunidad del plancton en la porción sur de la Bahía de La Paz y dentro de la laguna. Lechuga-Devéze *et al.* (1986) determinaron la concentración de clorofila *a*, en la laguna durante un ciclo anual, los resultados de su estudio demostraron que la concentración de clorofila se incrementa hacia el interior de la laguna, lo mismo que la turbiedad. Estos autores proponen que la turbiedad es el principal factor limitante de la producción primaria. Jiménez-Quiroz (1991) analizó la comunidad de manglar presente en la periferia de la laguna, así como la concentración y el transporte de COP durante un ciclo anual. Así concluyó que los niveles de COP se encontraban en un intervalo de 1-2 g C m⁻² y es transportado por medio de las mareas desde el manglar a la laguna adyacente. Sánchez-Martínez (1997) estudió el balance de algunas variables hidroquímicas durante un ciclo de mareas entre la ensenada y la Bahía de La Paz y encontró que la cantidad de COP promedio que entraba en flujo a la ensenada era menor (0.80 mg C l⁻¹) a la que salía en el reflujó (0.92 mg C l⁻¹) por lo que supone que la laguna de La Paz exporta COP hacia la bahía. En cuanto a la razón entre el Carbono y Nitrógeno, no existen estudios previos dentro de la Ensenada de La Paz. En lo que se refiere a la materia orgánica en sedimentos se cuenta con los trabajos de Green-Ruiz y Larrinaga-Cunningham (1986), quienes

obtuvieron un intervalo de 0.05 a 1.7 % de carbono orgánico determinando las mayores concentraciones en la región sudeste de la laguna. Posteriormente, Pérez-Nevarez (1995) determinó la cantidad de materia orgánica en los sedimentos de la laguna de La Paz; en este estudio el autor obtuvo de 1.7 a 21.7 % de materia orgánica donde la arena arcillosa y la arena fueron los substratos más ricos y pobres, respectivamente. Por último, Rodríguez-Meza (1999) encontró un promedio de 1.1% (± 0.9) de carbono orgánico en un intervalo de 0.02 a 3.05 %.

1.3. Justificación

Para conocer la dinámica de la materia particulada suspendida en los procesos de exportación de las lagunas costeras hacia los mares adyacentes es importante hacer una medición precisa de los componentes de ésta, así como realizar el balance de masa en diferentes condiciones de marea. Hasta el presente estudio los trabajos sobre la MPS en la Ensenada de La Paz solo se han concentrado en la determinación del carbono orgánico particulado (mediante oxidación húmeda) y en algunos pigmentos fotosintéticos. De aquí que se desconoce el comportamiento de los demás componentes de la materia particulada suspendida, tales como MPS total, clorofila *a*, Carbono y Nitrógeno particulado. Otro punto importante es la evaluación de las razones C:N ya que de este modo podemos inferir la calidad y origen de la MOP.

1.4. Hipótesis

Diversos trabajos han demostrado que las lagunas costeras son importantes aportadores de materia orgánica particulada (MOP) a los cuerpos de agua adyacentes, y estudios previos realizados en la boca de Ensenada de La Paz sugieren la presencia de este proceso de exportación. Así mismo, los estudios realizados en la comunidad de manglar han señalado a este sistema como importante productor de MOP y a las mareas como el mecanismo de transporte hacia dentro y fuera de la Ensenada de La Paz. Por lo anterior se hipotetiza que la Ensenada de La Paz se comporta como un exportador de MOP hacia la bahía y que el intercambio de agua favorece el balance neto de exportación sobre el de importación. Sin embargo, aunque se infiere que durante las mareas vivas la exportación es mayor se desconoce la diferencia real en la magnitud de este transporte en diferentes condiciones de marea. Por lo anterior, se hipotetiza la presencia de un proceso de exportación de los componentes de la MPS, de la Laguna de La Paz hacia la bahía, y que éste es significativamente mayor en mareas vivas y menor en mareas muertas durante el verano de 1998. En cuanto a la distribución espacial de la MPS y de los nutrientes inorgánicos se considera que las descargas de aguas residuales, que se vertían directamente en la parte sudeste de la laguna hasta el año de 1986, generaron mayores concentraciones de MPS y nutrientes.

1.5. Objetivos

Objetivo general

Estimar la cantidad y calidad de los componentes de la materia particulada suspendida (MPS) y determinar otras variables hidrológicas, transportadas a través de canal que comunica a la Ensenada de La Paz con la bahía adyacente en diferentes condiciones de marea; asimismo describir la influencia de este transporte en la distribución de dichos componentes al interior de la laguna.

Objetivos particulares

- Describir la variación temporal de la temperatura, salinidad, transparencia, MPS, Cl a, CP, NP y COP, en el canal principal de comunicación entre la Ensenada y Bahía de La Paz, así como la distribución espacial de éstas desde la boca a la cabeza de la Ensenada de la Paz.
- Describir la variación temporal de algunos nutrientes inorgánicos disueltos (NO_2 , NO_3 , PO_4 y SiO_2) en el canal principal de comunicación entre la Ensenada y Bahía de La Paz, así como la distribución espacial de éstas desde la boca a la cabeza de la Ensenada de la Paz.
- Determinar el balance de masa de la MPS, Cl a, CP, NP, COP, NO_2 , NO_3 , PO_4 y SiO_2 entre la Ensenada y la Bahía de La Paz en diferentes condiciones de marea.
- Describir la variación en las abundancias de la comunidad de fitoplancton durante la pleamar y bajamar superior e inferior en una marea viva.

1.6. Descripción del área de estudio

La Ensenada de La Paz es un cuerpo de agua somero (profundidad no mayor de 10 m) con una superficie aproximada de 45 km² (referidos al nivel de la pleamar media superior) y un volumen de 145x10⁶ m³ (Gilmartin y Revelante, 1978). Geográficamente la Ensenada de La Paz está situada al Sur de la bahía del mismo nombre, entre los 24° 06' y 24° 11' N, y 110° 19' y 110° 26' W (Fig.1).

Según la clasificación climática de Köppen, la ciudad de La Paz, por sus condiciones de temperatura y precipitación, presenta un clima BW(h')h w(e), es decir, seco desértico, cálido, con una temperatura media anual mayor de 22 °C, un régimen de lluvias en verano y una oscilación anual extremosa de la temperatura. En cuanto a la precipitación, ésta es escasa la mayor parte del año y se presenta principalmente en el verano, sobre todo en el mes de septiembre con una lluvia promedio para este mes de 58 mm (Robles, 1997). Este mismo autor menciona que el mes con menor incidencia solar es diciembre, siendo apenas de 1,309 J cm⁻², mientras que en junio se alcanza el máximo (2,348 J cm⁻²). Este máximo, explica, se debe a que los rayos del sol caen casi perpendicularmente a mediodía, el día alcanza su máxima duración y la nubosidad es la mas baja del año. En la Ensenada de La Paz, los vientos soplan del Noroeste durante los meses de noviembre a mayo, después del crepúsculo cambian a vientos del Sur; durante el resto del año los vientos del Sudeste y del Sudoeste son los dominantes.

De acuerdo con Robles (1998) la temperatura ambiental promedio anual en La Paz es de 24.0 °C, siendo enero el mes con la temperatura promedio mensual más baja (18.0 °C) y agosto con la más alta (29.6°C), con temperaturas extremas que van

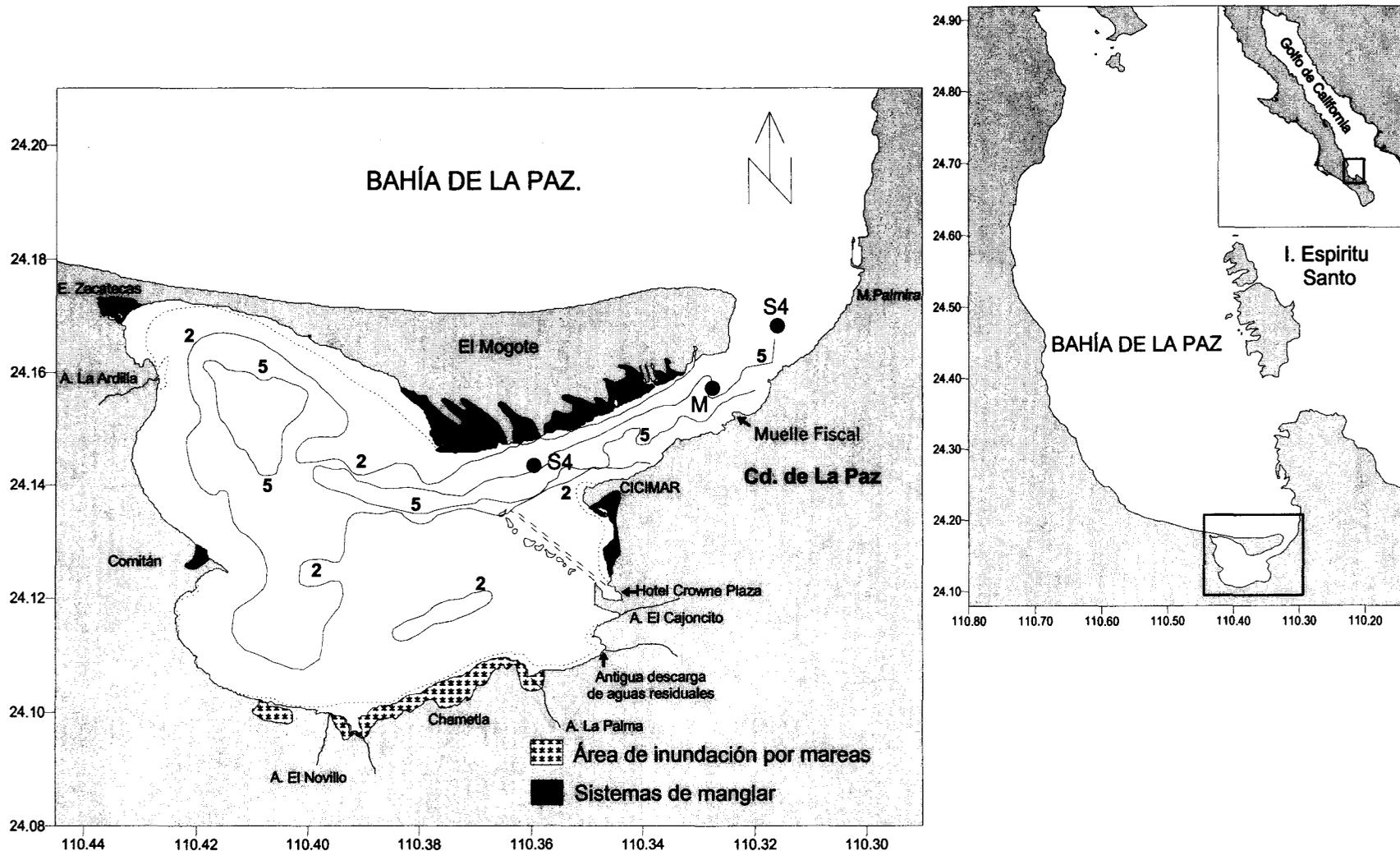


Fig. 1. Localización del área de estudio. Se señalan los puntos en que se realizó el ciclo de muestreo (M) y el de la instalación de los mareógrafos (S4). Se indican los sistemas de manglar, las zonas expuestas a inundación durante las mareas, así como la batimetría (en metros) de la laguna.

de los 5 °C en invierno hasta 41.5 °C en verano. La temperatura en las aguas del interior de la laguna presentan un promedio anual de 24.72 °C oscilando entre los 21 °C en invierno y los 28 °C para el verano (Cervantes *et al.*, 1991). En la boca de la laguna la temperatura promedio durante el verano es de 22 a 23 °C (Granados-Guzmán y Álvarez-Borrego, 1983 y Lechuga-Devéze *et al.*, 1990).

Se considera a La Ensenada de La Paz como una laguna costera con circulación antiestuarina cuya salinidad (salinidad promedio anual de 37 ups) aumenta hacia el interior debido a la evaporación y a la poca influencia tanto de precipitación como de escurrimiento de agua dulce (Espinoza, 1977). Los registros de salinidad tomados mensualmente durante más de dos años por Cervantes *et al.* (1991) mostraron un promedio anual de 36.37 ups, siendo el verano la estación con mayor desviación estándar.

La Ensenada de La Paz está separada de la bahía por una barrera arenosa (de aproximadamente 11 Km. de longitud) denominada El Mogote, y se comunica con la misma por medio de un canal de 4 Km. de longitud y entre 1 y 1.5 Km. de ancho. El canal está dividido en dos canales paralelos de aproximadamente 0.6 Km. de ancho y 4 Km. de largo (Fig. 2) y con una profundidad promedio de 7 m (Obeso-Nieblas *et al.*, 1993). La profundidad promedio de la laguna es de 7 m siendo la porción interna de la laguna la más somera, con una profundidad de 2 a 6 m, aunque existen zonas de estancamiento en la región Noreste y Sur. La zona litoral es en su mayoría arenosa, con algunos lugares fangosos en la parte Sudeste y pequeñas zonas de substrato compuesto de conchas. No existen zonas rocosas dentro de la laguna, sin embargo, en aproximadamente el 25% de la periferia de la laguna,

principalmente en la porción Norte, se localizan canales de marea o esteros bordeados de manglar (Santoyo y Jiménez, 1987).

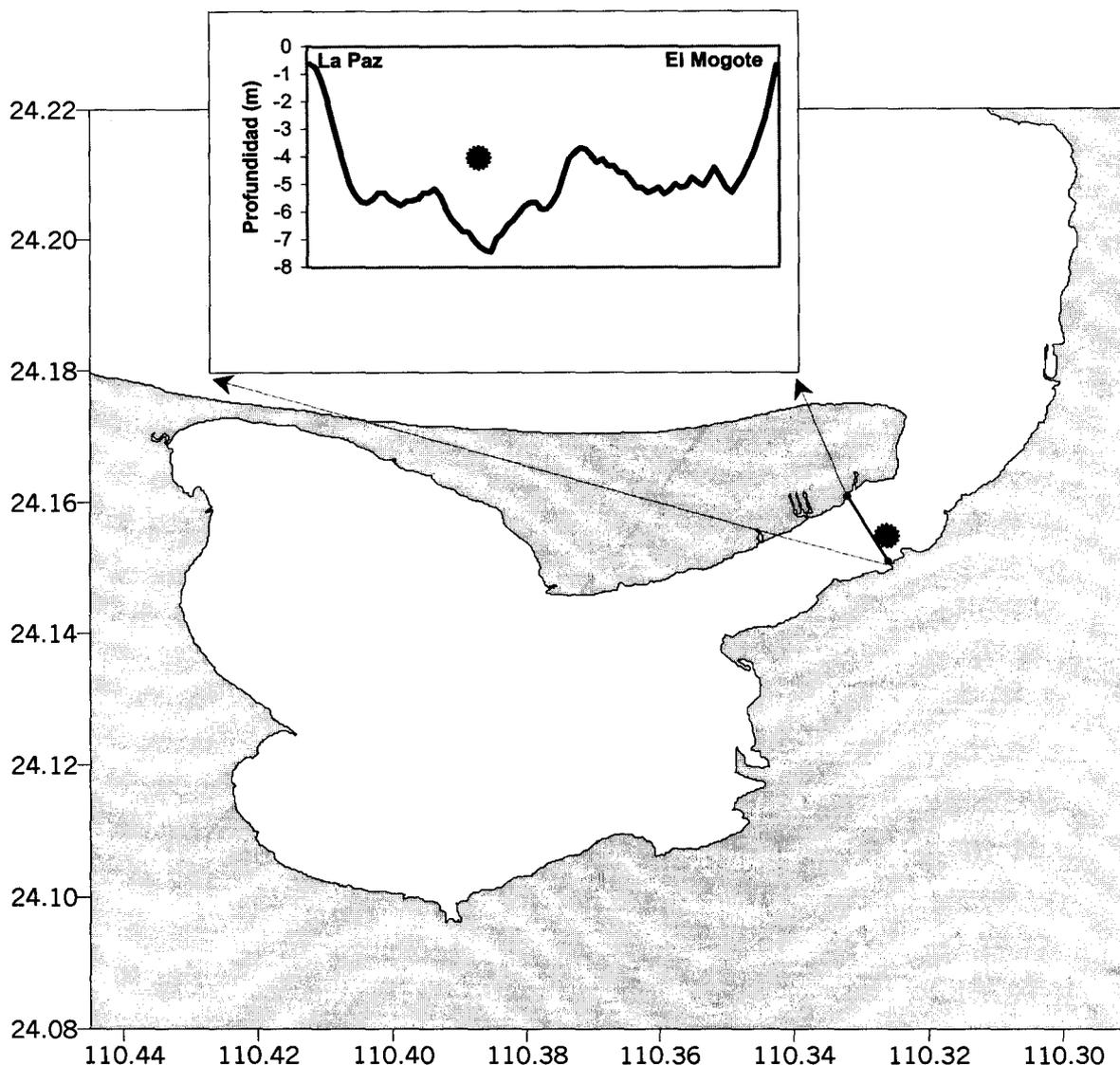


Fig. 2. Perfil transversal del canal entre la Ciudad de La Paz y El Mogote. Se señala con un símbolo la ubicación y la profundidad a la que se realizó el muestreo.

De acuerdo con Green-Ruiz y Larrinaga-Cunningham (1986), los tipos de sedimentos dividen a la Ensenada de La Paz en cuatro zonas: Norte, Sur, centro y periferia (Fig. 3). En La Parte Norte, los sedimentos se caracterizan por el predominio

del substrato arenoso y comprende desde el canal principal hacia el centro y Norte del cuerpo lagunar, debido a la alta energía proporcionada por fuertes corrientes de marea. El material depositado en la zona Sur se compone principalmente por lodo y arena, del cuerpo lagunar la periferia es poco profunda y la composición de sus sedimentos es afectada por el escurrimiento pluvial y las descargas de aguas residuales que se llevaban a cabo anteriormente. Nava-Sánchez y Cruz-Orozco (1989) mencionan que en la parte Sur de la laguna los procesos de sedimentación son más conspicuos debido a los escurrimientos pluviales que ocurren de manera intermitente y principalmente por los arroyos La Palma y El Cajoncito. Por último, en la zona centro, el material se caracteriza por una mayor profundidad y niveles altos de materia orgánica, el substrato es arenoso con zonas de lodo (Fig. 3).

Las corrientes inducidas por la marea disminuyen hacia el interior de la laguna, registrándose en punta Comitán corrientes de 2 cm s^{-1} durante mareas muertas y de 4 cm s^{-1} en mareas vivas; sin embargo, en el canal se han registrado velocidades de hasta 65 cm s^{-1} (Sandoval y Gómez-Valdez, 1997) y aún más intensas.

El tipo de marea es de régimen mixto; presentan un comportamiento semidiurno durante las mareas vivas y se aproximan a diurno durante las mareas muertas (Sandoval y Gómez-Valdez, 1997). El tiempo de residencia calculado varía entre 3.5 ciclos de marea (Morales y Cabrera, 1982) y 5.4 ciclos de marea (Salinas-González, 2000). La tasa de recambio de hasta 29 % por ciclo de marea (Morales, 1982), mientras que el prisma de marea promedio entre la bajamar y la siguiente pleamar es aproximadamente de $50 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Sandoval y Gómez-Valdez, 1997).

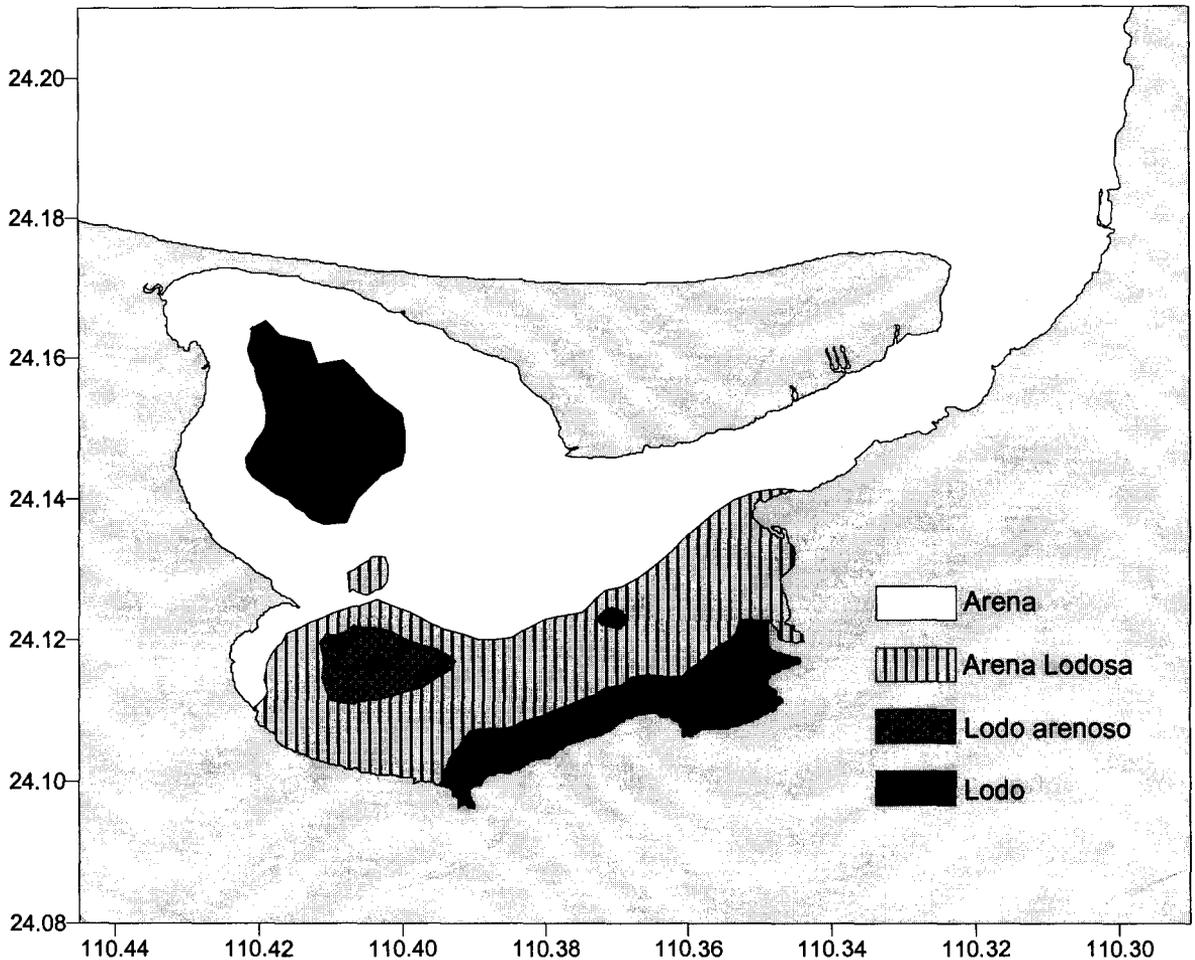


Fig. 3. Distribución espacial de los tipos de sedimentos en la Ensenada de La Paz (Tomado de Green-Ruiz y Larrinaga-Cunningham, 1986).

El patrón de circulación más probable durante el flujo (Fig. 4a), sugiere la existencia de dos bifurcaciones del flujo principal, una en el CICIMAR hacia el Sur (del orden del 7%) y otra en El Comitán hacia el Sudoeste (del orden del 30%); y durante el reflujó (Fig. 4b) dos retornos casi paralelos por el canal principal y el canal Sur que se unen cerca del CICIMAR (aunque no mezclándose completamente) para continuar casi independientemente por los dos canales de salida hacia la bahía (Morales, 1982).

El oleaje generalmente es mínimo o nulo y la marea ejerce una gran influencia en sus playas, debido principalmente a su escasa pendiente. En la región Sur quedan expuestos, en la bajamar, aproximadamente de 500 a 1000 metros de marisma, aunque en algunas zonas no sobrepasa los 50-100 m lineales.

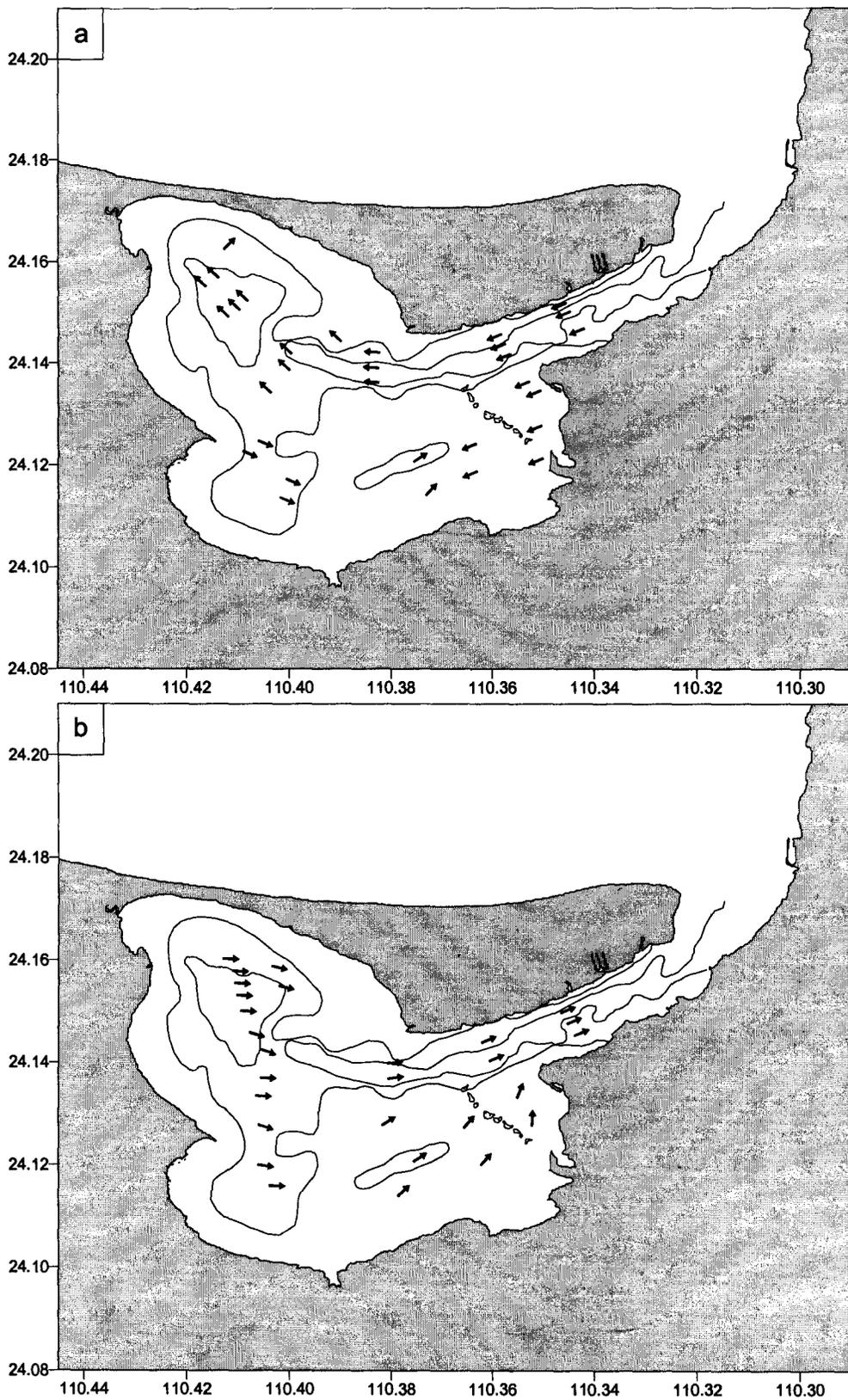


Fig. 4. Orientación de los vectores (no están a escala) que representan a la corriente total, durante el flujo (a) y reflujo (b), en la Ensenada de La Paz. (Tomado de Gómez *et al.*, 1984).

2. MATERIAL Y METODOS

2.1. Trabajo de campo

Se instalaron dos mareógrafos InterOcean modelo S4 a una profundidad de aproximadamente 7 metros, uno frente al CICIMAR y el otro en el Muelle Fiscal, puntos situados en los extremos del canal de entrada a la Ensenada de La Paz (Fig.1). Los mareógrafos fueron programados para registrar el promedio de un minuto de mediciones cada 15 minutos durante cinco días consecutivos. Ambos mareógrafos registraron la altura de la marea, mediante el sensor de presión, además de la dirección e intensidad de la corriente. Uno de los mareógrafos, que se instaló tres veces en la boca de la laguna y en una ocasión frente al CICIMAR, incluía sensor de temperatura y conductividad. La instalación de estos instrumentos se realizó dos días previos al inicio de los muestreos, salvo en la marea muerta cuando se instalaron el día anterior.

Se realizaron cuatro campañas de muestreo, (dos en julio, una en agosto y una mas en septiembre de 1998); éstas incluyeron un muestreo espacial, en el que se incluían 17 estaciones (Fig. 5), iniciando en la zona externa contigua a la laguna y continuando hacia el interior de la misma. Por medio de una cubeta se colectaron muestras superficiales en cada una de las estaciones para el análisis de MPS, CP-NP, COP y Cl a en botellas de plástico de 1.5 l de capacidad, y para el análisis de NO₂, NO₃, PO₄ y SiO₂, en frascos de plástico HDPE Nalgen de 250 ml. Todas las muestras se mantuvieron inmersas en hielo hasta el momento de ser filtradas en el laboratorio. Además, se tomaron muestras de agua, en las estaciones impares de cada muestreo, para análisis de fitoplancton. Estas muestras se almacenaron en

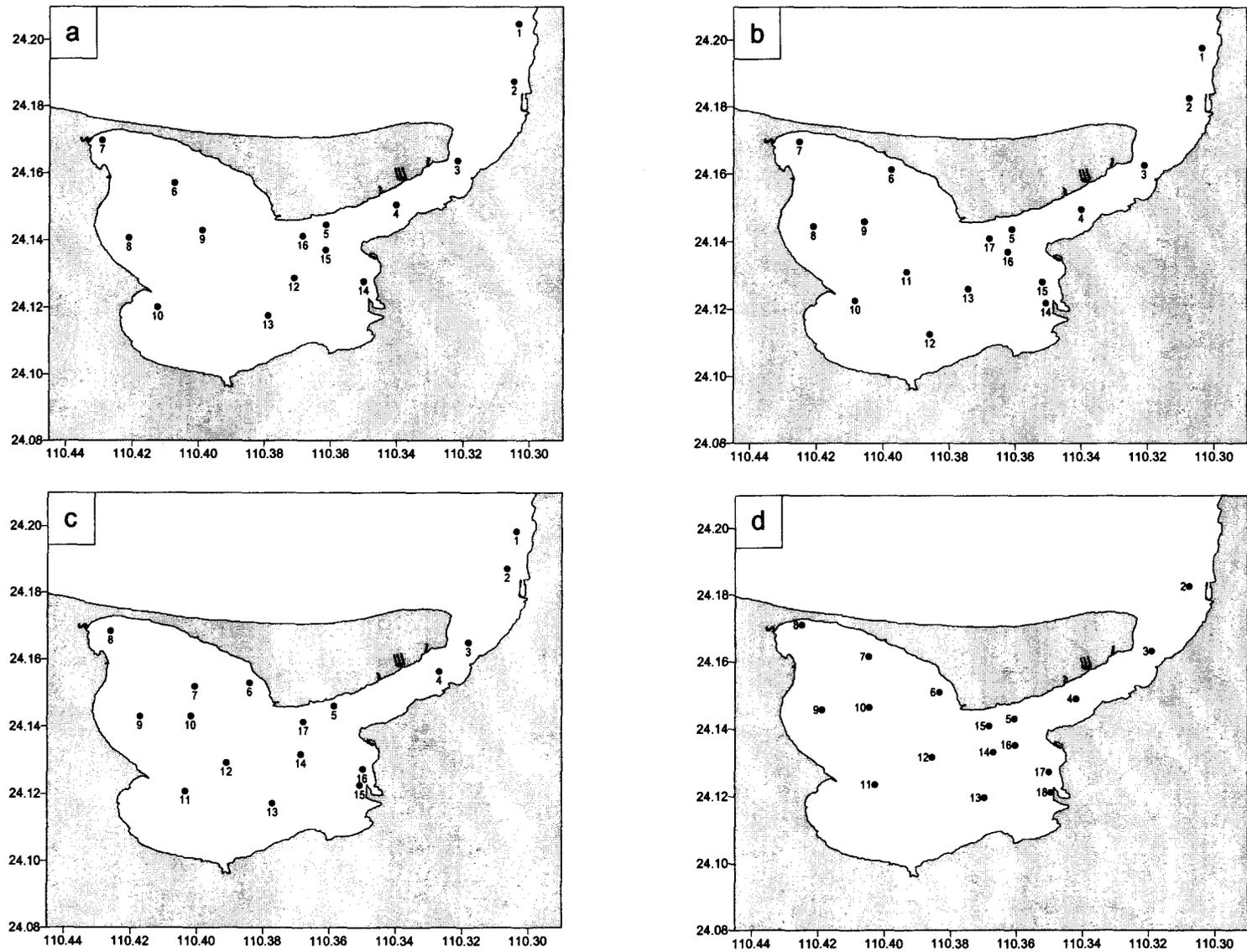


Fig. 5. Ubicación geográfica de las estaciones en las diferentes campañas realizadas en la Ensenada de La Paz durante una marea viva en julio (a), muerta en julio (b), viva en agosto (c) e intermedia en septiembre (d) de 1998.

frascos de 250 ml y se fijaron con lugol. La transparencia del agua (en metros) se estimó por medio del disco de Secchi. Los valores de temperatura y conductividad se determinaron *in situ*, a cada metro de profundidad por medio de un Mini-CTD InterOcean. Cada una de las estaciones fue ubicada geográficamente mediante un GPS Magellan NAV 5000D. El tiempo que transcurrió para completar los muestreos espaciales fueron \approx 3 horas.

Una vez terminado el muestreo espacial se procedió a anclar la embarcación frente a la Marina de La Paz para continuar con el muestreo temporal. Éste se inició, en tres de las campañas, a las 14:30 horas finalizando a las 15:30 del día siguiente. La segunda campaña correspondiente a la marea muerta comenzó a la 16:30 terminando el día siguiente a las 17:30 hrs.

El muestreo comprendió cuatro campañas en las que se abarcaron ciclos completos de mareas de 25 horas. Dos de los muestreos se realizaron en mareas vivas (8-9 de julio y 19-20 de agosto), uno en mareas muertas (29-30 de julio) y uno más en una condición intermedia (9-10 de septiembre). Estos muestreos se realizaron durante el año de 1998. El trabajo de campo se realizó en una embarcación de 24 pies de eslora con motor fuera de borda.

Las muestras se tomaron, cada 30 minutos, por medio de botellas Niskin (de 5 l de capacidad) a 4 metros de la superficie. Esta profundidad corresponde aproximadamente al 0.6 de la profundidad total (7.5 m), donde se presenta, de acuerdo a Prandle (1978) la velocidad promedio de la corriente. Del volumen total colectado, se tomaron muestras para el análisis de MPS, CP-NP, COP, Cl a y nutrientes. Las muestras para fitoplancton se tomaron cada dos horas. Las muestras

se trataron y se almacenaron en la forma descrita. La transparencia del agua se registro cada 30 minutos entre las 14:30 y las 18:00 horas del primer día y de las 8:00 a las 15:30 horas del siguiente. En el caso de la marea muerta las mediciones se realizaron entre las 16:30 -18:00 y las 8:00 - 17:30 del primer y segundo día respectivamente. Se determinó la temperatura y conductividad a cada metro de profundidad por medio de un Mini CTD InterOcean. El perfil vertical de la corriente se registró durante cinco minutos cada media hora mediante un perfilador acústico de profundidad ADP (por sus siglas en inglés) Son-Tek modelo AP-1.5M00. El ADP se instaló a un costado de la embarcación y se programó, mediante una computadora portátil, para medir los valores de intensidad y dirección de la corriente cada 0.25 m en toda la columna de agua.

2.2. Métodos de laboratorio

Para el análisis de CP-NP, COP y Cl a, las muestras fueron filtradas a través de filtros Whatman de fibra de vidrio (GF/F) con una abertura de poro de aproximadamente 0.7 μm y 25 mm de diámetro. Los filtros destinados al análisis de CP-NP y COP fueron sometidos a temperatura de incineración en una mufla a 450° C durante 2 horas con el propósito de eliminar cualquier traza de materia orgánica. En el análisis de MPS se utilizaron filtros de membrana de policarbonato con una abertura de poro de 0.2 μm y un diámetro de 47 mm. Los filtros usados para el análisis de CP-NP y MPS, se pesaron en una balanza analítica Ohaus modelo AP250D con una precisión de ± 0.01 mg.

La filtración se realizó con presión positiva sin llegar a exceder 1/3 de atmósfera para evitar posible lisis celular (Parsons *et al.*, 1984). Los filtros destinados para el análisis de CP-NP, COP y MPS se lavaron con 10 ml de agua destilada con el objeto de eliminar las sales; posteriormente fueron colocados individualmente en cajas de Petri. Los filtros para el análisis de Cl a solo se doblaron por la mitad y se cubrieron con papel aluminio. Todas las muestras, incluyendo las de nutrientes, se mantuvieron en un congelador a -50 ° C hasta su posterior análisis.

Tradicionalmente la MOP, en los ecosistemas marinos de México, ha sido determinada mediante el método de oxidación húmeda, el cual determina indirectamente el carbono orgánico midiendo la decoloración de la muestra al ser éste oxidado por el dicromato de potasio. Las grandes desventajas del método es el considerable error analítico (20 %), además de que se obtienen resultados más altos (ca. 10-20 %) que con otros métodos (Strickland y Parsons, 1968). Sin embargo, el

uso de técnicas más recientes mediante el analizador elemental CHN, ha permitido determinar con una mayor precisión y exactitud no solo el CP sino también el NP, y por lo tanto la razón que existe entre éstos. El analizador elemental CHN determina el carbono, nitrógeno e hidrógeno total a través de la combustión a alta temperatura (1000 °C) de las muestras en una atmósfera de helio enriquecida con oxígeno. Los productos de la combustión (CO₂, N₂ y H₂O) son separados de manera secuencial por medio de trampas químicas y determinados mediante detectores de conductividad térmica de alta precisión. Los filtros utilizados para la determinación de CP-NP se secaron en una estufa a 60° C durante dos horas, una vez aclimatizados a la temperatura del laboratorio se pesaron nuevamente. El análisis de CP-NP fue llevado a cabo en el Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de California en Santa Barbara (E.U.A.) por medio de un analizador elemental CHN (Exeter Analytical) modelo CEC 440HA con una precisión de ± 2 µg para CP y de ±1 µg para NP. Simultáneamente se realizó el análisis de COP en el laboratorio de Química Marina del CICIMAR, con el método de oxidación húmeda con dicromato de potasio (K₂Cr₂O₄) descrito por Johnson (1949 *En*: Strickland y Parson, 1968), y adaptado por Strickland y Parsons (1968) para espectrofotometría. En ambos métodos se incluyeron testigos como medida de control.

La determinación de la MPS se realizó por medio del método gravimétrico descrito por Banse *et al.* (1963), el cual consiste en pesar los filtros antes de utilizarlos y después de haber sido filtrada la muestra. Al igual que los filtros GF/F, los filtros de membrana también fueron secados durante dos horas a 60° C. Después de secados, y aclimatizados durante dos horas a la temperatura del laboratorio, se

pesaron los filtros siendo la diferencia entre el peso inicial y final la correspondiente a la MPS (± 0.01 mg).

El análisis de Cl a se llevó a cabo mediante el método espectrofotométrico de Jeffrey y Humphrey (1975). La precisión es de ± 0.01 mg.

En el caso de los nutrientes se utilizaron los siguientes métodos: Nitratos, mediante el método propuesto por Morris y Riley (1963 *En: Parsons et al.*, 1984), precisión ± 0.5 $\mu\text{g-at/l}$. Nitritos, por medio del método descrito por Bendschneider y Robinson (1952 *En: Parsons et al.*, 1984), precisión ± 0.03 $\mu\text{g-at/l}$. Fosfatos, por el método de Murphy y Riley (1962 *En: Parsons et al.*, 1984) *En: Parsons et al.*, 1984), precisión ± 0.03 $\mu\text{g-at/l}$. Silicatos, a partir del método de Mullin y Riley (1955 *En: Parsons et al.*, 1984), precisión ± 0.25 $\mu\text{g-at/l}$.

Se analizaron muestras de fitoplancton recolectadas durante los periodos de pleamar y bajamar (tanto inferior como superior) de la marea viva de agosto. Mediante la técnica de Utermöhl se identificaron las especies presentes, en cada fase de la marea, contabilizándose las abundancias respectivas. Se utilizaron cámaras de sedimentación de 10 ml y un microscopio marca Weisz con un objetivo 40 x. Las especies se identificaron de acuerdo a las claves taxonómicas propuestas por Cleve-Euler (1953), Moreno *et al.* (1996) y Tomas (1997). Simultáneamente se calculó el porcentaje de material orgánico mediante observaciones directas.

2.3. Trabajo de gabinete

Los mapas de distribución de las diferentes variables se realizaron mediante el programa Surfer versión 6.01. Para las gráficas que describen el comportamiento de estas variables durante los ciclos de marea, se utilizó el paquete Sigma Plot versión 3.0. Las mediciones de las variables, determinadas cada 30 minutos, se compararon con las curvas de marea obtenidas con el objeto de observar el comportamiento de estas variables con respecto a la fase de la marea. Las gráficas de intensidad y dirección de la corriente se obtuvieron mediante los datos registrados por los mareógrafos S4, instalados en el fondo frente al Muelle Fiscal y CICIMAR. Estas gráficas, así como los del balance de los componentes de la MPS, se realizaron con el programa MatLab versión 5.2. La estadística básica se llevó a cabo con el programa Excel versión 97 y Statistica versión 5.0.

2.4. Análisis de datos

Los datos de cada campaña se arreglaron en matrices y a cada una de las variables se le calculó algunos estadísticos descriptivos como media, desviación estándar, valores límite y recorrido. Se hicieron análisis de correlación simple (r) y de determinación (r^2) entre las variables. Con el propósito de determinar la existencia de una zonación en la laguna se realizó un análisis de agrupamientos con base en algunas de las variables medidas.

Con el objeto de determinar la existencia de algún proceso de estratificación en la columna de agua en el punto de muestreo se realizaron las gráficas de los perfiles verticales en diferentes fases del ciclo de marea. Se utilizaron los valores de intensidad y dirección de la corriente de marea registrados por el ADP, así como los datos de temperatura y salinidad medidos por el Mini-CTD.

2.5. Cálculos

Con el objeto de estimar el nivel medio del mar durante aproximadamente 120 horas de registros se calculó la media de los valores determinados para cada uno de los mareógrafos (S4) instalados. El valor calculado de la media se restó individualmente a los datos registrados, eliminando de este modo la diferencia en la profundidad a la que fueron instalados los mareógrafos.

La salinidad se determinó a partir de los datos de temperatura y conductividad registrados por el Mini CTD (UNESCO, 1981).

El cálculo del balance de masa se realizó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$B = \sum V_i * C_i * A$$

En donde V_i es la intensidad (en $m s^{-1}$) de la corriente a un tiempo dado, C_i es la concentración (en $mg m^{-3}$) de la variable para ese momento y A es el área transversal del canal expresada en m^2 , se utilizó la calculada por Sánchez-Martínez (1997) siendo ésta de $4844 m^2$. En el cálculo del balance se utilizaron los valores de intensidad y dirección de la corriente registrados a 4 metros de profundidad. Algunas variables, como CP-NP y MPS, no contaban con la serie de datos completa por lo que los datos faltantes fueron interpolados para calcular el balance. El sentido de la corriente se determinó como positivo durante el reflujó y negativo en el flujo. Una vez calculado el balance, en gramos o miligramos por segundo, fue multiplicado por 25 horas (90,000 s correspondientes a un ciclo de marea) para obtener la cantidad total por ciclo de marea. Para determinar las razones C:N se dividió la concentración en peso seco ($\mu g l^{-1}$) del carbono y nitrógeno entre el peso molecular de éstos resultando las concentraciones molares respectivas.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis espacial

3.1.1 Distribución de temperatura y salinidad

En cuanto a la distribución espacial, se observó un patrón bien definido: los valores de temperatura y salinidad superficial se incrementaron gradualmente desde la zona externa de la laguna hacia el interior de la misma, particularmente hacia la región Sudeste.

La temperatura mínima registrada fue de 27.34 °C y se presentó durante una marea viva de julio en aguas de la bahía (Fig. 6b). Por otro lado el máximo valor fue de 31.44 °C y se detectó en la parte Norte de la laguna, una zona somera cercana al estero Zacatecas, durante una marea intermedia en septiembre (Fig. 6d). La mayor diferencia entre los valores límite de la temperatura se detectó durante las mareas vivas disminuyendo en la marea intermedia de septiembre y en la marea muerta de julio. Se advierte un incremento de la temperatura promedio de julio a septiembre (Tabla I). La diferencia entre la temperatura promedio de septiembre y julio fue de 1.84 °C

Tabla I. Media aritmética, desviación estándar, valores límite y recorrido de la temperatura y salinidad superficial. Los datos corresponden a los cuatro muestreos espaciales, en el periodo julio-septiembre de 1998, realizados en la Ensenada de La Paz.

