



AQBTE N° 2105/09

**“Estudios Marítimos Complementarios para Adenda de
Proyecto en Caldera Norte”**

Preparado por:
AQUAMBIENTE LTDA.
Asesorías Marítimas y Ambientales

Para:
Geotécnica Consultores S.A.

JULIO 2009



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO

1) INTRODUCCION

2) CAMPAÑA DE MEDICIONES EN TERRENO

3) ESTUDIO DE PLANCTON

3.1 Fitoplancton

Metodología
Resultados

3.2 Zooplancton e Ictioplancton

Metodología
Resultados

4) ESTUDIO CON TRAZADOR

Metodología
Resultados

5) SEDIMENTOS

Metodología
Resultados

6) ECOLOGÍA BENTÓNICA INTERMAREAL DE FONDO DURO.

Metodología
Resultados

7) ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE CORRIENTES

8) BIBLIOGRAFIA



HOJA DE ENTREGA

APENDICES:

- A. AUTORIZACION SHOA**
- B. CERTIFICADOS DE LABORATORIO**



RESUMEN EJECUTIVO

La empresa Geotécnica Consultores S.A. encargó a Aquambiente Ltda. la ejecución de los “Estudios Marítimos Complementarios para Adenda de Proyecto en Caldera Norte” con el objeto de Complementar los estudios solicitados por la CONAMA, para proyecto de Puerto de Embarque en Caldera Norte de la Empresa San Fe Mining.

Para ello, se realizó una campaña de mediciones en terreno, durante el mes de mayo 2009 en el sector de Caldera Norte y se analizó información de corrientes en poder del mandante.

Se estudió el plancton, sedimentos y comunidades bentónicas intermareales.

Los resultados del estudio del plancton indican que el fitoplancton presentó una baja diversidad. En la mayor parte de las estaciones predominaron las diatomeas.

El zooplancton presentó una buena diversidad de especies teniendo como grupo principal a los Artrópodos. El Ictioplancton presentó una muy baja cantidad de huevos.

El estudio con trazadores arrojó que la zona estudiada tiene baja dilución natural.

La información de corrientes muestra flujos predominantemente al NE y E, con bajas velocidades.

El bentos Intermareal de fondo duro presentó una buena diversidad de especies en la mayoría de las estaciones.



1) INTRODUCCION

La empresa Geotécnica Consultores S.A. encargó a Aquambiente Ltda. la ejecución de los “Estudios Marítimos Complementarios para Adenda de Proyecto en Caldera Norte” con el objeto de complementar los estudios solicitados por la CONAMA, para proyecto de Puerto de Embarque en Caldera Norte de la Empresa San Fe Mining.

Este informe presenta la información de una campaña de mediciones en terreno, que incluyó estudios de corrientes litorales, sedimentos, plancton y macrofauna intermareal de fondo duro. Además, del análisis integral de datos de corrientes proporcionados por el mandante.

Se incluye aquí, un detalle de la metodología de muestreo y los resultados se entregan en tablas y gráficos.



2) CAMPAÑA DE MEDICIONES EN TERRENO

Se realizó una campaña de mediciones en terreno, de acuerdo al detalle señalado en la Tabla 2.1

TABLA 2.1
CAMPAÑA DE MEDICIONES EN CALDERA NORTE

LUGAR	Caldera Norte
FECHA DE CAMPAÑA	Mayo 2009
PERMISOS	Se solicitó autorización del SHOA y de la Capitanía de Puerto. Se adjunta certificado (Anexo A)
ESTUDIOS	Corrientes Litorales Sedimentos Comunidades del Bentos Intermareal Duro Plancton
ANTEDECENTES	Corrientes Lagrangianas y Eulerianas

La figura 2.1 presenta la localización general del área de estudio y la ubicación de las estaciones. Así también, las coordenadas de posicionamiento de cada una de ellas, se señalan en la Tabla 2.2.