Marea	M. Viva (julio)		M. Muerta (julio)		M. Viva (agosto)		M. Interm. (sept.)	
	Temp.	Salinidad	Temp.	Salinidad	Temp.	Salinidad	Temp.	Salinidad
Media	29.01	37.01	30.24	36.74	30.13	35.96	30.85	35.21
D. Estándar	1.13	1.07	0.59	0.75	0.74	0.67	0.53	0.22
V. Máximo	30.76	38.32	31.05	37.71	31.15	37.07	31.44	35.70
V. Mínimo	27.34	35.12	29.24	35.17	29.06	34.91	29.46	34.85
Intervalo	3.42	3.20	1.81	2.54	2.09	2.17	1.98	0.85

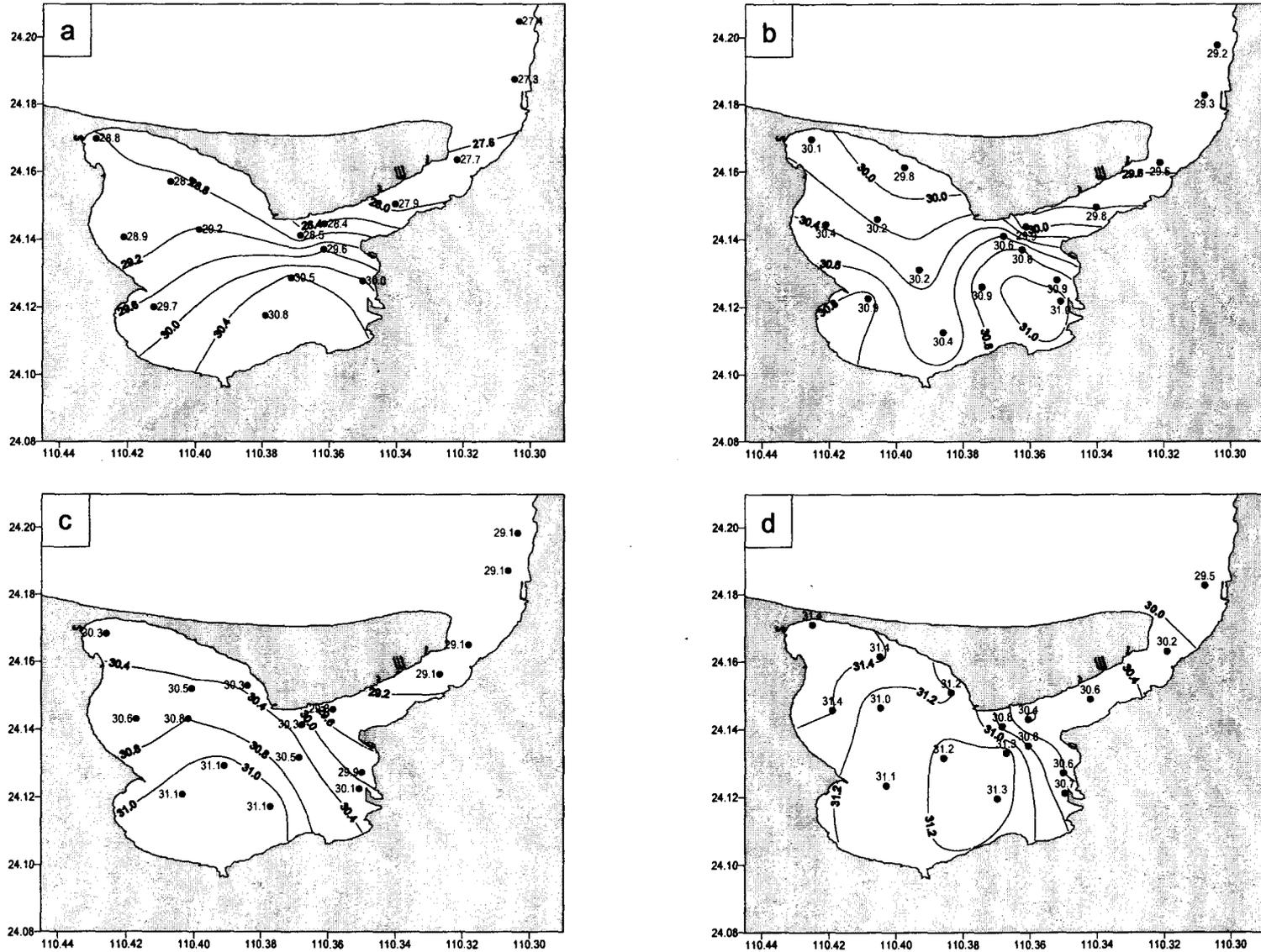


Fig. 6. Distribución de la temperatura superficial, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en °C) correspondientes.

El valor mínimo registrado fue de 34.85 ups y se determinó fuera de la Ensenada de La Paz durante una marea intermedia en septiembre (Fig. 7d); mientras que la salinidad máxima (38.32 ups) se determinó, en una marea viva de julio, en la parte Sur de la laguna (Fig. 7a). El intervalo, al igual que el promedio de salinidad, fue disminuyendo a través de las campañas realizadas (Tabla I). La salinidad presentó un comportamiento inverso al de la temperatura a lo largo del periodo muestreado. Así, mientras que la temperatura promedio aumentó la salinidad promedio presentó una disminución gradual (Tabla I).

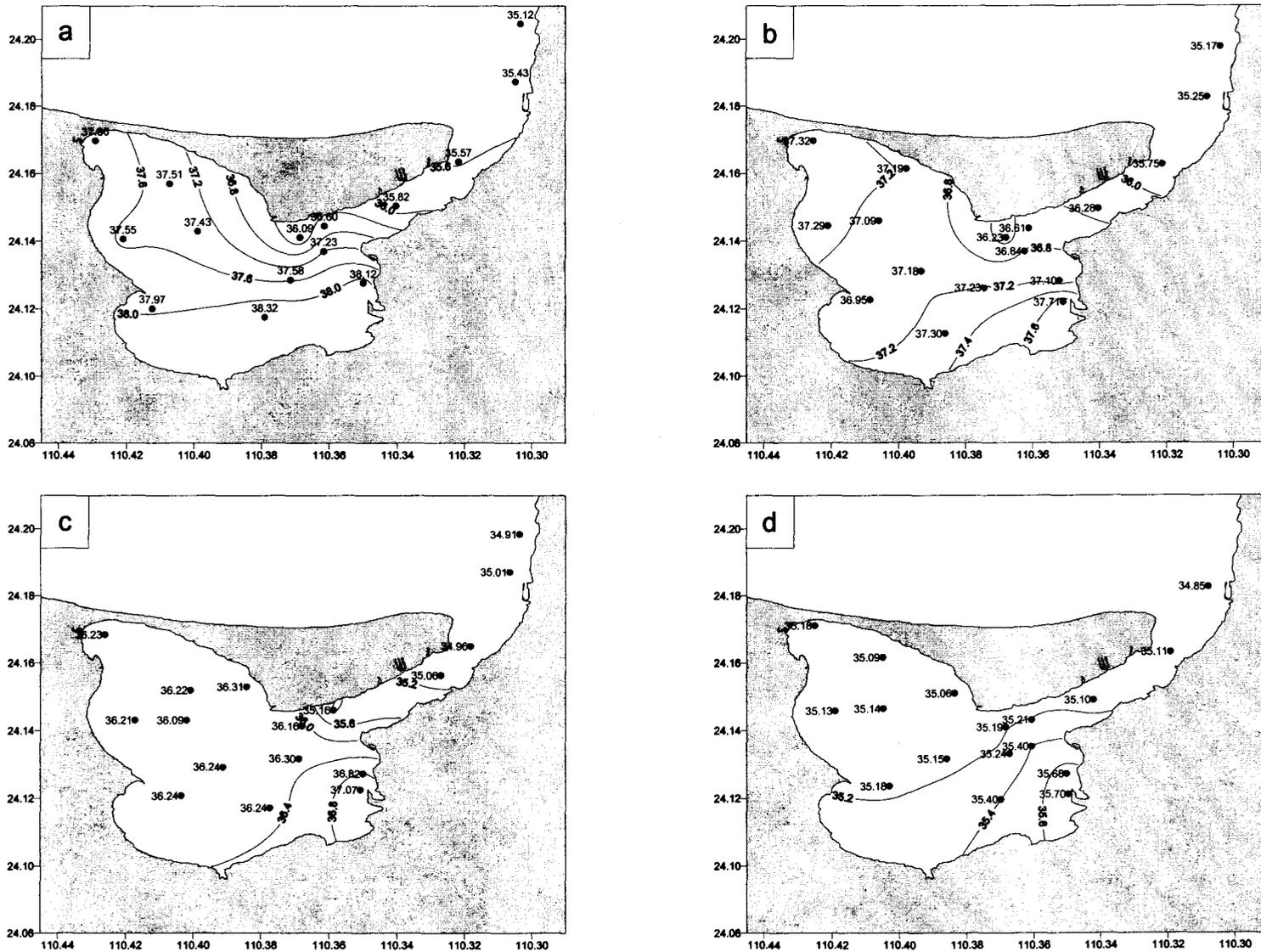


Fig. 7. Distribución de la salinidad superficial, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en ups) correspondientes.

3.1.2 Distribución de la transparencia

La transparencia, durante las cuatro campañas, mostró un patrón muy similar al de la salinidad y temperatura: los valores máximos se registraron en la parte externa de la laguna decreciendo hacia el interior (Fig. 8). El máximo valor fue de 7 metros y se registró en la parte más alejada de la boca de la laguna, este máximo se presentó en una marea muerta y viva en julio y agosto respectivamente (Fig. 8b y 8c). El mínimo valor de la transparencia se obtuvo frente al hotel Crowne Plaza durante una marea viva de agosto (Fig. 8c). Se observa que la parte Sur de la laguna la transparencia es mínima, este gradiente llega a su mínimo frente al Hotel antes referido (Fig. 8).

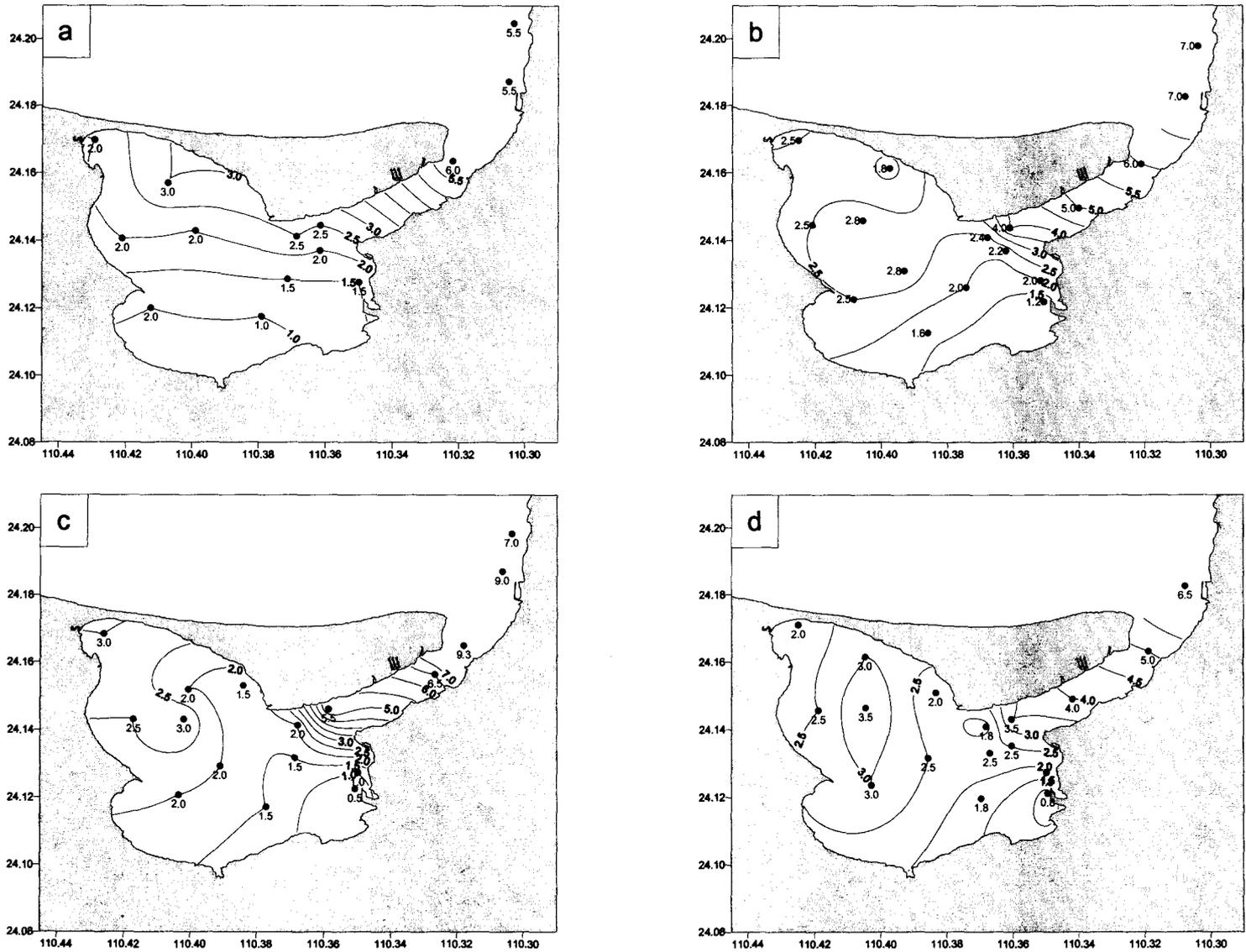


Fig. 8. Distribución de la transparencia, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en m) correspondientes.

3.1.3 Distribución de los componentes de la MPS

MPS: Todos los componentes de la MPS mostraron el mismo patrón de distribución que las anteriores variables: la concentración se incrementaba desde la parte externa de la laguna hacia la región Sudeste en el interior de la misma. Para la MPS se obtuvo una concentración promedio máxima en una marea viva de agosto, en la que también se presentó una mayor desviación estándar y recorrido (Tabla II). Los valores límite en la concentración fueron de 12.26 y 0.50 mg l⁻¹. El máximo se detectó frente al hotel Crowne Plaza en una marea viva de agosto (Fig. 9c) y el mínimo se presentó, durante una marea muerta, fuera de la laguna cerca de Marina Palmira (Fig. 9b).

Cl a: Para la clorofila a, se observó un incremento gradual en la concentración promedio a lo largo del periodo estudiado (Tabla II). El máximo valor fue de 11.55 mg m⁻³ y se determinó en una marea intermedia cerca del hotel Crowne Plaza (Fig. 10d). El mínimo fue de 0.27 mg m⁻³ y se detectó frente al CICIMAR en una marea viva de julio (Fig. 10a). Es conveniente señalar que se registró un incremento del intervalo y desviación estándar a través de las campañas realizadas (Tabla II).

CP: En cuanto al Carbono particulado, se encontró un máximo de 902 y un mínimo de 146 µg l⁻¹; el primer caso se presentó cerca del hotel Crowne Plaza durante una marea viva de agosto (Fig. 11c) y el segundo frente a Marina Palmira durante una marea intermedia (Fig. 11d). Las concentraciones promedios más altas, así como un mayor recorrido, se presentaron en las mareas vivas; mientras que las más bajas se presentaron durante la marea muerta e intermedia (Tabla II).

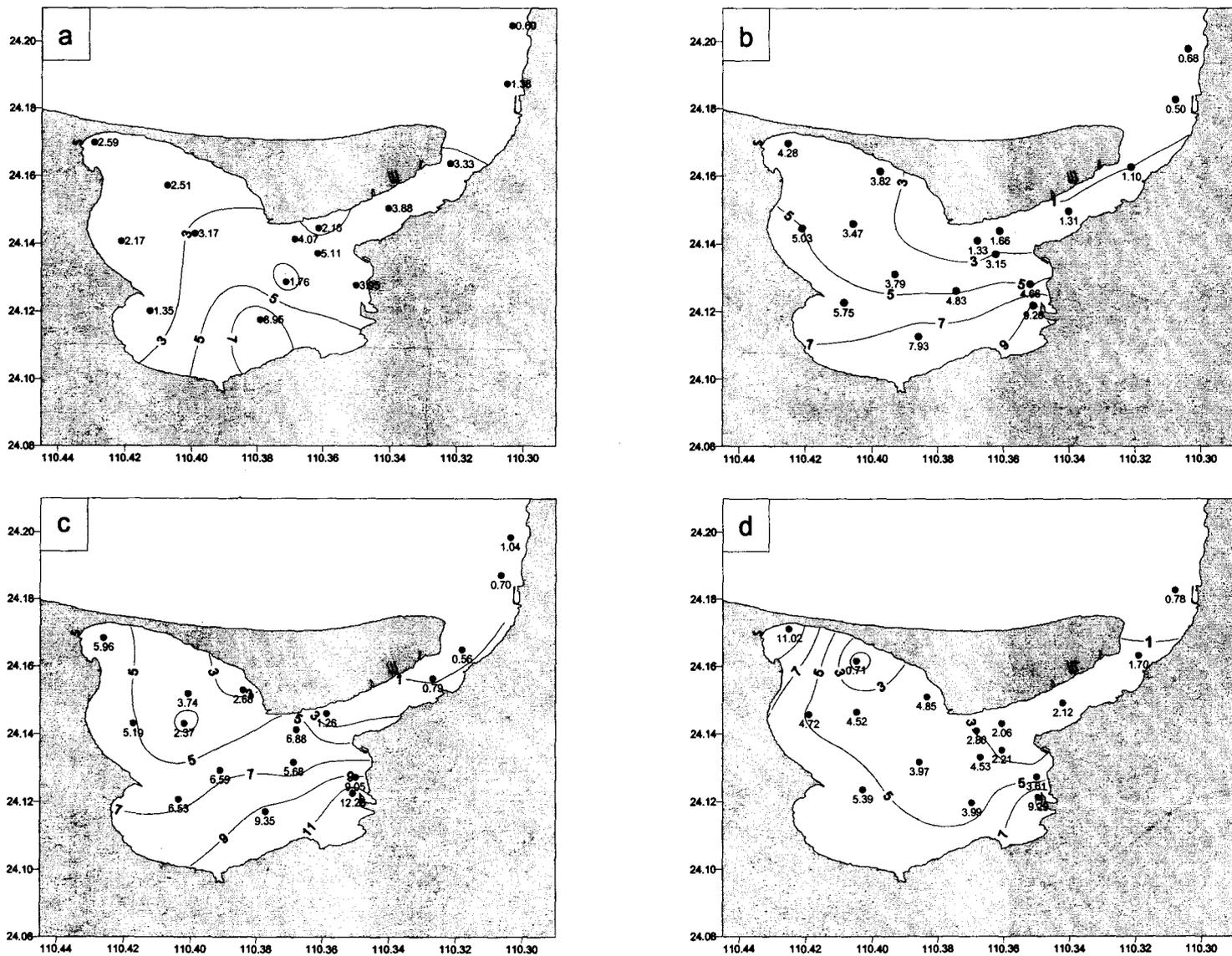


Fig. 9. Distribución de la MPS, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en mg l^{-1}) correspondientes.

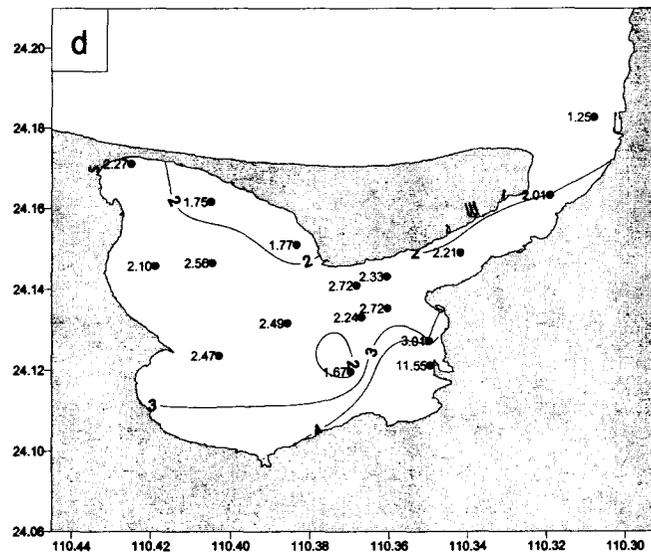
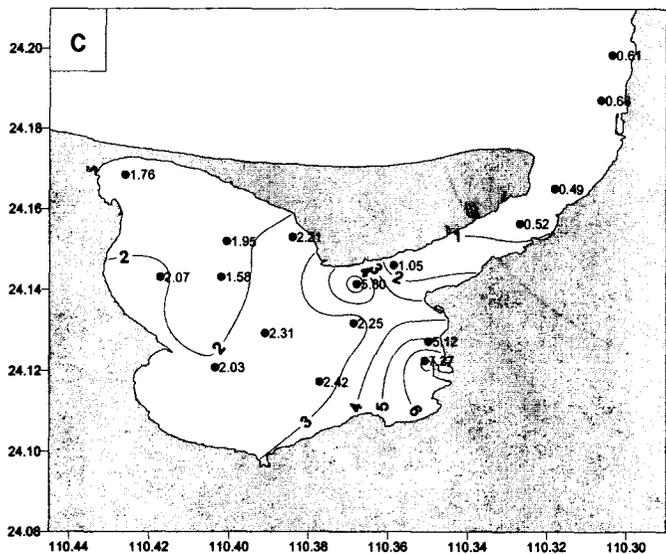
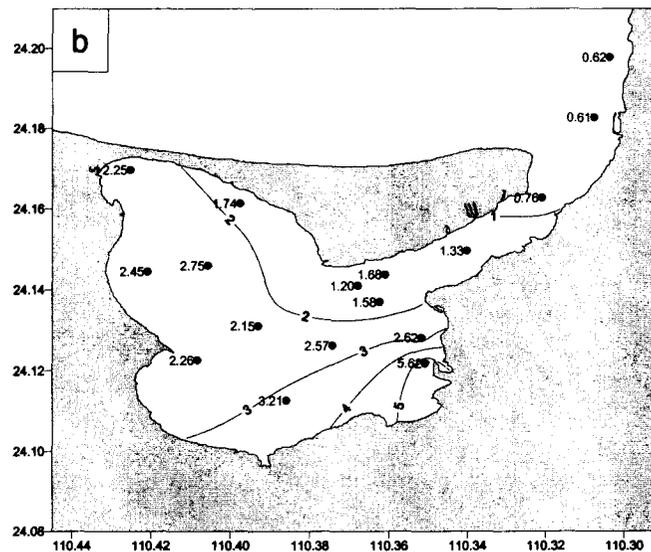
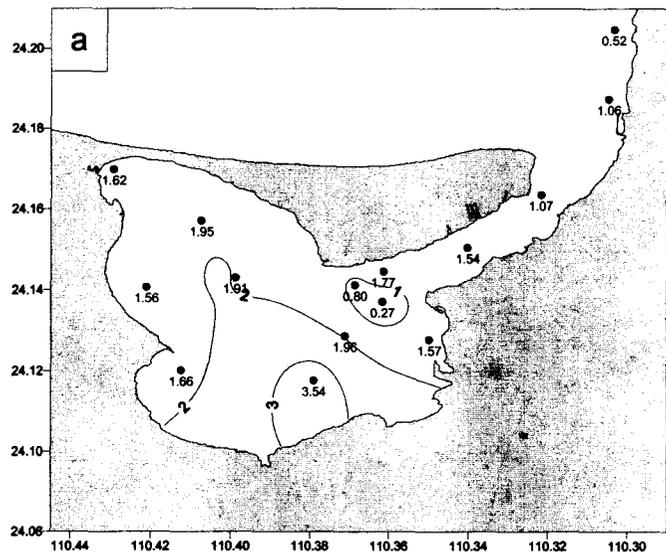


Fig. 10. Distribución de la Clorofila *a*, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en mg m^{-3}) correspondientes.

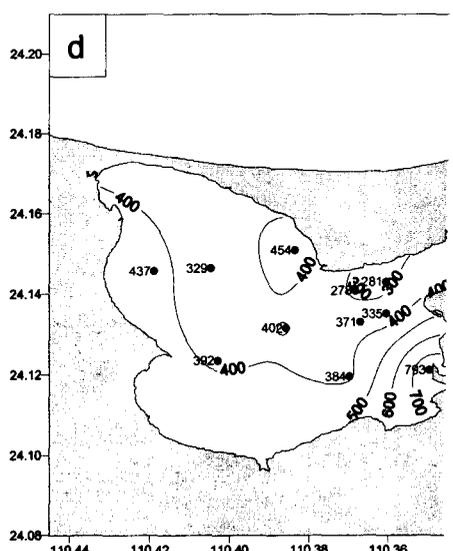
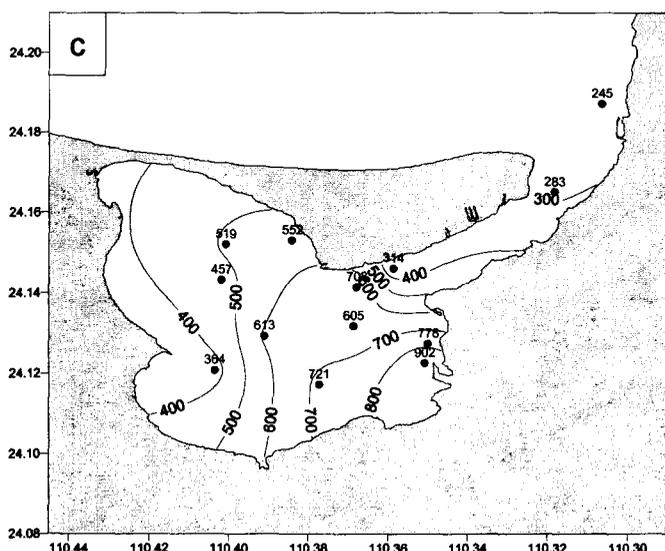
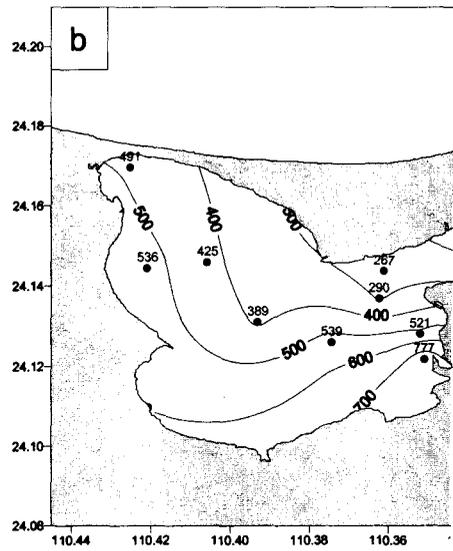
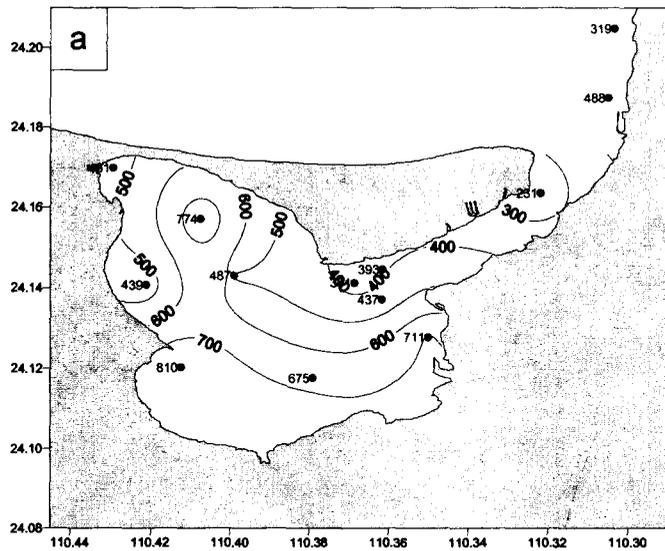
NP: Los valores máximo y mínimo del Nitrógeno particulado fueron de 173 y 22 $\mu\text{g l}^{-1}$. Estos valores se presentaron, al igual que el CP, frente al hotel Crowne Plaza en una marea viva de agosto y fuera de la laguna frente a Marina Palmira, durante una marea intermedia de septiembre (Fig. 12c y 12d). Esta variable también presentó las mayores concentraciones promedio en las mareas vivas (Tabla II).

Tabla II. Media aritmética (\bar{x}), desviación estándar (D.S.) e intervalo de la MPS, Clorofila *a* y Carbono y Nitrógeno particulado, y Carbono Orgánico Particulado. Los datos corresponden al muestreo espacial, dentro de la Ensenada de La Paz y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante distintas situaciones de marea en el periodo julio-septiembre de 1998.

Tipo de marea		M. viva	M. muerta	M. viva	M. intermedia
Variable	Estadístico				
MPS (mg l^{-1})	X	3.14	3.68	4.74	3.88
	D.S.	1.95	2.49	3.5	2.71
	Intervalo	(0.60-8.95)	(0.50-9.26)	(0.56-12.26)	(0.71-11.02)
Cl <i>a</i> (mg m^{-3})	X	1.56	2.08	2.36	2.72
	D.S.	0.75	1.2	1.93	2.25
	Intervalo	(0.27-3.54)	(0.61-5.62)	(0.49-7.27)	(1.25-11.55)
CP ($\mu\text{g l}^{-1}$)	X	519	381	543	355
	D.S.	179	188	204	159
	Intervalo	(231-810)	(164-777)	(245-902)	(146-793)
NP ($\mu\text{g l}^{-1}$)	X	87	65	93	61
	D.S.	34	35	42	33
	Intervalo	(33-137)	(29-149)	(32-173)	(22-161)
COP ($\mu\text{g l}^{-1}$)	X	483	575	311	283
	D.S.	234	349	154	202
	Intervalo	(170-871)	(144-1528)	(63-619)	(47-581)

COP: En cuanto al Carbono orgánico particulado, los valores límite presentan un máximo de 1528 y un mínimo de 47 $\mu\text{g l}^{-1}$. El máximo se determinó en la parte Sur de la laguna durante una marea muerta (Fig. 13c), el mínimo en una marea intermedia de septiembre durante una marea intermedia (Fig. 13d). Los valores de la concentración promedio difieren con respecto a los determinados para el Carbono

particulado. Así la máxima concentración promedio, e intervalo, se registró durante una marea muerta y la mínima en una marea intermedia (Tabla II).



39 **Fig. 11.** Distribución del Carbono particulado, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en agosto y intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en $\mu\text{g l}^{-1}$)

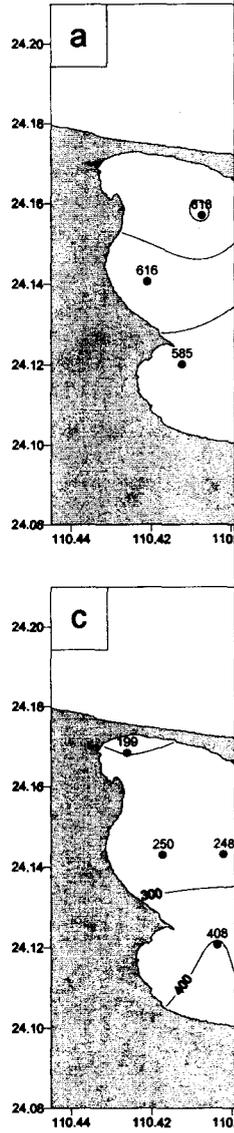


Fig. 13. Distribución del Carbono en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en $\mu\text{g l}^{-1}$) correspondientes.

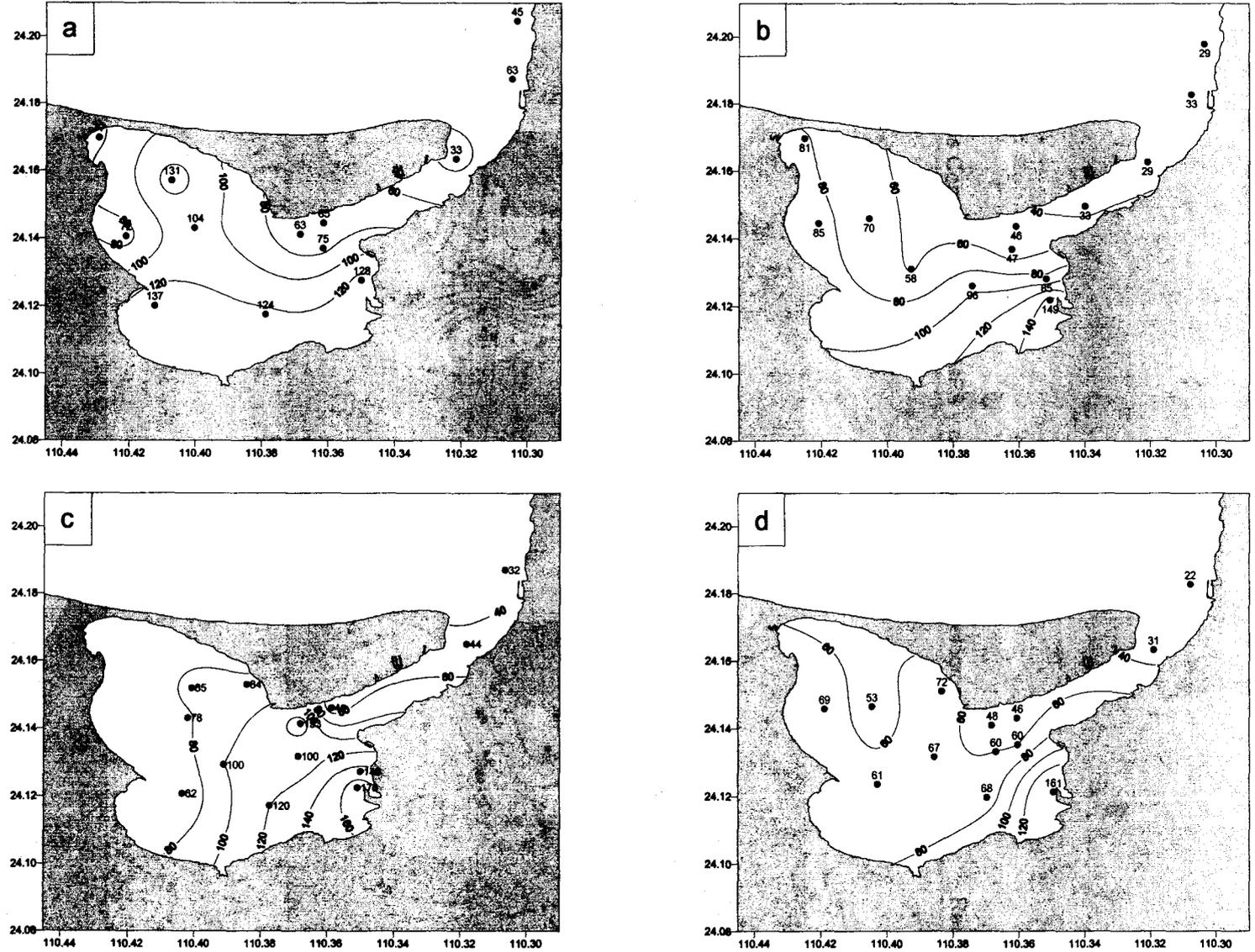


Fig. 12. Distribución del Nitrógeno particulado, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en $\mu\text{g l}^{-1}$) correspondientes.

3.1.4. Distribución de los nutrientes

Salvo los nitratos, el resto de los nutrientes exhibió una distribución generalizada, la concentración se incrementó desde el exterior de la laguna hacia la zona Sudeste de la misma.

NO₂: En el caso de los nitritos, se evidenció un patrón de distribución definido: la concentración aumentaba gradualmente a medida que se adentraba en la laguna particularmente hacia el Sudeste cerca del hotel Crowne Plaza (Fig. 14). En este hotel se determinó la mayor concentración ($0.51 \mu\text{g-at l}^{-1}$) en una marea muerta (Fig. 14b); la mínima concentración ($0.008 \mu\text{g-at l}^{-1}$) fue detectada en una marea intermedia fuera de la laguna (Fig. 14d). La concentración promedio más alta, y mayor recorrido, se detectó en una marea viva de agosto y la menor en una marea intermedia de septiembre (Tabla III). Es importante señalar que en la alta concentración promedio y recorrido obtenidos en la marea muerta se deben a la presencia de un valor muy alto, y único, registrado frente al hotel Crowne Plaza (Fig. 14b).

NO₃: La distribución espacial de los nitratos no mostró un patrón definido a lo largo de los muestreos, ya que altos valores se presentaron fuera y dentro de la laguna. Además, estaciones con altas concentraciones estaban junto a otras con valores bajos y a veces muy bajos (Fig. 15). Se determinó una concentración mínima de 0.02 y una máxima de $2.71 \mu\text{g-at l}^{-1}$. Estos valores se presentaron en una marea muerta, cerca de Punta Comitán, y en una marea viva de agosto frente al hotel Crowne Plaza respectivamente (Fig. 15b y 15c). Las concentraciones promedio más altas de nitratos se determinaron en las dos mareas vivas.

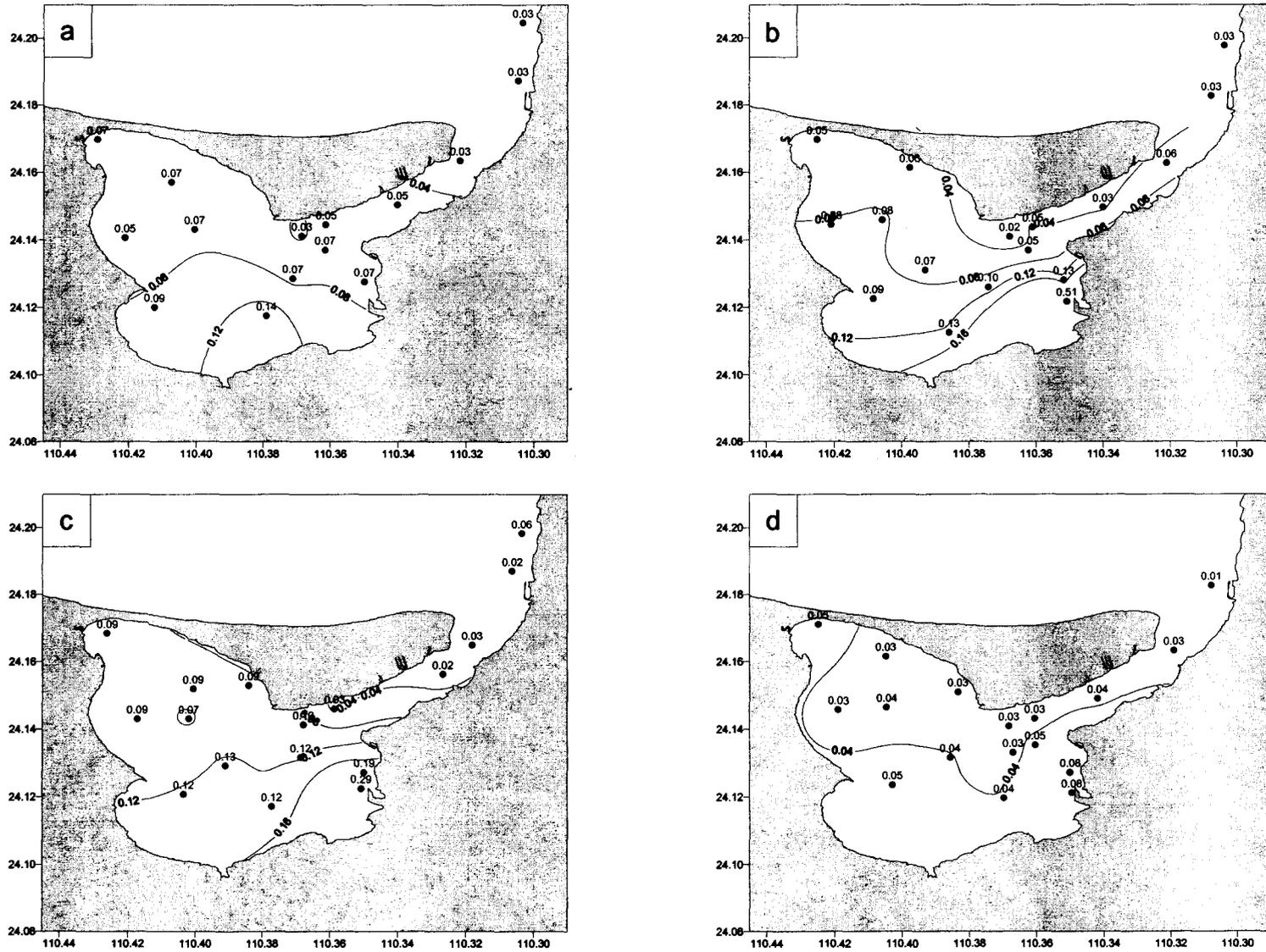


Fig. 14. Distribución de nitritos, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en $\mu\text{g-at l}^{-1}$) correspondientes.

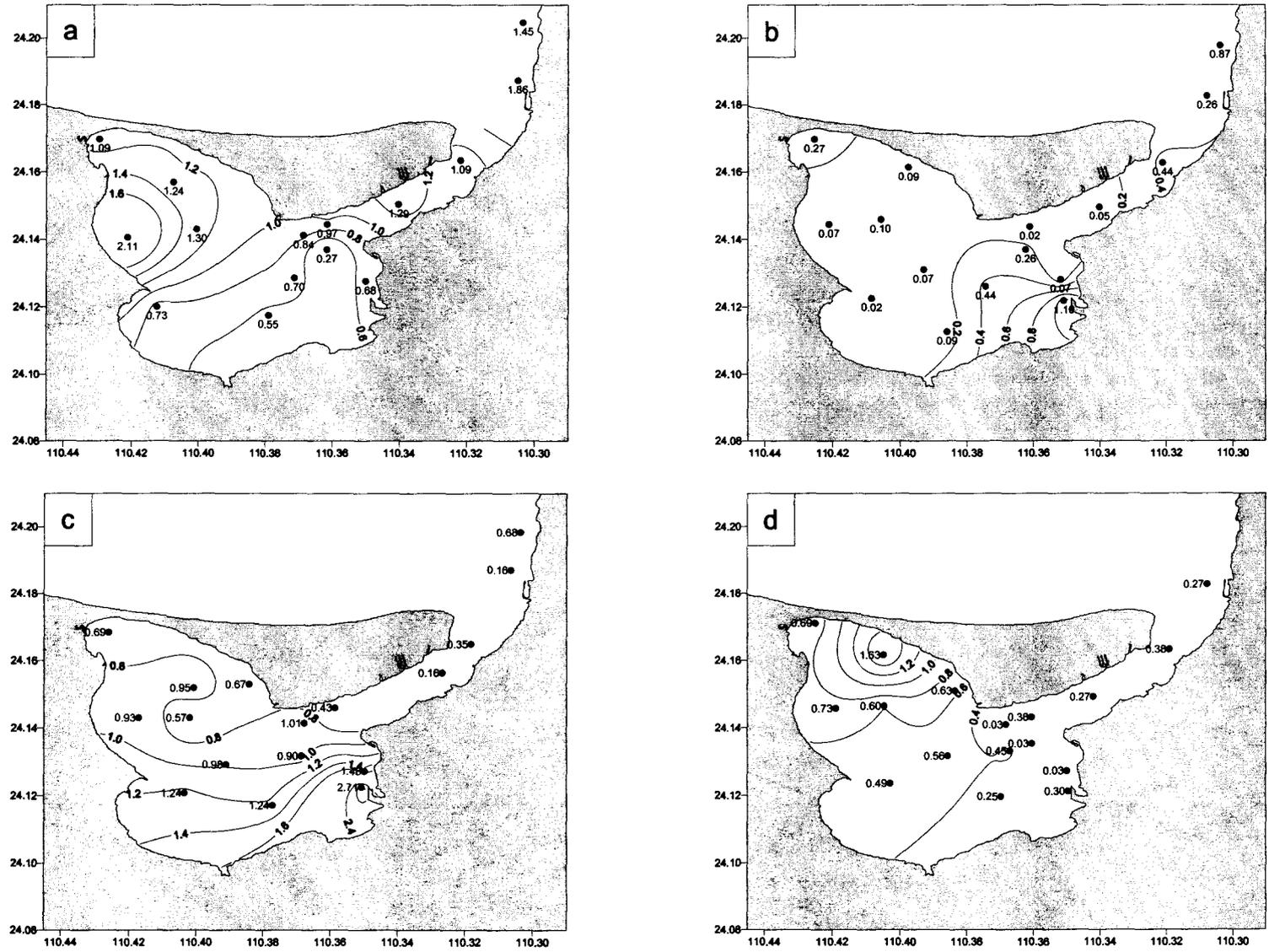


Fig. 15. Distribución de nitratos, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en $\mu\text{g-at l}^{-1}$) correspondientes.

PO₄: En el caso de los fosfatos la distribución presentó el mismo gradiente, incrementándose desde la parte externa hacia el interior generalmente en dirección Sudeste. Los valores límite de concentración fueron 3.04 y 0.28 $\mu\text{g-at l}^{-1}$, éstos se determinaron para el primer caso en el Crowne Plaza en una marea muerta y el mínimo en una marea intermedia frente a Marina Palmira (Fig. 16b y 16d). La concentración promedio más alta se calculó durante la marea muerta, mientras que la mínima se determinó en la marea viva de julio (Tabla III).

Tabla III. Media aritmética (\bar{x}), desviación estándar ($D.S.$) e intervalo de algunos nutrientes inorgánicos disueltos. Los datos corresponden al muestreo espacial, dentro de la Ensenada de La Paz y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante distintas condiciones de marea en el periodo julio-septiembre de 1998.

Variable	NO ₂ ($\mu\text{mol l}^{-1}$)			NO ₃ ($\mu\text{mol l}^{-1}$)			PO ₄ ($\mu\text{mol l}^{-1}$)			SiO ₂ ($\mu\text{mol l}^{-1}$)		
	x	D.S.	Intervalo	x	D.S.	Intervalo	X	D.S.	Intervalo	x	D.S.	Intervalo
Viva	0.06	0.03	(0.03-0.14)	1.09	0.57	(0.27-2.15)	0.46	0.11	(0.33-0.73)	9.78	6.22	(0.61-20.7)
Muerta	0.09	0.11	(0.02-0.51)	0.38	0.56	(0.02-2.20)	1.15	0.56	(0.70-3.05)	16.38	7.59	(7.06-30.2)
Viva	0.10	0.07	(0.02-0.29)	0.89	0.60	(0.16-2.71)	0.80	0.30	(0.44-1.60)	16.82	19.6	(0-61.79)
Interm.	0.04	0.02	(0.01-0.08)	0.45	0.37	(0.03-1.63)	0.70	0.27	(0.29-1.42)	14.84	5.94	(2.35-25.5)

SiO₂: Básicamente el comportamiento de la distribución de los silicatos fue de un aumento hacia la parte interna de la laguna. Sin embargo, como en el caso de los nitratos, estaciones con alto contenido de silicatos eran vecinas con otras de bajas concentraciones. Los valores límite mostraron un máximo de 61 $\mu\text{g-at l}^{-1}$, el cual se presentó a mitad el canal en una marea viva de agosto, mientras que el mínimo fue de 0.001 $\mu\text{g-at l}^{-1}$ detectado en la misma situación de marea que el máximo y se localizó fuera de la laguna (Fig. 17c). La más alta concentración promedio se detectó en una marea viva de agosto, no obstante fue muy parecida a la siguiente más alta que se presentó en una marea muerta (Tabla III).

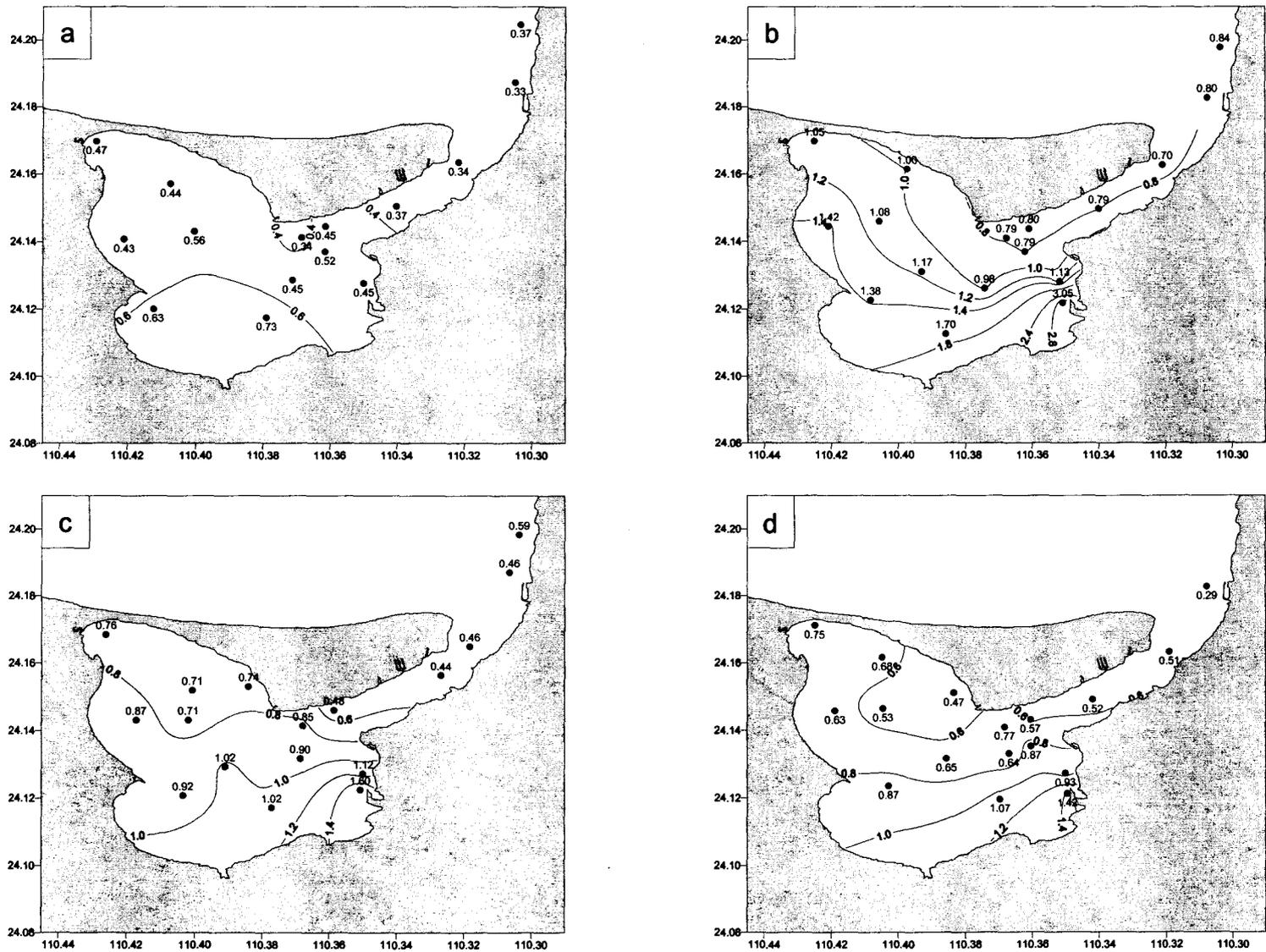


Fig. 16. Distribución de fosfatos, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en $\mu\text{g-at } \Gamma^{-1}$) correspondientes.

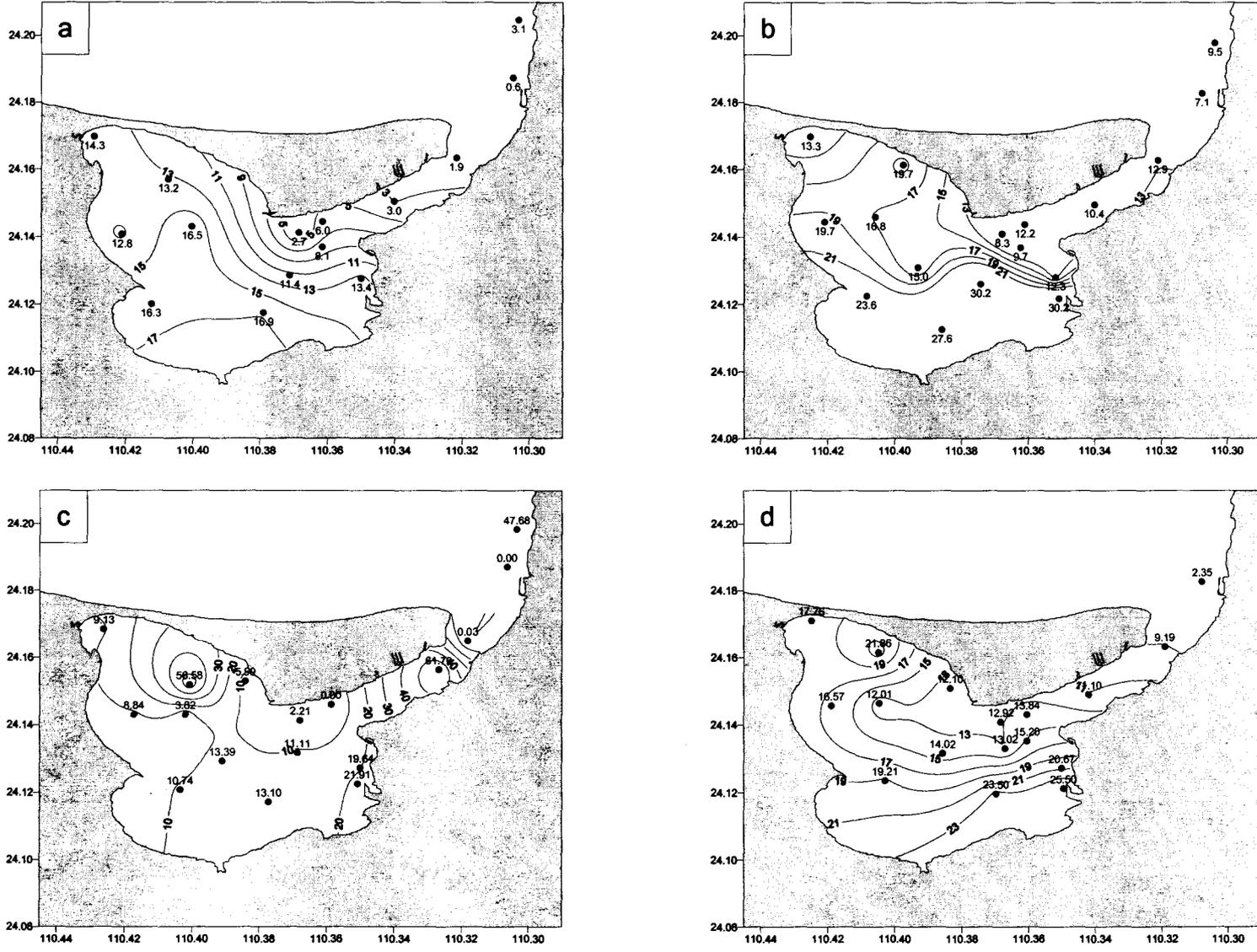


Fig. 17. Distribución de silicatos, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores (en $\mu\text{g-at l}^{-1}$) correspondientes.

3.2. Análisis de los ciclos de marea (cinco días)

3.2.1. Nivel del mar

Las variaciones de la marea observada, durante los cinco días, para las dos estaciones se presentan en las figuras 18 y 19. En la tabla IV se observa que el máximo rango de la marea se presentó durante la marea viva de julio, mientras que la mínima ocurrió en la mareas muerta del mismo mes. De los resultados del rango de marea (R) se observa que efectivamente las campañas corresponden a dos situaciones de mareas vivas, una en marea muerta y en una condición aproximadamente intermedia. El retraso calculado de la onda de marea, entre el Muelle Fiscal y el CICIMAR fue de aproximadamente 15 minutos.

Por otro lado, al observar las graficas de altura de marea podemos advertir que en el caso de la mareas vivas (Fig. 18a y 19a) la altura de marea se incrementaba, mientras que para la marea muerta e intermedia (Fig. 18b y 19b) disminuía. Esto implica que los muestreos se realizaron, en el caso de las mareas vivas, en un momento en que la turbulencia en la laguna provenía a partir de un sistema de baja a alta energía. El caso inverso ocurrió para la marea muerta e intermedia.

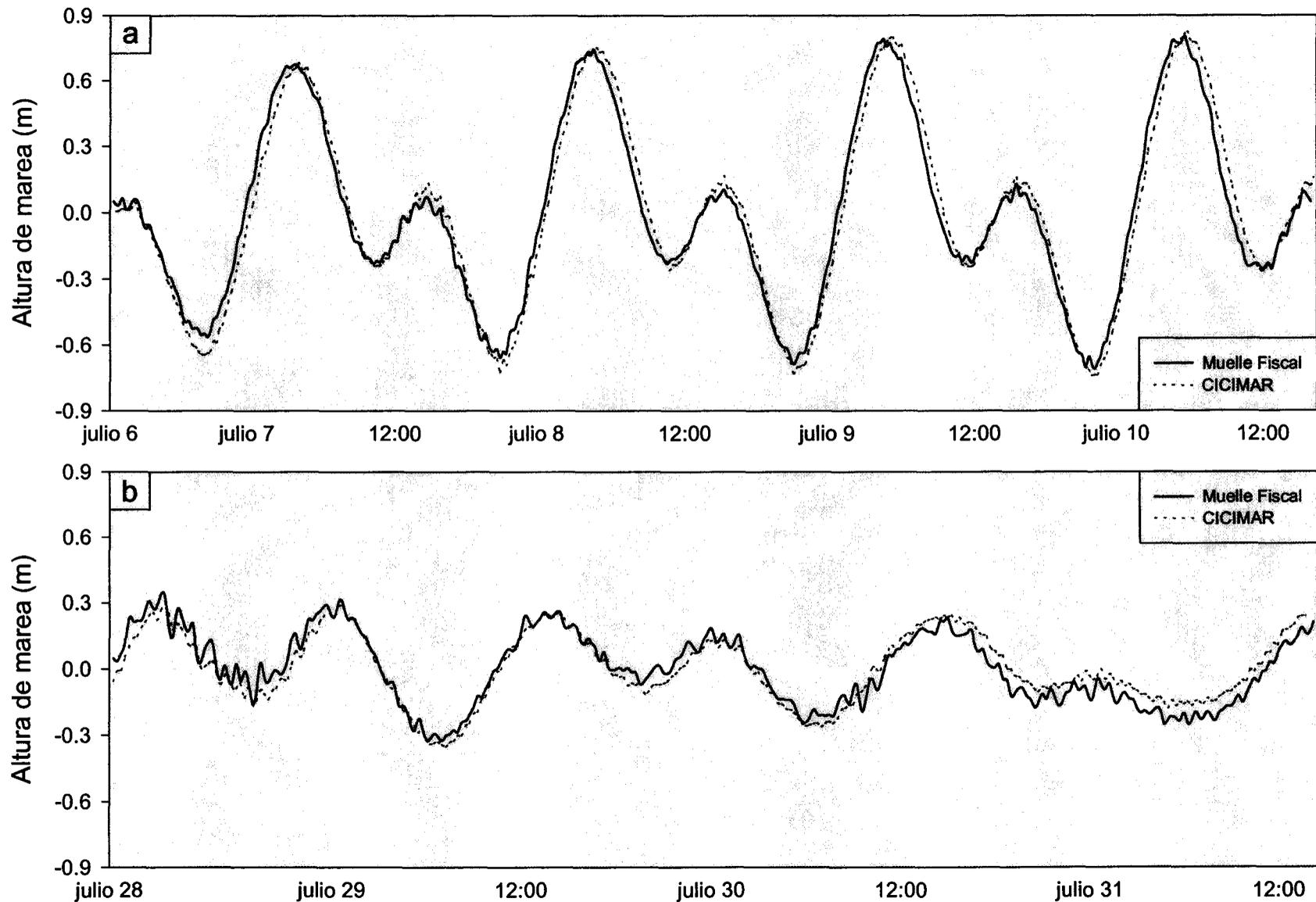


Fig. 18. Variación de la onda de marea, registrada por los mareógrafos durante cinco días, frente al Muelle fiscal y CICIMAR en mareas vivas (a) y muertas (b) en julio de 1998.

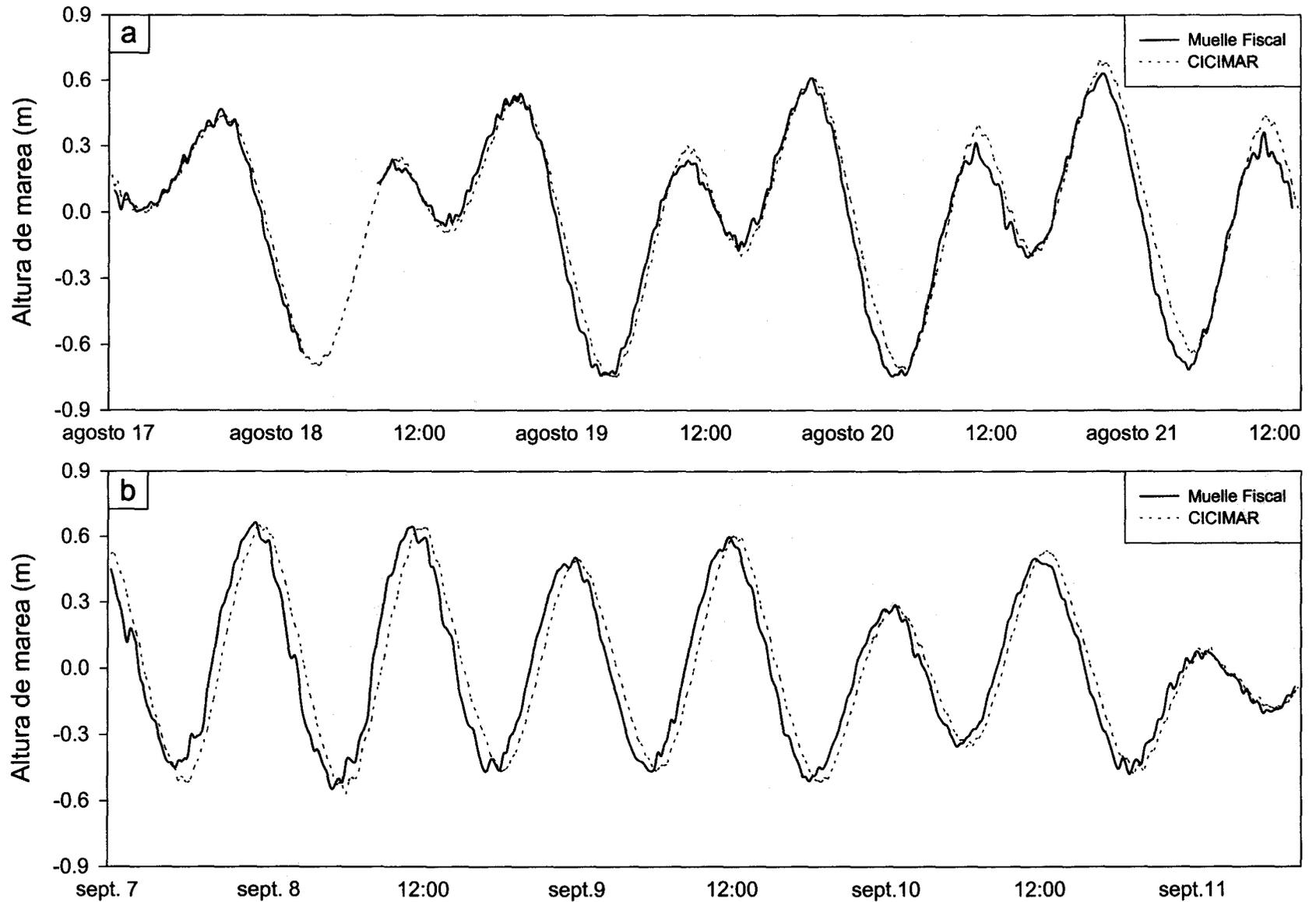


Fig. 19. Variación de la onda de marea, registrada por los mareógrafos durante cinco días, frente al Muelle fiscal y CICIMAR en mareas vivas (a) e intermedias (b) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.

3.2.2. Intensidad y dirección de las corrientes de marea

En la figura 20 y 22 se presentan la magnitud y orientación de los vectores de la corriente de marea durante mareas vivas y muertas respectivamente. De ahí se observa que el sentido de la corriente de marea es unidireccional; esto es, los vectores que representan la intensidad y dirección de la corriente están alineados tanto en flujo como reflujos a lo largo del canal. Sin embargo, los vectores de la corriente, determinada frente al CICIMAR durante el reflujos, se presentan básicamente entre los 10 y 50°; mientras que en el Muelle Fiscal se encontraban entre los 60 y 90°. Esto se explica al observar la orientación del canal. También es posible observar que las series de mediciones de los S4 registraron, en todas las situaciones de mareas, las mayores velocidades de corriente frente al Muelle Fiscal localizado en la boca de la laguna (Fig. 20 y 22). En todos los casos los valores fueron positivos, lo que significa que en este periodo las mayores intensidades de la corriente ocurrieron durante el reflujos.

Tabla IV. Valores del rango de la marea (R), del valor máximo de la intensidad de la corriente (v) y de la corriente residual (r) de los datos registrados, en diferentes condiciones de marea, por los mareógrafos (S4) instalados durante cinco días en dos estaciones en el canal de la Ensenada de La Paz.

Ubicación Tipo de marea	CICIMAR			Muelle Fiscal		
	R (m)	v (m s ⁻¹)	r (m s ⁻¹)	R (m)	v (m s ⁻¹)	r (m s ⁻¹)
Marea viva	1.564	0.521	-0.0073	1.512	0.560	0.0044
Marea muerta	0.663	0.294	-0.0104	0.645	0.332	-0.0440
Marea viva	1.376	0.404	-0.0060	1.432	0.655	0.0055
Marea intermedia	1.205	0.422	0.0181	1.217	0.607	-0.0195

En la figura 20 (1) y 22 (1) se presentan los diagramas de velocidades durante los diferentes ciclos de marea. Los vectores negativos representan el flujo y

los positivos el reflujo. En la figura 21 (2) y 23 (2) los vectores fueron alineados tomando como eje x a la dirección del canal con el fin de observar la magnitud de la corriente durante el ciclo. Los componentes Este y Norte de los vectores se muestran en la gráfica 21 (3) y 23 (3); se observa que los componentes son paralelos lo que significa que la corriente de marea sigue la orientación del canal.

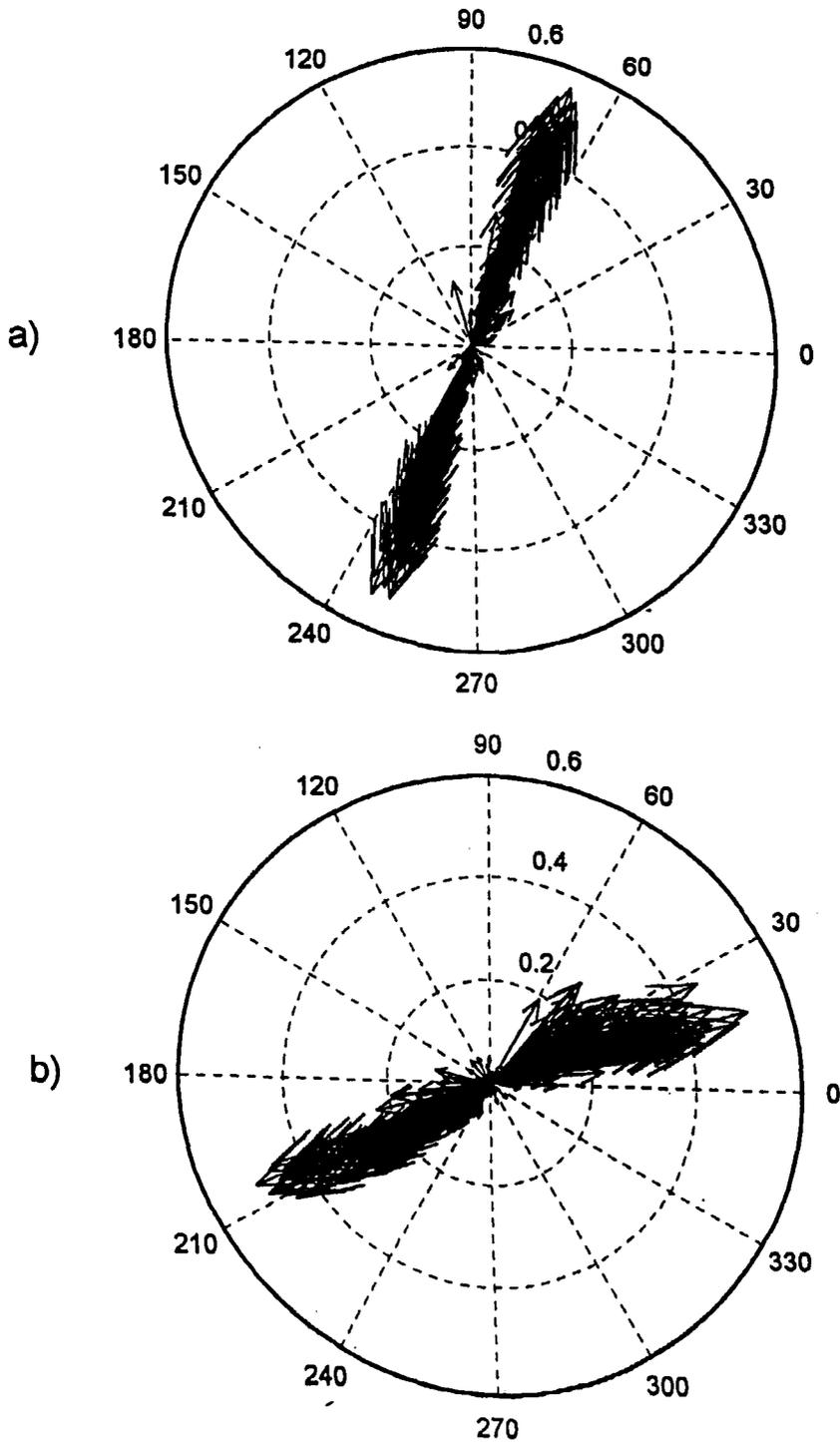


Fig. 20. Intensidad y dirección de la corriente frente al Muelle Fiscal (a) y CICIMAR (b) obtenidos durante cinco días en mareas vivas del mes de julio de 1998.

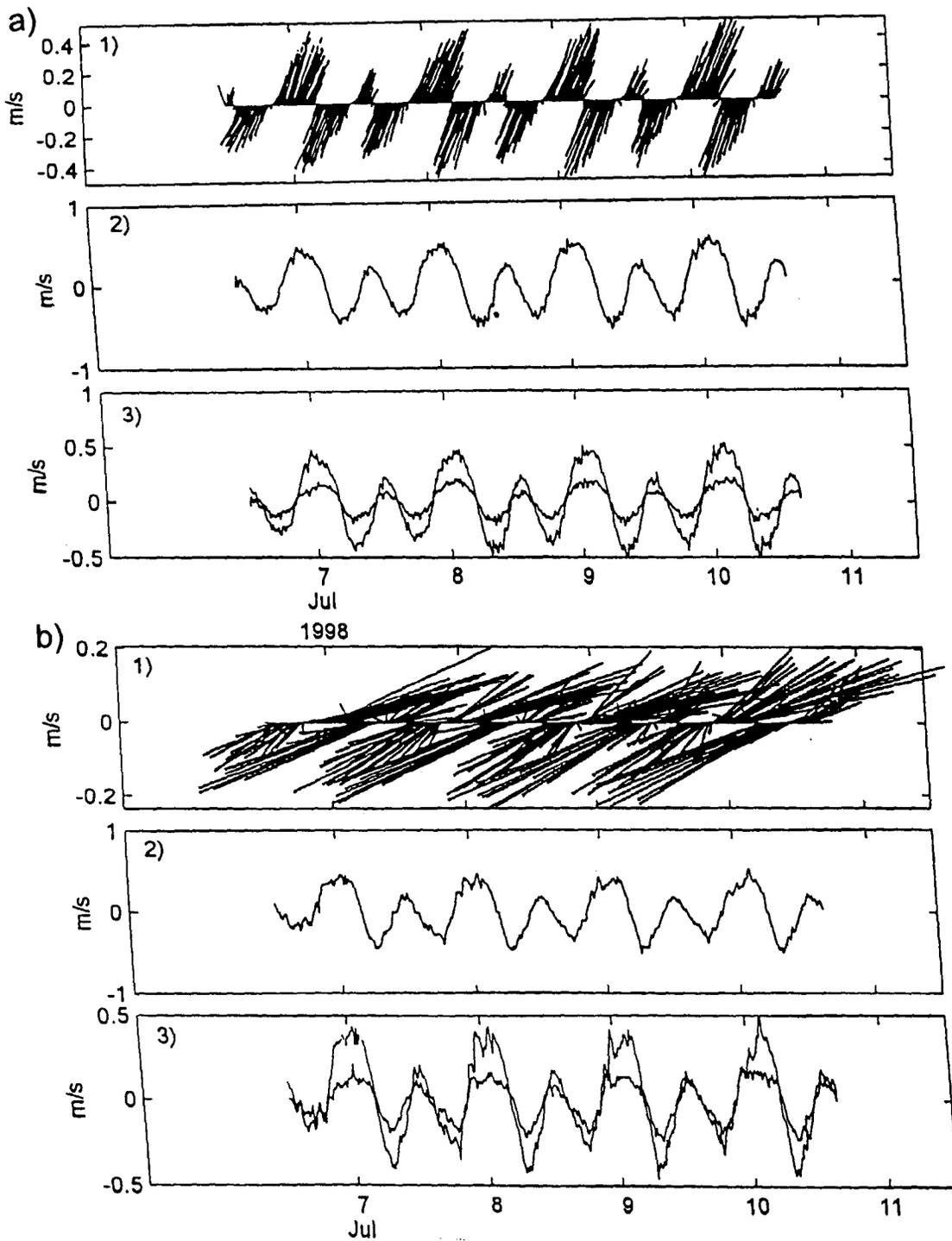


Fig. 21. Diagrama de intensidad y dirección (1), intensidad (2) y los componentes Este y Norte de la velocidad (3) de las corrientes de marea registradas, frente al Muelle Fiscal (a) y CICIMAR (b), durante cinco días en mareas vivas en julio de 1998.

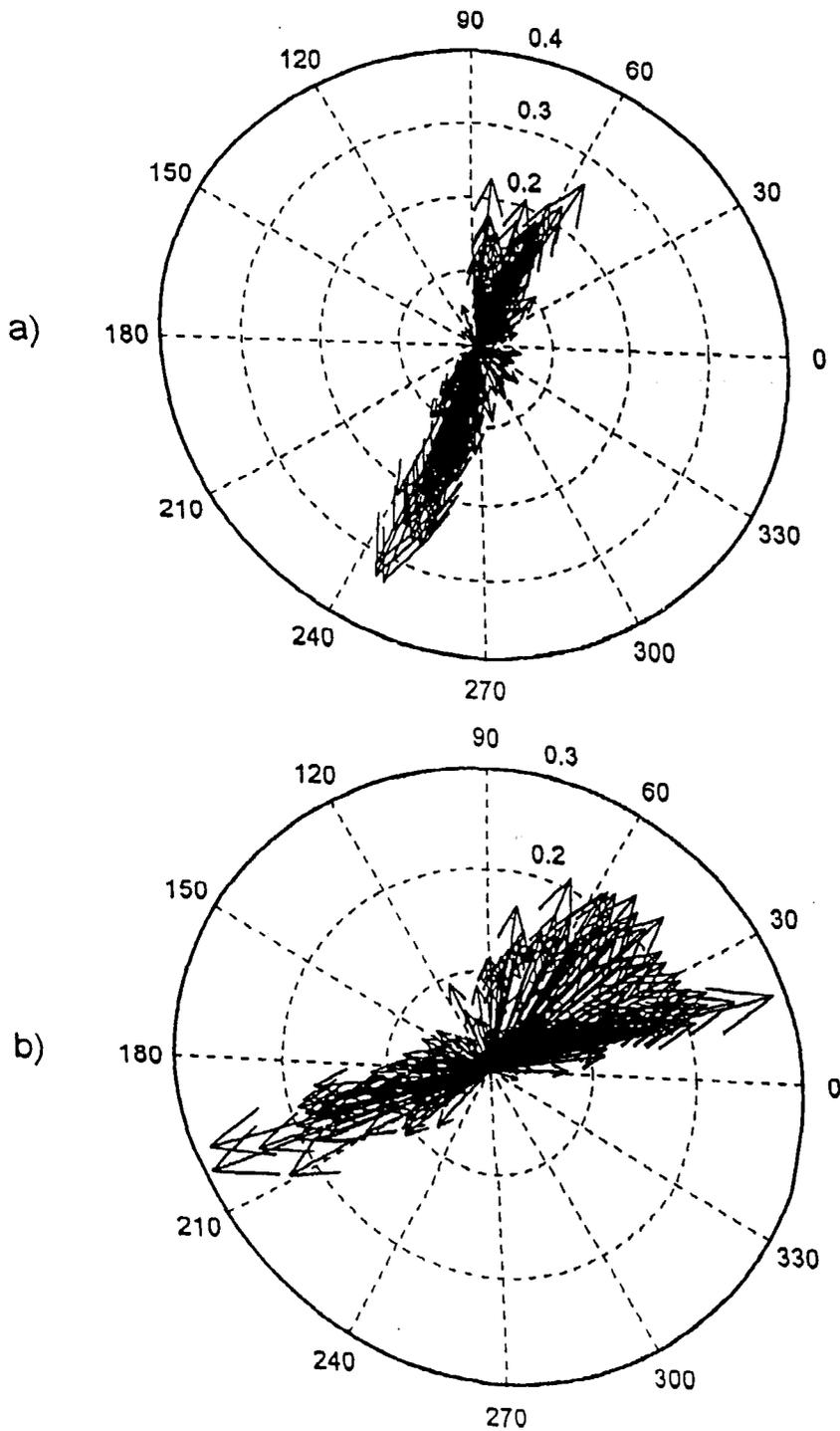


Fig. 22. Intensidad y dirección de la corriente, frente al Muelle Fiscal (a) y CICIMAR (b) obtenidos durante cuatro días en mareas muertas en julio de 1998.

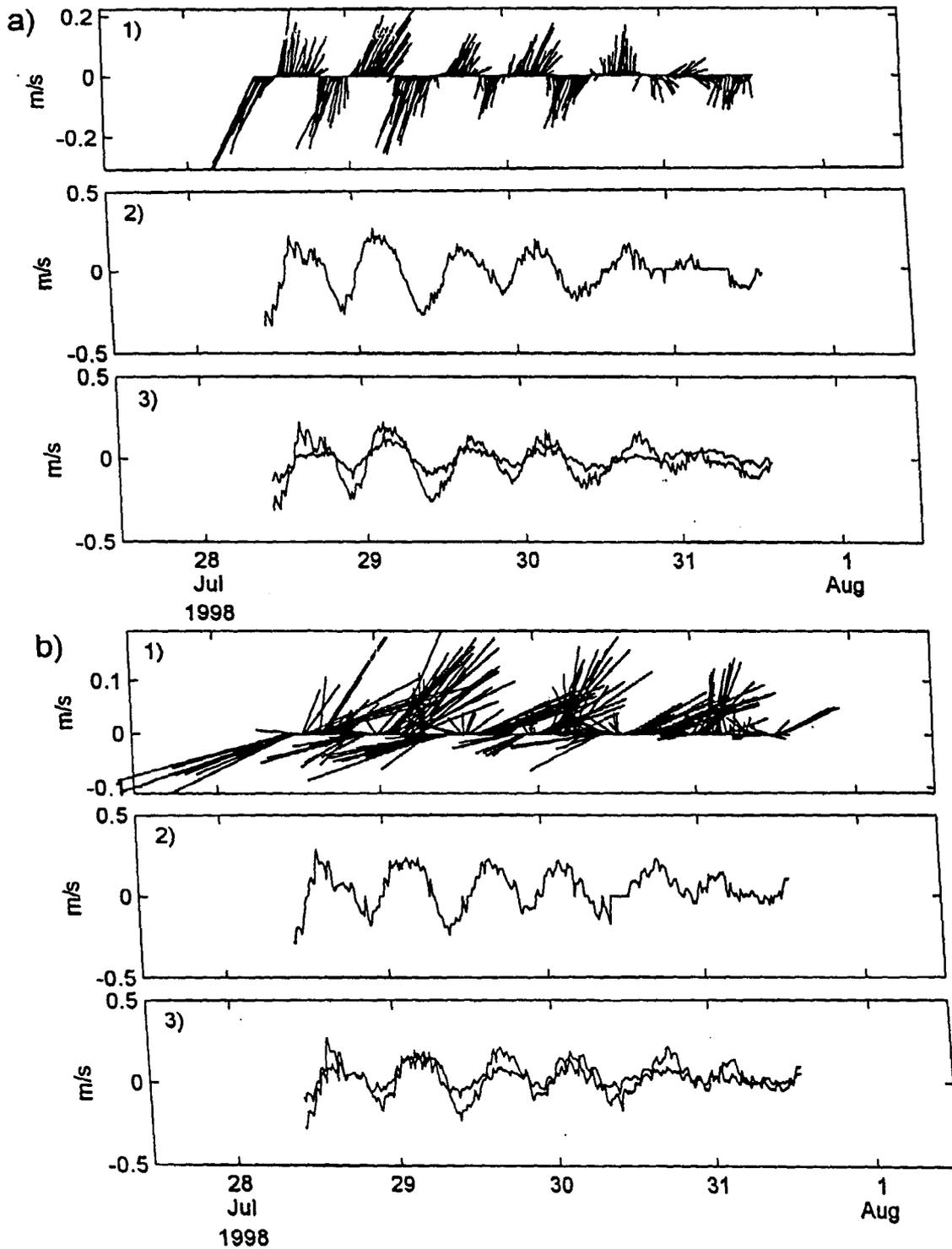


Fig. 23. Diagrama de la intensidad y dirección (1), intensidad (2) y los componentes Este y Norte de la velocidad (3) de las corrientes de marea registradas, frente al Muelle Fiscal (a) y CICIMAR (b), durante cinco días en mareas muertas en julio de 1998.

3.2.3. Variación de la temperatura y salinidad

Los registros de la temperatura y salinidad durante cinco días, mostraron un incremento gradual en los valores de estas variables durante el reflujó mientras que durante el flujo se observó una decremento (Fig. 24-27). Por lo que los valores de temperatura y salinidad mínimos se registraron durante la pleamar superior, cuando el agua con características propias de la bahía había entrado por completo.

La temperatura mínima y máxima, registrada por los S4 frente al Muelle Fiscal en las diferentes situaciones de marea, se detectaron en la pleamar superior en una marea viva del 6 de julio y en la bajamar inferior en una marea intermedia el 8 de septiembre, respectivamente (Fig. 24a y 25b). La máxima fluctuación de temperatura se observó durante las mareas vivas y la mínima se presentó en la marea muerta de julio. Por otro lado se observó un incremento de la temperatura promedio a medida que avanzaba el verano (Tabla V).

Tabla V. Media aritmética, desviación estándar, valores límite e intervalo de los datos de temperatura (°C) y salinidad (ups) registrados en el fondo del canal en cuatro condiciones de marea. El corrientímetro (S4) fue instalado frente al Muelle Fiscal excepto en la marea viva de julio cuando se colocó frente al CICIMAR.

Marea Variable	M. Viva (julio)		M. Muerta (julio)		M. Viva (agosto)		M. Intermedia (sept.)	
	Temp.	Salinidad	Temp.	Salinidad	Temp.	Salinidad	Temp.	Salinidad
Media	28.94	36.30	29.98	35.03	30.20	34.97	30.70	34.60
D. Estd.	0.87	0.77	0.25	0.25	0.37	0.38	0.55	0.19
Máximo	30.69	37.49	30.63	35.86	30.92	35.94	31.82	34.97
Mínimo	26.98	34.68	29.14	34.16	28.60	34.46	29.70	34.17
Intervalo	3.72	2.81	1.49	1.70	2.32	1.48	2.12	0.80

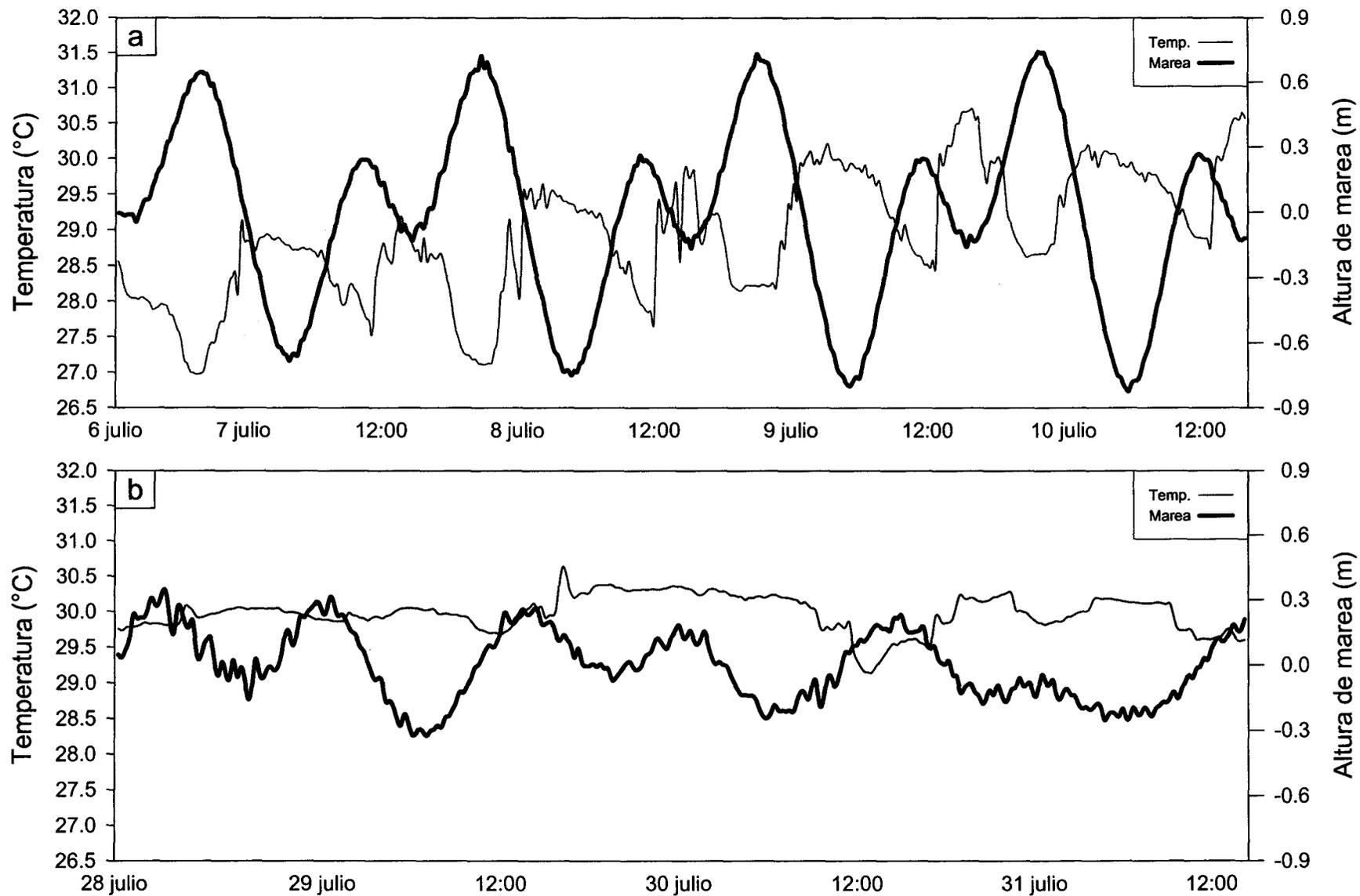


Fig. 24. Variación de la temperatura con respecto a la marea, durante cinco días de registros, en el fondo del canal de entrada a La Ensenada de La Paz. Las mediciones se realizaron en una marea viva (a) y muerta (b) durante julio de 1998.

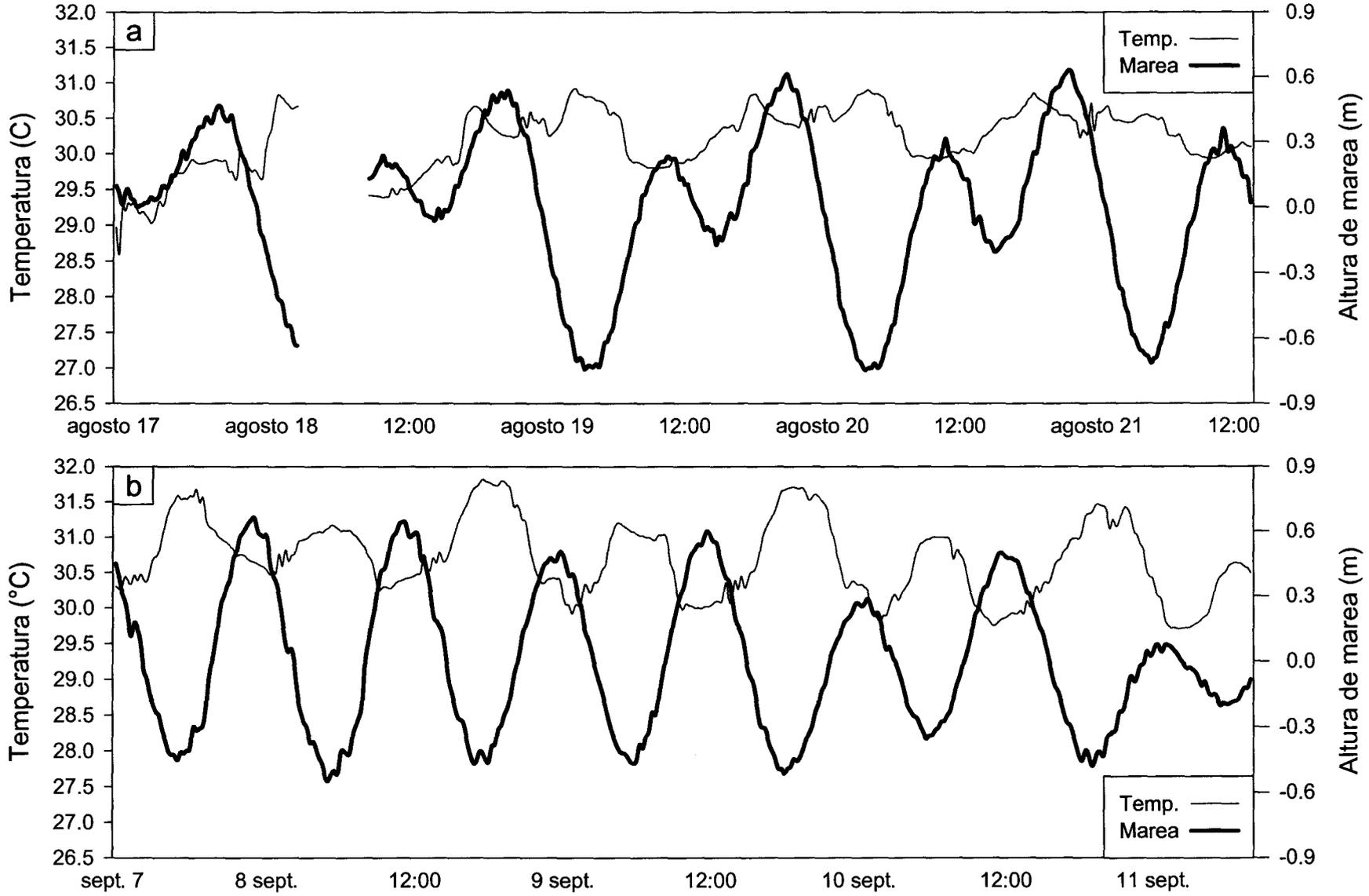


Fig. 25. Variación de la temperatura con respecto a la marea, durante cinco días de registros, en el fondo del canal de entrada a La Ensenada de La Paz. Las mediciones se realizaron en una marea viva (a) e intermedia (b) durante agosto y septiembre de 1998.

Para la salinidad, el valor máximo se detectó en la bajamar inferior, el 10 de julio, durante una marea viva; mientras que el mínimo se registró durante la pleamar del 30 de julio en mareas muertas (Fig. 26a y 26b). Se observó una mayor amplitud de los valores extremos durante la marea viva de julio, y la menor en la marea intermedia de septiembre; además de que los valores promedio tienden a disminuir a medida que entra el verano. Este comportamiento es inverso al mostrado por la temperatura.