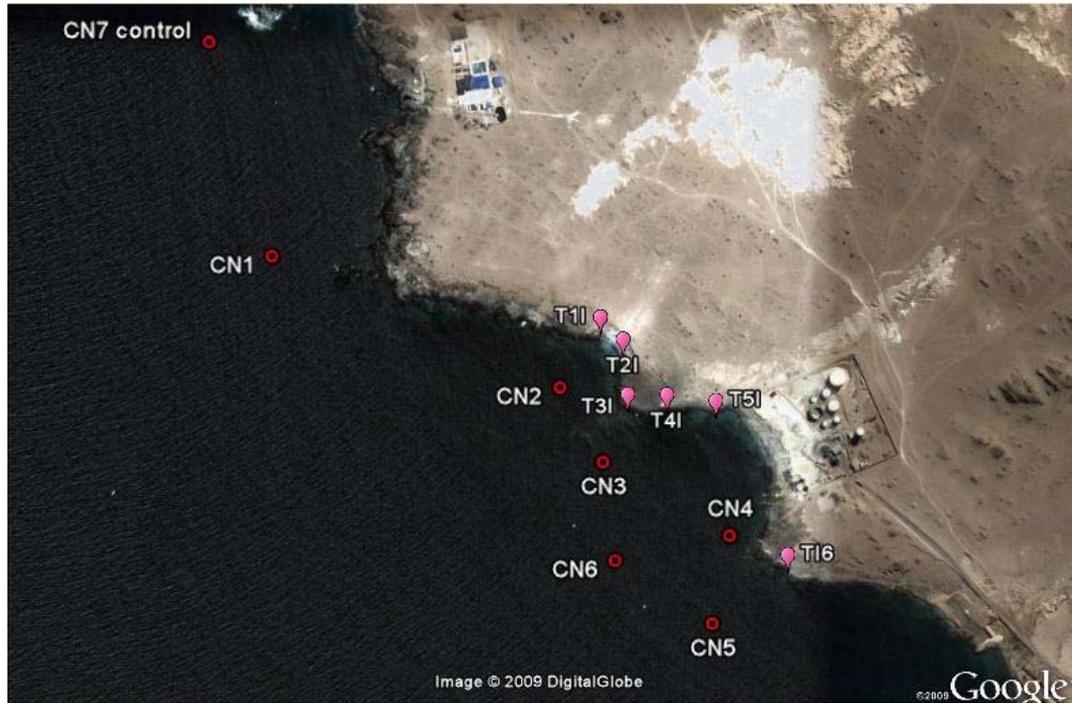


FIGURA 1.1 LOCALIZACION DE ESTACIONES DE MUESTREO EN CALDERA NORTE, MARZO 2009.



TABLA 2.2
POSICION DE ESTACIONES DE MEDICION. CALDERA NORTE, MARZO 2009

ESTACION	TIPO	COOR N	COOR E	LAT °S	LONG °W
CN1	Sedimento/Plancton/Trazadores	7007440	319281	27° 2' 36.6"	70° 49' 19.2"
CN2	Sedimento/Plancton	7007193	319848	27° 2' 44.9"	70° 48' 58.8"
CN3	Sedimento/Plancton/Trazadores	7007053	319932	27° 2' 49.5"	70° 48' 55.8"
CN4	Sedimento/Plancton	7006913	320178	27° 2' 54.1"	70° 48' 46.9"
CN5	Sedimento/Plancton	7006740	320147	27° 2' 59.7"	70° 48' 48.2"
CN6	Sedimento/Plancton/Trazadores	7006860	319958	27° 2' 55.8"	70° 48' 54.9"
CN7 (Control)	Sedimento/Plancton	7007850	319149	27° 3' 00"	70° 50' 6"
T1I	Bentos Intermareal y Corrientes Litorales	7007291	319921	27° 2' 41.7"	70° 48' 56.1"
T2I	Bentos Intermareal y Corrientes Litorales	7007251	319961	27° 2' 43.1"	70° 48' 54.6"
T3I	Bentos Intermareal y Corrientes Litorales	7007145	319976	27° 2' 46.5"	70° 48' 54.2"
T4I	Bentos Intermareal y Corrientes Litorales	7007149	320052	27° 2' 46.4"	70° 48' 51.4"
T5I	Bentos Intermareal y Corrientes Litorales	7007137	320147	27° 2' 46.8"	70° 48' 47.9"
T6I	Bentos Intermareal y Corrientes Litorales	7006838	320289	27° 2' 56.6"	70° 48' 42.9"
T7I (Control)	Bentos Intermareal y Corrientes Litorales	7007603	319516	27° 2' 57.7"	70° 48' 35.6"

Las estaciones de control (CN7 y T7I), se ubicaron en un área no influenciada por actividades urbanas ni industriales, con zonas rocosas. Por estar más expuesta a las corrientes marinas, es una zona óptima para discriminar entre efectos de una eventual contaminación de la puesta en marcha del proyecto o efectos oceanográficos regionales. Por estar en la misma bahía, la exposición al oleaje es similar. El veril de profundidad, según carta SHOA para el sector de ubicación del proyecto, está entre los 9 y 20m, por lo que las estaciones tendrían similares características de profundidad.



3) ESTUDIO DE DE PLANCTON

Se establecieron 7 estaciones para colecta de Plancton Marino. La ubicación de las estaciones se presentó en la Tabla 2.2.

3.1 Fitoplancton

Metodología

Análisis Cuantitativo

Para análisis cuantitativo se empleó botella oceanográfica tipo Niskin a 0 y 5m de profundidad.

Las muestras recolectadas se almacenaron en frascos plásticos etiquetados. Luego fueron fijadas con solución Lugol-acético para facilitar la observación posterior.

Para el recuento se usó el método de Utermöhl en una cubeta de sedimentación de 25 cc dejando las muestras sedimentando por 24 hrs. Se contó el total de fitoplancton en la base de la cubeta y de acuerdo al volumen, se expresó su densidad en número de células por m³. Se utilizó un microscopio invertido Nikon, dotado con contraste de fase, observando el fitoplancton sedimentado en cámaras de 10 ml. Como guías de muestreo y clasificación taxonómica se usó a Palma y Kaiser (1993) y Thomas (1996).

Análisis Cualitativo

Para los análisis cualitativos de fitoplancton se utilizó una red abierta de 62 µm de abertura de poro, realizando arrastre horizontal superficialmente, durante 10 minutos.



Las muestras obtenidas fueron guardadas en frascos plásticos, etiquetadas y fijadas con formaldehído al 4%, para luego llevarlas al laboratorio para análisis.

Para estimar la abundancia relativa de las diferentes especies se utilizó la metodología propuesta por Avaria (1965), resultando la escala de clasificación señalada en la Tabla 3.1.1.

Con los resultados obtenidos, se calcularon índices ecológicos que se muestran en la Tabla 3.1.2.