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I. P. N.
DONATIVO**

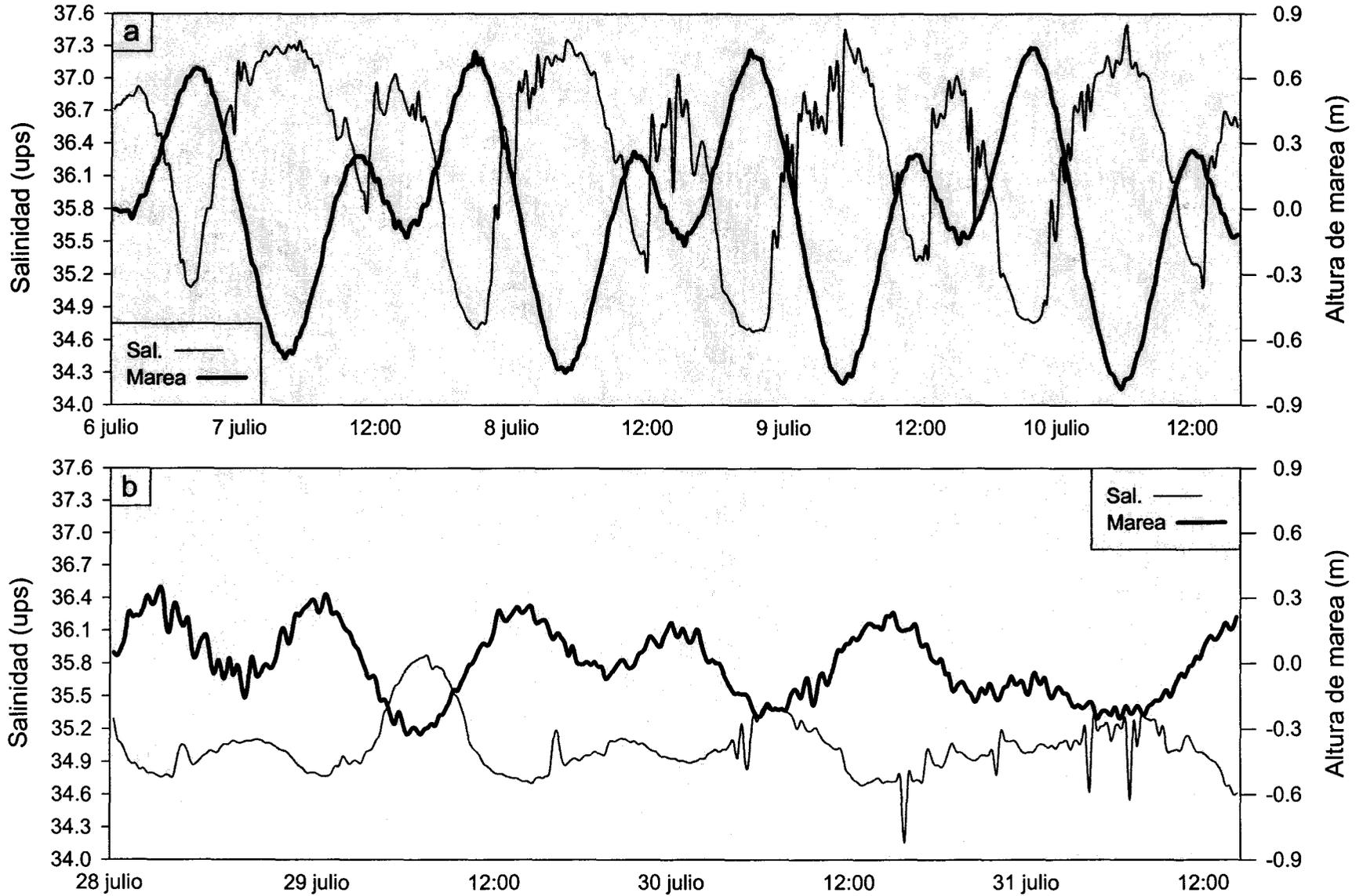


Fig. 26. Variación de la salinidad con respecto a la marea, durante cinco días de registros, en el fondo del canal de entrada a La Ensenada de La Paz. Las mediciones se realizaron en una marea viva (a) y muerta (b) durante julio de 1998.

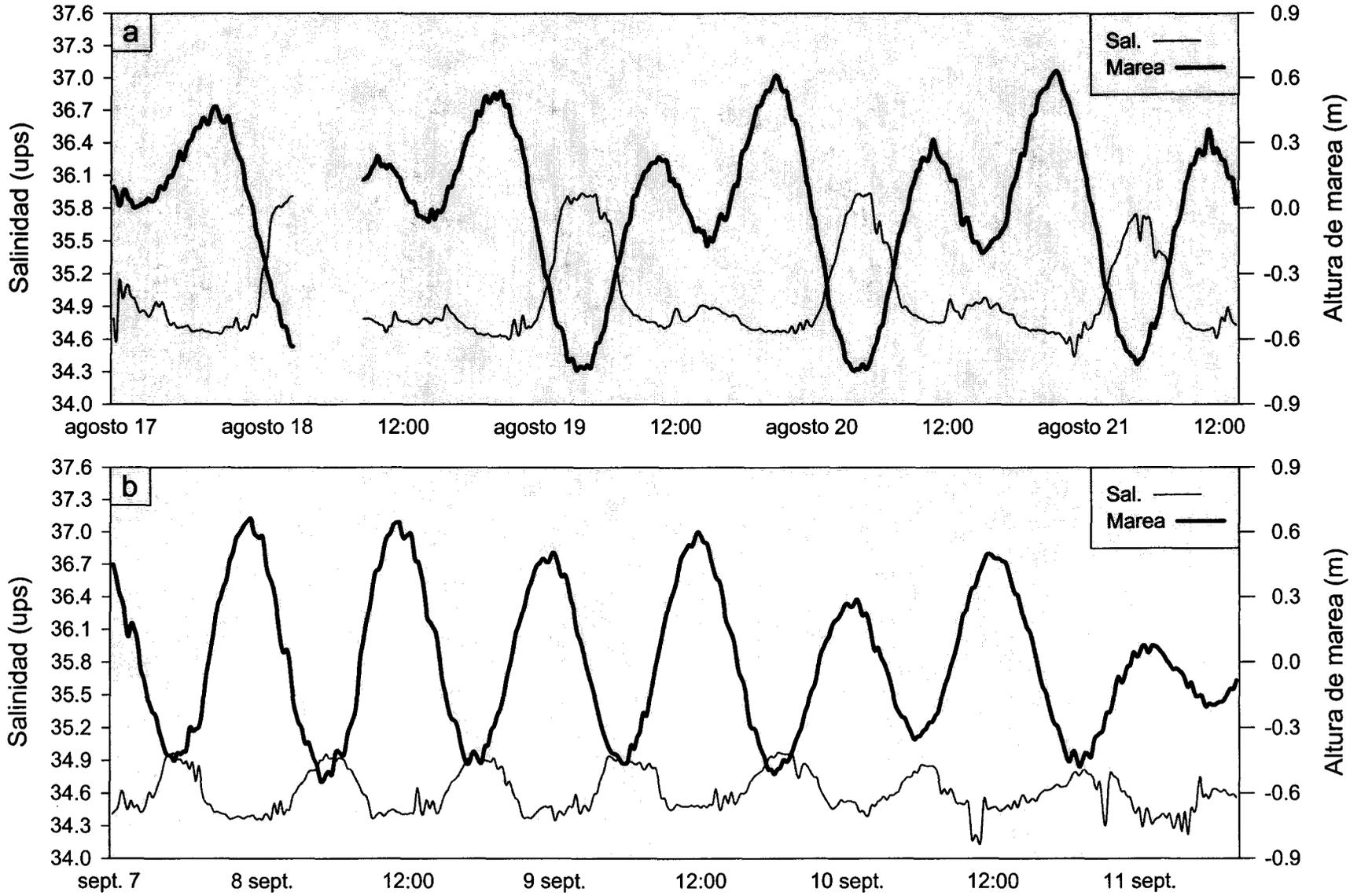


Fig. 27. Variación de la salinidad con respecto a la marea, durante cinco días de registros, en el fondo del canal de entrada a La Ensenada de La Paz. Las mediciones se realizaron en una marea viva (a) e intermedia (b) en agosto y septiembre de 1998.

3.3. Análisis de los ciclos de marea (25 horas)

3.3.1. Nivel del mar

Para obtener la curva de marea correspondiente al punto de muestreo, ubicado entre los mareógrafos, se calculó la media entre cada par de datos ajustados previamente. Los valores del rango de marea indican la presencia de dos mareas vivas, una intermedia y una muerta (Tabla VI). El mayor rango de marea se detectó en la marea viva de julio. De las gráficas de la marea, durante los cinco días, se observa que los muestreos de 25 horas se realizaron en diferentes condiciones. Así, en el ciclo de mareas vivas en julio y agosto las mareas estaban incrementándose, mientras que en las mareas muertas e intermedias la altura de la marea disminuía. Es importante señalar estas diferencias ya que seguramente influirán sobre la dinámica de los variables estudiadas.

Tabla VI. Valores del rango de marea (R), del valor máximo de la intensidad de la corriente (v) y de la corriente residual (r) de los datos registrados, en diferentes condiciones de marea por el ADP, durante 25 horas, frente a la Marina de La Paz.

Localización Tipo de marea	Marina de La Paz		
	R (m)	v (m s ⁻¹)	r (m s ⁻¹)
Marea viva	1.45	0.73	-0.030
Marea muerta	0.47	0.17	-0.002
Marea viva	1.32	0.69	-0.027
Marea intermedia	0.99	0.43	0.009

3.3.2 Intensidad y dirección de las corrientes de marea

Las gráficas de intensidad y dirección de la corriente se obtuvieron mediante un perfilador acústico de corrientes (ADP) fijado en el punto de muestreo a 4 m de profundidad a partir de la superficie. Las corrientes, registradas por el ADP, fueron más intensas durante las mareas vivas de julio y agosto, disminuyendo en la marea

intermedia de septiembre, siendo éstas mínimas durante la marea muerta de julio (Tabla VI). El promedio o corriente residual calculado fue negativo excepto en la campaña de marea intermedia, sin embargo, dada su magnitud, se considera prácticamente despreciable. Es notorio el hecho de que las velocidades máximas se registraron durante el flujo en tres de las campañas (Fig. 28 y 29).

Las gráficas de los perfiles verticales de la intensidad de la corriente de marea, en el punto de muestreo, muestran que ésta es casi homogénea en columna de agua (Fig. 30 y 31). Solo durante las velocidades máximas, ocurridas durante la marea viva (Fig. 30) se aprecia claramente que la velocidad disminuye hacia el fondo debido al efecto de fricción. Aquí también se observa que durante las fases de flujo y reflujó la intensidad de la corriente es mayor (Fig. 31).

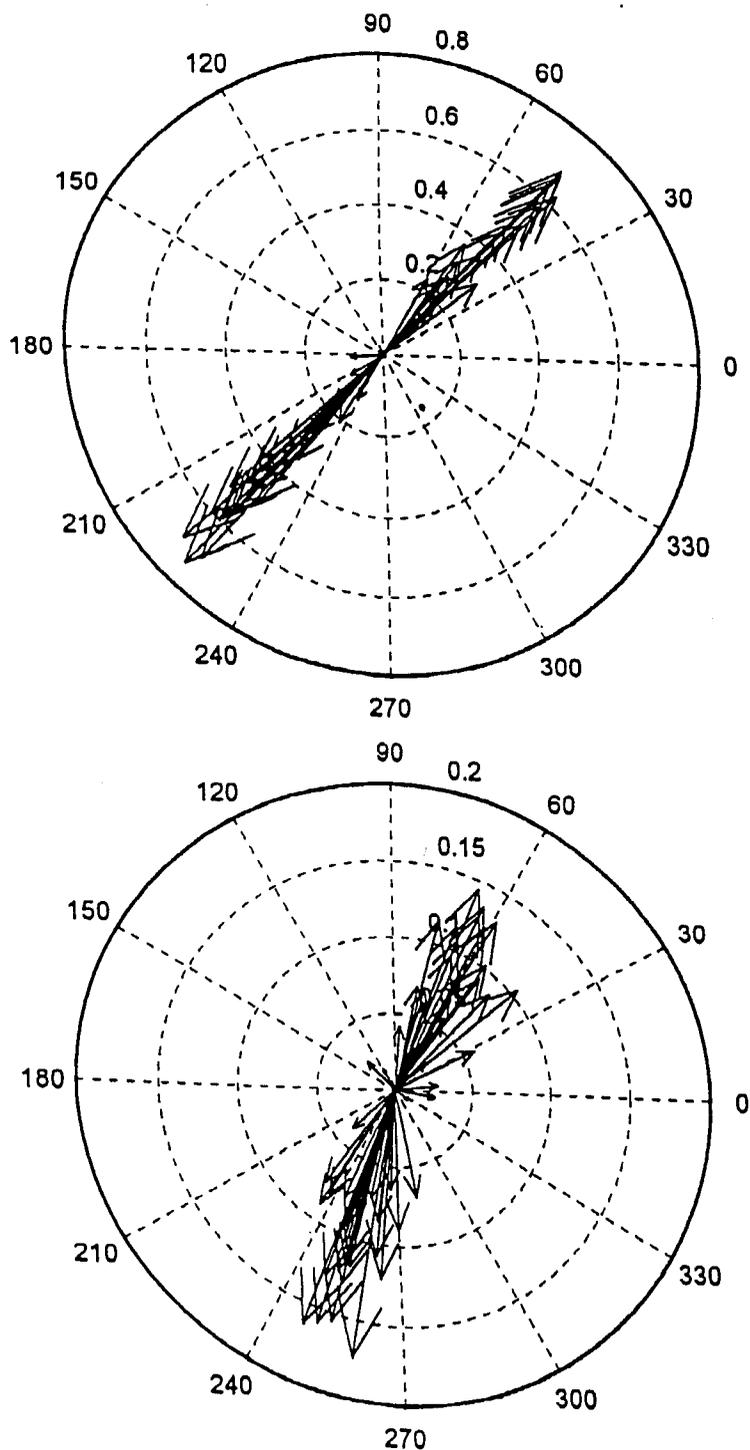


Fig. 28. Intensidad y dirección de la corriente, obtenidos a 4 m de profundidad en el punto de muestreo localizado en la entrada a la Ensenada de La Paz, durante un ciclo de 25 horas en una marea viva (a) y muerta (b) en julio de 1998.

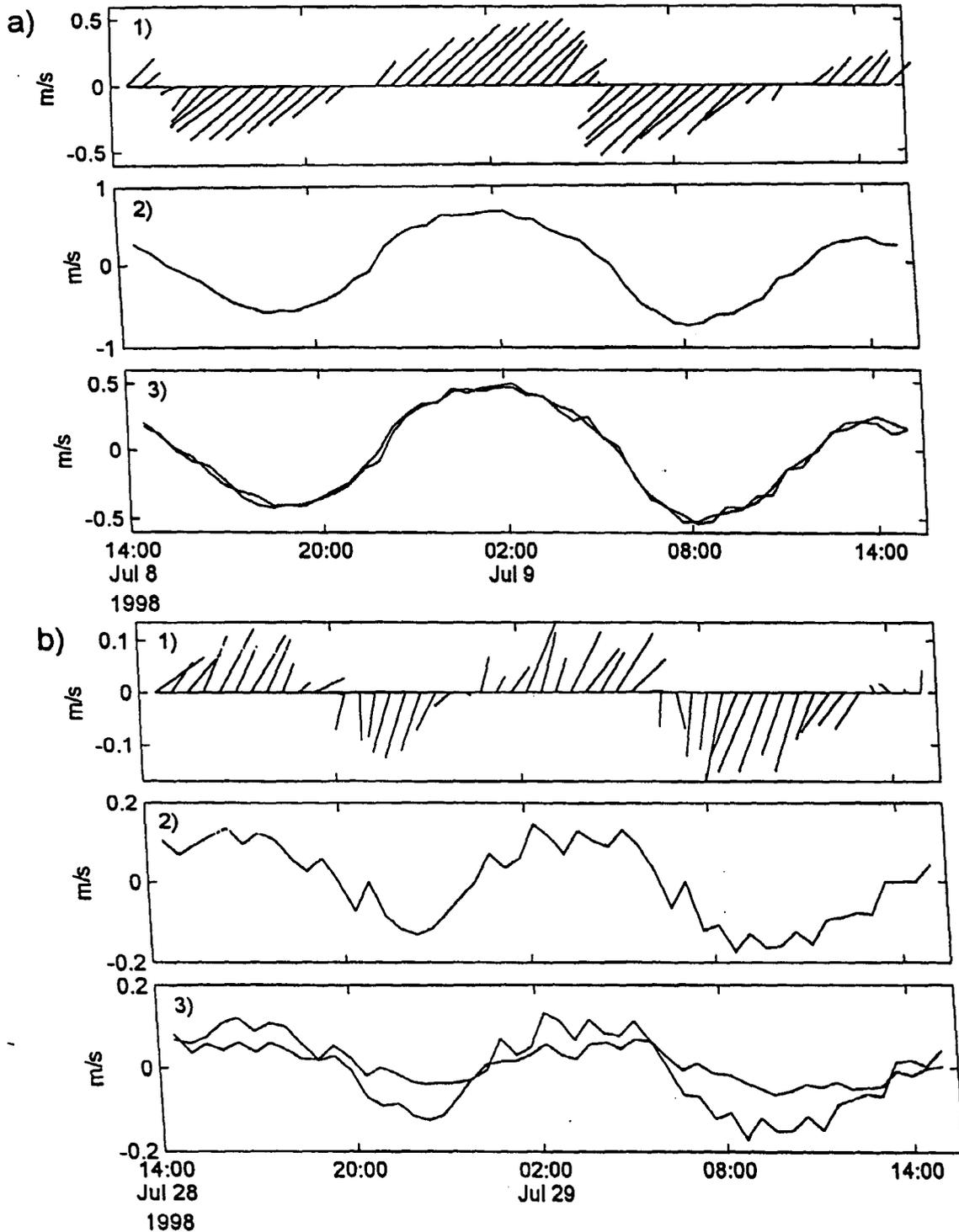


Fig. 29. Diagrama de la intensidad y dirección (1), intensidad (2) y los componentes Este y Norte de la velocidad (3) de la corriente de marea a 4 m de profundidad en el punto de muestreo localizado en la entrada a la Ensenada de La Paz, durante un ciclo de 25 horas en una marea viva (a) y muerta (b) en julio de 1998.

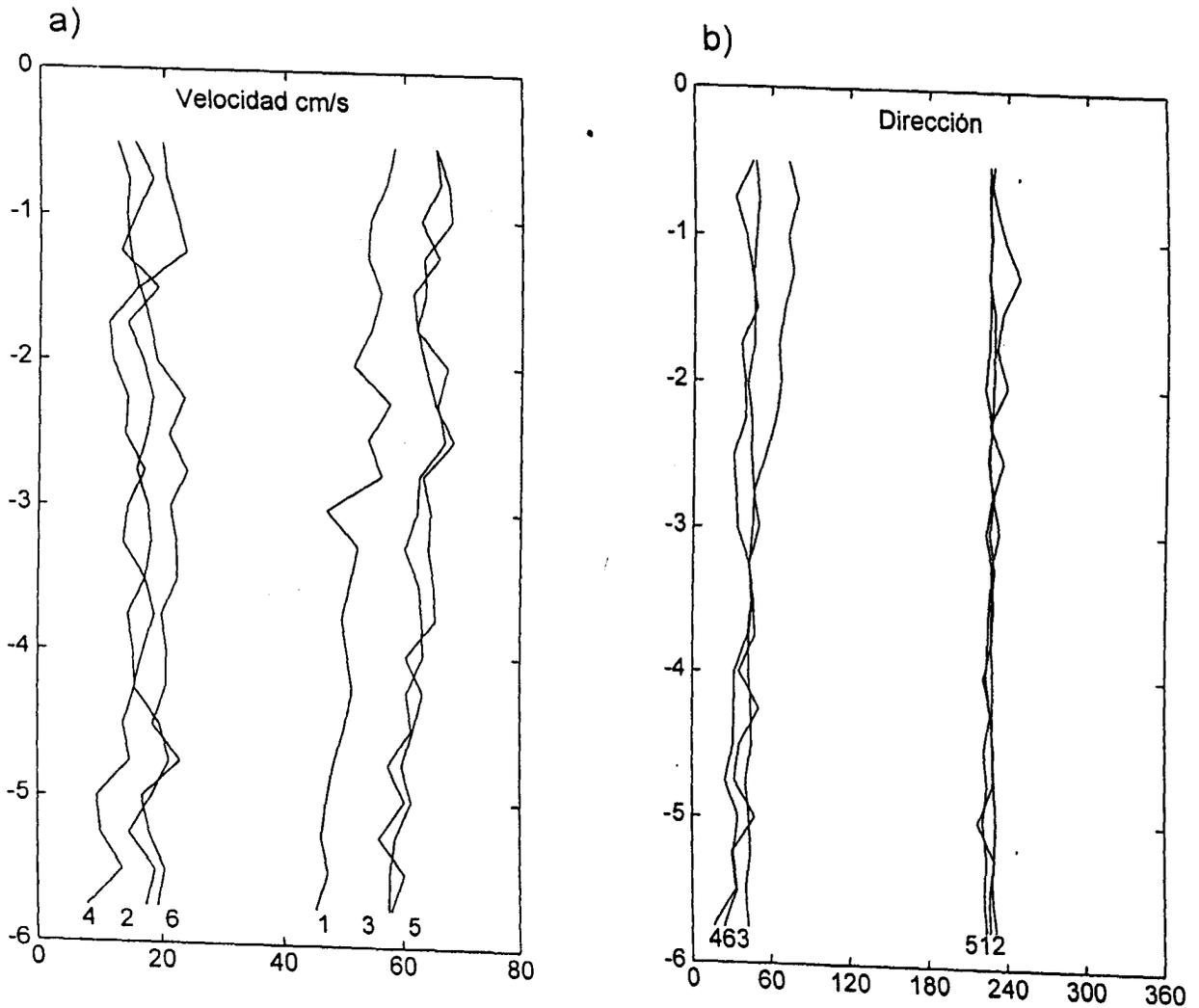


Fig. 30. Perfiles verticales de la intensidad (a) y dirección (b) de la corriente en canal de la Ensenada de La Paz, durante el flujo (1), pleamar superior (2), reflujo (3), bajamar inferior (4), flujo (5) y bajamar superior (6) de la marea en una marea viva en julio de 1998.

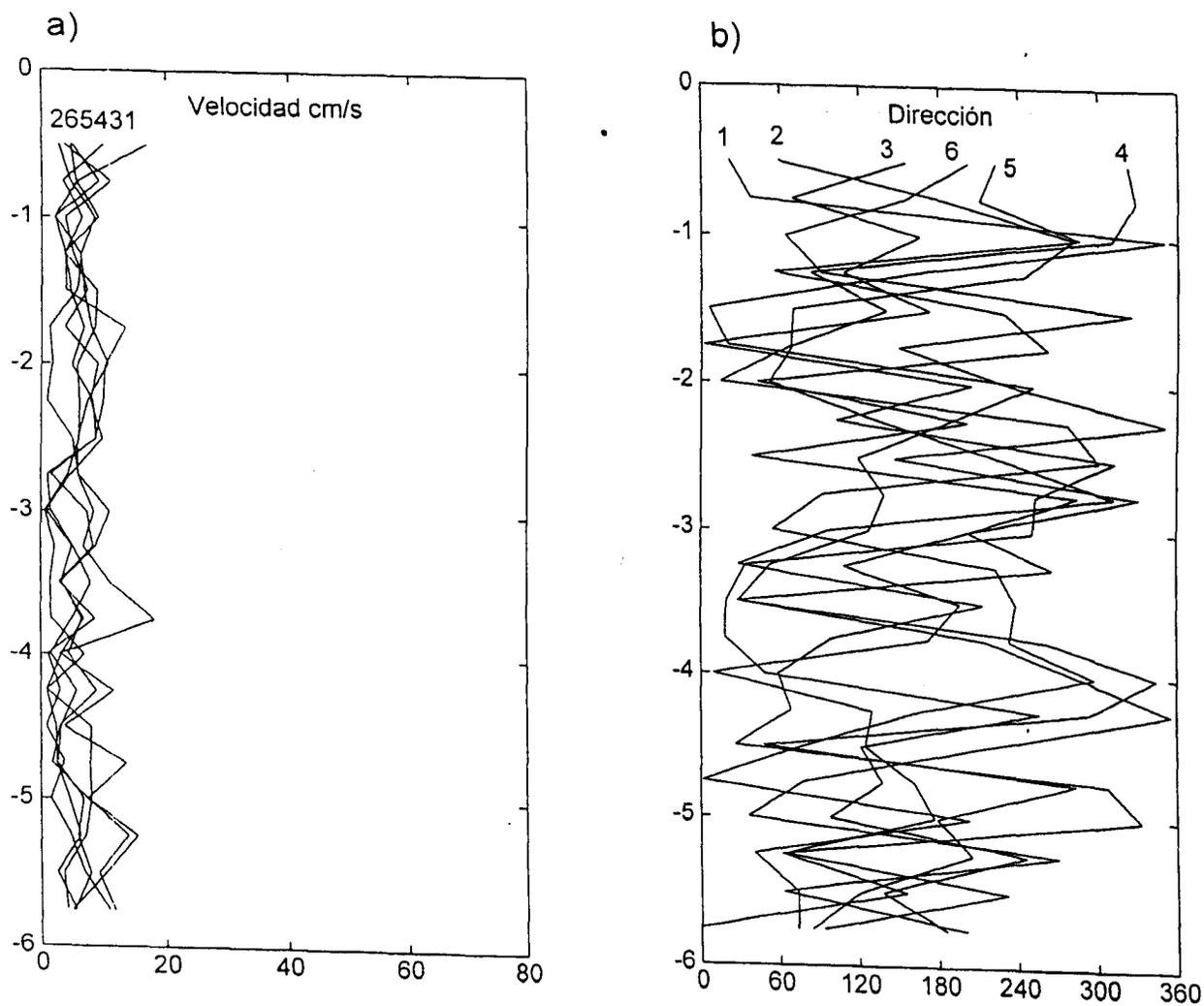


Fig. 31. Perfiles verticales de la intensidad (a) y dirección (b) de la corriente en canal de la Ensenada de La Paz, durante el reflujo (1), flujo (2), reflujo (3), bajamar inferior (4), flujo (5) y pleamar superior (6) de la marea en una marea muerta en julio de 1998.

3.3.3. Variación de la temperatura y salinidad

Los perfiles verticales de salinidad y temperatura, registrados por el miniCTD durante los ciclos de 25 horas, al igual que los medidos por los mareógrafos mostraron una correlación inversa con respecto a la fase de la marea: los valores de temperatura y salinidad se incrementaban al iniciarse el reflujó disminuyendo durante las horas correspondientes al flujo de la marea.

En cuanto a la temperatura, los valores mínimos y máximos se registraron en la pleamar superior de una marea viva de julio y al finalizar el reflujó, previo a la bajamar inferior, de una marea intermedia de septiembre (Fig. 32a y 32d). Ambos valores se determinaron en el fondo de la columna de agua.

Tabla VII. Valores de la media aritmética, desviación estándar, valores límite e intervalo de la temperatura (°C) superficial y a 7 m de profundidad. Los datos registrados (por el Mini-CTD) corresponden a las cuatro campañas realizadas, durante el periodo julio-septiembre de 1998, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz.

Marea	M. Viva(julio)		M. Muerta (julio)		M. Viva (agosto)		M. Interm. (sept.)	
	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo
Media	28.56	28.59	30.03	30.10	30.12	30.10	30.54	30.36
D. Estándar	0.51	0.56	0.25	0.25	0.35	0.35	0.54	0.68
V. Máximo	29.44	29.61	30.66	30.50	30.70	30.75	31.40	31.41
V. Mínimo	27.77	27.60	29.70	29.62	29.44	29.46	29.51	29.45
Intervalo	1.67	2.01	0.96	0.88	1.26	1.29	1.89	1.96

En la distribución vertical de la temperatura en la columna de agua se puede apreciar que en general la columna de agua se encuentra altamente mezclada durante las diferentes fases de la marea (Fig. 33) particularmente cuando se presentan las velocidades máximas. Es también notorio el hecho de que las temperaturas máximas se presentan en la bajamar inferior (Fig. 33a y 33d) o bien en

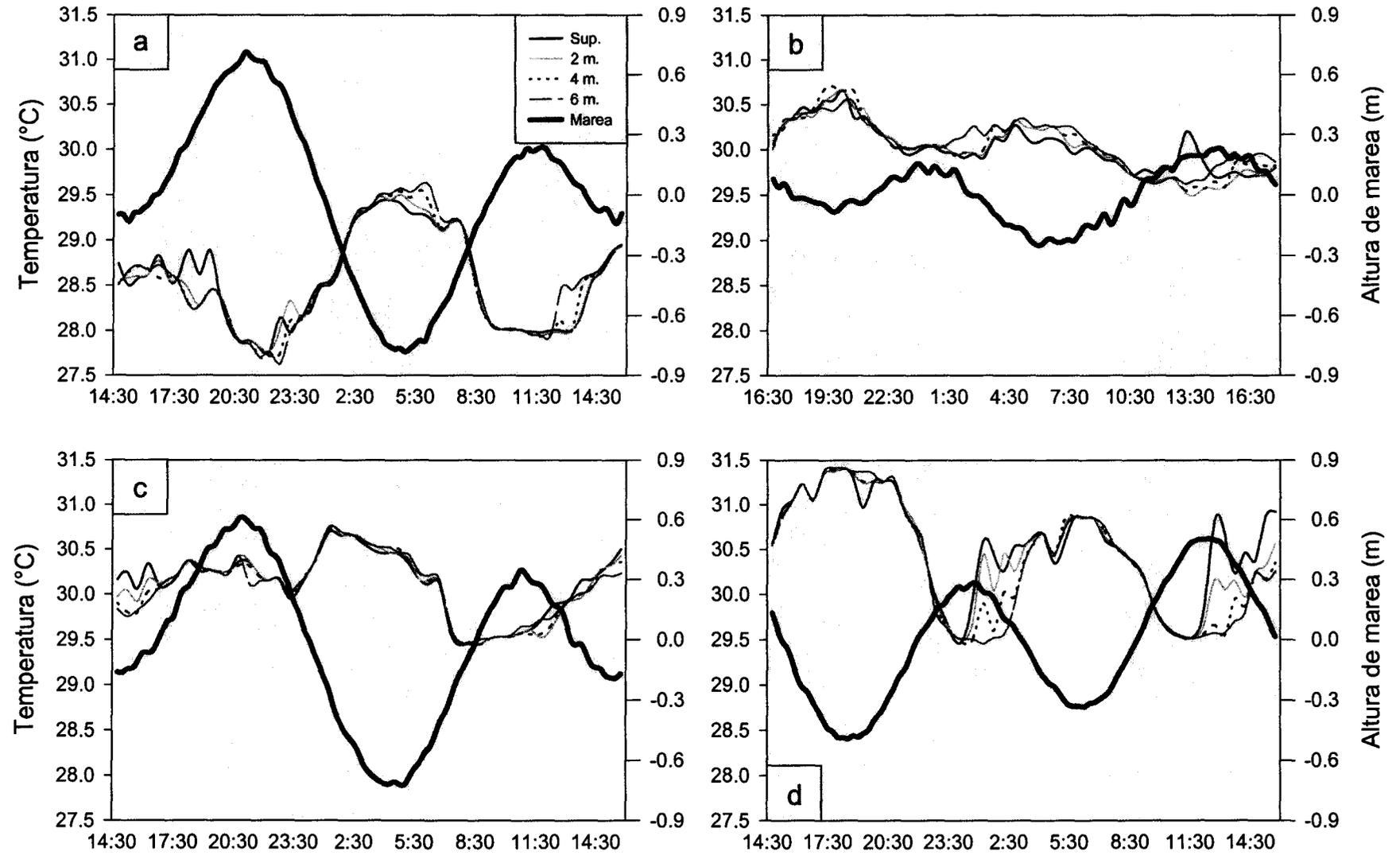


Fig. 32. Variación de la temperatura en la columna de agua del canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio y una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.

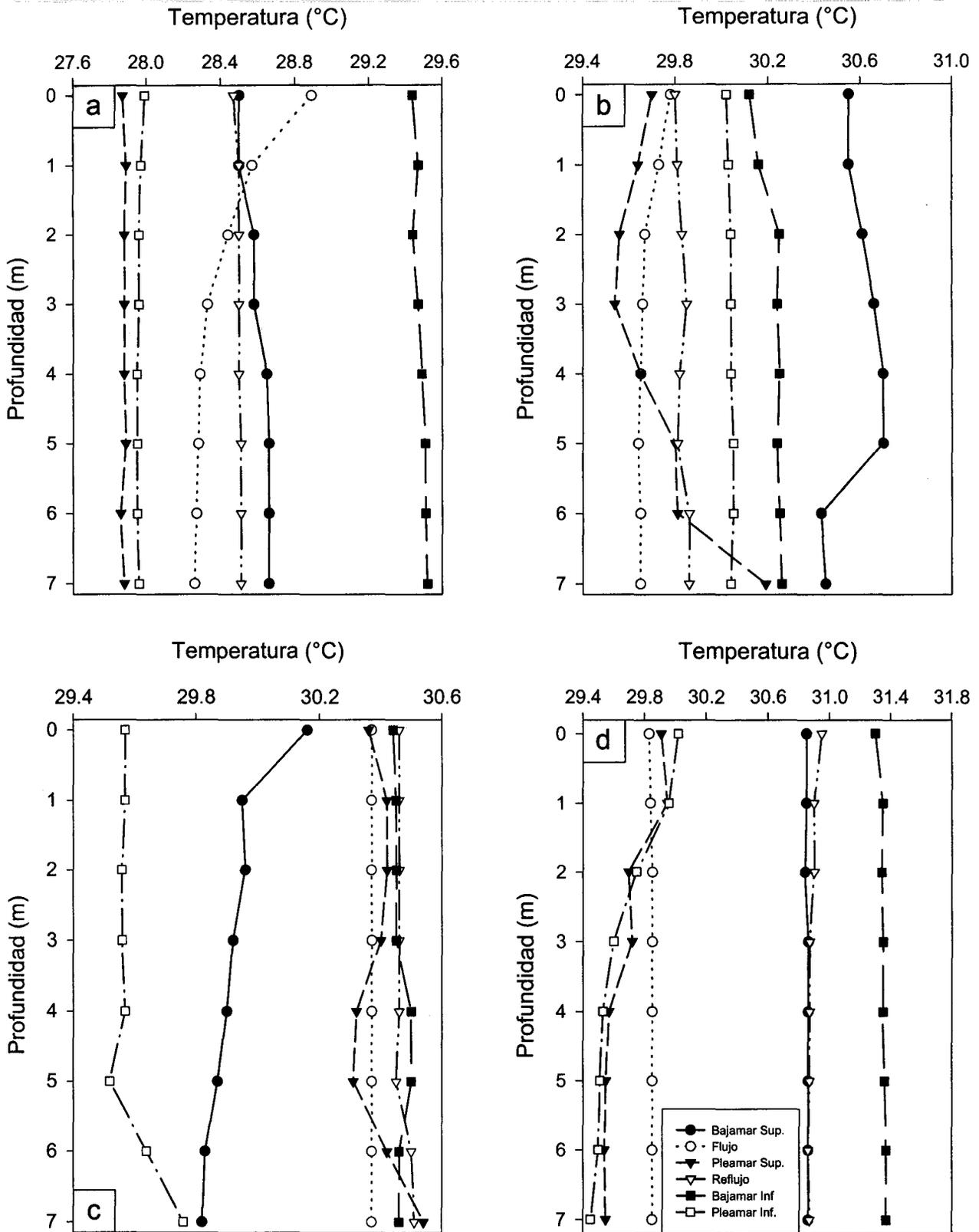


Fig. 33. Perfiles verticales de la temperatura en canal de la Ensenada de La Paz, durante distintas fases de la marea, en una marea viva (a) y muerta (b) en julio y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre de 1998. Las figuras no se presentan a la misma escala

el refluo (Fig. 33b y 33c), mientras que las mínimas lo hacen generalmente durante el refluo (Fig. 33b, 33c y 33d). No se observa evidencia que avale la existencia de un proceso de circulación antiestuarina.

Con respecto a la salinidad, la medición máxima se determinó en el fondo de la columna de agua durante la bajamar inferior de una marea viva de julio y la mínima se registró en la superficie durante la pleamar superior de una marea intermedia en septiembre (Fig. 34a y 34d).

Los valores de salinidad en la columna de agua básicamente fueron uniformes en la columna de agua (Fig. 35) salvo en alguna situación de tranquilidad como la bajamar inferior (Fig. 35a y 35 b)

En cuanto al comportamiento de la temperatura y salinidad en la columna de agua, los registros indican que durante las horas de flujo y refluo de la marea (cuando se presentaban las velocidades de corriente máximas) la temperatura y salinidad eran homogéneas en toda la columna de agua. Sin embargo, esta situación cambió, a medida que la velocidad de la corriente tendía a cero, durante la pleamar y bajamar inferior y superior. En este momento se generó una pequeña estratificación de la columna de agua por un gradiente de densidad: la salinidad aumentó con respecto a la profundidad. Este proceso se presentó en todas situaciones de marea.

Al igual que las mediciones de temperatura y salinidad determinadas por el S4, se observó un incremento de la temperatura promedio y un decremento en la salinidad. Así, el mes de mayor temperatura promedio y con el registro más alto fue septiembre, mientras que la máxima salinidad promedio registrada ocurrió en julio y la mínima en septiembre. Las más altas fluctuaciones en la salinidad se registraron

en julio descendiendo gradualmente, siendo mínimas en septiembre (Tabla VII y VIII).

Tabla VIII. Media aritmética, desviación estándar, valores límite e intervalo de la salinidad (ups) superficial y a 7 m de profundidad. Los datos (calculados a partir del Mini-CTD) corresponden a cuatro ciclos de marea, en el periodo julio-septiembre de 1998, medidos en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz.

Marea	M. Viva (julio)		M. Muerta (julio)		M. Viva (agosto)		M. Interm. (sept.)	
	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo
Salinidad								
Media	35.90	36.07	35.74	35.97	35.53	35.65	35.12	35.10
D. Estándar	0.74	0.79	0.37	0.39	0.48	0.46	0.14	0.18
V. Máximo	37.41	37.71	36.47	36.74	36.46	36.52	35.44	35.39
V. Mínimo	35.01	35.12	35.26	35.03	35.08	35.13	34.84	34.88
Intervalo	2.40	2.59	1.21	1.71	1.38	1.39	0.60	0.51

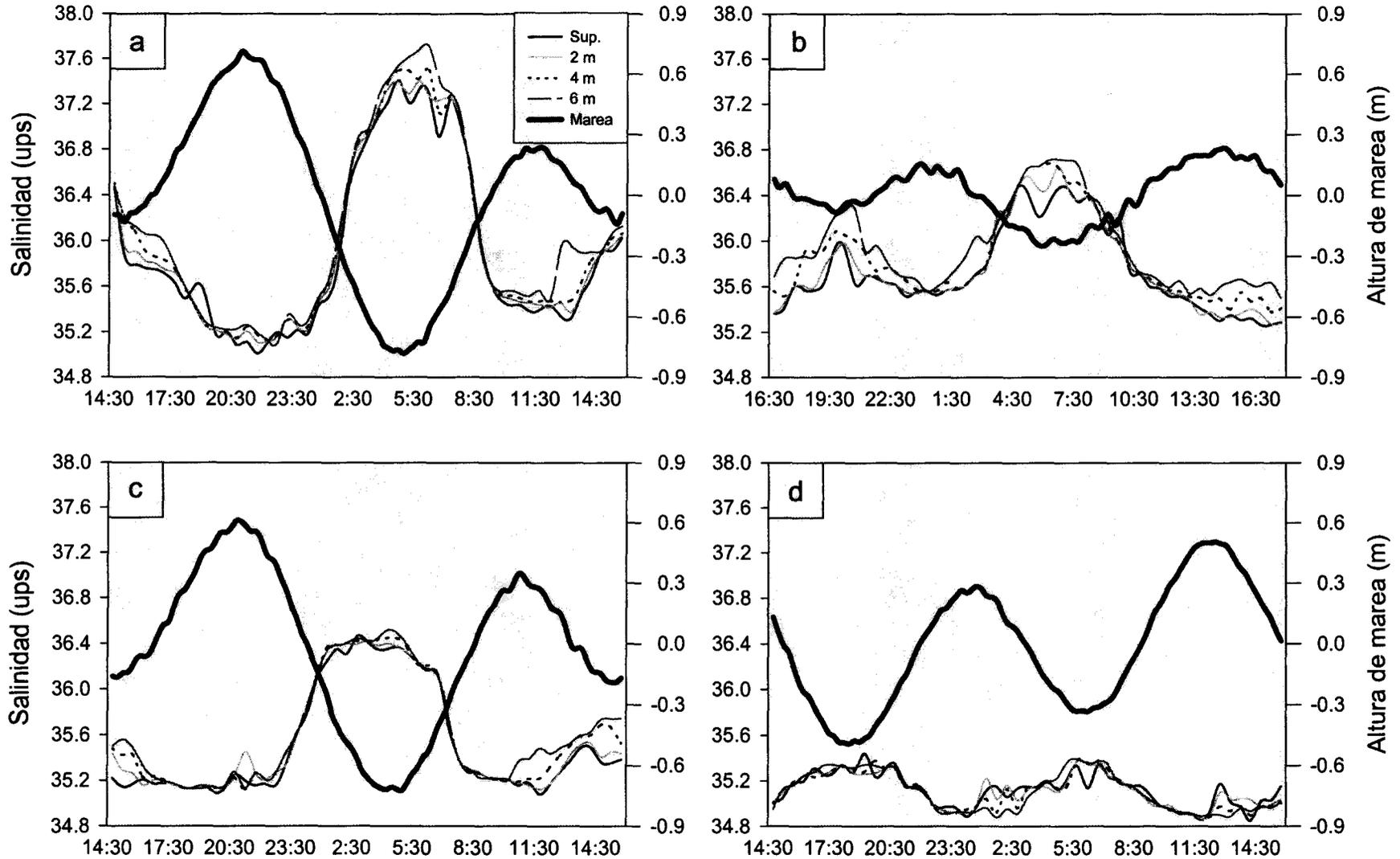


Fig. 34. Variación de la salinidad en la columna de agua del canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.

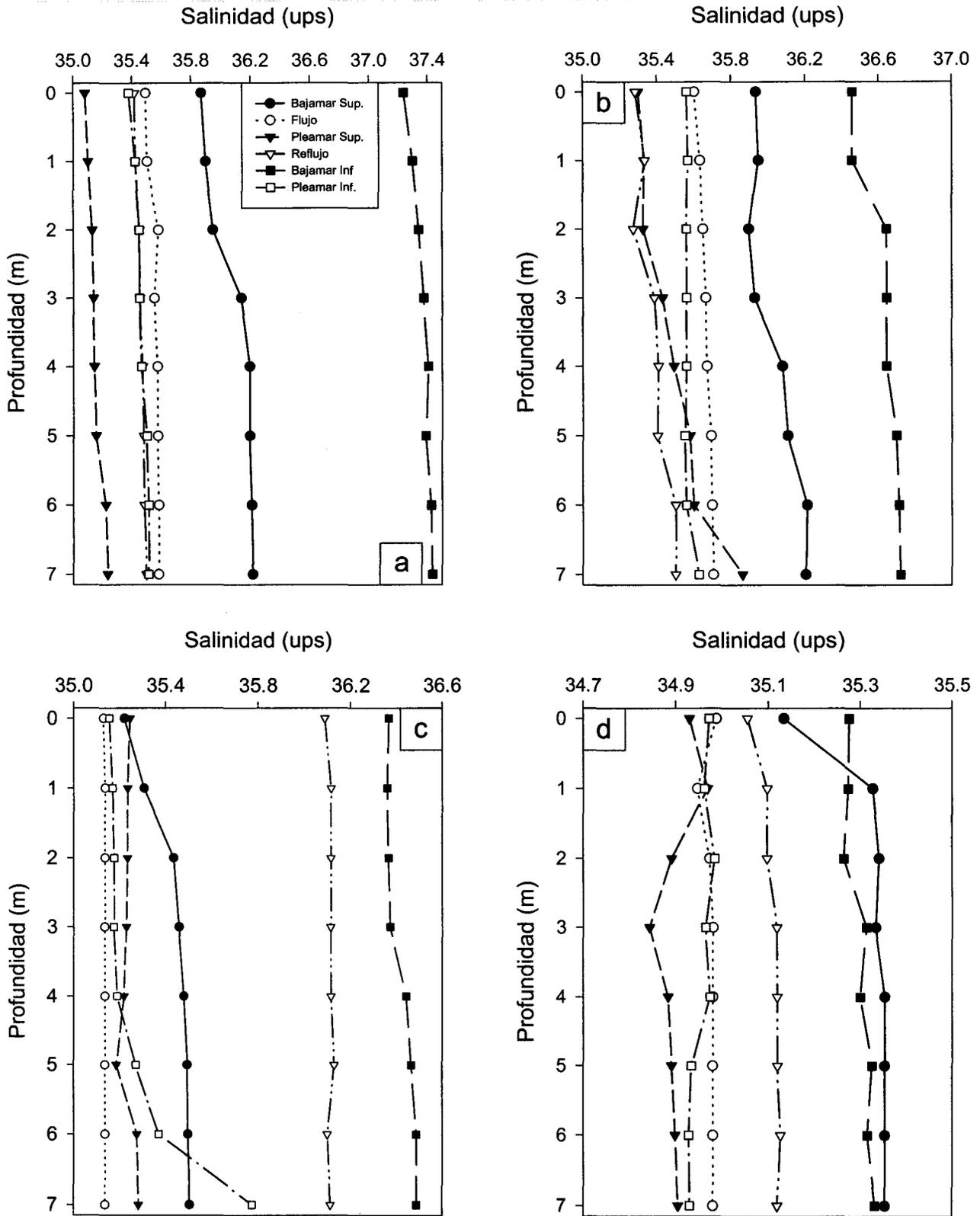


Fig. 35. Perfiles verticales de la salinidad en canal de la Ensenada de La Paz, durante distintas fases de la marea, en una marea viva (a) y muerta (b) en julio y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre de 1998.

3.3.4. Variación de los componentes de la MPS

Se observó un incremento en la concentración de algunos componentes de la MPS durante el reflujó, y un decremento a medida que se iniciaba el flujo; es decir, la concentración tendía a incrementarse a medida que el nivel del mar disminuía cuando el agua con características de la laguna salía hacia la bahía. Entre los componentes de la MPS que mostraron este patrón, se incluyen la MPS, *Cl a*, CP y NP. En general, esta tendencia fue más evidente durante las mareas vivas obteniéndose mayores concentraciones e intervalos siendo menores en la marea muerta (Tabla IX).

MPS: Los valores límite en la concentración de MPS fueron de 0.73 y 10.78 mg l⁻¹. El valor mínimo se detectó en reflujó posterior a la pleamar inferior durante una marea muerta de julio mientras que la máxima concentración se determinó en la bajamar inferior durante una marea viva de agosto (Fig. 36b y 36c). El mayor intervalo (9.85 mg l⁻¹) se determinó en una marea viva en agosto y el mínimo en una marea muerta en julio (1.88 mg l⁻¹). La mínima concentración promedio de la MPS se determinó en la marea muerta; por otro lado, la máxima concentración promedio se presentó en la marea viva de agosto, duplicando el valor anterior (Tabla IX).

Cl a: La mínima concentración de *Cl a* (0.61 mg m⁻³) se presentó durante la pleamar superior en una marea viva de agosto, mientras que la máxima concentración (3.79 mg m⁻³) se detectó durante la bajamar inferior en una marea intermedia de septiembre (Fig. 36c y 36d). En lo que se refiere al intervalo, este fue máximo en la marea intermedia de septiembre (3.04 mg m⁻³) y mínimo en la marea muerta de julio (1.08 mg m⁻³). La mayor concentración promedio de *Cl a* se detectó en la marea intermedia de septiembre siendo éste de 1.86 mg m⁻³, el extremo

contrario fue de 1.09 mg m^{-3} determinado durante una marea muerta de julio (Tabla IX).

Tabla IX. Media aritmética, (\bar{x}), desviación estándar ($D.S.$) e intervalo de la MPS, Clorofila a , Carbono y Nitrógeno Particulado, y Carbono Orgánico Particulado. Los datos corresponden a los ciclos de 25 horas, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante distintas condiciones de marea en el periodo julio-septiembre de 1998.

Tipo de marea		M. viva	M. muerta	M. viva	M. interm.
Variable	Estadístico				
MPS (mg l^{-1})	x	2.43	1.49	3.42	2.57
	D. S.	1.39	0.42	2.76	1.03
	Intervalo	(0.86-7.69)	(0.73-2.62)	(0.93-10.78)	(1.19-5.38)
Cl a (mg m^{-3})	x	1.26	1.09	1.43	1.86
	D.S.	0.38	0.31	0.72	0.67
	Intervalo	(0.67-2.15)	(0.67-1.75)	(0.61-3.28)	(0.75-3.79)
CP ($\mu\text{g l}^{-1}$)	x	529	375	435	438
	D.S.	156	90	140	141
	Intervalo	(263-953)	(227-585)	(234-770)	(229-833)
NP ($\mu\text{g l}^{-1}$)	x	76	52	61	64
	D.S.	23	14	23	22
	Intervalo	(37-117)	(31-92)	(30-114)	(33-131)
COP ($\mu\text{g l}^{-1}$)	x	420	282	383	-
	D.S.	206	113	226	-
	Intervalo	(135-984)	(82-600)	(144-1405)	-

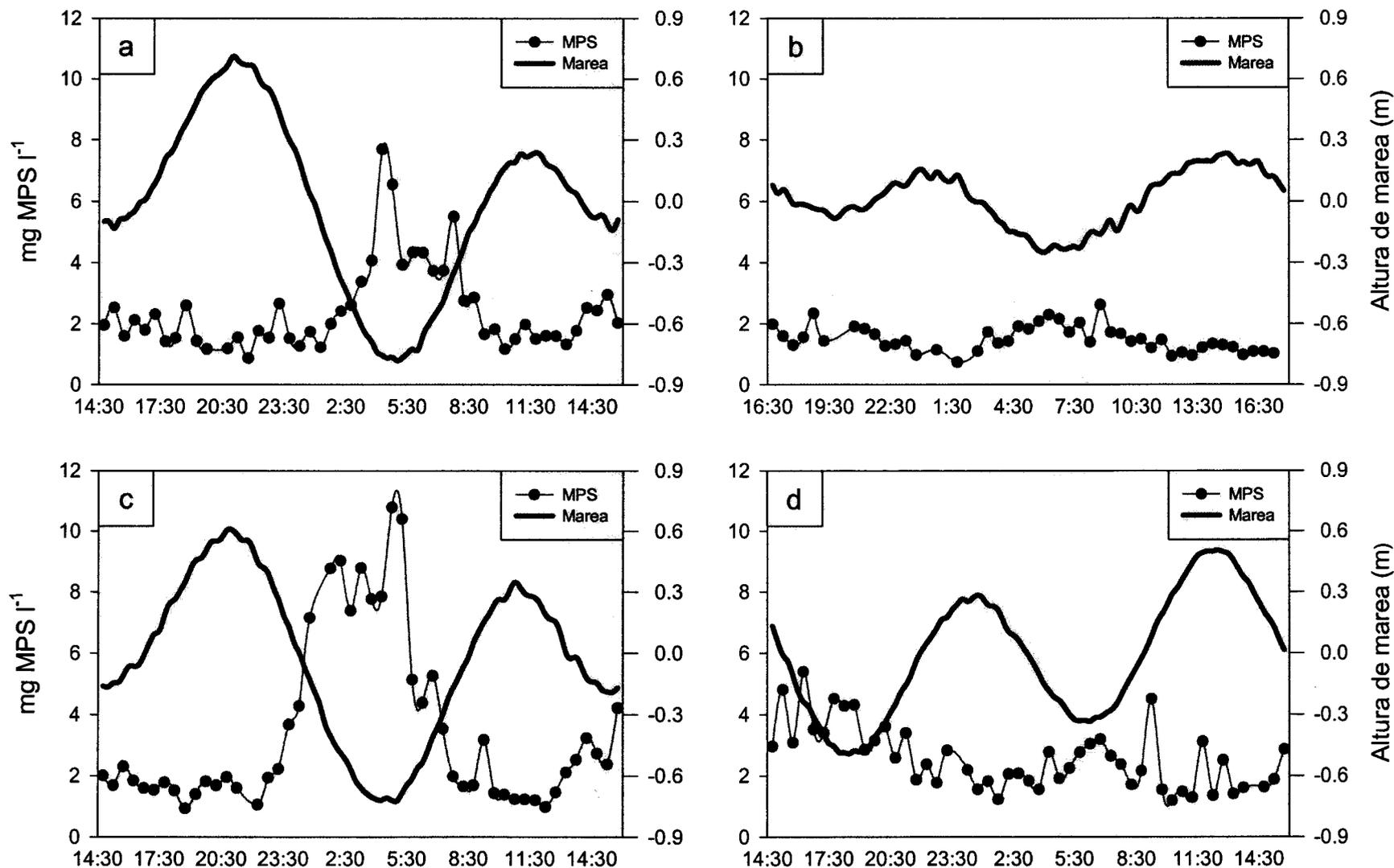


Fig. 36. Variación de la Materia particulada suspendida, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de marea durante una marea viva (a) y una muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.

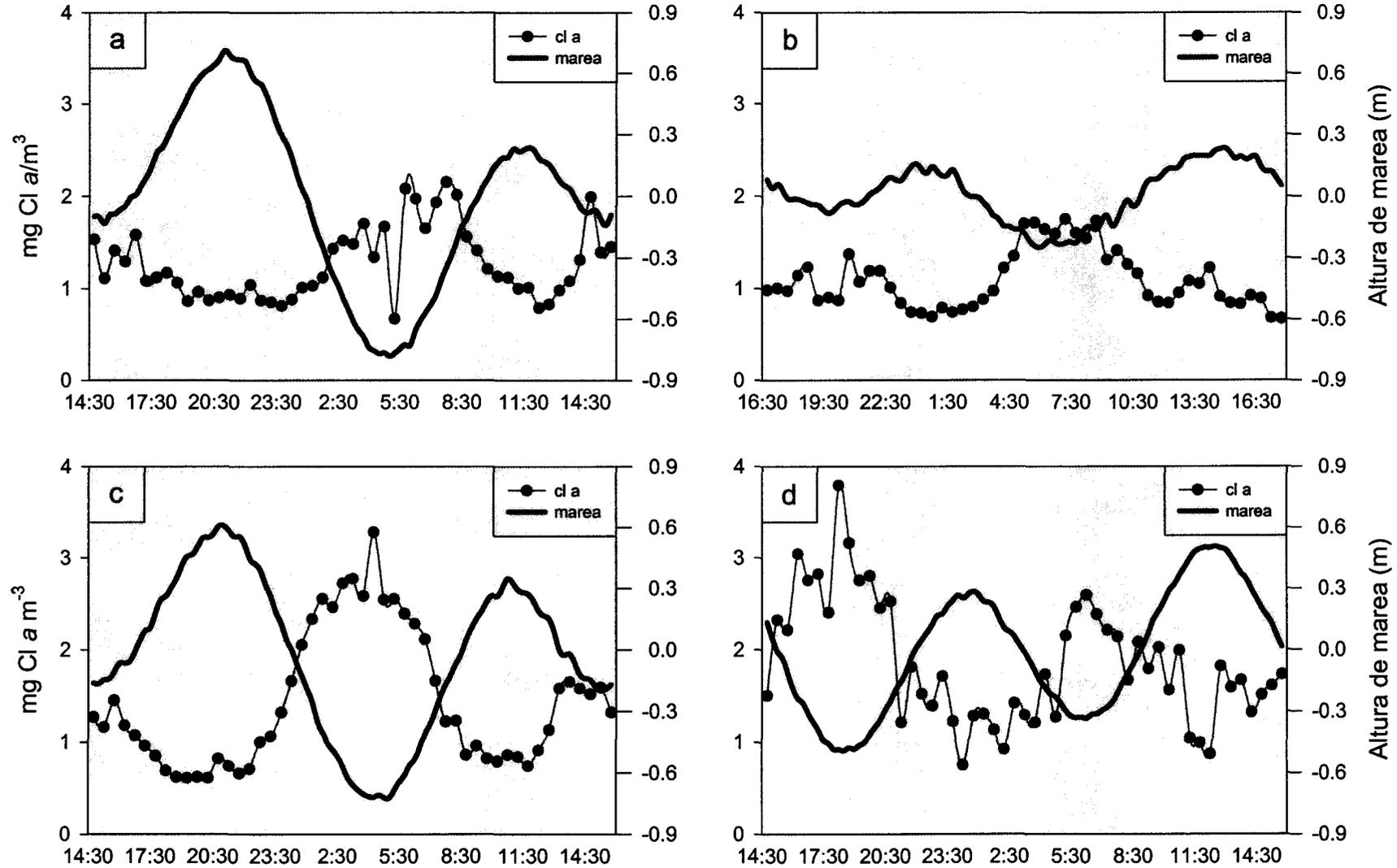


Fig. 37. Variación de la Clorofila a, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de marea durante una mareja viva (a) y muerta (b) en julio, y en una mareja viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.

CP y NP: Los valores extremos registrados para CP y NP fueron de 227 y 30 $\mu\text{g l}^{-1}$ (mínimos), y de 953 y 131 $\mu\text{g l}^{-1}$ (máximos), respectivamente. En el caso del CP la concentración mínima se registró durante una marea muerta de julio al iniciar el reflujó de la marea; mientras que la concentración máxima se detectó durante una marea viva del mismo mes con el inicio del reflujó posterior a la pleamar inferior (Fig. 38b y 38a). Para el NP la concentración mínima se detectó en una marea viva de agosto al finalizar el flujó posterior a la bajamar superior; la máxima se determinó durante el reflujó precedente a la bajamar inferior en una marea intermedia de septiembre (Fig. 39c y 39d). La concentración promedio más alta y un mayor recorrido, tanto para CP como NP, se detectó en una marea viva de julio (Tabla IX).

COP: El valor máximo y mínimo del COP fue de 984 y 82 $\mu\text{g l}^{-1}$ respectivamente. El primer valor se determinó posterior a la pleamar superior en una marea viva de julio, el segundo durante el reflujó en una marea muerta del mismo mes (Fig. 40a y 40b). Las concentraciones promedio más altas, siguiendo el patrón general, se determinaron en las mareas vivas (Tabla IX).

Al comparar los valores de CP y COP se observa que los primeros son hasta un 25 % más altos. Esto se entiende ya que el método de CHN determinó el carbono particulado total (el carbono orgánico más el carbono inorgánico).

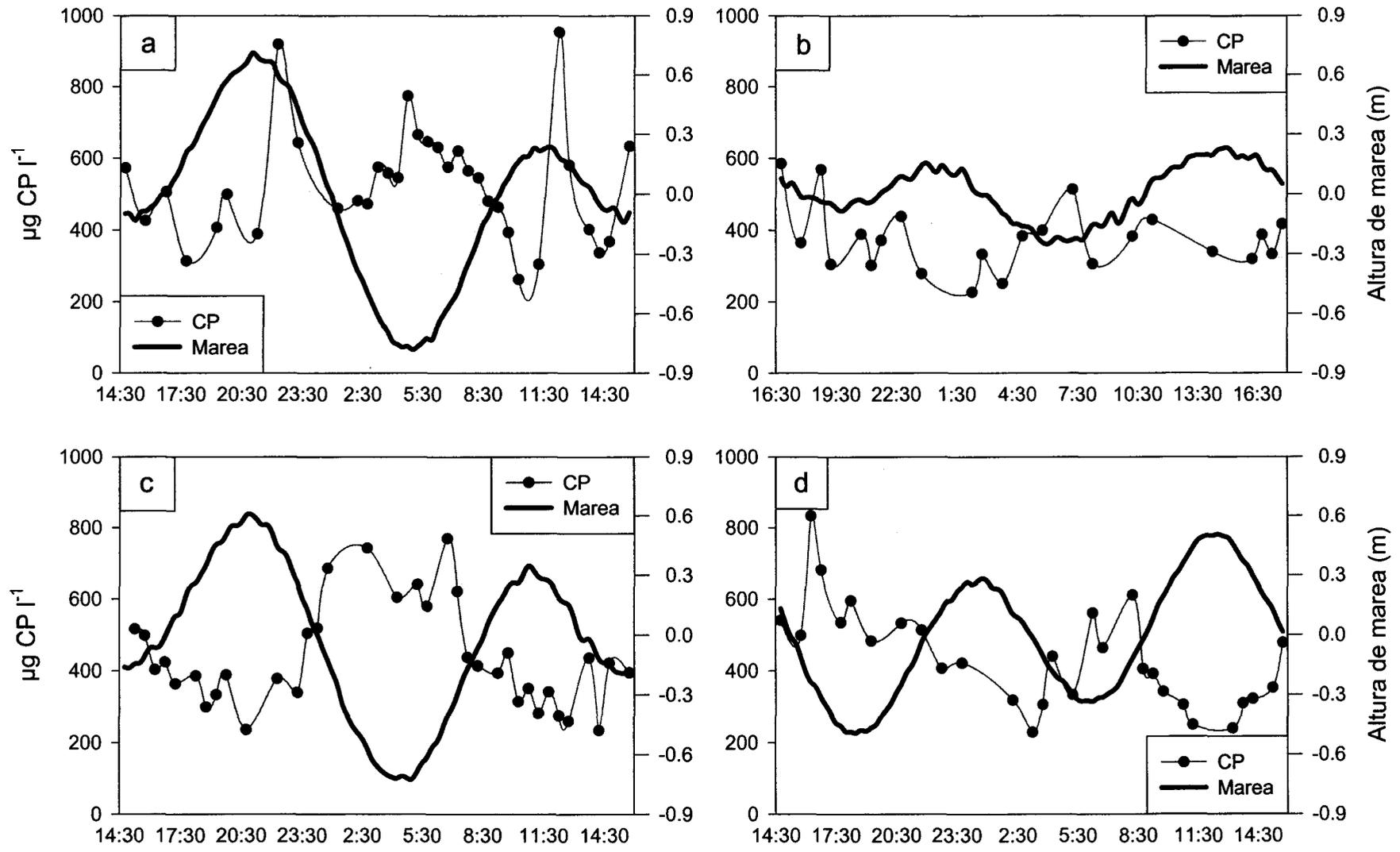


Fig. 38. Variación del Carbono particulado, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre respectivamente.

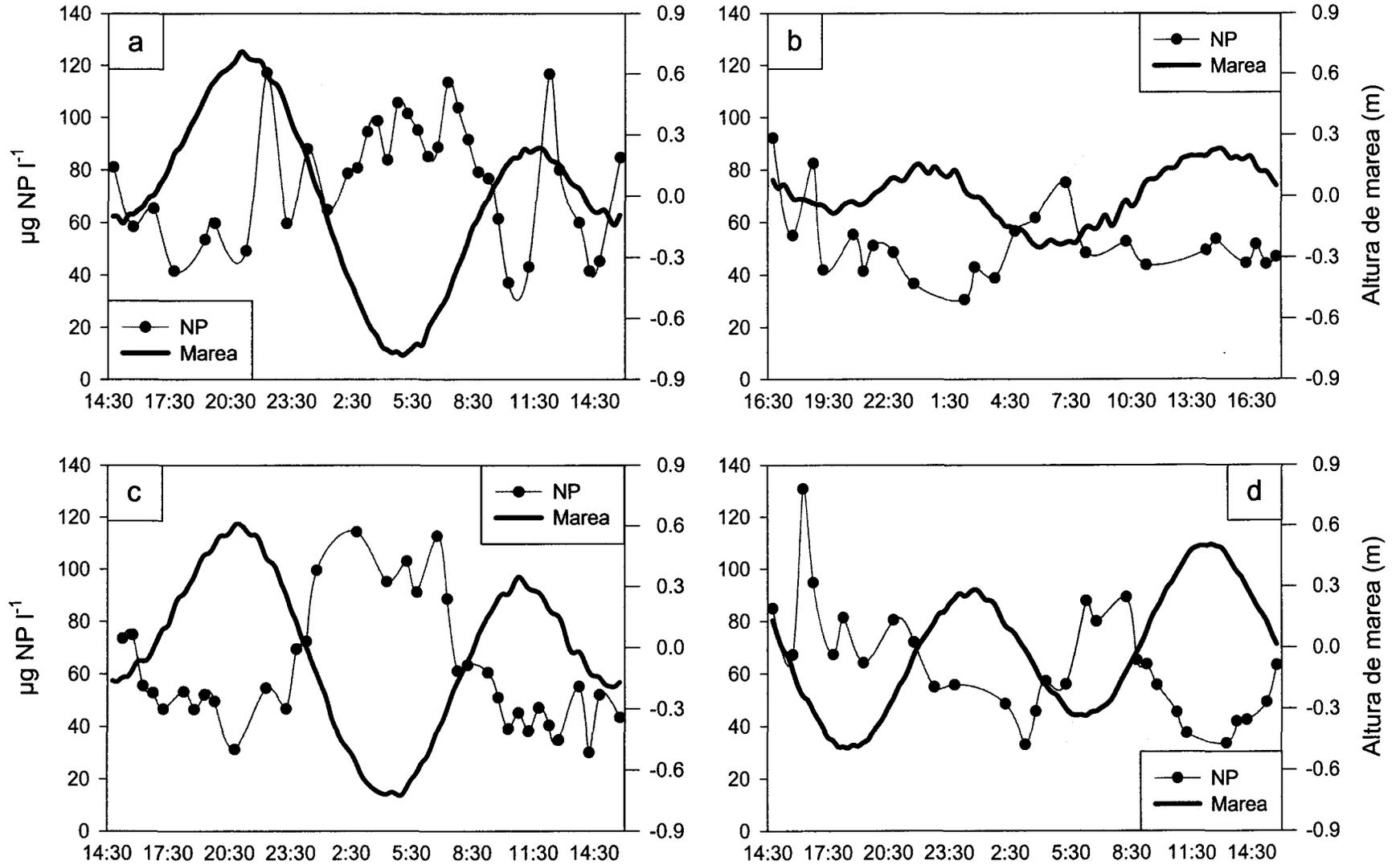


Fig. 39. Variación del Nitrógeno particulado, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.

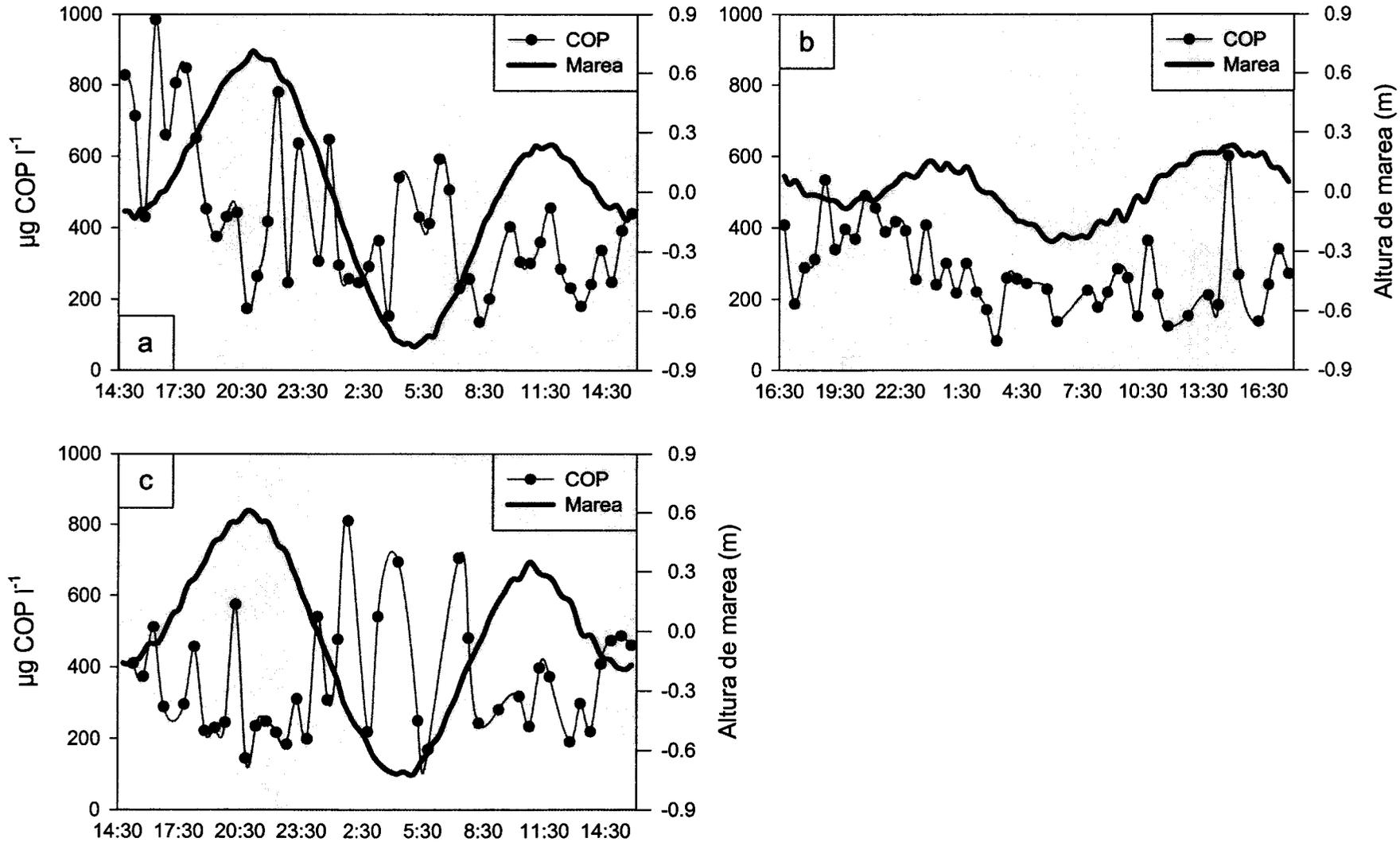


Fig. 40. Variación del Carbono orgánico particulado, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) en agosto, de 1998, respectivamente.

3.3.5. Variación de los nutrientes

El análisis temporal de los nutrientes analizados no demostró un patrón de distribución definido, siendo altamente variable en el tiempo en la mayoría de los casos. La concentración varió aparentemente sin relación con la fase de la marea, salvo los silicatos y en ocasiones los fosfatos presentaron un patrón de distribución con respecto a la marea. Los nitritos sólo en una ocasión presentaron cierta relación con la marea.

NO₂: La concentración máxima y mínima de nitritos fue de 0.537 y 0.004 µg-at l⁻¹, ambas concentraciones se detectaron durante el flujo de una marea muerta en julio (Fig. 41b). En esta marea, en particular, se registraron altas concentraciones de nitritos, debido a lo cual la concentración promedio más alta, además del mayor recorrido o intervalo, se calculó para esta marea muerta (Tabla X).

NO₃: Los valores límite de los nitratos fueron 8.17 y 0.08 µg-at l⁻¹, el primer caso se presentó a las 14:30 en la bajamar superior de una marea viva de julio mientras que el mínimo lo hizo en la marea muerta a las 2:00 horas durante el refluo (Fig. 42a y 42b). La concentración promedio fue máxima en la marea viva de julio seguida de la calculada en la marea muerta (Tabla X).

PO₄: En el caso de los fosfatos, se observó una aparente relación entre la fase de la marea y la concentración de esta variable, así durante el refluo la concentración tendía a incrementarse (Fig. 43). Se encontraron valores de 1.631 y 0.295 µg-at l⁻¹ correspondientes a la máxima y mínima concentración en una marea intermedia y muerta respectivamente. El máximo valor fue detectado a las 4:00 horas en el refluo y el mínimo a las 0:30 horas en la pleamar inferior (Fig. 43b y 43d). En la marea intermedia se observó la concentración promedio más alta (Tabla X).

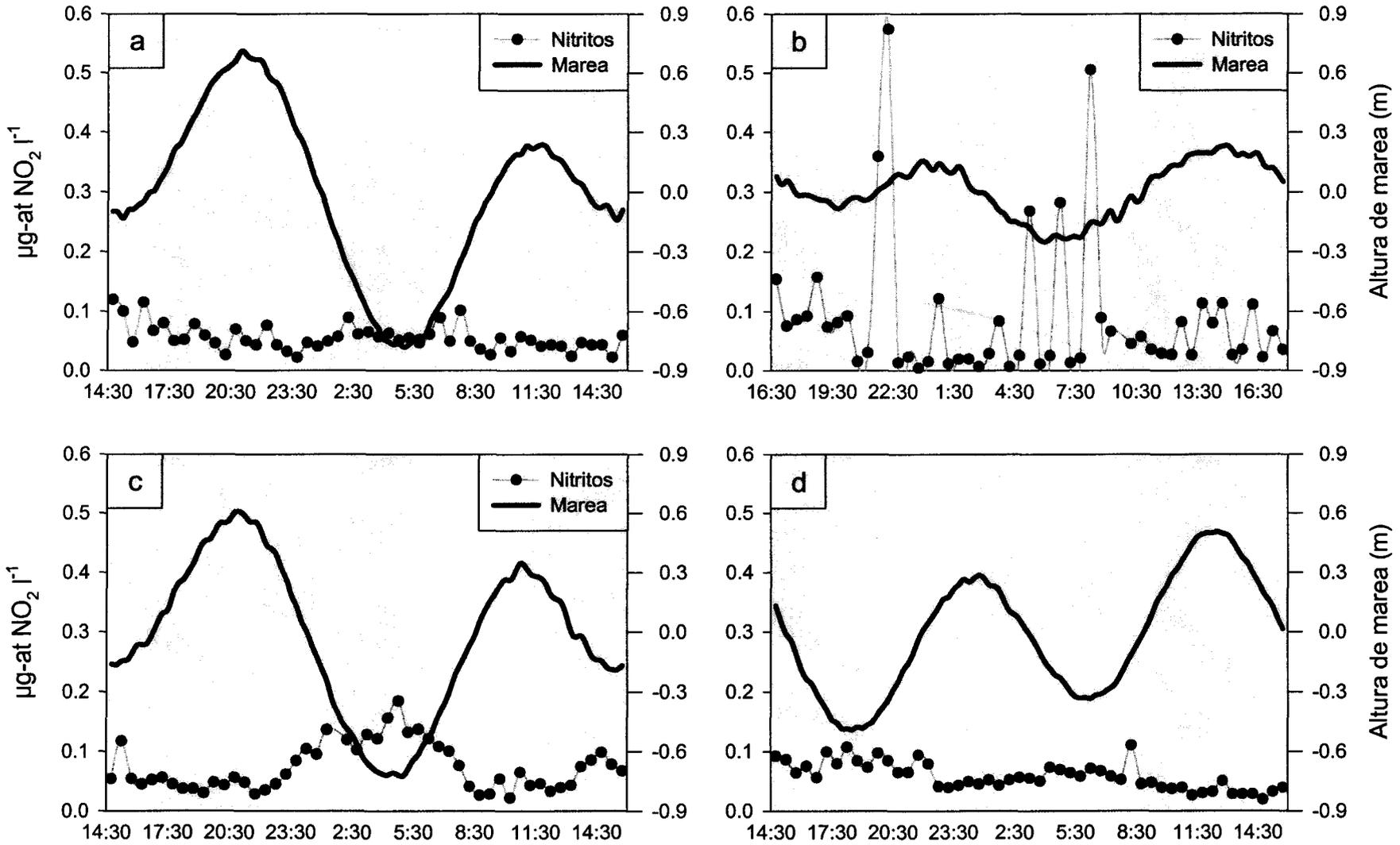


Fig. 41. Variación de nitritos, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.

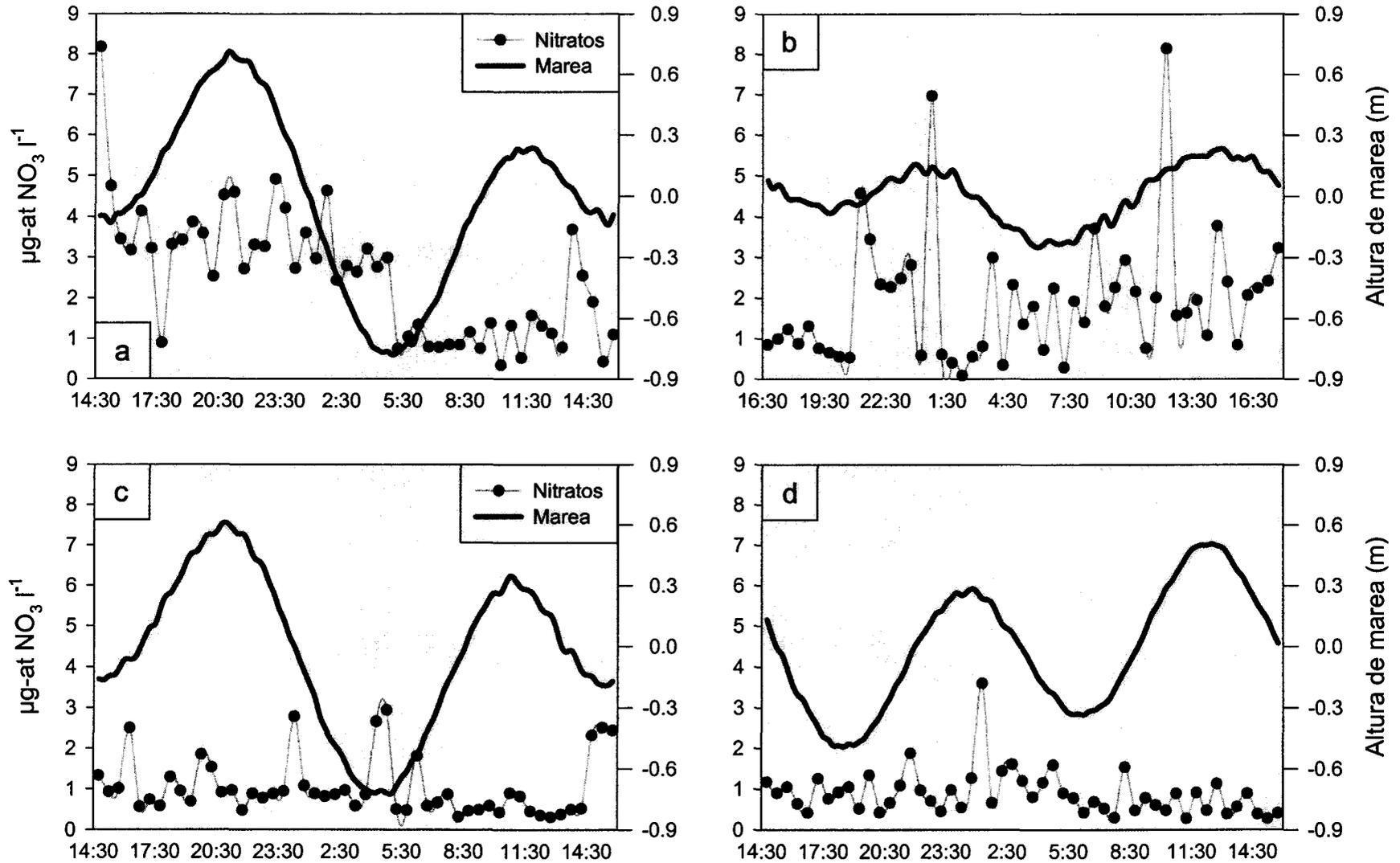


Fig. 42. Variación de nitratos, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.

SiO₂: Para los silicatos la concentración máxima y mínima fue de 21.66 y 0.00 $\mu\text{g-at l}^{-1}$, ambos valores se presentaron durante la marea viva de julio (Fig. 44a). Al igual que los fosfatos la máxima concentración promedio de silicatos se determinó en la marea intermedia de septiembre (Tabla X).

Tabla X. Media aritmética (x), desviación estándar ($D.S.$) e intervalo de algunos nutrientes inorgánicos disueltos. Los datos corresponden a los ciclos de 25 horas, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante distintas condiciones de marea en el periodo julio-septiembre de 1998.

Variable	NO ₂ ($\mu\text{mol l}^{-1}$)			NO ₃ ($\mu\text{mol l}^{-1}$)			PO ₄ ($\mu\text{mol l}^{-1}$)			SiO ₂ ($\mu\text{mol l}^{-1}$)		
	x	$D.S.$	Intervalo	x	$D.S.$	Intervalo	x	$D.S.$	Intervalo	x	$D.S.$	Intervalo
Marea Viva	0.06	0.02	(0.02-0.12)	2.53	1.57	(0.34-8.17)	0.78	0.19	(0.42-1.30)	5.83	5.39	(0-21.7)
Muerta	0.09	0.12	(0.00-0.57)	1.92	1.55	(0.08-8.14)	0.56	0.14	(0.30-0.93)	5.82	2.54	(2.57-12.2)
Viva	0.07	0.04	(0.02-0.18)	1.04	0.71	(0.31-2.93)	0.61	0.22	(0.35-1.19)	7.62	4.65	(2.06-17.9)
Interm.	0.06	0.02	(0.02-0.11)	0.88	0.55	(0.27-3.59)	1.01	0.22	(0.68-1.63)	10.11	4.69	(3.28-20.3)

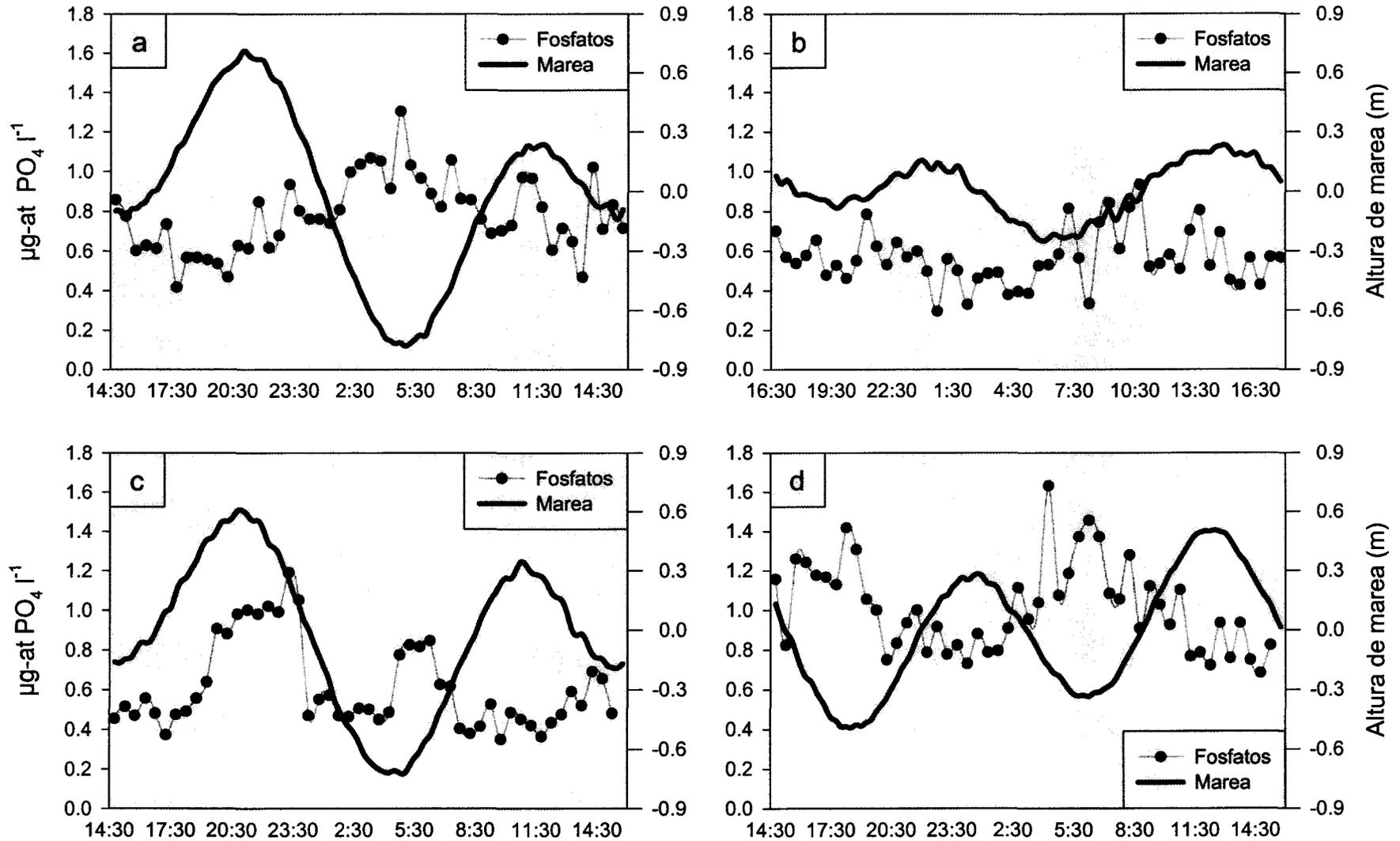


Fig. 43. Variación de fosfatos, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.

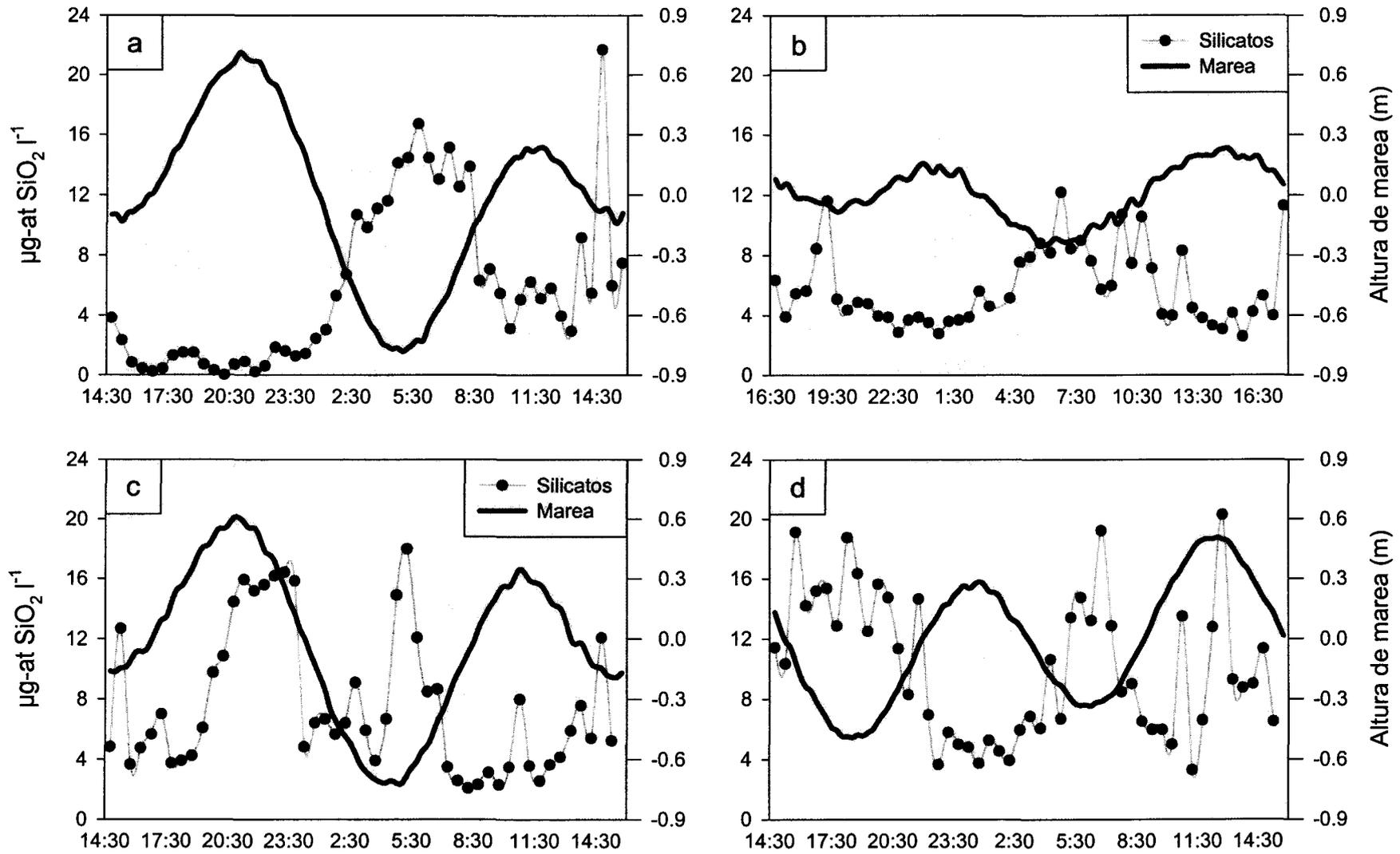


Fig. 44. Variación de silicatos, en el canal de la Ensenada de La Paz, con respecto al nivel de la marea, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente.

3.3.6. Balance de masa de los componentes de la MPS y nutrientes

El análisis del balance de los componentes de la MPS y de nutrientes no reveló una evidente tendencia de exportación salvo en las variables MPS y silicatos cuyos balances fueron positivos en todas las situaciones de marea. Ambas variables presentaron un proceso de exportación siendo éste más importante en las mareas vivas e intermedia y en menor grado en la muerta (Tabla XI). Los balances de Cl a, CP, nitritos y fosfatos fueron positivos en la mayoría de las campañas.

Tabla XI. Balance de los principales componentes de la Materia Particulada Suspendida y de algunos nutrientes determinado en el canal que comunica a la Ensenada de La Paz con la bahía, en diferentes condiciones de marea durante julio, agosto y septiembre de 1998. Las unidades están expresadas en kilogramos por ciclos de mareas (25 horas).

Variable	MPS	Cl a	CP	NP	COP	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂
Marea									
Viva	25,290	-14.9	1,023	-98	-5,490	-0.675	61.4	4.86	116.1
Muerta	10,710	5.4	860	262	630	1.098	-20.9	-1.35	38.7
Viva	88,560	11.9	-3,161	-437	927	0.288	-3.4	0.36	121.5
Intermedia	38,340	18.1	2,755	280	-	0.405	9.6	10.6	168.3

Al hacer el balance de masa se advierte que en ningún caso se presentó un proceso de importación constante a lo largo de todos los muestreos llevados a cabo. Solo el Nitrógeno particulado y los nitratos presentaron tendencias negativas (importación) en dos casos (Tabla XI).

3.3.7. Variación en la abundancia y riqueza específica del fitoplancton

Durante la pleamar y bajamar superior e inferior en una marea viva de agosto se identificaron 94 especies pertenecientes al microfitoplancton. El nanofitoplancton, no identificado taxonómicamente, fue la fracción predominante contribuyendo con hasta el 88% de la abundancia total (Tabla XII). La abundancia y la riqueza específica mostraron un máximo durante la bajamar inferior, mientras que durante la pleamar superior se presentaron los mínimos (Fig. 45a y 45b). Con el fin de comprobar una posible correspondencia entre la abundancia de células contra la clorofila *a* y el carbono particulado se aplicó un análisis de regresión simple. Los resultados demostraron una alta correlación entre estas variables.

Tabla XII. Parámetros de la estructura de la comunidad del fitoplancton, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante la pleamar y bajamar superior e inferior en una marea viva de agosto de 1998.

Estado de la marea	Pleamar superior	Bajamar inferior	Pleamar inferior	Bajamar superior
Hora	21:00	5:00	11:00	15:00
Riqueza específica (microfitoplancton)	17	62	24	28
Microfitoplancton (cels. l ⁻¹)	17,181	91,007	42,332	70,368
Nanofitoplancton (cels. l ⁻¹)	132,423	242,051	122,654	238,795
Abundancia total	149,604	333,059	164,986	309,163
Porcentaje de material particulado	5-10	25-30	5	25-30

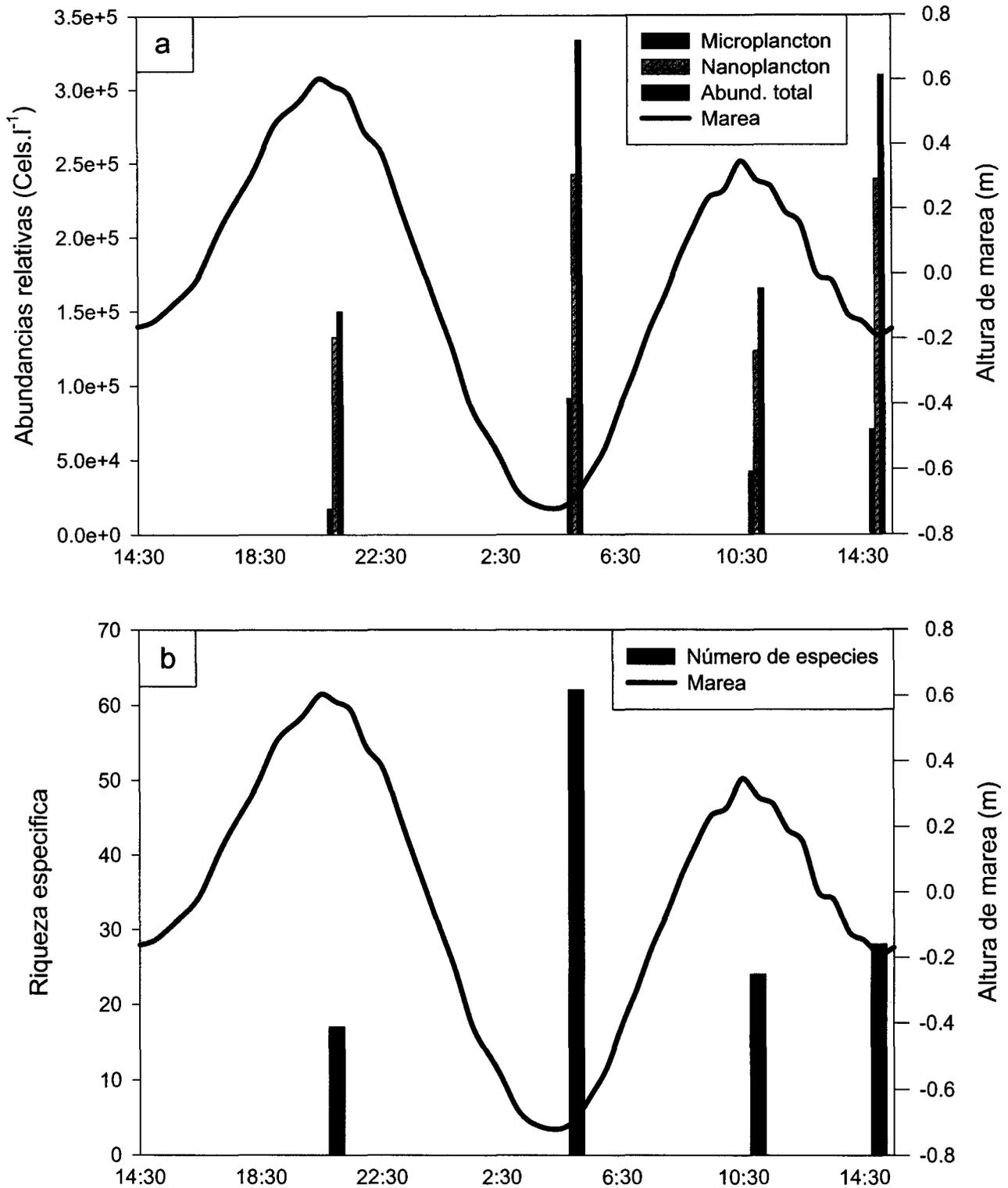


Fig. 45. Variación de las abundancias relativas del microfitoplancton y nanofitoplancton (a) y del número de especies del microfitoplancton (b) durante la pleamar y bajamar superior e inferior en una marea viva de agosto de 1998.