TABLA 3.1.1
ESCALA DE CLASIFICACION DE ABUNDANCIAS (Avaria, 1965)

NUMERACION	ABREVIACION	CLASIFICACION	CRITERIO
0	A	Ausente	No se detecta la presencia de la especie
1	R	Raro	Se encuentra 1 ejemplar o cadena
2	E	Escaso	Menos de 10 ejemplares
3	AB	Abundante	Entre 11 y 50 ejemplares
4	MAB	Muy Abundante	Entre 51 y 80 ejemplares
5	F	Floración	Superior a 80, presentándose la especie en forma masiva.



TABLA 3.1.2
INDICES ECOLOGICOS CALCULADOS EN LAS MUESTRAS DE ZOOPLANCTON E
ICTIOPLANCTON. CALDERA, MAYO 2009.

Índice Ecológico	Datos de entrada	Fórmula
Riqueza (S)	Nº de especies	
Índice de Shannon (H')	p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (abundancia relativa).	$H = -\sum p_i \log p_i$
Uniformidad (J')	H = diversidad de especies observada con el índice de Shannon H_{max} = Diversidad máxima de especies S = numero de especies	$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{H}{\log S}$
Margalef	S = numero de especies N = número total de individuos	$D_a = (s-1)/\log(N)$

Donde :

Riqueza (S). Puede expresarse como el número de especies considerando su aproximación a la máxima diversidad posible para una colección de "n" individuos.

Diversidad de Shannon-Wiener (H'). Este índice comprende valores que van desde el 0 al ∞. I encontrarse valores desde 2 hacia arriba, ya puede hablarse de que existe una buena diversidad en la comunidad, mientras que si los valores tienden a 0, puede decirse que la comunidad presenta muy baja diversidad, casi nula.

Uniformidad (J'). Toma valores que van desde 0 a 1. Si los valores tienden a 1, quiere decir que la comunidad es uniforme, o en otras palabras, que no existe predominio de una especie por sobre las otras. Si el valor tiende a 0, es lo apuesto de lo anterior.



Índice de Margalef (D_a) este índice estima la biodiversidad de una comunidad en base a la distribución numérica de los individuos en función a los individuos de la muestra analizada. En general los valores inferiores a 2 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad y superiores a 5.0 son considerados como una buena diversidad.

Resultados

Los resultados de fitoplancton se muestran en la tabla 3.1.3.

TABLA 3.1.3
LISTADO DE FITOPLANCTON POR ESTACION DE MUESTREO.
CALDERA NORTE, MAYO 2009.

SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN 1	06/05/2009	7007440	319281	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	62 μ m	15,2°C	34.3 <i>psu</i>	7.8	5 m
TIPO DE FITOPLANCTON	GRUPO	GENERO	RED *	Ind/m3	%
Dinoflagelado	Tecados	<i>Ceriatium</i>	E	136,4	12,3
Diatomea	Centrales	<i>Chaetoceros</i>	E	258,4	23,4
		<i>Thalassiosira</i>	AB	710,5	64,3
SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN 2	06/05/2009	7007193	319848	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	62 μ m	15°C	34.2 <i>psu</i>	7.8	5 m
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED*	Ind/m3	%
Dinoflagelado	Tecados	<i>Ceriatium</i>	E	204,5	19,0
		<i>Dinofysis caudata</i>	E	86,1	8,0
		<i>Dinofysis tripos</i>	R	43,06	4,0
Diatomea	Centrales	<i>Chaetoceros</i>	E	292,8	27,1
		<i>Thalassiosira</i>	AB	452,2	41,9