3.4. Razones Carbono – Nitrógeno

3.4.1. Distribución espacial de la razón C:N

La distribución espacial de las razones Carbono-Nitrógeno mostraron un patrón consistente en todas las campañas de muestreo. Las razones más altas se presentan en la parte externa de la laguna y en el Norte de la misma (Fig. 46). La mayor razón determinada fue de 9.03 y se encontró en una marea viva de julio frente a Marina Palmira, mientras que la mínima fue de 5.74 y se presentó junto al Hotel Crowne Plaza en una marea intermedia de septiembre (Fig. 46a y 46d respectivamente). Las razones promedio calculadas en las diferentes condiciones de marea no son muy diferentes aunque también se encuentran los mayores valores en las mareas vivas (Tabla XIII). Se determinó una razón promedio, para todos los análisis espaciales, de 7.04 y una desviación estándar de 0.64.

3.4.2. Variación temporal de la razón C:N

En cuanto a la relación Carbono-Nitrógeno, a partir de los valores obtenidos por CHN, se determinó una razón máxima y mínima de 12.50 y 6.34 respectivamente. Ambos valores se detectaron durante una marea viva de julio (Tabla XIII). Se calculó una razón promedio, para los cuatro ciclos, de 8.31 con una desviación estándar de 0.96. No se observó ningún patrón de comportamiento de estas razones C:N con respecto a la fase de la marea en ninguno de los ciclos analizados. Sin embargo, el máximo se registró en la pleamar superior, de la mencionada marea viva, y el mínimo en la bajamar inferior de esa misma marea. Al parecer la amplitud de la marea no determina el valor de las razones C:N ya que tanto en mareas vivas y muertas se detectaron valores y promedios muy similares (Tabla XIII).

Tabla XIII. Media aritmética, (x), desviación estándar ($D.S.$) e intervalo de las razones Carbono - Nitrógeno. Los datos corresponden a los ciclos de 25 horas en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz y al muestreo espacial dentro de la laguna y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante distintas condiciones de marea en el periodo julio-septiembre de 1998.

Análisis	C:N Espacial			C:N Temporal		
	x	D.S.	Intervalo	x	D.S.	Intervalo
Marea viva	7.16	0.81	(6.35 - 9.03)	8.21	1.23	(6.34 - 12.50)
Marea muerta	6.91	0.45	(6.08 - 7.82)	8.52	0.99	(7.41 - 11.34)
Marea viva	7.08	0.76	(6.08 - 8.93)	8.47	0.81	(7.26 - 10.71)
Marea intermedia	7.02	0.51	(5.74 - 7.74)	8.08	0.68	(6.76 - 9.29)

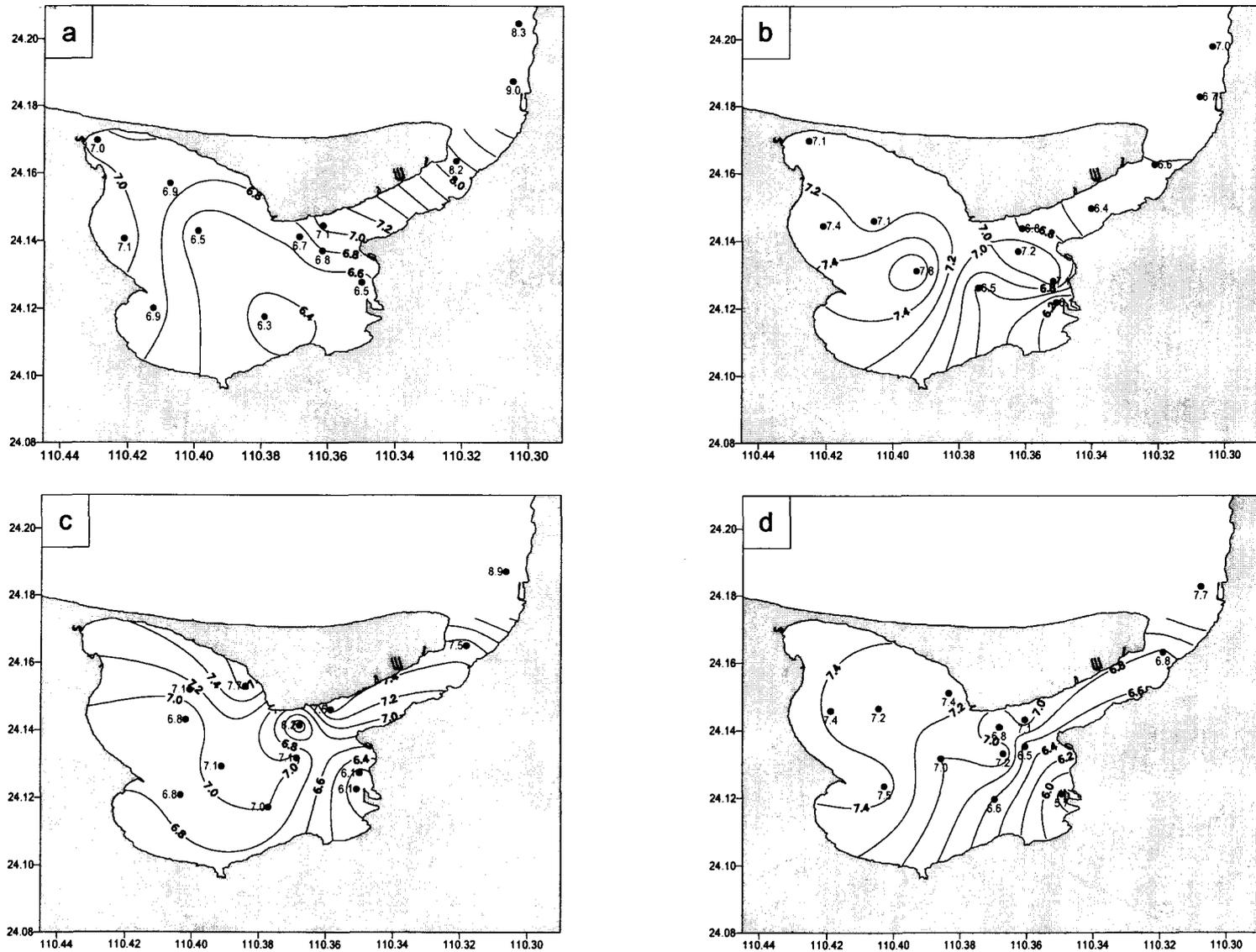


Fig. 46. Distribución de las razones Carbono-Nitrógeno, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva (a) y muerta (b) en julio, y en una marea viva (c) e intermedia (d) en agosto y septiembre, de 1998, respectivamente. Se incluyen las estaciones y los valores correspondientes.

3.5. Integración de datos

3.5.1. Análisis Espacial

La transparencia, medida con el disco de Secchi, casi sin excepción presentó correlaciones inversas y significativas con los componentes de la MPS. Con respecto a los nutrientes los fosfatos estuvieron altamente correlacionados con la transparencia a través de todas las campañas, mientras que los nitratos sólo durante una marea viva se calcularon correlaciones significativas con la transparencia. Nitritos y silicatos, en tres de los cuatro muestreos, presentaron correlaciones significativas con la transparencia (Tabla XIV-XVII).

En lo que se refiere a las relaciones entre los componentes de la MPS y entre éstos y los nutrientes, la concentración de MPS presentó una alta correlación con casi todos los demás componentes y nutrientes excepto en una marea viva de julio. Solo se obtuvieron correlaciones significativas con nitritos y fosfatos (Tabla XIV). La clorofila presentó correlaciones significativas en general con todos los restantes componentes de la MPS y con todos los nutrientes excepto con los nitratos. Es relevante mencionar que los nitratos no presentaron correlación significativa con la clorofila salvo en la marea viva de agosto, cuando los silicatos aparecen como el único nutriente sin correlación significativa con los componentes de la MPS (Tabla XVI). En general se calcularon correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre los restantes componentes de la MPS en casi todas las campañas. Las excepciones fueron el COP que en dos de los muestreos manifestó correlación no significativa con la MPS, y en una marea intermedia en la que también se encontró una correlación muy pobre con la cl a además de la MPS (Tablas XIV y XVII).

Tabla XIV. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izquierda) de los componentes de la MPS, transparencia y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al muestreo espacial, dentro de la Ensenada de La Paz y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante una marea viva en julio de 1998.

$r^2 \setminus r$	D.S.	MPS	Cl a	CP	NP	COP	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂
D. Secchi	-	-0.44	* -0.55	* -0.58	* -0.69	-0.61	* -0.71	0.41	* -0.70	* -0.81
MPS	0.19	-	0.48	0.18	0.29	-0.12	* 0.62	-0.44	* 0.52	0.25
Cl a	0.31	0.23	-	* 0.58	* 0.63	* 0.68	* 0.75	-0.11	* 0.68	* 0.66
CP	0.33	0.03	0.33	-	* 0.98	* 0.97	* 0.71	-0.30	* 0.66	* 0.76
NP	0.48	0.09	0.40	0.96	-	* 0.97	* 0.77	-0.36	* 0.72	* 0.83
COP	0.38	0.02	0.47	0.95	0.93	-	* 0.80	-0.40	* 0.70	* 0.69
NO₂	0.50	0.38	0.57	0.50	0.59	0.65	-	* -0.58	* 0.94	* 0.81
NO₃	0.17	0.19	0.01	0.09	0.13	0.16	0.33	-	* -0.51	-0.31
PO₄	0.49	0.27	0.46	0.43	0.52	0.49	0.89	0.26	-	* 0.83
SiO₂	0.65	0.06	0.43	0.58	0.69	0.48	0.66	0.09	0.69	-

Tabla XV. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izquierda) de los componentes de la MPS, transparencia y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al muestreo espacial, dentro de la Ensenada de La Paz y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante una marea muerta en julio de 1998.

$r^2 \setminus r$	D. S.	MPS	Cl a	CP	NP	COP	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂
D. Secchi	-	* -0.78	* -0.72	* -0.85	* -0.80	* -0.66	-0.44	-0.01	* -0.51	* -0.62
MPS	0.60	-	* 0.92	* 0.97	* 0.98	* 0.83	* 0.76	-0.12	* 0.86	* 0.86
Cl a	0.52	0.85	-	* 0.93	* 0.96	* 0.73	* 0.89	0.00	* 0.92	* 0.77
CP	0.72	0.95	0.87	-	* 0.99	* 0.80	* 0.76	0.27	* 0.81	* 0.81
NP	0.65	0.95	0.92	0.97	-	* 0.79	* 0.84	0.38	* 0.86	* 0.85
COP	0.44	0.69	0.54	0.64	0.62	-	* 0.53	-0.16	* 0.69	* 0.66
NO₂	0.19	0.57	0.79	0.58	0.70	0.28	-	0.19	* 0.94	* 0.64
NO₃	0.00	0.01	0.00	0.07	0.14	0.02	0.04	-	0.12	-0.11
PO₄	0.26	0.74	0.84	0.65	0.74	0.48	0.89	0.02	-	0.71
SiO₂	0.38	0.74	0.60	0.66	0.72	0.44	0.41	0.01	0.50	-

Tabla XVI. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izquierda) de los componentes de la MPS, transparencia y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al muestreo espacial, dentro de la Ensenada de La Paz y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante una marea viva en agosto de 1998.

$R^2 \setminus r$	D. S.	MPS	Cl a	CP	NP	COP	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂
D. Secchi	-	* -0.80	* -0.67	* -0.80	* -0.77	* -0.82	* -0.75	* -0.70	* -0.79	0.04
MPS	0.63	-	* 0.84	* 0.89	* 0.91	* 0.88	* 0.92	* 0.90	* 0.95	-0.10
Cl a	0.46	0.70	-	* 0.87	* 0.92	* 0.90	* 0.86	* 0.86	* 0.85	-0.11
CP	0.65	0.80	0.76	-	* 0.99	* 0.85	* 0.86	* 0.82	* 0.88	0.35
NP	0.60	0.82	0.85	0.98	-	* 0.89	* 0.89	* 0.86	* 0.90	0.34
COP	0.68	0.77	0.80	0.73	0.79	-	* 0.92	* 0.91	* 0.92	* 0.79
NO ₂	0.57	0.84	0.74	0.74	0.79	0.85	-	* 0.97	* 0.98	0.00
NO ₃	0.49	0.82	0.73	0.68	0.74	0.83	0.95	-	* 0.96	0.03
PO ₄	0.62	0.91	0.72	0.78	0.80	0.84	0.96	0.93	-	-0.07
SiO ₂	0.00	0.01	0.01	0.13	0.11	0.62	0.00	0.00	0.00	-

Tabla XVII. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izquierda) de los componentes de la MPS, transparencia y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al muestreo espacial, dentro de la Ensenada de La Paz y en la zona externa inmediata al canal de entrada, durante una marea intermedia en septiembre de 1998.

$r^2 \setminus r$	D. S.	MPS	Cl a	CP	NP	COP	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂
D. Secchi	-	* -0.61	-0.46	* -0.80	* -0.75	* -0.73	* -0.64	-0.03	* -0.77	* -0.82
MPS	0.38	-	* 0.53	* 0.95	* 0.92	0.55	* 0.56	0.03	* 0.55	* 0.50
Cl a	0.21	0.28	-	* 0.81	* 0.89	0.22	* 0.68	-0.17	* 0.73	* 0.50
CP	0.63	0.91	0.66	-	* 0.98	* 0.81	* 0.82	0.22	* 0.79	* 0.81
NP	0.56	0.85	0.80	0.97	-	* 0.83	* 0.86	0.09	* 0.83	* 0.80
COP	0.53	0.30	0.05	0.66	0.69	-	0.16	0.28	0.45	0.48
NO ₂	0.41	0.32	0.47	0.68	0.74	0.03	-	-0.22	* 0.81	* 0.72
NO ₃	0.00	0.00	0.03	0.05	0.01	0.08	0.05	-	-0.17	0.23
PO ₄	0.60	0.30	0.53	0.62	0.69	0.20	0.65	0.03	-	* 0.88
SiO ₂	0.67	0.25	0.25	0.66	0.64	0.23	0.52	0.05	0.77	-

3.5.2. Análisis temporal

En todos los muestreos temporales los valores de temperatura y salinidad (registrados por el mareógrafo durante 5 días y por el mini-CTD durante los ciclos de 25 horas) estuvieron significativamente correlacionados con la marea. Esta correlación fue inversa y nos indica que durante el reflujo la temperatura y salinidad tienden a aumentar debido a los procesos de calentamiento y evaporación que suceden al interior de la laguna. En todos los casos la marea estuvo mayormente correlacionada con la salinidad que con la temperatura. También se calcularon correlaciones positivas entre la temperatura y la salinidad.

Tabla XVIII. Matriz de los valores del coeficiente de correlación entre la temperatura-salinidad y la marea, los datos corresponden al ciclo de cinco días registrados por los mareógrafos S4 y al de 25 horas tomados por el Mini-CTD durante el periodo julio-septiembre de 1998. Se señalan con un asterisco las correlaciones estadísticamente significativas.

Tipo de Marea	Variable	Ciclos de 5 días (S4)		Ciclos de 25 horas (mini-CTD)	
		Temperatura	Salinidad	Temperatura	Salinidad
M. Viva	Marea	* -0.61	* -0.87	* -0.91	* -0.94
	Temperatura		* 0.53	-	* 0.92
M. Muerta	Marea	* -0.35	* -0.76	* -0.60	* -0.94
	Temperatura		* 0.34	-	* 0.56
M. Viva	Marea	* -0.33	* -0.91	* -0.37	* -0.89
	Temperatura		* 0.44	-	* 0.61
M. Intermedia	Marea	* -0.69	* -0.81	* -0.93	* -0.93
	Temperatura		* 0.81	-	* 0.90

En cuanto a relación de la marea con los componentes de la MPS y nutrientes, los análisis estadísticos mostraron correlaciones inversas entre la concentración de MPS y el nivel de la marea. Estas correlaciones fueron, en todos los casos, estadísticamente significativas. La clorofila *a*, también fue otro componente que

presentó altas y significativas correlaciones con la marea en todas las campañas (Tabla XIX-XXII). Para el Carbono y Nitrógeno particulado se calcularon coeficientes de correlación variables, a veces altos y significativos. Durante las dos primeras campañas la concentración de CP no presentó relación con el nivel de la marea, el caso del NP solo se calculó una pobre correlación durante la marea muerta (Tabla XX). Se observó una alta variabilidad en los valores de COP durante los ciclos de marea, por lo que se calcularon correlaciones pobres entre esta variable y el nivel de la marea, salvo en una marea viva de agosto (Tabla XXI). De los nutrientes analizados sólo los silicatos presentaron correlaciones significativas con la marea en tres de las cuatro campañas realizadas (Tabla XIX-XXII). Fosfatos y nitritos presentaron correlaciones estadísticamente significativas en dos de los cuatro muestreos. En cuanto a los nitratos, se observó en todos los casos correlaciones muy pobres con la marea.

La relación entre los componentes de la MPS y de éstos con los nutrientes fue muy diversa. Así, la MPS en general presentó correlaciones significativas con el resto de los componentes, mientras que el COP siempre mostró correlaciones muy pobres con el resto de los componentes. Otra excepción fue el CP el cual en dos de las campañas tuvo correlaciones no significativas con la clorofila y en una con la MPS (Tabla XIX-XXII). Tanto el CP como el NP estuvieron alta y regularmente correlacionados con los restantes componentes de la MPS. De igual manera, estos dos componentes fueron los que presentaron los más altos coeficientes de correlación y determinación.

Con respecto a la relación de los componentes de la MPS con los nutrientes, las correlaciones fueron básicamente no significativas, sólo la MPS y la clorofila

presentaron altas correlaciones con los silicatos; nitritos y fosfatos solo en dos ocasiones mostraron correlaciones significativas con estos componentes de la MPS (Tabla XIX-XXII). Al igual que con la marea, la concentración de los nitratos varió sin relación aparente con los componentes de la MPS. Solo se calcularon correlación significativas, en algunas campañas, con el COP y con los nitritos.

Tabla XIX. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izquierda) de los componentes de la MPS y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al ciclo (25 horas) de muestreo, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea viva en julio de 1998.

$R^2 \setminus r$	Marea	MPS	Cl a	CP	NP	COP	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂
Marea	-	* -0.77	* -0.66	-0.22	* -0.51	0.08	-0.23	0.27	* -0.67	* -0.77
MPS	0.59	-	* 0.57	0.34	* 0.51	0.00	0.22	-0.17	* 0.61	* 0.68
Cl a	0.44	0.33	-	0.04	0.31	-0.09	0.26	-0.25	* 0.41	* 0.72
CP	0.05	0.11	0.10	-	* 0.87	0.19	0.20	0.04	0.24	0.19
NP	0.26	0.26	0.10	0.75	-	-0.06	0.33	-0.14	* 0.42	* 0.42
COP	0.01	0.00	0.01	0.04	0.00	-	* 0.47	* 0.34	-0.23	* -0.35
NO₂	0.05	0.05	0.07	0.04	0.11	0.22	-	* 0.37	0.08	0.02
NO₃	0.07	0.03	0.06	0.00	0.02	0.12	0.14	-	-0.14	* -0.44
PO₄	0.45	0.38	0.16	0.06	0.17	0.05	0.01	0.02	-	* 0.58
SiO₂	0.60	0.46	0.52	0.03	0.18	0.12	0.00	0.19	0.34	-

Tabla XX. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izquierda) de los componentes de la MPS y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al ciclo (25 horas) de muestreo, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea muerta en julio de 1998.

$r^2 \setminus r$	Marea	MPS	Cl a	CP	NP	COP	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂
Marea	-	* -0.74	* -0.77	-0.12	-0.27	0.12	-0.15	0.19	-0.02	* -0.64
MPS	0.55	-	* 0.75	* 0.59	* 0.71	0.08	0.10	-0.13	0.22	* 0.50
Cl a	0.60	0.56	-	0.33	* 0.49	-0.09	* 0.29	-0.11	0.23	* 0.50
CP	0.01	0.35	0.11	-	* 0.91	0.39	0.00	-0.23	* 0.50	0.31
NP	0.07	0.51	0.24	0.83	-	0.38	0.14	-0.26	* 0.44	0.29
COP	0.01	0.01	0.01	0.16	0.14	-	0.19	0.21	0.28	-0.10
NO₂	0.02	0.01	0.08	0.00	0.02	0.04	-	0.09	-0.11	0.10
NO₃	0.04	0.02	0.01	0.05	0.07	0.05	0.01	-	0.14	-0.12
PO₄	0.00	0.05	0.05	0.25	0.19	0.08	0.01	0.02	-	0.16
SiO₂	0.41	0.25	0.25	0.10	0.08	0.01	0.01	0.01	0.03	-

Tabla XXI. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izq.) de los componentes de la MPS y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al ciclo (25 horas) de muestreo, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea viva en agosto de 1998.

$r^2 \setminus r$	Marea	MPS	Cl a	CP	NP	COP	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂
Marea	-	* -0.81	* -0.92	* -0.76	* -0.77	* -0.44	* -0.84	-0.22	0.28	0.09
MPS	0.66	-	* 0.90	* 0.77	* 0.80	0.34	* 0.85	0.23	0.03	0.22
Cl a	0.86	0.81	-	* 0.78	* 0.80	0.40	* 0.89	0.23	-0.11	0.06
CP	0.58	0.59	0.60	-	* 0.97	0.23	* 0.73	0.14	0.00	0.21
NP	0.60	0.64	0.64	0.95	-	0.17	* 0.73	0.08	0.03	0.22
COP	0.19	0.11	0.16	0.05	0.03	-	0.40	* 0.47	-0.37	* -0.38
NO₂	0.70	0.72	0.79	0.54	0.53	0.16	-	0.38	0.03	-0.30
NO₃	0.05	0.05	0.05	0.02	0.01	0.22	0.14	-	0.09	0.13
PO₄	0.08	0.00	0.01	0.00	0.00	0.13	0.00	0.01	-	* 0.86
SiO₂	0.01	0.05	0.00	0.04	0.05	0.14	0.06	0.02	0.74	-

Tabla XXII. Matriz de los valores del coeficiente de correlación r (derecha) y determinación r^2 (izq.) de los componentes de la MPS y de algunos nutrientes; se señalan con un asterisco los valores estadísticamente significativos. Los datos corresponden al ciclo (25 horas) de muestreo, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea intermedia en septiembre de 1998.

$r^2 \setminus r$	Marea	MPS	Cl a	CP	NP	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂
Marea	-	* -0.59	* -0.76	* -0.65	* -0.62	* -0.73	-0.01	* -0.64	* -0.51
MPS	0.35	-	* 0.66	* 0.73	* 0.71	* 0.55	-0.06	* 0.41	* 0.50
Cl a	0.57	0.44	-	* 0.69	* 0.67	* 0.59	-0.15	* 0.58	* 0.73
CP	0.42	0.53	0.47	-	* 0.96	* 0.68	0.08	* 0.54	* 0.57
NP	0.38	0.51	0.45	0.93	-	* 0.66	0.06	* 0.55	* 0.55
NO₂	0.53	0.30	0.35	0.47	0.44	-	* 0.34	* 0.55	* 0.51
NO₃	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.12	-	0.08	-0.05
PO₄	0.41	0.17	0.34	0.30	0.30	0.30	0.01	-	* 0.52
SiO₂	0.26	0.25	0.53	0.33	0.30	0.26	0.00	0.27	-

3.5.3. Análisis de agrupamientos

Se realizaron dos análisis de agrupamientos para la laguna. En el primero se utilizaron los registros de temperatura y salinidad y el segundo se hizo mediante los datos de transparencia, MPS y clorofila *a*.

Los resultados de ambos análisis muestran, que durante las cuatro campañas realizadas la Ensenada de La Paz, ésta se dividió (a una distancia euclidiana de 0.8 y 1 respectivamente) en al menos tres y cuatro zonas bien definidas (Fig. 47 y 48). La primera de las zonas correspondió a las estaciones localizadas fuera de la laguna, además de las del canal de entrada; otra correspondió a las estaciones distribuidas dentro de la laguna; y la última estuvo representada por las estaciones cercanas al hotel Crowne Plaza, localizado en el Sudeste de la laguna (Fig. 5). Cabe destacar que la estación localizada frente al hotel consistentemente se separó del resto de los grupos.

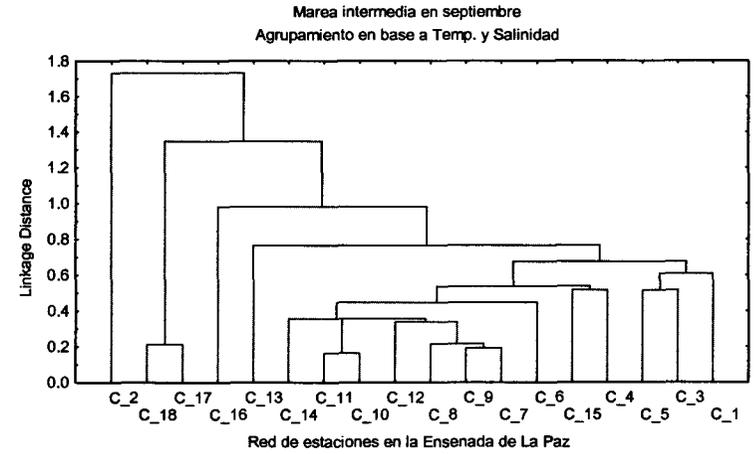
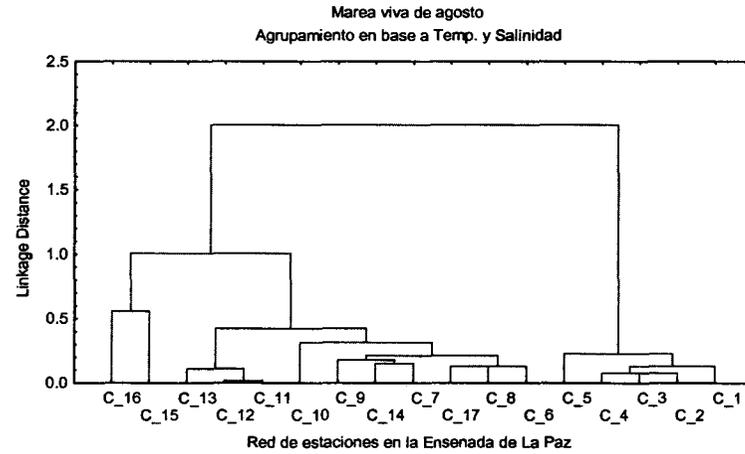
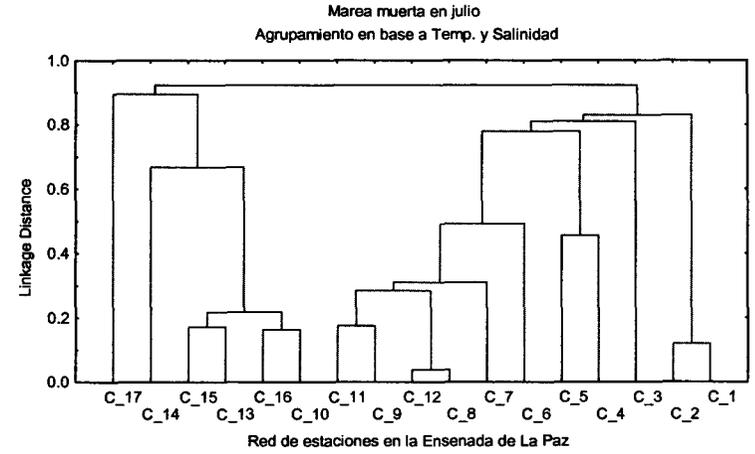
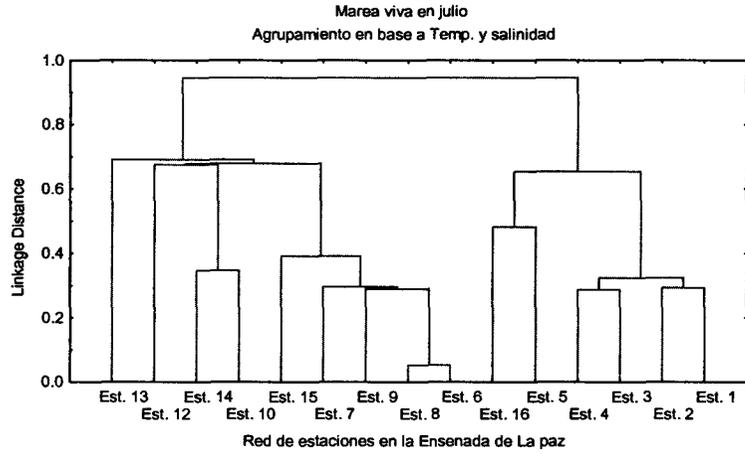


Fig. 47. Resultados del análisis de agrupamientos de las estaciones, basados en los registros de temperatura y salinidad, en la Ensenada de La Paz durante diferentes condiciones de marea.

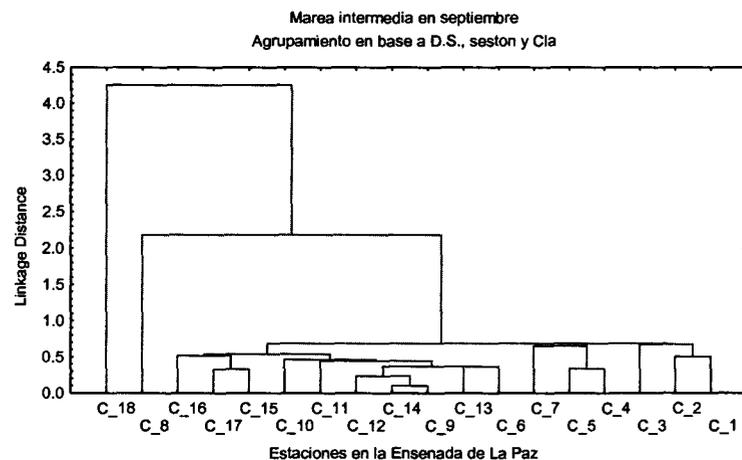
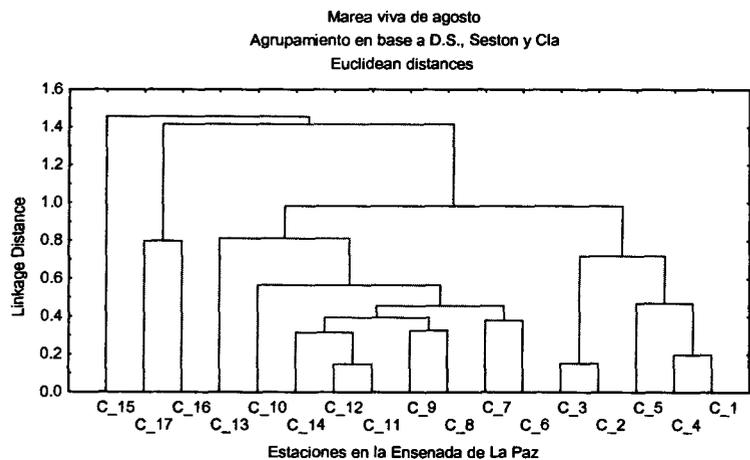
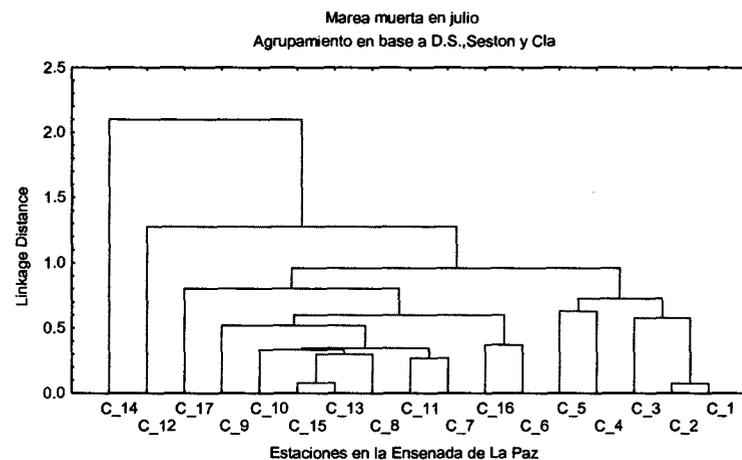
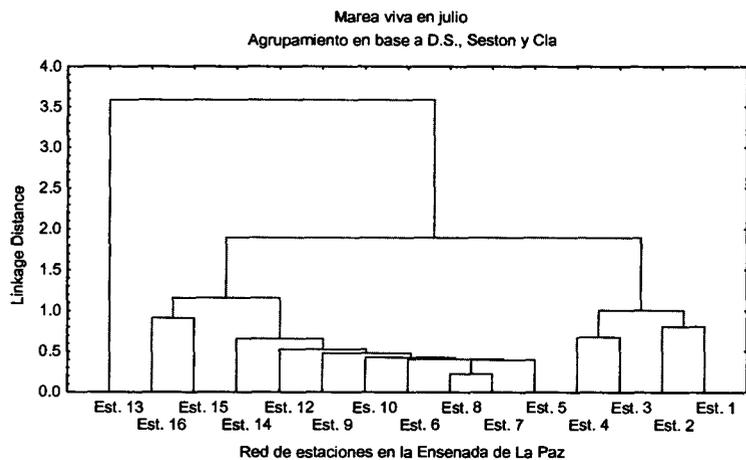


Fig. 48. Resultados del análisis de agrupamientos de las estaciones, basados en los registros del Disco de Secchi, MPS y Clorofila *a*; en la Ensenada de La Paz durante diferentes condiciones de marea.

4. DISCUSIÓN

4.1. Intensidad y dirección de las corrientes de marea

Jiménez-Illescas *et al.* (1997) mencionan que en la Ensenada de La Paz la velocidad de la corriente es mayor durante el reflujo, de la pleamar superior a la bajamar inferior, que la registrada en el flujo. Sin embargo, en este estudio se obtuvieron en general corrientes residuales negativas, aunque mínimas, esto es: las corrientes más intensas se registraron durante el flujo. Estas corrientes residuales negativas fueron registradas tanto por el ADP como por los mareógrafos. Aunque no se cuenta con datos sobre la intensidad y dirección de los vientos durante las campañas realizadas, este factor pudo incidir para obtener mayores velocidades durante el flujo si la dirección fue predominante en este sentido. Estas corrientes, denominadas corrientes de deriva de viento, se originan por el esfuerzo tangencial del viento sobre la superficie del mar.

Jiménez-Illescas *et al.* (1997) sugieren que las altas velocidades de la corriente, en el reflujo, mantienen libre el canal de entrada. Sin embargo, los resultados muestran que esta condición no siempre es constante. Posiblemente el canal se mantiene abierto debido a lo estrecho del mismo, lo que genera altas velocidades de corriente que no permiten la depositación de los finos sedimentos.

En cuanto a la diferencia de velocidades entre la boca y la parte más interna del canal, Obeso-Nieblas *et al.* (1993) manifestaron que la onda de marea es frenada conforme viaja hacia zonas más someras en el interior de la laguna de La Paz. Esto se debe a que la velocidad de la corriente disminuye por efecto de la fricción. De aquí se entiende por que el mareógrafo ubicado en la boca de la laguna registró consistentemente mayores velocidades que el instalado en el CICIMAR. Este retraso

crece exponencialmente; así, de la boca al CICIMAR se calcularon 15 minutos, mientras que de la boca a Punta Comitán, en una marea viva, Sandoval y Gómez-Valdez (1997) calcularon 45 minutos. Así pues, la fricción en las zonas someras de la Ensenada de La Paz es un factor determinante en la intensidad de la corriente. Al respecto, Salinas-González (2000) sugiere que la circulación en la Ensenada de La Paz consiste en periodos de flujo y reflujo que actúan básicamente en el canal de entrada a la laguna, mientras que la circulación en las zonas de escasa profundidad esta mayormente influenciada por los vientos y las corrientes residuales.

4.2. Distribución y variación de la temperatura y salinidad

El incremento de la temperatura y la salinidad hacia el interior de la laguna, y durante las horas correspondientes al refluo en la boca de la laguna, manifiesta la influencia de la batimetría de la laguna sobre estas variables. Las zonas someras de la laguna actúan como pequeñas cuencas de evaporación, siendo este proceso particularmente evidente en la amplia zona intermareal localizada en la parte sur. Por otro lado, la pequeña intensidad de la corriente, entre 2 y 4 cm s⁻¹ (Sandoval y Gómez-Valdez, 1997), aunada a la escasa profundidad permite que la radiación solar actúe durante un mayor tiempo sobre esta masa de agua incrementando la temperatura y la salinidad. De acuerdo con Green-Ruiz y Larrinaga-Cuningham (1986), los sedimentos presentes en la parte Sur de la Ensenada de La Paz son básicamente lodos; la tonalidad de estos sedimentos tiende a ser oscura. La presencia de fondos oscuros, que incrementan la absorción de calor en esta región, ha sido mencionada por Jiménez-Illescas (1997) como otro factor responsable de las altas temperaturas. Además de lo anterior, se debe tomar en cuenta que los sistemas de manglar poseen extensas planicies de marea en su parte posterior las cuales son áreas de intensiva evaporación. Jiménez-Quiroz (1991) comprobó cómo las planicies de marea presentes en los sistemas de manglar de El Mogote producen aguas con una mayor cantidad de sales disueltas que son exportadas durante el refluo. En la parte sudeste de la Ensenada de La Paz, además de las grandes marismas, se encuentran distribuidas varias comunidades de manglar con planicies de marea. González-Acosta (1998) registró una salinidad más elevada en el estero El Conchalito, ubicado en esta zona, que las reportadas por otros autores en la laguna. Este autor explica que la escasa profundidad, que propicia altas tasas de

evaporación, y la dilución de las sales concentradas en los sedimentos que son removidas durante el refluo, son los principales factores que se combinan para que se presente una alta salinidad.

En lo que se refiere a la distribución vertical de la temperatura y salinidad en las zonas mas someras (que representan hasta el 80% del área total) del interior de la laguna, los perfiles verticales tomados no mostraron variabilidad, esto indica la presencia de un alto grado de mezcla en la columna de agua. Salinas-González (2000) sugiere que la energía producida por oleaje local produce esta homogeneidad horizontal en la temperatura y salinidad pero esta energía no es suficiente para generar homogeneidad en el sentido horizontal.

En cuanto a la distribución vertical de la temperatura y salinidad en el canal, ésta fue consistente en los diferentes ciclos de mareas estudiados: una mayor turbulencia producida por las corrientes generaba aguas mezcladas por lo que temperatura y salinidad eran homogéneas en toda la columna de agua. Dyer (1979) menciona que cuando el rango de mareas es muy grande existe suficiente energía disponible en forma de turbulencia para romper completamente la estratificación vertical de la salinidad de tal modo que la columna de agua se vuelve homogénea verticalmente. Esto se hace evidente en las gráficas de temperatura y salinidad al comparar la tendencia de estas variables en mareas vivas (rangos de marea mayores) con la que se presentaba en la marea muerta (rango de marea mínimo). Sánchez-Martínez (1997) mencionó que en el canal de la Ensenada de La Paz el agua proveniente de la laguna fluye hacia la bahía por el fondo, penetrando agua marina por la superficie, es decir una circulación negativa. Sin embargo, es discutible tal aseveración ya que no presenta datos que la sustenten. En este trabajo los

perfiles verticales de temperatura y salinidad no manifiestan indicios de circulación negativa. Solo se evidenció una mayor salinidad en el fondo durante la pleamar y bajamar, situaciones en las que la velocidad de la corriente era mínima. En estos momentos de remanso la formación de una pequeña estratificación fue generada por un gradiente de densidad. La temperatura presentó un comportamiento inverso. Esta situación se perdía durante el descenso o ascenso de la marea: la mayor turbulencia provocada por altas intensidades de la corriente producía a su vez una mezcla en toda la columna de agua.

En lo que concierne a la variación estacional de la temperatura, el estudio realizado por Granados-Guzmán y Álvarez-Borrego (1984) demostró una mayor variación diurna de temperatura entre la boca y el interior de la laguna durante el Verano (≈ 2.5 °C) y una mínima en el Invierno. Esto comprueba que la radiación solar, más intensa en el verano, es el generador de este mayor gradiente de temperatura y salinidad. Los mismos autores mencionan también la mezcla de aguas someras de la laguna, de mayor temperatura, con aguas frías provenientes de las surgencias como otro factor que contribuye a la generación de este mayor gradiente durante el verano. También mencionaron que los cambios a temperaturas más bajas a finales de noviembre a más altas en abril, posiblemente estén asociadas al cambio estacional del patrón de circulación del Golfo de California. Estas suposiciones se basan en los trabajos de Granados-Gallegos y Schwartzlose (1974) quienes concluyeron que hay un patrón general de flujo superficial hacia el Sur en invierno en el golfo, y hacia el Norte en la parte Sur del golfo. El aumento de temperatura en abril en la Ensenada de La Paz posiblemente se deba a que con vientos del sudeste, está arribando a la región Sur del golfo agua subtropical superficial, misma que no se presenta con

vientos del Noreste (Granados-Guzmán y Álvarez-Borrego, 1984). González-Acosta (1998) obtuvo un comportamiento similar; el aumento gradual de la temperatura, en los meses estudiados, no significó el aumento esperado en la salinidad. Atribuye una mayor influencia de otros factores, como la entrada de aguas menos salinas provenientes de las surgencias, que la tasa de evaporación.

Otro proceso que debe tomarse en cuenta, para tratar de explicar la disminución gradual de la salinidad de julio a septiembre, es la precipitación pluvial. Ésta fue mucho más intensa en el mes de septiembre de acuerdo a los boletines de la Comisión Nacional del Agua (Anónimo, 1998a, b, c y d) correspondientes al periodo julio-septiembre de 1998. En este mes el volumen de agua, aportado al sistema por la precipitación, fue de aproximadamente el 50 % del volumen de agua perdido por la evaporación; mientras que en julio este porcentaje alcanzó solo ≈ 2 %. El aumento de la temperatura promedio de julio a septiembre observado en este estudio coincide con los resultados obtenidos por varios autores. Granados-Guzmán y Álvarez-Borrego (1984) registraron la temperatura mínima en agosto (18.2 °C) y la máxima en octubre (26.9 °C). Pérez-Nevarez (1995) obtuvo una temperatura promedio de 28 °C en primavera y de 30 °C para el verano.

Las diferencias encontradas de temperatura y salinidad pueden explicarse si tomamos en cuenta la situación de la marea en la cual se realizaron las campañas. En las lagunas costeras el tiempo de residencia está dado por las mareas; así, las mareas muertas generan mayores tiempos de residencia debido al menor intercambio de aguas. Álvarez-Borrego y Álvarez-Borrego (1982) sugieren que bajos tiempos de residencia producen condiciones favorables para un incremento en la temperatura del agua. Esto debido al mayor tiempo de exposición a la radiación

solar. Al parecer este fenómeno fue evidente durante el periodo en que se realizaron las campañas, así la temperatura durante las mareas muertas fue mayor que en las mareas vivas precedentes. Sin embargo, como ya se mencionó la temperatura aumentó a medida que avanzó el verano.

4.3. Distribución de la transparencia

La transparencia mínima detectada en la parte sudeste de la laguna es probablemente debida al tipo de substrato que se presenta en esta región. De acuerdo con Green-Ruiz y Larrinaga-Cunnigham (1986), los tipos de sedimentos que se encuentran en esta región son principalmente lodos (Fig. 3). A este respecto, Nava-Sánchez y Cruz-Orozco (1989) mencionan que los procesos de sedimentación dentro de la Ensenada de La Paz son más evidentes en la porción Sur y Este de la laguna. En esta región se presenta una serie de arroyos con corrientes torrenciales intermitentes, que aportan material terrígeno, siendo los más importantes los arroyos La Palma y el Cajoncito (Fig. 1). En esta misma zona las corrientes generadas por las mareas aunque de baja intensidad pueden resuspender estos sedimentos gracias a la turbulencia generada. Sin embargo, Salinas-González (2000) sugiere que es el oleaje local el factor que contribuye a que estas aguas presenten un alto grado de mezcla. En cualquier caso, las corrientes generadas, la escasa profundidad del área y el tipo de sedimentos origina un patrón de distribución de la transparencia bien definido.

Es importante señalar que a pesar de que las corrientes generadas son pequeñas, éstas alcanzan la velocidad crítica de erosión. Postma (1967) define a la velocidad crítica de erosión como la velocidad mínima de corriente a la cual los sedimentos de un tamaño particular empiezan a moverse y resuspenderse. Mientras que la velocidad de depositación es la intensidad de la corriente a la que esas partículas se detienen y sedimentan. Al ser los sedimentos de esta región básicamente lodos, la intensidad de la corriente aunque escasa alcanza a resuspender las partículas. Otro proceso que se registró fue que la intensidad de la

corriente, determinada por el rango de mareas, generó una menor o mayor transparencia. Así, en un punto como frente al hotel Crowne Plaza, la transparencia fue mínima durante las mareas vivas y máxima en las muertas.

En el canal de entrada se observó una mayor transparencia durante las horas del flujo, mientras que en las de reflujó la transparencia disminuía. Cabe aclarar que si bien en el canal la magnitud de las corrientes es máxima, esta no alcanza la velocidad crítica de erosión. Por arriba de los 0.3 mm de tamaño de grano, la velocidad crítica de erosión se incrementa al aumentar el tamaño del grano. Postma (1967) señala que en general se supone que las partículas de tamaño superior a 0.3 mm son arenas de cuarzo, las cuales tienen un peso específico de 2.65. Los trabajos de sedimentología muestran que en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz los sedimentos que se encuentran son arenas. Debido a esto, el material que es resuspendido en el interior de la laguna y arrastrado hacia el canal es el que determina la transparencia del agua del canal.

4.4. Distribución y variación de los componentes de la MPS

En este estudio se observó una distribución constante de la MPS espacial y temporalmente en las diferentes condiciones de marea; es decir, la concentración de la MPS se incrementó desde la boca hacia la región Sudeste y durante el reflujo de la marea. Sin embargo, como era de esperarse, la magnitud de la concentración fue diferente. En el apartado de transparencia se han discutido los procesos que determinan la distribución espacial de ésta. Debido a que la transparencia está dada por la cantidad de material particulado suspendido en la columna de agua, los procesos que determinan la distribución espacial de la MPS lo hacen simultánea e inversamente con la de la transparencia. En cuanto a la variación de la MPS, durante los ciclos de 25 horas, se observa cómo aumenta la concentración a medida que salen aguas del interior de la laguna (reflujo) independientemente del tipo de marea que se trate. Jiménez-Illescas *et al.* (1997) mencionan que en la Ensenada de La Paz la velocidad de la corriente es mayor durante el reflujo, de la pleamar superior a la bajamar inferior, que la registrada en el flujo por lo cual el material acarreado es expulsado de la laguna permitiendo al canal no azolverse de manera natural. En este estudio se hizo evidente un comportamiento opuesto: la corriente residual (aunque pequeña) fue negativa, es decir, la velocidad durante el flujo fue mayor a la del reflujo. Esto pudo deberse, como anteriormente se menciona, a la contribución de otros factores tales como la dirección y magnitud del viento. Probablemente el canal no se azolve debido al tipo y tamaño de los sedimentos que las corrientes de marea están resuspendiendo al interior de la laguna. Aunque en este estudio no se contempló determinar el tamaño y densidad de las partículas de la MPS, es factible que la intensidad de corriente alcanza la velocidad crítica de erosión exportando

constantemente material hacia la bahía por lo que el canal se mantiene abierto permanentemente.

Debido a que este estudio se realizó durante el verano los resultados del análisis de MPS descritos en este estudio pudieran solo aplicarse a la Ensenada de La Paz en esta estación. Esto debido a que se supone que la concentración de la fracción biogénica (fitoplancton) y minerogénica debe ser modificada a través del año en el primer caso, por la disponibilidad de nutrientes y por el acarreo de sedimentos por los arroyos durante la estación pluvial. Es decir, se supone que el intercambio de material mediante las mareas existe durante el año pero se desconoce la magnitud y el sentido de este transporte. Y ya que este es el primer estudio en el área sobre esta variable se carece de datos para el verano y las demás estaciones con fines comparativos.

Al igual que la mayoría de las variables, el carbono y el nitrógeno particulado presentaron un patrón de distribución distintivo en las cuatro campañas: las mayores concentraciones se registraron en la porción Sudeste de la Ensenada de La Paz caracterizada por su baja energía. Los estudios sobre materia orgánica en los sedimentos de la Ensenada de La Paz (Pérez-Nevarez, 1995; Rodríguez-Meza, 1999) muestran a esta zona como particularmente alta en materia orgánica particulada. Esta zona presenta algunas características que podrían ser responsables de esta particular distribución. La antigua descarga de aguas residuales se encuentra a un lado del hotel Crowne Plaza, ésta dejó de funcionar desde 1986, sin embargo, es posible que el material descargado por años aún esté incorporado en los sedimentos. Otro aporte de materia orgánica son los sistemas de manglar y las marismas presentes en el área. Probablemente estos aportes se

concentran en esta zona de la laguna que debido a su baja energía actúa como un sumidero o trampa natural de materia orgánica y materia particulada suspendida en general. Así, no es extraño que Rodríguez-Meza (1999) haya encontrado altas concentraciones de carbono orgánico en los sedimentos frente a los sistemas de manglar de El Mogote y El Conchalito. El papel de estos sistemas como generadores de MOP ha sido estudiado en esta laguna por Jiménez-Quiroz (1991) quien señaló que el manglar influyó sobre las concentraciones de la salinidad, de los nutrientes y de la materia orgánica particulada en la Ensenada de La Paz. Además de estos sistemas, es pertinente mencionar que en la parte Sudeste de la Ensenada de La Paz se presentan la mayoría de los arroyos. Éstos a pesar de ser estacionales aportan materia orgánica, en forma de detritus, durante la época de lluvias. En esta región el verano es la estación con mayor precipitación pluvial. Los datos sobre la precipitación pluvial obtenidos de los boletines meteorológicos de La Paz (Anónimo, 1998a, b, c y d) señalan que en el verano y particularmente en el mes de septiembre se presentan los niveles más altos de lluvia .

Por lo que respecta a la distribución temporal, las mayores concentraciones de carbono y nitrógeno detectadas en el reflujos, hacen suponer que esta laguna costera tiene un papel como generador y exportador de materia orgánica. Los resultados de Carbono orgánico particulado (COP) obtenidos por Jiménez-Quiroz (1991) y Sánchez-Martínez (1997) también señalan la existencia de este proceso de exportación, el cual va de los sistemas de manglar hacia la Ensenada de La Paz y de ésta hacia la bahía. No obstante, la técnica empleada en ambos estudios (oxidación húmeda con dicromato de potasio) para la determinación del COP no es muy confiable ya que el error analítico es relativamente alto. En este estudio la

determinación de carbono y nitrógeno mediante el autoanalizador elemental CHN corroboró los resultados de las autoras mencionadas. Sin embargo, cabe aclarar que el autoanalizador CHN determinó el Carbono total: orgánico e inorgánico.

Los resultados del COP determinados por oxidación húmeda demostraron la poca utilidad de este método en estudios en los cuales las muestras posean un bajo contenido de carbono o bien presenten concentraciones similares. Así, en el presente estudio el error analítico del método no permitió detectar los cambios graduales en la concentración de carbono durante las fases de la marea, cambios que si fueron observados mediante el analizador CHN. Sin embargo, en el análisis espacial la distribución del COP y CP fueron similares, quizás debido a la alta diferencia de concentración entre las estaciones localizadas dentro y fuera de la laguna. Debido a la menor precisión del método para COP, las correlaciones entre CP y COP calculadas para el ciclo de 25 horas fueron en todos los casos muy pobres, mientras que las realizadas para el análisis espacial fueron estadísticamente significativas

En los estudios sobre materia orgánica particulada, que se han realizado en otras lagunas costeras de la Península de Baja California, ésta ha sido analizada en términos de proteínas y carbohidratos (Lechuga-Devéze *et al.*, 1989; Martínez-López y Gárate-Lizárraga, 1995 y 1997; Verdugo-Díaz, 1997) y no como carbono y nitrógeno, por lo que se carece de datos comparativos. En algunos de estos trabajos se ha comprobado, aunque de manera somera, la naturaleza exportadora de estas lagunas. Así, Martínez-López y Gárate-Lizárraga (1997) determinaron mayores concentraciones de carbohidratos y proteínas durante el reflujó observando una disminución en la concentración con la inversión en el sentido de la marea.

De acuerdo con Zeitzchel (1970) el Carbono y Nitrógeno particulado, en las aguas a lo largo del Golfo de California, contribuyen en promedio a la MPS con un 34 y 4.1% respectivamente. En este trabajo se determinó un porcentaje de Carbono y Nitrógeno mucho menor (9.4 y 1.4) a los mencionados por el autor. Los resultados del análisis espacial muestran que, en general, porcentajes más altos de Carbono se encuentran en las estaciones ubicadas fuera de la laguna. Así mismo, el análisis temporal mostró un incremento en los porcentajes de Carbono, a medida que entraban aguas provenientes de la bahía, durante el flujo. Así, se supone que en la Ensenada de la Paz existe un mayor contenido de Carbono que en la bahía pero éste representa un porcentaje menor de la MPS. Un comportamiento similar se presentó para el caso del Nitrógeno. Zeitzchel (1970) menciona que la fracción mineral es usualmente de dos a cinco veces más grande que la orgánica pero que en algunas áreas, tal es el caso de la Ensenada de La Paz, la fracción mineral es hasta diez veces mayor.

Al igual que el resto de los componentes de la MPS la distribución espacio-temporal de la clorofila *a* muestra evidencias de ser exportada de la Ensenada de La Paz. Es notorio el hecho de que la estación localizada en la porción sudeste de la laguna (frente al hotel Crowne Plaza) presentó siempre los máximos valores, no sólo de clorofila *a* si no de MPS, Carbono y Nitrógeno particulado; el mismo patrón de distribución también exhibió la transparencia. Este comportamiento se aplica a tres de las campañas, salvo en una marea viva de julio cuando en el plan de muestreo no se incluyó la estación mencionada. El patrón de distribución de la clorofila *a* (así como los restantes componentes de la MPS), aumentando hacia el interior, se refleja en el comportamiento durante los ciclos de marea. Durante las mareas vivas la

mayor intrusión de las aguas hacia las áreas más internas de la laguna propician que durante el refluo estas aguas estén más concentradas. Este grado de concentración no se alcanza durante las mareas muertas ya que se genera una menor intrusión de la marea y pequeñas intensidades de corriente que por lo tanto originan menor turbulencia. Por otro lado, un proceso que favorece la presencia de altas concentraciones en esta zona cercana al hotel Crowne Plaza es su baja energía con la consecuencia de que ésta actúa como un sumidero de algunos de los componentes de la materia particulada suspendida.

En cuanto a la variación temporal de la MPS y Clorofila *a*, en los resultados de Reyes-Salinas (1999), sobre la productividad primaria en la Bahía de La Paz, se manifiesta un decremento en la concentración promedio de Cl *a* a medida que se transcurren los meses de primavera a verano, mientras que por otra parte la concentración promedio de la MPS aumenta. Esto se debe, a que por una parte la disponibilidad de los nutrientes presentan sus concentraciones mínimas en el verano al mismo tiempo que en esta época la precipitación pluvial genera el transporte de sedimentos a través de los arroyos presentes en la Ensenada de La Paz. Debido a que en este estudio solo se abarco la estación estival, no se aprecia un proceso de cambio muy marcado en la concentración de Cl *a* y MPS como en el estudio del autor mencionado. Aun así, en el caso de la MPS se observó, tanto en los muestreos temporales realizados en la boca de la laguna como al interior de la misma, un incremento en la concentración promedio a través del tiempo siendo el mes de julio durante la marea viva y la intermedia de septiembre cuando se presentaron las mayores concentraciones promedio de esta variable (Tabla II y IX). Es evidente entonces, que las diferencias en la concentración de la MPS son el resultado

combinado de la intensidad de la marea y de la entrada de sedimentos acarreados por los arroyos. Así pues, corrientes de marea intensas provocan, como ya se menciono, una mayor turbulencia mientras que en el mes de septiembre se presentan las precipitaciones pluviales más acentuadas. En cuanto a la CI a se observó un aumento consistente en la concentración promedio a lo largo de los tres meses muestreados siendo entonces septiembre el mes con la mayor concentración promedio además de presentar el mayor intervalo (Tabla II y IX)

4.5. Distribución y variación de los nutrientes

Zertuche-González y Álvarez-Borrego (1978) mencionan el hecho de que las lagunas costeras exhiben una gran variabilidad de condiciones ambientales en función del tiempo. Esta variabilidad a su vez propicia condiciones hidrológicas cambiantes a lo largo del año. Uno de los efectos de este cambio son las fluctuaciones en las concentraciones de nutrientes. En la Bahía de La Paz se ha demostrado que los niveles en la concentración de los nutrientes tienen una marcada estacionalidad (Reyes-Salinas, 1999). Así mismo, Gilmartin y Revelante (1978) mencionan que en el periodo de julio a agosto se presentan las surgencias más débiles además de que aun no se desarrolla completamente la estación de lluvias. Debido a lo anterior es comprensible encontrar las concentraciones mínimas de nutrientes en el verano. En este contexto, estos mismos autores encontraron que la concentración de nitratos y fosfatos en los meses de julio y agosto fue generalmente baja en las aguas superficiales del Golfo de California. Así en la Ensenada de La Paz obtuvieron una concentración promedio de $0.55 \mu\text{g-at l}^{-1}$ y de $0.69 \mu\text{g-at l}^{-1}$ para fosfatos y nitratos respectivamente. De acuerdo a lo anterior Reyes-Salinas (1999) encontró que las concentraciones promedio máximas de nitratos ($3.61 \mu\text{mol l}^{-1}$), nitritos ($0.19 \mu\text{mol l}^{-1}$) y fosfatos ($0.92 \mu\text{mol l}^{-1}$) se presentaron en marzo mientras que las mínimas de nitritos ($0.02 \mu\text{mol l}^{-1}$), nitratos ($0.25 \mu\text{mol l}^{-1}$) y fosfatos ($0.38 \mu\text{mol l}^{-1}$) lo hicieron en junio, julio y septiembre respectivamente. Los silicatos presentaron un pauta similar siendo el mes abril cuando se presenta la concentración promedio máxima ($30.33 \mu\text{mol l}^{-1}$), y septiembre la mínima ($1.89 \mu\text{mol l}^{-1}$). En este estudio los valores de nitratos y fosfatos son similares a los encontrados por

Gilmartin y Revelante (1978) y ligeramente mayores a los de Reyes-Salinas (1999) quien determinó los nutrientes en la Bahía de La Paz.

El papel que juega La Ensenada de La Paz como generador o consumidor de nutrientes ha sido ampliamente discutido (García-Pámanes, 1977; Cervantes-Duarte, 1982; Cervantes-Duarte y Guerrero, 1988; Cervantes-Duarte *et al.*, 1991; Lechuga-Devéze, 1997; Jiménez-Quiroz, 1991; Sánchez-Martínez, 1997; González-Acosta, 1998; entre otros). No obstante, los resultados han sido contrastantes. Así, García-Pámanes (1977) propuso la existencia de un proceso de importación de nitratos y exportación de silicatos, mientras que Lechuga-Devéze (1997) menciona que las aguas de la Bahía de La Paz son una fuente de nitratos y fosfatos a la laguna de La Paz.

Nitratos y nitritos

La existencia de un aporte de nitratos de la bahía hacia la Ensenada de La Paz ha sido propuesta repetidamente (García-Pámanes 1977; Cervantes-Duarte, 1982; Cervantes-Duarte *et al.*, 1991); aunque por otro lado Lechuga-Devéze (1997) menciona que la Ensenada de La Paz es una fuente neta de Nitrógeno. García-Pámanes (1977) concluyó que en el interior de la laguna de La Paz se presentan valores heterogéneos de nitratos, aunque en ciertas estaciones se observaron altas concentraciones debido a las características propias del lugar. Estos altos valores se atribuyeron a las descargas de aguas de deshecho, frente a estas estaciones, que se vertían hasta ese entonces. Saldivar-Cabrales (1977) reportó que el volumen de aguas descargadas anualmente en la laguna era de $2,312 \times 10^6 \text{ m}^3$; o bien 224 de litros por segundo (Trejo-Diéguez y Mayoral-Vázquez, 1984). Estas aguas eran tratadas en dos tanques Imhoff y tres lagunas de estabilización con una eficiencia de

tratamiento del 70-80%. Sin embargo, se introducían anualmente 0.3, 0.7 y 10 toneladas de nitratos, nitritos y fosfatos respectivamente. Debido a la dinámica de la laguna, con bajos tiempos de residencia, y al bajo volumen que representaban las aguas municipales probablemente la influencia de esta agua se reducía a la zona localizada frente al punto de descarga. Sin embargo, aunque las descargas directas de aguas negras fueron interrumpidas en 1986, a la fecha se mantiene este patrón de distribución para algunos de estos nutrientes inorgánicos. Así, se encontró generalmente concentraciones bajas de nitritos en la Ensenada de La Paz, aunque en la parte interior de la laguna, concretamente en la hasta entonces descarga de aguas residuales, registró altas concentraciones de nitritos de hasta $1.6 \mu\text{g-at l}^{-1}$. En este estudio, los nitritos, fosfatos y silicatos presentan el máximo valor en la estación ubicada en la región sudeste de la laguna frente al hotel Crowne Plaza, los nitratos aunque también presentan altas concentraciones en el sur, en general, su distribución fue heterogénea detectándose valores altos dentro y fuera de la laguna. Cervantes-Duarte (1982), sugiere que las condiciones propias de la Ensenada de La Paz, tales como una alta oxigenación y penetración de luz, impidan que los procesos que generan los nitritos no actúen de manera significativa; siendo estos procesos la nitrificación-denitrificación y la degradación bacteriana. Los resultados de este autor, durante el periodo primavera-verano, sugieren que mientras que los nitritos aumentan de la boca a la cabeza de la laguna los nitratos presentan un gradiente inverso. Los resultados de este estudio mostraron coincidencia, en el caso de los nitritos, con los obtenidos por este autor. Sin embargo, en el caso de los nitratos aunque en general se registraron mayores concentraciones en la parte interna, las estaciones ubicadas en la bahía presentaron concentraciones mayores a muchas

ubicadas en el interior. Además, los resultados de los balances y las distribuciones espaciales demostraron que en el caso de los nitritos la laguna actúa básicamente como exportador. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Sánchez-Martínez (1997), quien calculó una importación de 0.8 Kg de nitritos, durante una marea viva en septiembre, de la bahía hacia la Ensenada de La Paz. Los balances fueron similares a los de esta autora aunque en sentido contrario. Sánchez-Martínez (1997) sugiere que los cambios en la concentración de nitritos, a lo largo del ciclo de marea, se deben al efecto combinado de asimilación y remineralización de este compuesto; además de que los procesos de nitrificación y desnitrificación son muy rápidos y dependen del grado de oxigenación de las aguas.

Para los nitratos no se obtuvo consistencia ya que durante una marea viva e intermedia el balance fue positivo, en otra marea viva y en una muerta el resultado fue negativo, es decir, los procesos de importación exportación se revirtieron continuamente en el tiempo. Lechuga-Devéze (1997), menciona que existe un intercambio de Nitrógeno inorgánico disuelto entre la laguna y la bahía de 5278 mol por día. El estudio sobre el balance de nutrientes siguiendo la metodología de LOICZ, realizado por este mismo autor sugiere que la Ensenada de La Paz es una fuente de Nitrógeno inorgánico disuelto ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3 + \text{NH}_3$) a la bahía durante la primavera mientras que en el verano el balance es neutral.

En cuanto a la variación estacional de estos nutrientes, González-Acosta (1998) mencionó que en el estero El Conchalito los nitritos presentan los mínimos en invierno y los máximos en verano, mientras que las concentraciones más bajas de nitratos se registraron en verano y las más altas en primavera. Esto concuerda con los resultados de Lechuga-Devéze (1997) quien reporta 1.95 mmol m^{-3} de nitratos en

primavera y 0.45 mmol m^{-3} en verano. Mientras que García-Pámanes (1977) encontró que en la Ensenada de La Paz se presentan altas concentraciones de nitratos, con un mínimo en el invierno y un máximo en verano. Los resultados de este estudio demostraron que en el verano la concentración promedio de nitratos, obtenida en las diferentes campañas realizadas en la laguna, oscilaba entre $0.38 \mu\text{g-at l}^{-1}$ y $1.09 \mu\text{g-at l}^{-1}$.

Fosfatos y silicatos

La distribución espacial de los fosfatos demostró consistencia en todas las campañas, sin embargo no fue posible encontrar diferencias de la concentración promedio en las diferentes situaciones de marea. Sin embargo, las máximas concentraciones siempre se registraron en la parte sureste. En esta área el substrato está compuesto por lodos, Perkins (1974) comenta que las condiciones reductoras en los sedimentos favorecen la liberación de fosfatos en los cuerpos de agua costeros. Nowicki y Nixon (1985) mencionan, a este respecto, que los procesos de remineralización se llevan a cabo principalmente en las zonas lodosas de las lagunas costeras.

González-Acosta (1998) observó una concentración de fosfatos y silicatos mínima en verano midiendo su mayor concentración en invierno y otoño respectivamente. A este respecto se sugiere que la disminución en la concentración de fosfatos en el verano se explica por una pérdida por la dinámica hidrológica del sistema, así como por la asimilación de este nutriente por parte del fitoplancton en primavera e invierno. Los resultados de Lechuga-Devéze (1997) indican que la concentración de Fósforo inorgánico disuelto (PID) disminuye de 0.68 mmol m^{-3} en

primavera a 0.11 mmol m^{-3} en verano. Como ya ha sido mencionado, esto se debe a que la asimilación de este nutriente presenta su máximo en verano.

La Ensenada de La Paz, de acuerdo con Sánchez-Martínez (1997), importó 1.2 Kg. de fosfatos en un ciclo de mareas vivas durante septiembre. En contraste, los balances de este estudio señalan que los procesos de exportación de la laguna hacia la bahía son favorecidos al menos en el periodo estudiado. Esta exportación fue evidente aun en periodos tan cortos como 25 horas mientras que en otras lagunas aún en series de tiempo relativamente largas no es posible observar dicho proceso. Zertuche-González y Álvarez-Borrego (1978) señalaron que en el Estero Punta Banda y Bahía San Quintín, dos lagunas costeras ubicadas en la Península de Baja California, no se observaron de manera clara procesos de exportación de fosfatos, aunque su suposición sólo se basa en las bajas correlaciones de este nutriente y las mareas. Estos autores infieren que las altas concentraciones registradas durante el flujo y reflujo pueden deberse a procesos de surgencias y remineralización respectivamente. Sin embargo, Álvarez-Borrego y Chee-Barragán (1976) encontraron que la concentración de fosfatos y silicatos, en Bahía San Quintín, aumentan de la boca hacia el interior de esta laguna.

En este estudio se encontraron máximas concentraciones de silicatos frente a las marismas localizadas en la parte Sur de la laguna, y en menor grado en la región Norte frente a la zona intermareal de El Mogote. García-Pámanes (1977) atribuyó las altas concentraciones de silicatos a la resuspensión de sedimentos que se presenta en las amplias zonas intermareales localizadas en el Sur y Noreste de la laguna. Los sedimentos de estas zonas son muy finos (Green-Ruiz y Larrinaga-Cunnigham, 1986) por lo que, aunque las velocidades son pequeñas, seguramente alcanzan la

velocidad crítica de erosión (Postma, 1967). Los datos de transparencia y MPS confirman lo anterior. Probablemente los silicatos son resuspendidos de los sedimentos por la turbulencia generada por la marea y vientos. García-Pámanes (1977) también menciona a la temperatura como otra causa de la alta tasa de remineralización del sílice en estas zonas someras. Van Bennekom *et al.* (1974), concluyó que la liberación de sílice a partir de los sedimentos se incrementa sustancialmente al aumentar la temperatura. En este contexto, los resultados de González-Acosta (1998), sugiere que el estero El Conchalito es un aportador de silicatos a la Ensenada de La Paz. Este estero ubicado en el sureste de la laguna, como ya se mencionó, presenta planicies de marea donde se generan altas temperaturas y periodos de desecación producidos durante las bajamares.

García-Pámanes (1977) mencionó que en la laguna de La Paz se presentan altas concentraciones de silicatos y que probablemente prevalecía el aporte de silicatos de la laguna hacia la bahía. Los resultados de los balances llevados a cabo en este trabajo, y que favorecen en todos los casos la exportación, confirman esta hipótesis.

4.6. Balance de masa de los componentes de la MPS y nutrientes

Los resultados del balance de los componentes de la MPS nos permiten entender la dinámica de éstos. Sin embargo, los resultados de la mayoría de estos componentes en este trabajo no pueden considerarse como definitivos. Esto es debido a que la alta variabilidad (en algunos parámetros) de los valores determinados durante el ciclo ocasiona que el balance no solo cambie en magnitud si no que sea positivo o negativo al utilizar datos de la intensidad de la corriente de una profundidad distinta a 4 metros. Es decir, la variación en la concentración de algunos de los componentes de la MPS y nutrientes es tal que el resultado del balance se modifica en magnitud y a veces de sentido si se usan los datos de la magnitud de la corriente a una profundidad diferente. Este fenómeno es particularmente evidente en la marea muerta cuando la intensidad de la corriente varía sustancialmente en relación a la columna de agua. Las excepciones fueron la MPS y los silicatos, cuyos balances calculados a diferentes profundidades siempre resultaron similares y en todos los casos positivos.

Conjuntamente debemos tomar en cuenta otro factor que puede explicar las diferencias observadas en el balance de determinadas variables entre los muestreos y es el hecho de que las muestras tomadas durante la marea intermedia provenían de una situación de alta a baja energía (Fig. 19b). La turbulencia provocada por la energía precedente probablemente contribuyó a que los balances de Cl a, CP, y NP resultaran mayores que en los otros muestreos favoreciendo el proceso de exportación. En el caso de la MPS, la concentración calculada (en la marea intermedia) solo es menor que en la marea viva de agosto pero mayor que en la marea viva de julio. Debido a que este muestreo se realizó posteriormente a las

lluvias de septiembre es explicable que obtuviéramos una mayor concentración de MPS (atribuible al aporte de la fracción minerogénica) que en la marea viva de julio. Probablemente el material orgánico acarreado por los arroyos estacionales presentes en la laguna haya contribuido para obtener un mayor balance de estas variables .

Por otra parte, es importante mencionar que estos resultados sólo pueden considerarse como representativos del verano ya que se desconoce cómo la variabilidad estacional de la productividad, eventos de surgencias, así como las diferencias en la amplitud de la marea a lo largo del año (además del mencionado aporte de material por los arroyos en la estación de lluvias) afecten este balance. Así, aunque Martínez-López y Gárate-Lizárraga (1997) no realizaron propiamente un balance, sus resultados sobre la materia orgánica en Bahía Concepción muestran que solo en el mes de octubre (y no en febrero y mayo) se registran mayores valores durante el reflujó. Los autores sugieren que la degradación del material particulado durante la temporada cálida libera nutrientes, los cuales propician el desarrollo de poblaciones del microfitoplancton hacia el interior del sistema; esto permite la exportación de materia orgánica particulada hacia el Golfo de California.

Los balances obtenidos por Sánchez-Martínez (1997), en la Ensenada de La Paz, fueron positivos en el caso del COP calculándose 12,900 Kg. de Carbono por ciclo de marea. Valor muy por arriba de los resultados de COP y CP obtenidos en este estudio. Los resultados corresponden a una marea viva de septiembre y aunque en el presente trabajo no se tienen resultados de COP para este mes, aún los resultados de CP son cinco veces menores. Cabe aclarar que para el balance de Sánchez-Martínez (1997) el ciclo de marea fue incompleto (24 horas) además de que las muestras se tomaron cada hora.

En cuanto a los materiales disueltos, Lechuga-Devéze (1997) menciona que durante la primavera el intercambio de fósforo inorgánico disuelto (PID) entre la Ensenada de La Paz y la bahía es de 766 mol día^{-1} ($72.8 \text{ Kg. día}^{-1}$) acumulándose al interior $889 \text{ mol de PID día}^{-1}$ ($84.5 \text{ Kg. día}^{-1}$). Al parecer la Ensenada de La Paz acumula PID importado principalmente de la bahía. Contrariamente en este estudio los procesos de exportación de fosfatos fueron mayoría siendo hasta de 10.6 Kg durante un ciclo de 25 horas en una marea viva. Solo se calculó un balance negativo (importación) de 1.35 Kg durante una marea muerta. Lechuga-Devéze (1997) supone que existe una variación substancial en la asimilación de PID entre el verano e invierno: La asimilación es más alta durante el verano. Sin embargo, este hecho solo explica la diferencia en magnitud pero no el sentido, es decir si la laguna exporta o importa PID.

Este mismo autor menciona que la magnitud del intercambio, por la marea en primavera, de Nitrógeno inorgánico disuelto (NID) es de $5278 \text{ mol día}^{-1}$ ($337.2 \text{ Kg. día}^{-1}$) produciéndose al interior de la laguna 5073 mol^{-1} ($314.5 \text{ Kg. día}^{-1}$). En el presente estudio el balance de NID fue altamente variable ya que durante las mareas vivas se presentaba un proceso de exportación alcanzando hasta $61.4 \text{ Kg. día}^{-1}$, mientras que en la marea muerta se favorecía la importación ($20.9 \text{ Kg. día}^{-1}$). Este autor supone que la bahía es una fuente de NID durante la primavera y neutral durante el verano.

Los estudios sobre el balance de los componentes de la MPS en sistemas aintiestuarinos son prácticamente nulos en la Península de Baja California. Solo se cuenta con descripciones acerca del comportamiento en la concentración de la materia orgánica con respecto a la marea y aún ésta es casi siempre determinada

Dinámica de los Componentes de la MPS y otras Variables Hidrológicas

Discusión

como proteínas y carbohidratos. Debido a esto, los resultados de este trabajo no pueden ser directamente comparados.

4.7. Estructura de la comunidad de fitoplancton

En las lagunas costeras las variaciones diurnas en las comunidades de fitoplancton son particularmente evidentes dado que estos organismos se ven sometidos a condiciones físicas cambiantes, entre otras: los cambios de marea, de turbidez, de salinidad y temperatura (Barreiro-Guómez *et al.* 1993). Así, en este trabajo, los resultados del análisis de la comunidad de fitoplancton muestran un aumento en el número de especies y abundancia durante las horas de bajamar especialmente en la bajamar inferior cuando la intrusión de la marea es mayor por lo que sale agua proveniente de las zonas más interiores de la laguna. Esto sugiere que la laguna de La Paz posee una riqueza específica y abundancias más altas que la bahía. Aunque en el trabajo de Signoret y Santoyo (1980) no se menciona el tipo o la fase de la marea en que se tomaron las muestras, sus resultados concuerdan con los obtenidos en este estudio. Estos autores registraron, en el verano, mayores abundancias dentro de la laguna y en el canal de entrada, siendo mínima en una estación ubicada en la Bahía de La Paz. Respecto a la riqueza específica, Signoret y Santoyo (1980) registraron 189 especies en el verano (58% fueron diatomeas y 38% dinoflagelados) muy por arriba de las 94 especies encontradas en el presente trabajo. Sin embargo, no es sorprendente ya que en su estudio estos investigadores incluyeron comunidades propias de la Bahía de La Paz. Además en este trabajo posiblemente la riqueza específica de la Ensenada de La Paz se magnificó por la presencia de diatomeas bénticas, las cuales podrían haber sido resuspendidas en las zonas someras de la laguna.

Signoret y Santoyo (1980) sugieren que la composición específica del fitoplancton muestran la influencia de las aguas del Golfo de California en la Bahía y

Ensenada de La Paz, mencionando como ejemplo la presencia de coccolitoforidos en la Ensenada de La Paz. Esta influencia sobre la composición específica de la comunidad de fitoplancton en el verano pueden deberse a los procesos de surgencias. Lechuga-Déveze *et al.* (1990) expresaron que la presencia de masas de agua de menor temperatura da cierta evidencia de la preparación y desarrollo de un evento de surgencia en aguas cercanas al Golfo de California. En este sentido, Granados-Guzmán y Álvarez-Borrego (1984) registraron las temperaturas mínimas anuales en verano, y asumieron que éstas son originadas por las surgencias en el Golfo de California. Lechuga-Déveze *et al.* (1990) mencionan que estas surgencias transportan poblaciones del fondo de la capa fótica. Asimismo, Signoret y Santoyo (1980), refieren que los florecimientos de fitoplancton en otoño-invierno, en la Ensenada de La Paz, han sido atribuidos a la intrusión de aguas ricas en nutrientes provenientes del Golfo de California por medio de los procesos de surgencias.

Signoret y Santoyo (1980) concluyeron que las comunidades de fitoplancton de la Ensenada y bahía de La Paz se caracterizan por una relativa sencillez estructural distintiva de las zonas templadas, y sometidas a una renovación constante como resultado del transporte horizontal de las masas de agua por efecto de las mareas.

4.8. Razones Carbono-Nitrógeno

Siendo las razones C:N promedio muy similares a la razón de Redfield (106-16-1) se supone que el carbono particulado, lo mismo que el nitrógeno particulado, determinado por CHN son principalmente orgánicos. Es interesante el hecho de que las razones mínimas se hayan registrado en la parte Sudeste mientras que las máximas se localicen en la parte externa y en la parte Norte de la laguna. La razón de tal comportamiento probablemente sea la alta disponibilidad de nutrientes en la región Sudeste. Ehrhardt (1983) menciona a la disponibilidad de nutrientes nitrogenados como un factor que influencia la composición elemental del fitoplancton. Otra posible razón es la presencia de bacterias presentes en el detritus, que pudieron ser retenidos en el filtro, en esta área de la laguna. Riley (1963) menciona que el detritus no solo está compuesto por fragmentos de organismos muertos sino que son agregados organizados que sirven de sustrato para las bacterias. Las bacterias, de acuerdo a Hedges *et al.* (1986) poseen una razón C:N de aproximadamente 4, por lo podrían haber contribuido a disminuir la razón promedio. La diferencia en la composición de especies del fitoplancton entre la Bahía y la Ensenada de La Paz también podría explicar las diferencias entre ambos ambientes.

Es necesario aclarar que aunque se asume que el carbono determinado es principalmente orgánico hay que tener en cuenta que existen organismos propios del fitoplancton con estructuras calcáreas, es decir con carbono inorgánico. En el estudio de Signoret y Santoyo (1988) se demostró la existencia de cocolitoforidos durante el otoño en el interior de la Ensenada de La Paz. En este estudio solo se realizó un análisis en un ciclo de mareas vivas en el que no aparecen miembros de este grupo pero se desconoce si estos se presentaron en el resto de las campañas. Sin

Dinámica de los Componentes de la MPS y otras Variables Hidrológicas

Discusión

embargo, el uso de técnicas para la eliminación del carbono inorgánico solucionaría

este problema.

5. CONCLUSIONES

- Se determinó la existencia de un gradiente de concentración a partir de la zona externa contigua a la boca de la laguna aumentando hacia el interior de la laguna particularmente hacia la región sudeste caracterizada por ser de baja energía en cuanto a la magnitud de la corriente. Esto probablemente permita que la zona actué como una trampa natural de material. Además de que el substrato en esta área está compuesto por lodos finos por lo que aún una pequeña intensidad de las corrientes resuspendan los sedimentos.
- El cálculo de altas correlaciones entre la altura de la marea y los componentes de la MPS y nutrientes, no es evidencia suficiente para suponer la presencia de un proceso de exportación desde la Ensenada de La Paz hacia la bahía adyacente. La intensidad de la corriente es uno de los factores importantes.
- El balance de masa calculado sí indica la existencia de este proceso de exportación para algunos de los parámetros y nutrientes. Esta exportación se presentó particularmente en las mareas vivas y en la intermedia que en la muerta. Solo para la MPS y los silicatos se determinó un balance positivo o exportación. En el caso de la marea intermedia, es importante considerar que ésta provenía de un sistema de alta energía. Por lo que los resultados obtenidos deben considerarse más como propios de una marea viva.

- El registro de mayores abundancias y riqueza específica del fitoplancton durante el reflujó de la marea es un indicador de la alta productividad primaria de la Ensenada de la Paz.
- Las razones C:N determinadas son similares a la propuesta por Redfield siendo mayores fuera de la laguna, con valores intermedios en la región Norte de la Ensenada de La Paz y mínimas en la parte Sudeste de la misma.

6. RECOMENDACIONES

La generación y el transporte de los componentes de la materia particulada suspendida esta en función de un alto número de factores químicos, físicos y biológicos y de la interacción entre ellos. De aquí la complejidad del sistema. El presente estudio es apenas una aproximación para entender el papel que tiene la Ensenada de La Paz como generador y exportador de estos componentes. Por lo anterior en trabajos futuros se sugieren las siguientes recomendaciones.

1. El presente trabajo se realizó en el verano por lo que es necesario otros estudios que comprendan un ciclo anual. Esto en razón de que existen eventos tales como las surgencias, la precipitación pluvial, así como diferencias en la altura de la marea e incluso en la productividad misma del sistema durante el año. Estas diferencias estacionales influyen en la generación, magnitud y en el sentido en que algunos de los componentes de la MPS son transportados entre la bahía y la Ensenada de La Paz. Dos campañas que incluyan un ciclo de mareas muertas y vivas en al menos un mes que sea representativo de cada una de las estaciones parece adecuado. No es recomendable realizar los muestreos durante las mareas intermedias o de transición ya que los resultados en esta situación dependen si las mareas previas sean vivas o muertas. Esto es, si derivan de sistemas de alta o baja energía.
2. El canal de entrada a la Ensenada de La Paz en realidad esta formado por dos canales que corren paralelos, las implicaciones que podría tener aún no se han estudiado. Probablemente las diferencias en cuanto a la magnitud de la corriente

difieran y del material transportado sea de tal magnitud que los balances obtenidos sean totalmente disímiles. Por lo tanto, es necesario un estudio prospectivo en el que se tomen muestras simultáneamente en ambos canales para determinar si existen diferencias significativas.

3. Sería recomendable un análisis microscópico de la MPS que nos indique sobre su composición y los porcentajes relativos de cada uno de los componentes con el objeto de determinar la calidad del material.
4. Para obtener una determinación precisa de las razones carbono nitrógeno se recomienda eliminar la fracción correspondiente al carbono inorgánico ya que la presencia estacional de organismos como los cocolitoforidos con estructuras carbonatadas (carbono inorgánico) pudieran alterar las razones C:N sobreestimándolas.
5. Se recomienda un análisis taxonómico del fitoplancton, durante los ciclos de mareas incluyendo las mareas muertas, identificándose las diatomeas bénticas. Esto debido a que podrían aumentar la riqueza específica durante el refluo, lo mismo que los índices de diversidad.

7. LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ-BORREGO, S., G. BALLESTEROS y A. CHEE-BARRAGAN, 1975. Estudio de algunas Variables Físico-químicas Superficiales en Bahía de San Quintín en Verano, Otoño e Invierno. *Ciencias Marinas* 16-45 pp.
- ÁLVAREZ-BORREGO, S. y A. CHEE-BARRAGAN, 1976. Distribución Superficial de Fosfatos y Silicatos en Bahía de San Quintín, B. C. *Ciencias Marinas* 3 (1) 51-63 pp.
- ÁLVAREZ-BORREGO, J. y S. ÁLVAREZ-BORREGO, 1982. Temporal and Spatial Variability of Temperature in two Coastal Lagoons. *CalCOFI, Rep., XXIII*: 188-197 pp.
- ANÓNIMO, 1998a. Boletín Mensual del Observatorio Meteorológico de La Paz, B.C.S. Junio de 1998. Comisión Nacional del Agua. Gerencia Estatal en Baja California Sur. 41 pp.
- ANÓNIMO, 1998b. Boletín Mensual del Observatorio Meteorológico de La Paz, B.C.S. Julio de 1998. Comisión Nacional del Agua. Gerencia Estatal en Baja California Sur. 41 pp.
- ANÓNIMO, 1998c. Boletín Mensual del Observatorio Meteorológico de La Paz, B.C.S. Agosto de 1998. Comisión Nacional del Agua. Gerencia Estatal en Baja California Sur. 41 pp.
- ANÓNIMO, 1998d. Boletín Mensual del Observatorio Meteorológico de La Paz, B.C.S. Septiembre de 1998. Comisión Nacional del Agua. Gerencia Estatal en Baja California Sur. 43 pp.
- AYALA-ROCHA, 1987. Proteínas y Carbohidratos y su Significado Ecológico en la Ensenada de La Paz, B.C.S. Tesis de licenciatura. Univ. Autón. Baja California Sur. La Paz, México. 62 pp.
- BANSE, K., C. P. FALLS y L. A. HOBSON, 1963. A Gravimetric Method for Determining Suspended Matter in Seawater Using Millipore Filters. *Deep-Sea Res.* 10:639-642 pp.
- BARREIRO-GUÉMEZ, M. T., C. LECHUGA-DEVÉZE y J. BUSTILLOS-GUZMÁN, 1993. Variabilidad Diurna de la Producción Primaria en la Boca de La Ensenada de la Paz, B.C.S. *Hidrobiológica* Vol. 3 (1-2), 17-27 pp.
- CASTRO-LONGORIA, R. y J. M. GRIJALVA-CHON, 1991. Variabilidad Espacio-Temporal de Nutrientes y Seston en la Laguna Costera La Cruz, Sonora. *Ciencias Marinas* 17 (2) 83-97 pp.
- CEAL, 1977. Informe de Actividades Realizadas por el CEA. SARH. Subsecretaría de Planeación y Ordenamiento Ecológico. 213 pp.
- CERVANTES-DUARTE, R., 1982. Distribución de Nutrientes en la Ensenada de La Paz, B.C. S. durante el periodo primavera-verano de 1981. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 119 pp.
- CERVANTES-DUARTE, R. y R. GUERRERO, 1988. Variación Espacio-Temporal de Nutrientes de la Ensenada de La Paz, B. C. S. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM.* 15 (2): 129-142 pp.
- CERVANTES-DUARTE, R., S. AGUIÑIGA-GARCÍA y R. GUERRERO, 1991. Variación Estacional de Temperatura, Salinidad y Nutrientes en la Ensenada de La Paz, B. C. S. *Revista de Investigación Científica. Univ. Autón. Baja California Sur. La Paz, México.* Vol. 2 (2): 53-64 pp.
- CLEVE-EULER, A., 1953. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Tomo III. Estocolmo, Suecia. 255 pp.