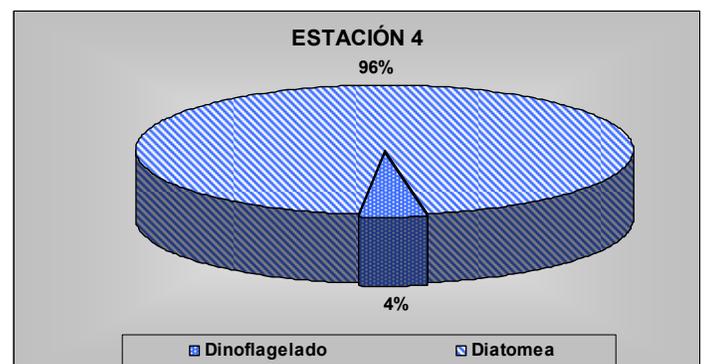
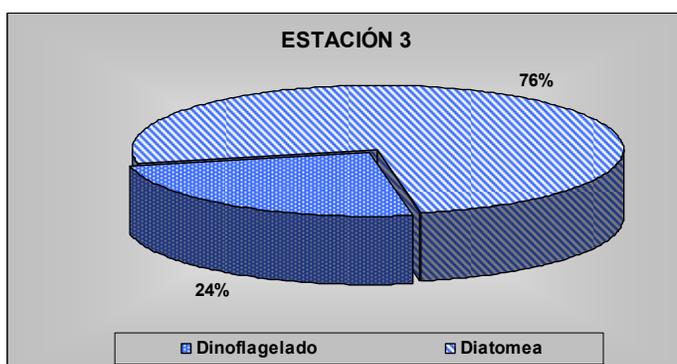
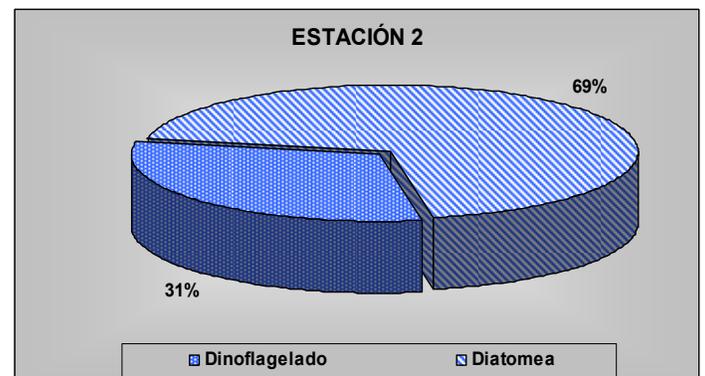
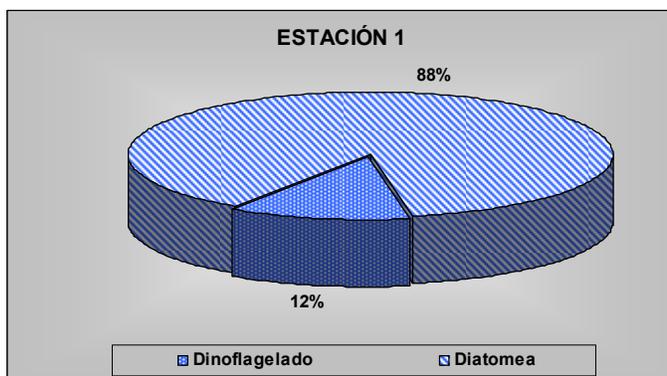
SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN 3	06/05/2009	7007053	319932	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	62 µm	14.8°C	34 <i>psu</i>	7.7	5 m
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED*	Ind/m3	%
Dinoflagelado	Tecados	<i>Ceriatium</i>	E	430,6	24,3
Diatomea	Centrales	<i>Chaetoceros</i>	AB	740,7	41,7
		<i>Thalassiosira</i>	AB	602,9	34,0
SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN 4	06/05/2009	7006913	320178	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	62 µm	14.8°C	34 <i>psu</i>	7.8	5 m
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED *	Ind/m3	%
Dinoflagelado	Tecados	<i>Ceriatium</i>	AB	811,0	45,6
Diatomea	Centrales	<i>Chaetoceros</i>	AB	710,5	39,9
		<i>Thalassiosira</i>	E	258,4	14,5
SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN 5	06/05/2009	7006740	320147	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED*	Ind/m3	%
Dinoflagelado	Tecados	<i>Ceriatium</i>	AB	1256,0	56,8
		<i>Protoperdinium</i>	R	43,06	1,9
		<i>Proocentrum</i>	R	43,1	1,9
Diatomea	Centrales	<i>Chaetoceros</i>	E	353,1	16,0
		<i>Thalassiosira</i>	AB	516,7	23,4
SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN 6	06/05/2009	7006860	319958	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	62 µm	15 °C	34.1 <i>psu</i>	7.8	5 m
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED *	Ind/m3	%
Dinoflagelado	Tecados	<i>Ceriatium</i>	E	275,6	35,9
		<i>Protoperdinium</i>	R	43,06	5,6
Diatomea	Centrales	<i>Chaetoceros</i>	E	204,5	26,7
		<i>Thalassiosira</i>	E	244,0	31,8



SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN 7	06/05/2009	7007850	319149	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	62 μ m	15.2 °C	34.4 <i>psu</i>	7.8	5 m
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED *	Ind/m3	%
Dinoflagelado	Tecados	<i>Ceriatium</i>	R	53,8	29,4
Diatomea	Centrales	<i>Chaetoceros</i>	E	129,2	70,6

(*) RED: R=raro; E= escaso; M= mediano; A= abundante

La figura 3.1.1 muestra la distribución porcentual de dinoflagelados y diatomeas encontradas por estación.



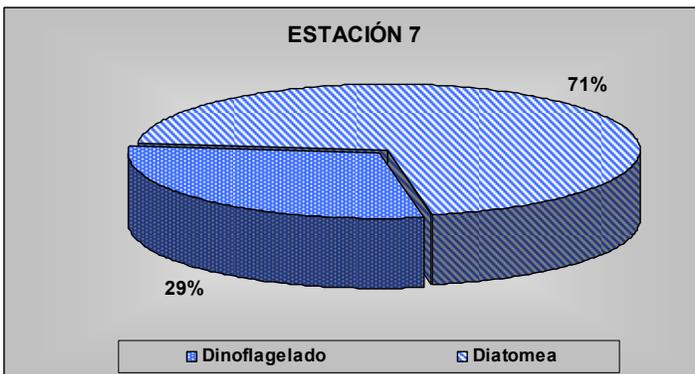
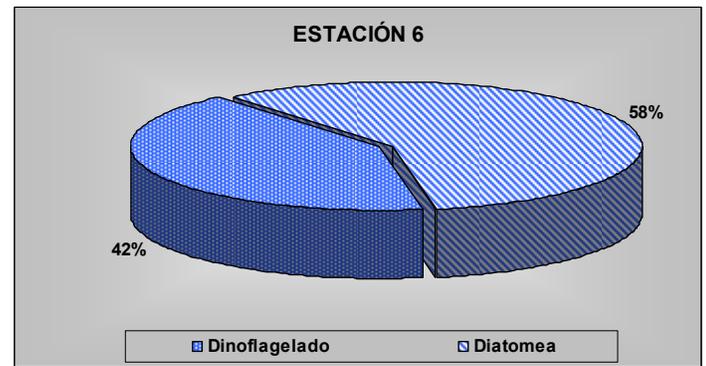
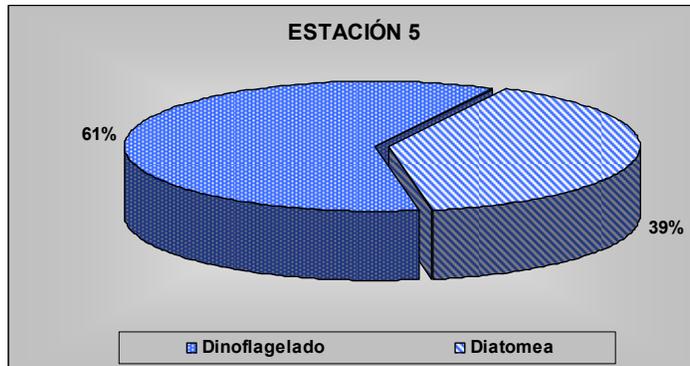