- CONTRERAS-ESPINOSA, 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. Universidad Autónoma Metropolitana. 415 pp.
- CONTRERAS, F. 1984. Estudios Hidrobiológicos en Lagunas Costeras. *Ciencia*, 35: 13-18 pp.
- DEGENS, E. T. E. V. ITTEKKOT, 1985. The Carbon Cycle – Tracking the Path of Organic Particles from Sea to Sediments. *En: Brooks, J., Fleet, A. (eds.) Special Conference of marine Petroleum Source Rocks. Geol. Soc. Londres. Blackwell, Oxford*
- DYER, 1979. Estuarine Hydrography and Sedimentation. Ed. Cambridge University Press. Gran Bretaña. 230 pp.
- EHRHARDT, M., 1983. Determination of Particulate Organic Carbon and Nitrogen. *En: Methods of Seawater Analysis. Grasshoff, K., M. Ehrhardt y K. Kremling (Eds.) Ed. Verlag Chemie. Republica Federal de Alemania. 419 pp.*
- ESPINOZA, A.J., 1977. Los Principales Parámetros Físico-químicos de las Aguas de la Ensenada de La Paz, B.C.S. Informe de Labores. CIB de B.C.S.
- FACCO, S., D. DEGOBBIS, A. SFRISO y A. A. ORIO, 1986. Space and Time Variability of Nutrients in the Venice Lagoon. 307-318 pp. *En: WOLFE, D.A. (Ed.) Estuarine Variability. Academic Press Inc. Orlando, Florida, E. U. A. 509 pp.*
- GARCÍA-PÁMANES, J., 1987. El Fitoplancton de La Ensenada de La Paz, B. C. S. Composición Específica, Variación Estacional y Distribución. *Mem. V Simp. Biol. Mar. Univ. Autón. Baja California Sur. 17-29 pp.*
- GILMARTIN, M. y N. REVELANTE, 1978. The Phytoplankton Characteristics of the Barrier Island Lagoons of the Gulf of California. *Estuarine and Coastal Marine Science. 7, 29-47 pp.*
- GONZÁLEZ-ACOSTA, A. F., 1998. Ecología de la Comunidad de Peces Asociada al Manglar del Estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, México. 125 pp.
- GRANADOS-GALLEGOS J. L. y R. A. SCHWARTZLOSE, 1974. Corrientes Superficiales en el Golfo de California. *En: Memorias del V Congreso Nacional de Oceanografía. Escuela de Ciencias Marítimas del Inst. Tec. de Monterrey, Guaymas Sonora.*
- GRANADOS-GÚZMAN, A. y S. ALVÁREZ-BORREGO, 1983. Variabilidad de Temperatura en la Ensenada de La Paz, B. C. S. *Ciencias Marinas 9 (2): 133-141 pp.*
- GREEN-RUIZ, C. y H. LARRINAGA-CUNNINGHAM, 1986. Sedimentología y Geoquímica de la Laguna de La Paz, B.C.S., México Tesis de Licenciatura. UABCS. La Paz, México. 83 pp.
- HEDGES, J. I., W.A. CLARK, P. D. QUAID, J. E. RICHEY, A. H. DEVOL y U. M. SANTOS, 1986. Composition And Fluxes of Particulate Organic Material in the Amazon River Limnology and Oceanography. 31, 717-738 pp.
- HEDGES, J. I., R.G. KEIL y R. BENNER, 1997. What Happens to Terrestrial Organic Matter in the Oceans? *Organic Geochemistry Vol. 27 No. 5/6 pp.195-212, 1997.*
- JEFFREY, S. W. y J. F. HUMPHREY, 1975. New Spectrophotometric Equations for determining Chlorophylls a, b, c1 and c2 in algal phytoplankton and higher plants. *Biochemic. und Physiologic der Pflanzen (BPP), 167:191-194.*

- JIMÉNEZ-ILLESCAS, A., M. OBESO-NIEBLAS y D. A. SALAS-de LEON, 1997. Oceanografía Física de la Bahía de La Paz, B.C.S., 31-41 pp. *En: URBÁN-RAMÍREZ, J. y M. RAMÍREZ-RODRÍGUEZ (Eds.) La Bahía de La Paz Investigación y Conservación. U.A.B.C.S. 345 pp.*
- JIMÉNEZ-QUIRÓZ, M. C., 1991. Contribución al Conocimiento de los Productores Primarios de la Ensenada de La Paz. Análisis de la Comunidad de Manglar. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. CICIMAR-IPN. 223 pp.
- KARL, D. M., W.G. HARRINSON y J. DORE, 1991. Major Bioelements In: Marine Particles Analysis and Characterization. Hurd D.C. y D.W. Spencer editores. Ed. American Geophysical Union. E.U.A. 472 pp.
- LANKFORD, R.R., 1977. Coastal Lagoons of México: Their Origin and Classification *In: Estuarine Processes Vol. II: Circulation, Sediments, and Transfer of Material in the Estuary.* Martin Wiley (Editor) Ed. Academic Press. New York, E. U. A. 428 pp.
- LECHUGA-DEVÉZE, C., 1997. Comparison of Carbon, Nitrogen and Phosphorus Fluxes in Mexican Coastal Lagoons *In: LOICZ Reports & Studies No. 10.* SMITH, S.V. S. IBARRA-OBANDO, P.R. BOUDREAU y V.F. CAMACHO IBAR. (eds.). The Netherlands. 84 pp.
- LECHUGA-DEVÉZE, C. H., J. GARCÍA PÁMANES y J. BUSTILLOS-GUZMÁN, 1986. Condiciones Ecológicas de una laguna Costera de la Costa Oeste del Golfo de California. *Ciencias Marinas. 12(1): 19-31 pp.*
- LECHUGA-DEVÉZE, C. H., B. AYALA-ROCHA Y I. GÁRATE-LIZÁRRAGA, 1989. Proteínas, Carbohidratos y Clorofila de la Materia Orgánica Particulada, en tres Diferentes Ambientes Oceánicos : Mar de Portugal, Golfo de California y NW de Baja California Sur. *Anales del Instituto de Ciencias Marinas y Limnología, UNAM. 16 (1): 147 - 155 (1989). México.*
- LECHUGA-DEVÉZE, C., J. BUSTILLOS-GUZMÁN, M. T. BARREIRO-GUÉMEZ y D. LÓPEZ-CORTÉS, 1990. Oscilaciones Semidiurnas, Diarias y Estacionales de Variables Físicas en la Ensenada de La Paz, B. C. S. *Inv. Mar. CICIMAR, Vol. 5 No.1. 1-9 pp.*
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, A y I. GÁRATE-LIZÁRRAGA, 1995. Cantidad y Calidad de la Materia Orgánica Particulada en Bahía Concepción, en la Temporada de Reproducción de la Almeja Catarina: *Argopecten circularis (SOWERBY, 1835).* *Ciencias Marinas 20 (3): 301-320 pp.*
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, A y I. GÁRATE-LIZÁRRAGA, 1997. Variación Diurna de la Materia Orgánica Particulada en una Laguna Costera del Golfo de California. *Biol. Trop., 45 (4) 1421-1428 pp.*
- MILLÁN-NUÑEZ, E., F. ORTÍZ CORTÉS Y S. ÁLVAREZ-BORREGO, 1981. Variabilidad Espacial y Temporal de Nutrientes y Fitoplancton en una Laguna Costera, a Finales de verano. *Ciencias Marinas. V. 7 (1). 91-103 pp.*
- MORALES G., E. R., 1982. Mareas y Corrientes en la Ensenada de La Paz, B. C. S. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. 52 pp.
- MORALES G., E. R. Y H. CABRERA-MURO, 1982. Aplicación de un Modelo Hidrodinámico Unidimensional a la Ensenada de La Paz, B.C.S. *Ciencias Marinas 8 (2): 69-89 pp.*
- MORENO, J. L., S. LICEA y H. SANTOYO, 1996. Diatomeas del Golfo de California. U.A.B.C.S. México. 272 pp.
- MUÑOZ-ANDERSON, M. A. Y E., F. MILLÁN-NUÑEZ, 1991. Variación Anual

de la Productividad de Fitoplancton en el Estero de Punta Banda, B. C. Ciencias Marinas 17 (2) 57-70 pp.

NAVA-SÁNCHEZ, E.H. y R. CRUZ-OROZCO, 1989. "Orígen y Evolución Geomorfológica de la Laguna de La Paz, Baja California Sur, México". Investigaciones Marinas CICIMAR. 1989 Vol. 4 No. 1: 49-58 pp.

NOWICKI, B. L. y S. W. NIXON, 1985. Benthic Nutrient Remineralization in a Coastal Lagoon Ecosystem. Estuaries. 8: 182-190 pp.

OBESO-NIEBLAS, M., A. JIMÉNEZ y S. TROYO, 1993. Modelación Hidrodinámica de La Marea en la Ensenada de La Paz, B. C. S. Investigaciones Marinas CICIMAR. Vol. 8(1): 1-11 pp.

PRANDLE, D., 1978. The Vertical Structure of Tidal Currents and other Oscillatory Flows. Cont. Shelf. Res. 1 (2), 191-207 pp.

PARSONS, T.R., y. MAITA y C.M. LALLI, 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Ed. Pergamon Press. Gran Bretaña. 173 pp.

PÉREZ-NEVAREZ, V., 1995. Zonación y Estructura de la comunidad de Moluscos Bivalvos en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, México. 91 pp.

PERKINS, E. J., 1974. The Biology of Stuaries and Coastal Waters. Ed. Academic Press. Londres, Inglaterra. 678 pp.

POSODEL, N. y J. FAGANELI, 1991. Nature and Sedimentation of Suspended Particulate Matter During Density Stratification in Shallow Coastal Waters (Gulf of Trieste, Northern Adriatic). Marine Ecology Progress Series Vol. 77: 135-145, 1991. Piran Yugoslavia.

POSTMA, 1967. Sediment Transport and Sedimentation in the Estuarine Environment. 158-179 pp. En: LAUFF, G. H., 1967. Estuaries. Ed. American Association for the Advancement of Science. E.U.A. 757 pp.

REYES-SALINAS, A., 1999. Factores que Controlan la Productividad Primaria en la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas CICIMAR-IPN. 122 pp.

RILEY, G. A., 1963. Organic Aggregates in Sea Water and the Dynamics of their Formation and Utilization. Limnol. Oceanogr. 8, 372-381 pp.

RILEY, J. P. y R. CHESTER, 1989. Introducción a la Química Marina. Ed. AGT Editor, S.A. México, D.F. 459 pp.

ROBLES GIL-MESTRE, S. M. G. , 1998. El Clima en la Ciudad de La Paz, Baja California Sur. Universidad Autónoma de México. Facultad de Filosofía y Letras. Tesis de Maestría. 233 pp.

RODRÍGUEZ-MEZA, G. D., 1999. Elementos Mayores y Traza en los Sedimentos Superficiales de la Laguna de La Paz, B. C. S., México. Tesis de Maestría CICIMAR-I.P.N., La Paz, México. 163 pp.

SALINAS-GONZALEZ, F., 2000. Mezcla turbulenta y Transporte de Masa en la Bahía y Ensenada de La Paz, B.C.S.: Experimentación y Modelación Numérica. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, CICIMAR-IPN. 260 pp.

SALDÍVAR-CABRALES, J., 1971. Evaluación de la Eficacia y Caracterización de la Descarga del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de La Paz, B.C.S. Reporte del Centro de Estudios de Aguas Litorales. 1-15 pp.

- SÁNCHEZ-MARTÍNEZ, M. A., 1997. Interacción de Variables Hidroquímicas entre la Ensenada de La Paz y la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. CICIMAR-IPN. 57 pp.
- SANDOVAL M., J. F. y J. GÓMEZ-VALDÉZ, 1997. Tides and Tidal in Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Geofísica Internacional*. 36 (1) 37-47 pp.
- SIGNORET M. y H. SANTOYO, 1980. Aspectos Ecológicos del Plancton de la Bahía de La Paz, Baja California Sur. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 7 (2): 217-248 pp.
- STRICKLAND, J. D. H. y T. R. PARSON, 1968. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Ed. Fisheries Research Board of Canada. Ottawa, Canada. 311 pp.
- TOMAS, C. R. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Ed. Academic Press. E.U.A. 858 pp.
- TREJO-DIÉGUEZ, S. y E. MAYORAL-VÁZQUEZ, 1984. Estudio de la Calidad Físico-química y Bacteriológica del Agua y Almeja Catarina *Argopecten circularis* en la Ensenada de La Paz, B. C. S. *En: Presente y Futuro de la Ensenada de La Paz. Memoria de la 1ª Reunión sobre Ciencia y Sociedad*. Univ. Autón. Baja California Sur. La Paz, México. 7-13 pp.
- UNESCO, 1981. *Unesco Tech. Pap. In Mar. Sci.*, No. 39.
- VAN BENNEKOM, A. J., E. KRIJGSMAN-VAN HARTINGSVELD, G. C. M. VAN DERVEER y H. F. J. VOORST, 1974. The Seasonal Cycles of Reactive Silicate and Suspended Diatoms in the Dutch Wadden sea. *Netherlands Journal of Sea Research*. 8 (2-3): 174-207 pp.
- VERDUGO-DÍAZ, G., 1997. Cambios Estacionales del Fitoplancton y de la Composición Bioquímica del Material Orgánico Particulado en Bahía Concepción, B. C. S., México. Tesis de Maestría Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. CICIMAR-IPN. 100 pp.
- ZEITZSCHEL, 1970. The Quantity, Composition and Distribution of Suspended Particulate Matter in the Gulf of California. *Marine Biology* 7, 305-318 pp.
- ZERTUCHE-GONZALEZ, J. A. y S. ALVÁREZ-BORREGO, 1978. Series de Tiempo de Variables Físicoquímicas en las Bocas de dos Antiestuarios de Baja California. *Ciencias Marinas* 5 (1) 91-103 pp.

Dinámica de los Componentes de la MPS y otras Variables Hidrológicas

Anexos

8. ANEXOS

Tabla I. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis espacial, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva en julio de 1998.

Est.	Longitud	Latitud	Hora	Temp. °C	Sal. ups	Secchi m	MPS mg l ⁻¹	Cl a mg m ⁻³	CP µg l ⁻¹	NP µg l ⁻¹	C:N -	COP µg l ⁻¹	NO ₂ µmol l ⁻¹	NO ₃ µmol l ⁻¹	PO ₄ µmol l ⁻¹	SiO ₂ µmol l ⁻¹
1	110°18.200' W	24°12.281' N	08:14	27.36	35.1181	5.5	0.60	0.52	319	45	8.27	279	0.028	1.448	0.370	3.129
2	110°18.286' W	24°11.236' N	08:31	27.34	35.4317	5.5	1.38	1.06	488	63	9.03	410	0.033	1.857	0.333	0.615
3	110°19.308' W	24°09.808' N	08:49	27.66	35.5719	6	3.33	1.07	231	33	8.16	170	0.033	1.086	0.343	1.872
4	110°20.421' W	24°09.023' N	09:03	27.85	35.8161	-	3.88	1.54	-	-	-	441	0.046	1.294	0.370	2.962
5	110°21.685' W	24°09.670' N	09:34	28.41	36.6032	2.5	2.16	1.77	393	65	7.05	-	0.052	0.965	0.453	5.979
6	110°24.442' W	24°09.420' N	09:34	28.87	37.5105	3	2.51	1.95	774	131	6.89	818	0.074	1.238	0.438	13.188
7	110°25.758' W	24°10.183' N	09:47	28.83	37.8568	2	2.59	1.62	461	77	6.98	-	0.069	1.086	0.469	14.278
8	110°25.267' W	24°08.438' N	10:00	28.91	37.5488	2	2.17	1.56	439	72	7.11	360	0.052	2.110	0.427	12.769
9	110°23.935' W	24°08.576' N	10:09	29.20	37.4321	2	3.17	1.91	487	88	6.45	-	0.048	2.147	0.474	12.182
10	110°24.743' W	24°08.205' N	10:09	29.70	37.9657	2	1.35	1.66	810	137	6.89	871	0.089	0.731	0.626	16.289
12	110°22.274' W	24°07.718' N	10:40	30.52	37.5782	1.5	1.76	1.96	-	-	-	-	0.072	0.703	0.453	11.428
13	110°22.740' W	24°07.056' N	10:50	30.76	38.3200	1	8.95	3.54	675	124	6.35	-	0.141	0.555	0.730	16.876
14	110°21.000' W	24°07.661' N	10:55	30.04	38.1236	1.5	3.95	1.57	711	128	6.48	-	0.067	0.675	0.453	13.439
15	110°21.698' W	24°08.222' N	11:04	29.57	37.2268	2	5.11	0.27	437	75	6.79	-	0.074	0.265	0.516	8.075
16	110°22.112' W	24°08.470' N	11:09	28.50	36.0932	2.5	4.07	0.80	361	63	6.68	409	0.035	0.844	0.343	2.710

Tabla II. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis espacial, en la Ensenada de La Paz, durante una marea muerta en julio de 1998.

Est.	Longitud	Latitud	Hora	Temp. °C	Sal. ups	Secchi m	MPS mg l ⁻¹	Cl a mg m ⁻³	CP µg l ⁻¹	NP µg l ⁻¹	C:N -	COP µg l ⁻¹	NO ₂ µmol l ⁻¹	NO ₃ µmol l ⁻¹	PO ₄ µmol l ⁻¹	SiO ₂ µmol l ⁻¹
1	110°18.215' W	24°11.865' N	09:26	29.24	35.1659	7	0.68	0.62	175	29	7.04	173	0.034	0.879	0.840	9.479
2	110°18.452' W	24°10.959' N	09:42	29.25	35.2546	7	0.50	0.61	191	33	6.75	388	0.026	0.260	0.803	7.064
3	110°19.262' W	24°09.759' N	10:00	29.55	35.7454	6	1.10	0.76	164	29	6.59	144	0.058	0.440	0.701	12.876
4	110°20.408' W	24°08.975' N	10:18	29.78	36.2776	5	1.31	1.33	181	33	6.40	224	0.034	0.047	0.794	10.373
5	110°21.659' W	24°08.623' N	10:33	29.85	36.6073	4	1.66	1.68	267	46	6.77	330	0.045	0.024	0.803	12.161
6	110°23.850' W	24°09.678' N	10:52	29.83	37.1906	1.8	3.82	1.74	-	-	-	709	0.064	0.095	0.998	19.672
7	110°25.513' W	24°10.178' N	11:04	30.10	37.3242	2.5	4.28	2.25	491	81	7.07	511	0.054	0.269	1.054	13.324
8	110°25.253' W	24°08.669' N	11:20	30.38	37.2925	2.5	5.03	2.45	536	85	7.35	717	0.082	0.071	1.424	19.672
9	110°24.340' W	24°08.756' N	11:33	30.16	37.0940	2.8	3.47	2.75	425	70	7.08	857	0.084	0.098	1.082	16.811
10	110°24.507' W	24°07.357' N	11:48	30.87	36.9530	2.5	5.75	2.26	-	-	-	636	0.090	0.024	1.378	23.607
11	110°23.577' W	24°07.864' N	12:01	30.24	37.1757	2.8	3.79	2.15	389	58	7.82	502	0.073	0.073	1.174	15.023
12	110°23.157' W	24°06.756' N	12:13	30.40	37.3043	1.6	7.93	3.21	-	-	-	1528	0.127	0.095	1.703	27.631
13	110°22.459' W	24°07.566' N	12:23	30.94	37.2292	2	4.83	2.57	539	96	6.55	433	0.103	0.440	0.980	30.224
14	110°21.049' W	24°07.310' N	12:36	31.05	37.7097	1.2	9.26	5.62	777	149	6.08	1080	0.509	1.111	3.047	30.224
15	110°21.109' W	24°07.688' N	12:44	30.92	37.1033	2	4.66	2.62	521	85	7.15	514	0.133	0.073	1.128	12.340
16	110°21.739' W	24°08.216' N	12:54	30.83	36.8420	2.2	3.15	1.58	290	47	7.20	693	0.047	0.260	0.794	9.747
17	110°22.070' W	24°08.459' N	13:02	30.62	36.2258	2.4	1.33	1.20	-	-	-	341	0.019	2.198	0.794	8.316

Tabla III. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis espacial, en la Ensenada de La Paz, durante una marea viva en agosto de 1998.

Est.	Longitud	Latitud	Hora	Temp. °C	Sal. ups	Secchi m	MPS mg l ⁻¹	Cl a mg m ⁻³	CP µg l ⁻¹	NP µg l ⁻¹	C:N -	COP µg l ⁻¹	NO ₂ µmol l ⁻¹	NO ₃ µmol l ⁻¹	PO ₄ µmol l ⁻¹	SiO ₂ µmol l ⁻¹
1	110°18.213' W	24°11.899' N	09:15	29.06	34.9061	7	1.04	0.61	-	-	-	-	0.062	0.678	0.588	47.679
2	110°18.383' W	24°11.221' N	09:30	29.12	35.0135	9	0.70	0.68	245	32	8.93	76	0.021	0.164	0.458	0.000
3	110°19.086' W	24°09.895' N	09:45	29.13	34.9649	9.3	0.56	0.49	283	44	7.50	63	0.026	0.348	0.458	0.032
4	110°19.606' W	24°09.378' N	09:55	29.14	35.0607	6.5	0.79	0.52	-	-	-	-	0.021	0.164	0.443	61.793
5	110°21.515' W	24°08.760' N	10:07	29.26	35.1649	5.5	1.26	1.05	314	49	7.47	-	0.034	0.426	0.483	0.000
6	110°23.048' W	24°09.176' N	11:08	30.34	36.3130	1.5	2.68	2.21	552	84	7.66	299	0.088	0.673	0.739	5.905
7	110°24.041 W	24°09.113' N	11:19	30.46	36.2235	2	3.74	1.95	519	85	7.12	-	0.092	0.949	0.714	56.584
8	110°25.564' W	24°10.102' N	11:25	30.30	36.2347	3	5.96	1.76	-	-	-	199	0.090	0.689	0.764	9.125
9	110°25.030' W	24°08.582' N	11:35	30.61	36.2063	2.5	5.19	2.07	-	-	-	250	0.090	0.929	0.869	8.841
10	110°24.117' W	24°08.583' N	11:40	30.80	36.0858	3	2.37	1.58	457	78	6.83	248	0.075	0.574	0.709	3.821
11	110°24.207' W	24°07.245' N	11:48	31.07	36.2409	2	6.53	2.03	364	62	6.85	408	0.124	1.239	0.924	10.736
12	110°23.464' W	24°07.755' N	11:55	31.06	36.2416	2	6.59	2.31	613	100	7.15	324	0.128	0.984	1.025	13.388
13	110°22.630' W	24°07.030' N	12:05	31.15	36.2419	1.5	9.35	2.42	721	120	7.01	326	0.124	1.239	1.025	13.104
14	110°22.116' W	24°07.903' N	12:12	30.53	36.2995	1.5	5.68	2.25	605	100	7.05	324	0.117	0.902	0.899	11.115
15	110°21.041' W	24°07.350' N	10:38	30.15	37.0744	0.5	12.26	7.27	902	173	6.08	619	0.286	2.711	1.601	21.913
16	110°20.992' W	24°07.636' N	10:31	29.85	36.8192	1	9.05	5.12	778	148	6.13	481	0.192	1.477	1.125	19.640
17	110°22.065' W	24°08.481' N	10:21	30.25	36.1630	2	6.87	5.80	708	133	6.21	429	0.098	1.007	0.854	2.210

Tabla IV. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis espacial, en la Ensenada de La Paz, durante una marea intermedia en septiembre de 1998.

Est.	Longitud	Latitud	Hora	Temp. °C	Sal. ups	Secchi m	MPS mg l ⁻¹	Cl a mg m ⁻³	CP µg l ⁻¹	NP µg l ⁻¹	C:N -	COP µg l ⁻¹	NO ₂ µmol l ⁻¹	NO ₃ µmol l ⁻¹	PO ₄ µmol l ⁻¹	SiO ₂ µmol l ⁻¹
1	110°18.217' W	24°12.877' N	08:42	30.32	34.9855	6	1.58	1.78	182	29	7.32	89	0.034	0.252	0.373	6.362
2	110°18.463' W	24°10.959' N	08:55	29.46	34.8548	6.5	0.78	1.25	146	22	7.74	110	0.008	0.275	0.285	2.352
3	110°18.241' W	24°09.762' N	09:11	30.23	35.1110	5	1.70	2.01	180	31	6.77	47	0.034	0.384	0.510	9.188
4	110°20.517' W	24°08.941' N	09:26	30.61	35.0989	4	2.12	2.21	-	-	-	117	0.037	0.275	0.515	11.102
5	110°21.627' W	24°08.586' N	09:36	30.37	35.2066	3.5	2.06	2.33	281	46	7.12	-	0.030	0.384	0.574	13.836
6	110°23.004' W	24°09.057' N	11:19	31.21	35.0556	2	4.85	1.77	454	72	7.35	517	0.032	0.627	0.466	12.104
7	110°24.291' W	24°09.695' N	11:35	31.43	35.0908	3	0.71	1.75	-	-	-	-	0.032	1.633	0.677	21.857
8	110°25.496' W	24°10.262' N	11:44	31.44	35.1760	2	11.02	2.27	-	-	-	469	0.050	0.693	0.750	17.755
9	110°25.134' W	24°08.744' N	11:53	31.41	35.1314	2.5	4.73	2.10	437	69	7.39	-	0.034	0.734	0.633	16.570
10	110°24.274' W	24°08.787' N	12:00	31.02	35.1449	3.5	4.52	2.56	329	53	7.24	162	0.037	0.605	0.535	12.013
11	110°24.167' W	24°07.413' N	12:16	31.06	35.1761	3	5.39	2.47	392	61	7.49	-	0.045	0.493	0.872	19.214
12	110°23.140' W	24°07.897' N	12:25	31.24	35.1534	2.5	3.97	2.49	402	67	7.00	320	0.041	0.561	0.652	14.018
13	110°22.184' W	24°07.179' N	12:32	31.32	35.4007	1.75	3.99	1.67	384	68	6.59	-	0.041	0.252	1.068	23.498
14	110°22.019' W	24°07.986' N	12:39	31.32	35.2353	2.5	4.53	2.24	371	60	7.21	581	0.032	0.451	0.642	13.016
15	110°22.090' W	24°08.455' N	09:47	30.76	35.1916	1.8	2.80	2.72	278	48	6.75	-	0.030	0.033	0.774	12.925
16	110°21.626' W	24°08.116' N	09:53	30.80	35.4033	2.5	2.21	2.72	335	60	6.51	512	0.050	0.033	0.872	15.203
17	110°21.001' W	24°07.634' N	10:00	30.60	35.6827	1.8	3.61	3.01	-	-	-	184	0.076	0.033	0.931	20.672
18	110°20.972' W	24°07.272' N	10:07	30.70	35.7035	0.8	9.29	11.55	793	161	5.74	-	0.078	0.297	1.420	25.503

Tabla V. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis temporal, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea viva en julio de 1998.

Hora	Marea m	Temp °C	Sal. ups	MPS mg l ⁻¹	Cl a mg m ⁻³	CP µg l ⁻¹	NP µg l ⁻¹	C:N -	COP µg l ⁻¹	NO ₂ µmol l ⁻¹	NO ₃ µmol l ⁻¹	PO ₄ µmol l ⁻¹	SiO ₂ µmol l ⁻¹
14:30	-0.098	28.50	36.4987	1.95	1.53	573	81	8.25	827	0.12	8.173	0.857	3.822
15:00	-0.133	28.65	36.1952	2.52	1.11	-	-	-	712	0.10	4.743	0.775	2.326
15:30	-0.087	28.71	36.0799	1.59	1.41	426	58	8.56	430	0.05	3.443	0.601	0.831
16:00	-0.047	28.67	35.9153	2.12	1.29	-	-	-	984	0.12	3.170	0.627	0.432
16:30	0.006	28.58	35.8580	1.79	1.58	506	65	9.08	659	0.07	4.122	0.612	0.233
17:00	0.092	28.59	35.8226	2.31	1.08	-	-	-	805	0.08	3.216	0.734	0.432
17:30	0.211	28.54	35.7419	1.41	1.12	314	42	8.72	847	0.05	0.890	0.417	1.296
18:00	0.282	28.29	35.5741	1.53	1.17	-	-	-	651	0.05	3.307	0.566	1.496
18:30	0.385	28.27	35.4073	2.59	1.06	-	-	-	452	0.08	3.419	0.566	1.496
19:00	0.489	28.43	35.2529	1.43	0.86	407	54	8.79	375	0.06	3.854	0.555	0.698
19:30	0.572	28.38	35.2344	1.17	0.96	500	60	9.72	430	0.05	3.583	0.535	0.299
20:00	0.619	28.10	35.2054	-	0.87	-	-	-	442	0.03	2.531	0.468	0.000
20:30	0.671	27.88	35.1451	1.18	0.90	-	-	-	173	0.07	4.520	0.627	0.698
21:00	0.688	27.88	35.2460	1.55	0.93	389	49	9.26	264	0.05	4.584	0.612	0.897
21:30	0.667	27.70	35.1742	0.86	0.89	-	-	-	417	0.04	2.717	0.847	0.199
22:00	0.598	27.72	35.1239	1.76	1.04	920	117	9.17	779	0.08	3.307	0.617	0.598
22:30	0.545	27.74	35.1724	1.54	0.87	-	-	-	246	0.04	3.264	0.678	1.847
23:00	0.425	28.10	35.3036	2.65	0.85	643	60	12.50	635	0.03	4.912	0.934	1.595
23:30	0.293	28.11	35.2680	1.51	0.81	-	-	-	-	0.02	4.208	0.801	1.259
24:00	0.179	28.27	35.2465	1.27	0.88	-	-	-	306	0.05	2.729	0.760	1.427
00:30	0.028	28.50	35.4724	1.74	1.01	-	-	-	646	0.04	3.597	0.760	2.435
01:00	-0.109	28.52	35.6176	1.22	1.03	461	65	8.27	295	0.05	2.965	0.739	3.023
01:30	-0.248	28.77	35.9718	1.99	1.12	-	-	-	257	0.06	4.625	0.806	5.290
02:00	-0.387	29.14	36.5224	2.41	1.43	482	79	7.11	246	0.09	2.434	0.995	6.717
02:30	-0.498	29.31	36.8689	2.60	1.52	473	81	6.81	291	0.06	2.792	1.036	10.663
03:00	-0.611	29.37	36.9539	3.37	1.48	575	94	7.13	363	0.07	2.640	1.067	9.824
03:30	-0.688	29.50	37.1397	4.07	1.70	558	99	6.57	152	0.06	3.208	1.052	11.083
04:00	-0.754	29.49	37.4062	7.69	1.34	545	84	7.57	539	0.06	2.758	0.913	11.587
04:30	-0.765	29.54	37.4983	6.54	1.67	774	106	8.51	-	0.05	2.986	1.303	14.106
05:00	-0.767	29.47	37.4908	3.93	0.67	665	101	7.68	429	0.06	0.752	1.031	14.442
05:30	-0.725	29.55	37.4215	4.33	2.08	646	95	7.93	411	0.05	1.042	0.965	16.709
06:00	-0.658	29.38	37.4921	4.32	1.97	630	85	8.64	591	0.06	1.342	0.888	14.442

Continuación de Tabla V...

Hora	Marea m	Temp °C	Sal. ups	MPS mg l ⁻¹	Cl a mg m ⁻³	CP µg l ⁻¹	NP µg l ⁻¹	C:N -	COP µg l ⁻¹	NO ₂ µmol l ⁻¹	NO ₃ µmol l ⁻¹	PO ₄ µmol l ⁻¹	SiO ₂ µmol l ⁻¹
06:30	-0.568	29.14	37.1182	3.72	1.65	575	89	7.53	505	0.09	0.792	0.821	13.014
07:00	-0.485	29.22	37.2708	3.74	1.93	620	114	6.34	230	0.05	0.782	1.057	15.113
07:30	-0.349	29.18	37.1148	5.49	2.15	565	104	6.34	256	0.10	0.847	0.862	12.510
08:00	-0.222	28.72	36.6086	2.75	2.01	546	92	6.92	135	0.05	0.841	0.857	13.854
08:30	-0.111	28.25	36.0177	2.85	1.56	481	79	7.10	200	0.04	1.153	0.760	6.297
09:00	-0.011	28.06	35.6566	1.65	1.41	464	77	7.03	-	0.03	0.752	0.688	7.053
09:30	0.083	28.01	35.5327	1.81	1.21	394	61	7.53	402	0.06	1.375	0.703	5.458
10:00	0.164	28.00	35.5191	1.17	1.13	263	37	8.29	304	0.03	0.339	0.729	3.107
10:30	0.192	28.01	35.4975	1.49	1.12	-	-	-	300	0.06	1.319	0.970	5.038
11:00	0.218	27.95	35.4654	1.97	1.00	305	43	8.27	359	0.05	0.516	0.965	6.213
11:30	0.237	27.93	35.4735	1.50	1.01	-	-	-	455	0.04	1.569	0.821	5.122
12:00	0.184	27.96	35.4720	1.60	0.79	953	117	9.50	284	0.04	1.313	0.606	5.793
12:30	0.152	28.10	34.9043	1.60	0.83	581	80	8.47	231	0.04	1.125	0.714	3.946
13:00	0.075	27.99	35.4775	1.32	0.98	-	-	-	180	0.02	0.782	0.647	2.939
13:30	0.034	28.47	35.6412	1.76	1.08	402	60	7.81	241	0.05	3.681	0.468	9.152
14:00	-0.049	28.60	35.8360	2.52	1.31	337	42	9.36	336	0.04	2.552	1.021	5.458
14:30	-0.077	28.70	35.8927	2.43	1.99	368	45	9.54	247	0.04	1.903	0.709	21.662
15:00	-0.111	28.84	36.0203	2.95	1.39	-	-	-	391	0.02	0.428	0.832	5.961
15:30	-0.092	28.95	36.0646	2.02	1.45	633	85	8.68	439	0.06	1.097	0.714	7.473

Tabla VI. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis temporal, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea muerta en julio de 1998.

Hora	Marea m	Temp °C	Sal. ups	MPS mg l ⁻¹	Cl a mg m ⁻³	CP µg l ⁻¹	NP µg l ⁻¹	C:N -	COP µg l ⁻¹	NO ₂ µmol l ⁻¹	NO ₃ µmol l ⁻¹	PO ₄ µmol l ⁻¹	SiO ₂ µmol l ⁻¹
16:30	0.079	30.16	35.5603	1.98	0.98	585	92	7.41	407	0.154	0.851	0.700	6.344
17:00	0.057	30.23	35.5158	1.60	1.00	-	-	-	186	0.075	0.994	0.568	3.897
17:30	-0.013	30.35	35.6236	1.30	0.97	365	55	7.74	287	0.086	1.231	0.537	5.438
18:00	-0.016	30.35	35.9002	1.55	1.14	-	-	-	311	0.092	0.877	0.578	5.619
18:30	-0.035	30.45	35.9002	2.33	1.23	569	82	8.09	533	0.157	1.311	0.654	8.429
19:00	-0.045	30.66	35.9341	1.44	0.87	305	42	8.47	338	0.073	0.760	0.477	11.601
19:30	-0.084	30.70	36.0791	-	0.90	-	-	-	395	0.081	0.650	0.527	5.076
20:00	-0.046	30.65	36.0489	-	0.87	-	-	-	368	0.092	0.550	0.461	4.350
20:30	-0.028	30.65	36.0086	1.91	1.37	389	55	8.25	489	0.015	0.526	0.549	4.868
21:00	-0.039	30.35	35.9002	1.83	1.07	302	41	8.59	455	0.030	4.565	0.784	4.776
21:30	0.008	30.27	35.7431	1.65	1.19	371	51	8.48	388	0.359	3.445	0.623	3.955
22:00	0.044	30.15	35.7663	1.27	1.19	-	-	-	416	0.573	2.342	0.530	3.864
22:30	0.089	30.02	35.7243	1.33	1.01	438	49	10.42	391	0.013	2.267	0.642	2.860
23:00	0.076	30.02	35.6564	1.44	0.84	-	-	-	254	0.023	2.482	0.569	3.681
23:30	0.143	30.01	35.5756	0.97	0.74	279	37	8.79	407	0.004	2.811	0.598	3.864
24:00	0.130	30.04	35.5604	-	0.73	-	-	-	240	0.015	0.581	0.496	3.499
00:30	0.143	30.05	35.5598	1.14	0.69	-	-	-	300	0.121	6.963	0.295	2.768
01:00	0.098	30.03	35.6355	-	0.79	-	-	-	217	0.011	0.601	0.559	3.590
01:30	0.128	29.94	35.5864	0.73	0.74	-	-	-	300	0.019	0.399	0.501	3.681
02:00	0.029	29.97	35.6322	-	0.77	227	31	8.54	220	0.019	0.080	0.329	3.864
02:30	-0.005	29.95	35.7149	1.09	0.80	333	43	9.03	170	0.006	0.544	0.461	5.598
03:00	-0.032	30.01	35.8131	1.73	0.88	-	-	-	82	0.028	0.801	0.486	4.594
03:30	-0.094	30.26	36.1697	1.36	0.97	251	39	7.50	259	0.083	2.992	0.491	-
04:00	-0.146	30.20	36.2755	1.43	1.22	-	-	-	256	0.006	0.340	0.378	5.141
04:30	-0.161	30.31	36.4709	1.91	1.35	383	57	7.84	243	0.025	2.321	0.393	7.514
05:00	-0.180	30.34	36.6380	1.82	1.70	-	-	-	-	0.268	1.361	0.383	7.880
05:30	-0.242	30.25	36.6517	2.08	1.71	399	62	7.50	227	0.011	1.795	0.525	8.792
06:00	-0.236	30.27	36.6773	2.29	1.64	-	-	-	136	0.025	0.721	0.530	8.153
06:30	-0.227	30.25	36.6449	2.15	1.59	-	-	-	-	0.282	2.248	0.584	12.169
07:00	-0.229	30.16	36.5091	1.72	1.75	513	75	7.98	-	0.013	0.280	0.814	8.427
07:30	-0.229	30.17	36.5084	2.03	1.60	-	-	-	224	0.021	1.922	0.564	8.975
08:00	-0.154	30.07	36.3730	1.39	1.54	306	48	7.43	177	0.505	1.401	0.334	7.606

Continuación de Tabla VI...

Hora	Marea m	Temp °C	Sal. ups	MPS mg l ⁻¹	Cl a mg m ⁻³	CP µg l ⁻¹	NP µg l ⁻¹	C:N -	COP µg l ⁻¹	NO ₂ µmol l ⁻¹	NO ₃ µmol l ⁻¹	PO ₄ µmol l ⁻¹	SiO ₂ µmol l ⁻¹
08:30	-0.161	30.01	36.2616	2.62	1.73	-	-	-	218	0.089	3.707	0.744	5.721
09:00	-0.095	29.95	36.1024	1.71	1.31	-	-	-	284	0.066	1.798	0.840	5.970
09:30	-0.120	29.91	35.9893	1.67	1.41	-	-	-	259	-	2.262	0.611	10.697
10:00	-0.022	29.78	35.7999	1.41	1.26	383	53	8.43	151	0.045	2.934	0.820	7.463
10:30	-0.033	29.70	35.7161	1.49	1.16	-	-	-	363	0.057	2.157	0.932	10.531
11:00	0.072	29.65	35.6712	1.20	0.92	428	44	11.34	213	0.035	0.764	0.520	7.131
11:30	0.085	29.62	35.6183	1.46	0.85	-	-	-	123	0.028	2.010	0.535	4.063
12:00	0.132	29.66	35.5683	0.93	0.84	-	-	-	-	0.026	8.140	0.581	3.980
12:30	0.142	29.68	35.5603	1.05	0.95	-	-	-	152	0.082	1.571	0.509	8.292
13:00	0.190	29.55	35.5129	0.95	1.08	-	-	-	-	0.026	1.632	0.703	4.478
13:30	0.194	29.59	35.5039	1.21	1.05	-	-	-	211	0.113	1.948	0.805	3.814
14:00	0.196	29.57	35.4708	1.33	1.22	340	49	8.09	183	0.08	1.074	0.525	3.317
14:30	0.228	29.65	35.4938	1.29	0.91	-	-	-	600	0.113	3.770	0.693	3.068
15:00	0.209	29.59	35.4015	1.22	0.84	-	-	-	268	0.026	2.397	0.453	4.146
15:30	0.192	29.85	35.5508	0.97	0.83	-	-	-	-	0.035	0.838	0.428	2.570
16:00	0.186	29.84	35.4697	1.08	0.92	319	45	8.27	137	0.111	2.066	0.565	4.229
16:30	0.145	29.84	35.4969	1.08	0.89	387	52	8.68	240	0.022	2.241	0.428	5.307
17:00	0.119	29.82	35.3824	1.02	0.68	333	44	8.83	339	0.066	2.417	0.570	3.980
17:30	0.051	29.82	35.4096	-	0.67	417	47	10.35	271	0.035	3.225	0.565	11.277

Tabla VII. Valores de las variables determinadas, correspondientes al análisis temporal, en el canal de entrada a la Ensenada de La Paz, durante una marea viva en agosto de 1998.

Hora	Marea m	Temp °C	Sal. ups	MPS mg l ⁻¹	Cl a mg m ⁻³	CP µg l ⁻¹	NP µg l ⁻¹	C:N -	COP µg l ⁻¹	NO ₂ µmol l ⁻¹	NO ₃ µmol l ⁻¹	PO ₄ µmol l ⁻¹	SiO ₂ µmol l ⁻¹
14:30	-0.162	29.90	35.4800	2.01	1.27	-	-	-	-	0.054	1.330	0.454	4.816
15:00	-0.147	29.80	35.4243	1.68	1.16	516	73	8.24	409	0.117	0.926	0.515	12.661
15:30	-0.108	29.80	35.4243	2.30	1.45	498	75	7.74	373	0.054	1.009	0.469	3.647
16:00	-0.066	30.02	35.2296	1.84	1.18	403	55	8.54	511	0.045	2.497	0.556	4.732
16:30	-0.010	30.05	35.2348	1.59	1.07	424	53	9.33	288	0.052	0.558	0.480	5.650
17:00	0.092	30.16	35.2089	1.53	0.96	364	47	9.03	-	0.056	0.732	0.372	6.986
17:30	0.186	30.23	35.1717	1.78	0.85	-	-	-	295	0.045	0.579	0.474	3.731
18:00	0.263	30.37	35.1377	1.52	0.69	386	53	8.49	456	0.037	1.292	0.490	3.898
18:30	0.351	30.30	35.1278	0.93	0.62	299	46	7.58	221	0.037	0.944	0.556	4.231
19:00	0.455	30.27	35.1495	1.40	0.61	333	52	7.47	229	0.030	0.689	0.638	6.067
19:30	0.505	30.25	35.1370	1.82	0.62	388	50	9.05	244	0.048	1.845	0.908	9.740
20:00	0.550	30.24	35.1375	1.69	0.61	-	-	-	574	0.043	1.529	0.883	10.825
20:30	0.605	30.32	35.2210	1.96	0.82	236	31	8.88	144	0.056	0.923	0.980	14.413
21:00	0.581	30.31	35.1205	1.60	0.74	-	-	-	234	0.048	0.969	1.000	15.916
21:30	0.554	30.20	35.2630	-	0.66	-	-	-	247	0.028	0.472	0.980	15.165
22:00	0.443	30.15	35.2027	1.06	0.71	378	55	8.01	216	0.035	0.883	1.020	15.582
22:30	0.387	30.16	35.2630	1.93	1.00	-	-	-	183	0.045	0.773	0.990	16.166
23:00	0.259	29.95	35.4433	2.22	1.06	340	47	8.44	310	0.061	0.883	1.189	16.416
23:30	0.127	30.12	35.5897	3.67	1.32	504	69	8.52	198	0.084	0.944	1.051	15.832
24:00	0.000	30.26	35.8248	4.27	1.66	519	72	8.41	540	0.104	2.777	0.469	4.816
00:30	-0.128	30.46	36.1156	7.15	2.05	686	99	8.08	307	0.095	1.073	0.551	6.401
01:00	-0.254	30.72	36.3666	-	2.33	-	-	-	476	0.136	0.883	0.571	6.652
01:30	-0.403	30.70	36.3882	8.77	2.55	-	-	-	809	-	0.815	0.469	5.650
02:00	-0.487	30.66	36.4046	9.02	2.46	-	-	-	1405	0.119	0.861	0.464	6.401
02:30	-0.566	30.62	36.4210	7.38	2.72	743	114	7.60	218	0.102	0.966	0.505	9.072
03:00	-0.658	30.56	36.4187	8.78	2.77	-	-	-	540	0.128	0.581	0.500	5.901
03:30	-0.702	30.52	36.4351	7.76	2.58	-	-	-	-	0.121	0.858	0.449	3.898
04:00	-0.719	30.52	36.4483	7.84	3.28	604	95	7.41	693	0.156	2.655	0.485	6.652
04:30	-0.719	30.50	36.4433	10.78	2.54	-	-	-	-	0.184	2.935	0.775	14.886
05:00	-0.687	30.37	36.3582	10.39	2.55	641	103	7.26	249	0.132	0.496	0.825	17.969
05:30	-0.615	30.23	36.2192	5.13	2.39	580	91	7.43	168	0.137	0.473	0.815	12.054
06:00	-0.536	30.15	36.2112	4.38	2.28	-	-	-	-	0.121	1.811	0.845	8.472

20:00	-0.341	31.25	35.3119	3.60	2.45	-	-	-	0.084	0.426	0.749	14.724
20:30	-0.249	31.30	35.3091	2.58	2.52	532	80	7.75	0.064	0.659	0.832	11.326
21:00	-0.157	30.96	35.1480	3.39	1.21	-	-	-	0.064	1.087	0.935	8.286
21:30	-0.040	30.75	35.1721	1.86	1.81	513	72	8.31	0.094	1.880	0.999	14.635
22:00	0.046	30.55	35.0751	2.37	1.52	-	-	-	0.079	0.969	0.786	6.945
22:30	0.121	29.96	34.9482	1.77	1.39	406	55	8.61	0.041	0.708	0.916	3.636
23:00	0.174	29.70	34.9192	2.82	1.71	-	-	-	0.039	0.449	0.777	5.782
23:30	0.238	29.55	34.9259	-	1.22	421	56	8.77	0.043	0.977	0.823	4.978
24:00	0.251	29.46	34.9503	2.18	0.75	-	-	-	0.049	0.544	0.730	4.799
00:30	0.283	29.53	34.9745	1.55	1.28	-	-	-	0.045	1.270	0.879	3.726
01:00	0.236	29.90	35.0390	1.81	1.30	-	-	-	0.052	3.593	0.786	5.246
01:30	0.208	29.60	34.9237	1.22	1.13	-	-	-	0.043	0.659	0.795	4.531
02:00	0.106	30.02	35.1281	2.05	0.92	318	48	7.73	0.052	1.442	0.907	3.905
02:30	0.063	29.96	34.9618	2.07	1.42	-	-	-	0.056	1.612	1.111	5.961
03:00	0.107	30.00	35.1410	1.54	1.21	305	40	7.73	0.049	0.806	1.037	6.051
04:00	-0.185	30.67	35.1829	2.77	1.73	440	57	9.00	0.073	1.158	1.631	10.611
04:30	-0.232	30.43	35.1347	1.90	1.27	-	-	-	0.069	1.587	1.074	6.677
05:00	-0.300	30.82	35.1618	2.24	2.15	333	56	6.93	0.064	0.898	1.185	13.383
05:30	-0.332	30.86	35.3866	2.76	2.46	-	-	-	0.058	0.781	1.371	14.724
06:00	-0.334	30.86	35.3532	3.04	2.59	561	88	7.43	0.071	0.426	1.454	13.204

Continuación de Tabla VIII...

Hora	Marea m	Temp °C	Sal. ups	MPS mg l ⁻¹	Cl a mg m ⁻³	CP µg l ⁻¹	NP µg l ⁻¹	C:N -	NO ₂ µmol l ⁻¹	NO ₃ µmol l ⁻¹	PO ₄ µmol l ⁻¹	SiO ₂ µmol l ⁻¹
06:30	-0.313	30.84	35.3743	3.19	2.38	464	80	6.76	0.067	0.684	1.371	19.195
07:00	-0.281	30.70	35.3017	2.64	2.21	-	-	-	0.058	0.520	1.083	12.846
07:30	-0.210	30.54	35.2097	2.37	2.14	-	-	-	0.052	0.293	1.055	8.465
08:00	-0.116	30.45	35.1606	1.71	1.67	611	89	8.01	0.110	1.537	1.278	9.001
08:30	-0.027	30.32	35.0999	2.16	2.08	405	65	7.27	0.045	0.471	0.907	6.498
09:00	0.080	30.15	35.0272	4.50	1.79	392	63	7.26	0.048	0.781	1.120	5.961
09:30	0.189	29.85	34.9803	1.54	2.02	342	56	7.12	0.039	0.603	1.027	5.961
10:00	0.287	29.66	34.9414	1.19	1.56	-	-	-	0.037	0.473	0.925	4.978
10:30	0.360	29.55	34.9259	1.48	1.99	305	45	7.90	0.039	0.888	1.102	13.472
11:00	0.443	29.52	34.9067	1.28	1.04	249	37	7.85	0.026	0.275	0.767	3.279
11:30	0.492	29.51	34.8867	3.11	0.99	-	-	-	0.030	0.910	0.786	6.587
12:00	0.499	29.57	34.8841	1.36	0.87	-	-	-	0.032	0.473	0.721	12.757
12:30	0.496	29.66	34.9754	2.50	1.82	-	-	-	0.050	1.129	0.935	20.268
13:00	0.456	29.55	34.9327	1.40	1.59	239	33	8.45	0.028	0.385	0.758	9.270
13:30	0.373	29.95	34.9757	1.60	1.67	309	42	8.58	0.028	0.559	0.935	8.733
14:00	0.296	29.86	34.8918	-	1.32	322	42	8.94	0.028	0.891	0.749	9.001
14:30	0.204	30.24	34.9691	1.63	1.51	-	-	-	0.019	0.384	0.684	11.326
15:00	0.127	30.17	34.9791	1.88	1.61	352	49	8.38	0.032	0.274	0.823	6.498
15:30	0.014	30.35	35.0043	2.86	1.73	477	63	8.83	0.039	0.407	-	-