FIGURA 3.1.1 GRÁFICOS DE TORTA DE PORCENTAJES DE DIATOMEAS Y DINOFLAGELADOS PRESENTES EN LAS ESTACIONES. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

La tabla 3.1.2 muestra los resultados de los índices ecológicos y la desviación estándar, calculados por estación.

**TABLA 3.1.2
RESULTADO DEL CALCULO DE INDICES ECOLOGICOS.
CALDERA NORTE, MAYO 2009**

ESTACION	RIQUEZA	INDICE DE SHANNON	UNIFORMIDAD	INDICE DE MARGALEF
CN 1	1.83± 0.9832	0.691± 0.15	0.844± 0.07	0.281± 0.32
CN 2	2.5± 1.3784	0.781± 0.35	0.886± 0.05	0.511± 0.45
CN 3	2± 0.632	0.718± 0.35	0.886± 0.05	0.323± 0.19
CN 4	2.33± 0.5154	0.687± 0.27	0.818± 0.25	0.419± 0.15



CN 5	2.5± 0.8366	0.531± 0.317	0.804± 0.082	0.464± 0.25
CN6	2.6± 0.5477	0.716± 0.262	0.724± 0.081	0.575± 0.18
CN7	1.6± 0.5477	0.587± 0.091	0.847± 0.13	0.280± 0.26

De acuerdo a la tabla podemos decir:

- ✓ La riqueza observada fue máxima en la estación 6 y mínima en la estación 7.

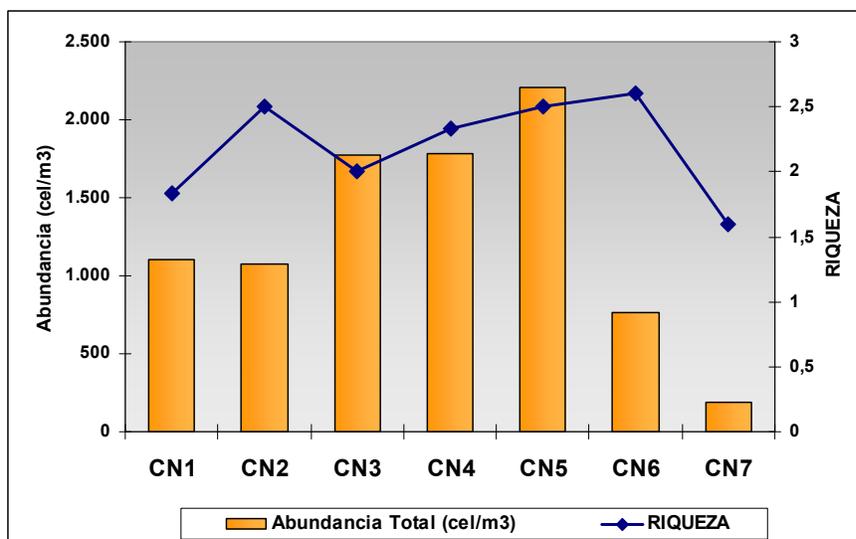


FIGURA 3.1.2 GRAFICO DE ABUNDANCIA TOTAL (células/m³) y RIQUEZA DE ESPECIES POR ESTACIÓN DE MUESTREO. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

- ✓ La diversidad de especies observada fue máxima en la estación 2 y mínima en la estación 5 de muestreo.

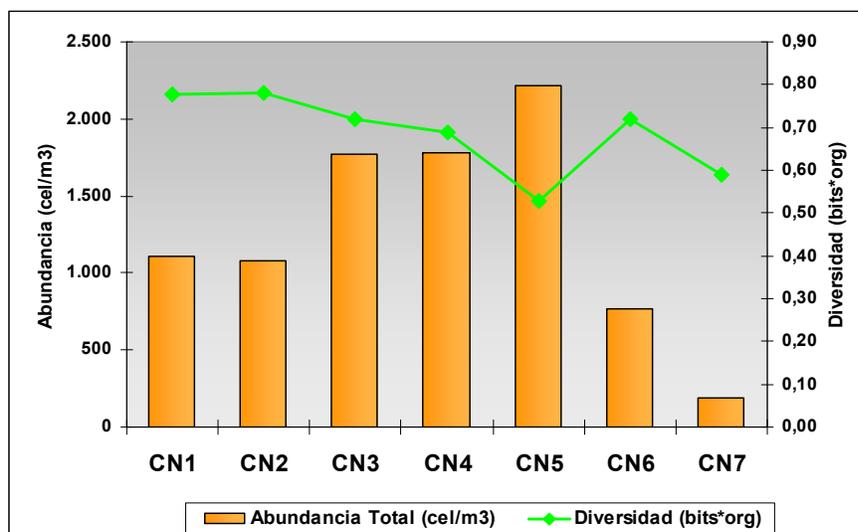


FIGURA 3.1.3. GRAFICO DE ABUNDANCIA TOTAL (células/m³) Y DIVERSIDAD (bits*org) DE ESPECIES POR ESTACIÓN. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

- ✓ La uniformidad observada fue similar en todas las estaciones de muestreo con un máximo en la estación 3 y un mínimo en la estación 6.

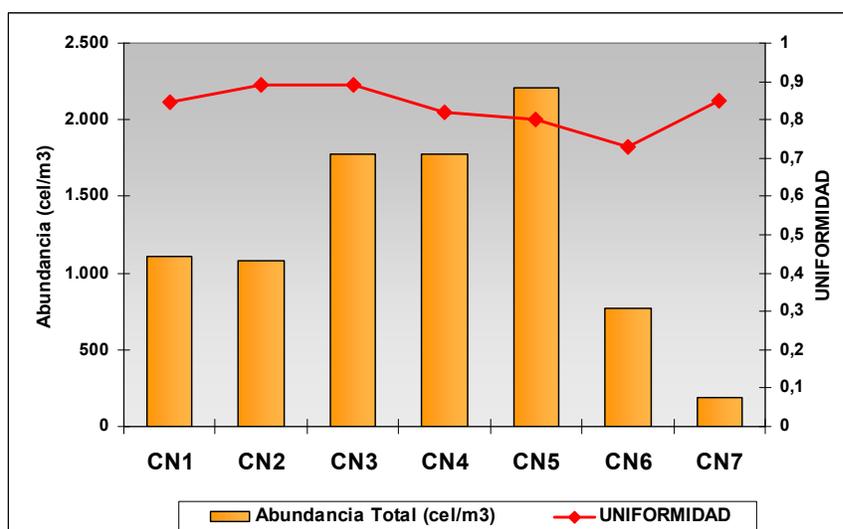


FIGURA 3.2.2 GRAFICO DE ABUNDANCIA TOTAL (células/m³) Y UNIFORMIDAD POR ESTACIÓN. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

- ✓ El índice de Margalef tuvo su máximo en la estación 6 y el mínimo en la estación 7, coincidiendo con lo arrojado en la riqueza de especies.

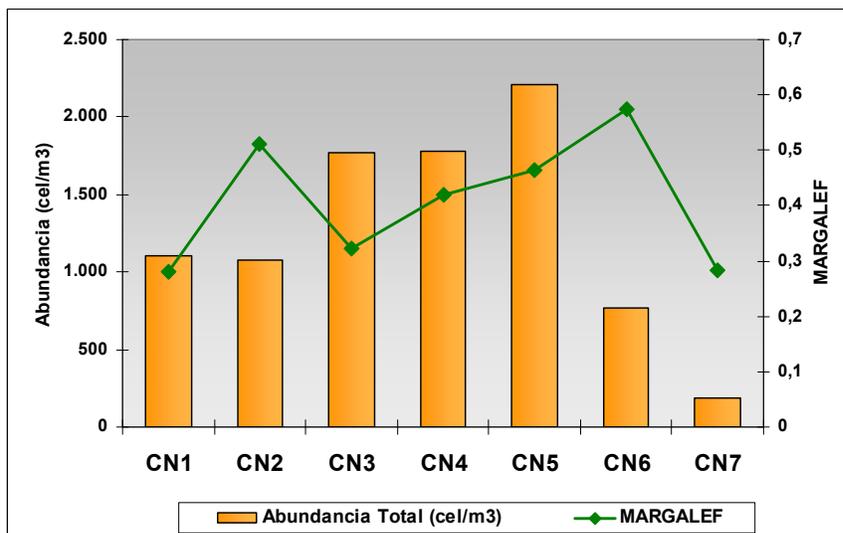


FIGURA 3.2.2 GRAFICO DE ABUNDANCIA TOTAL (células/m³) Y EL INDICE DE MARGALEF POR ESTACIÓN. CALDERA NORTE, MAYO 2009.



3.2 ZOOPLANCTON E ICTIOPLANCTON

Metodología

Para el análisis cuantitativo del zooplancton e ictioplancton se realizó una pesca vertical con una red de 200 μm . Las muestras obtenidas se fijaron en formalina al 4%, fueron etiquetadas y transportadas al laboratorio para su posterior conteo e identificación taxonómica. Como apoyo para muestreo y clasificación taxonómica se usó las guías de Palma y Kaiser (1993) y Todd *et al.* (1996).

Para el análisis cuantitativo y cualitativo, se tomaron submuestras de 5 mL del volumen total obtenido, los cuales se vertieron en una placa Petri. Para estimar la abundancia relativa de las diferentes especies, expresada en ind/m^3 , se utilizó la escala de clasificación propuesta por Avaria (1965) presentada en la tabla 3.1.1. Empleando la fórmula de Palma y Kaiser (1993) se calculó el volumen de agua filtrado por la red.

Con los resultados obtenidos se calcularon índices ecológicos mostrados en la tabla 3.1.2.



Resultados

ZOOPLANCTON

Los resultados por estación de muestreo se presentan en la tabla 3.2.2

**TABLA 3.2.2
LISTADO DE ORGANISMOS ZOOPLANCTÓNICOS POR ESTACION DE
MUESTREO. CALDERA NORTE, MAYO 2009.**

SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENAD A NORTE	COORDENAD A ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN1	06/05/2009	7007440	319281	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	200 µm	15,2°C	34.3 psu	7.8	5 m
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED *	Ind/m3	%
Arthropoda	Amphipoda	<i>Vibilia armata</i>	R	0,1	0,8
Tunicata	Appendicularia	<i>Oikopleura sp.</i>	E	2,2	12,3
Arthropoda	Cladocera	<i>Evadne spinifera</i>	E	4,9	27,8
Arthropoda	Calanoida	<i>Calanus sp.</i>	E	5,7	32,7
Cnidaria	Leptomedusae	<i>Obelia spp.</i>	R	0,3	1,7
Cnidaria	Leptomedusae	<i>Phialella quadrata</i>	R	0,3	1,7
Tunicata	Thaliacea	<i>Thalia democratica</i>	R	0,2	1,1
Arthropoda	Decapoda	<i>Homalaspis plana</i>	E	3,6	20,4
Arthropoda	Decapoda	<i>Eurypanopeus crenatus</i>	R	0,1	0,8
Arthropoda	Decapoda	<i>Pinnixa sp.</i>	R	0,1	0,8
SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENAD A NORTE	COORDENAD A ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN2	06/05/2009	7007193	319848	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	200 µm	15°C	34.2 psu	7.8	5 m
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED*	Ind/m3	%
Arthropoda	Amphipoda	<i>Vibilia armata</i>	R	0,4	1,5
Tunicata	Appendicularia	<i>Oikopleura sp.</i>	E	1,3	4,6
Arthropoda	Cladocera	<i>Evadne spinifera</i>	E	4,7	16,7
Arthropoda	Cladocera	<i>Penilia avirostis</i>	R	0,3	1,0
Arthropoda	Calanoida	<i>Calanus sp.</i>	E	5,5	19,3



Nauplio				1,4	R
Arthropoda	Decapoda	<i>Homalaspis plana</i>	AB	11,6	41,1
Arthropoda	Decapoda	<i>Eurypanopeus crenatus</i>	E	1,3	4,6
Arthropoda	Decapoda	<i>Porcellana sp.</i>	R	0,1	0,5
Arthropoda	Decapoda	<i>Pinnixa sp.</i>	E	2,6	9,1
SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENAD A NORTE	COORDENAD A ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN3	06/05/2009	7007053	319932	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	200 µm	14.8°C	34 psu	7.7	5 m
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED*	Ind/m3	%
Arthropoda	Amphipoda	<i>Primno macropa</i>	R	0,4	2,7
Arthropoda	Amphipoda	<i>Vibilia armata</i>	R	0,1	0,9
Tunicata	Appendicularia	<i>Oikopleura sp.</i>	E	1,6	9,8
Arthropoda	Cladocera	<i>Evadne spinifera</i>	E	3,2	19,7
Arthropoda	Cladocera	<i>Penilia avirostris</i>	R	0,1	0,9
Cnidaria	Leptomedusae	<i>Obelia sp.</i>	E	0,9	5,4
Arthropoda	Calanoida	<i>Calanus sp.</i>	E	3,6	22,4
Mysis				0,9	R
Mollusca	Gastropoda	<i>Cavolinia sp.</i>	E	1,1	7,1
Arthropoda	Decapoda	<i>Eurypanopeus crenatus</i>	R	0,1	0,9
Arthropoda	Decapoda	<i>Homalaspis plana</i>	E	3,4	21,5
Arthropoda	Decapoda	<i>Pinnixa sp.</i>	E	1	8,1
SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENAD A NORTE	COORDENAD A ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN4	06/05/2009	7006913	320178	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	200 µm	14.8°C	34 psu	7.8	5 m
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED *	Ind/m3	%
Tunicata	Appendicularia	<i>Oikopleura sp.</i>	E	1	12,5
Arthropoda	Cladocera	<i>Evadne spinifera</i>	E	1,9	23,3
Arthropoda	Calanoida	<i>Calanus sp.</i>	E	2,6	32,3
Cnidaria	Leptomedusae	<i>Obelia sp.</i>	R	0,3	3,5
Nauplio			E	1,8	E
Arthropoda	Decapoda	<i>Homalaspis plana</i>	E	1,1	14,3
Arthropoda	Decapoda	<i>Pinnixa sp.</i>	E	0,6	7,1
SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENAD A NORTE	COORDENAD A ESTE	TIPO DE RED



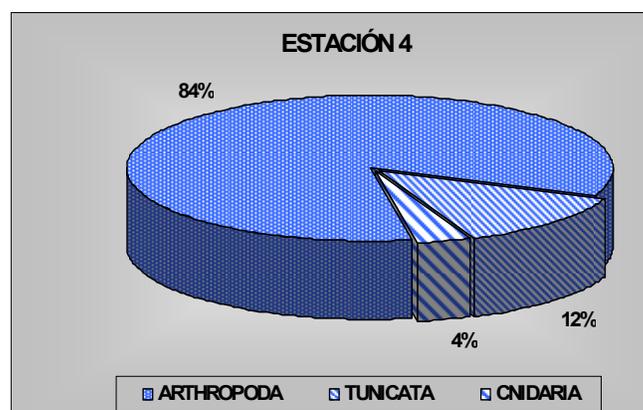
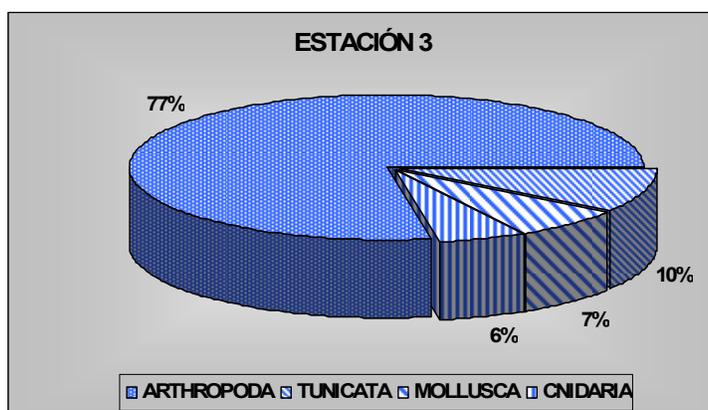
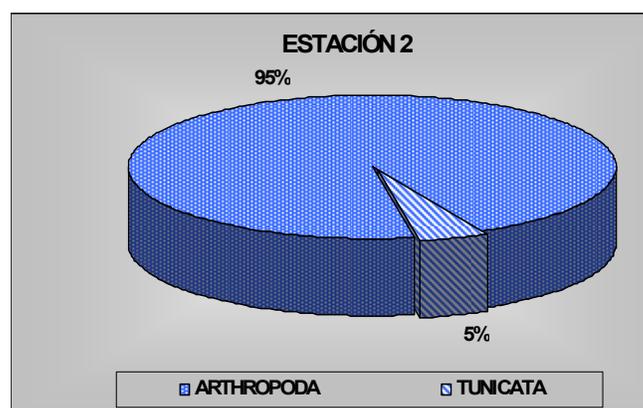
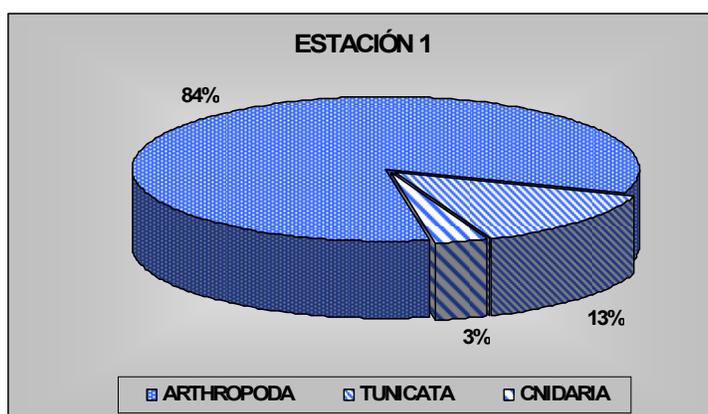
Caldera Norte	CN5	06/05/2009	7006740	320147	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	200 µm	15 °C	34.1 psu	7.8	5 m
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED*	Ind/m3	%
Tunicata	Appendicularia	<i>Oikopleura sp.</i>	E	1,4	13,3
Arthropoda	Cladocera	<i>Evadne spinifera</i>	E	1,9	17,3
Arthropoda	Calanoida	<i>Calanus sp.</i>	E	2,3	21,3
Mollusca	Gastropoda	<i>Cavolinia sp.</i>	R	0,9	8,0
Mysis			E	5,4	E
Protozoa	Tintinnida	<i>Tintinnopsis</i>	R	0,7	6,6
Arthropoda	Decapoda	<i>Pinnixa sp.</i>	E	1,9	17,3
SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENAD A NORTE	COORDENAD A ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN6	06/05/2009	7006860	319958	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	200 µm	15 °C	34.1 psu	7.8	5 m
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED *	Ind/m3	%
Tunicata	Appendicularia	<i>Oikopleura sp.</i>	E	3,4	7,5
Arthropoda	Cladocera	<i>Evadne spinifera</i>	E	5,0	11,0
Arthropoda	Calanoida	<i>Calanus sp.</i>	E	3,7	8,2
Cnidaria	Leptomedusae	<i>Obelia sp.</i>	R	0,1	0,3
Mysis			E	2,7	E
Cnidaria	Siphonophorae	<i>Diphyes dispar</i>	R	0,1	0,3
Protozoa	Tintinnida	<i>Tintinnopsis</i>	E	0,3	0,6
Arthropoda	Decapoda	<i>Homalaspis plana</i>	AB	16,7	36,5
Arthropoda	Decapoda	<i>Eurypanopeus crenatus</i>	E	1,0	2,2
Arthropoda	Decapoda	<i>Porcellana sp.</i>	R	0,4	0,9
Arthropoda	Decapoda	<i>Pisoides edwardsi</i>	E	3,6	7,9
Arthropoda	Decapoda	<i>Pinnixa sp.</i>	R	0,3	0,6
SECTOR	ESTACION	FECHA COLECTA	COORDENAD A NORTE	COORDENAD A ESTE	TIPO DE RED
Caldera Norte	CN7	06/05/2009	7007850	319149	Red de Plancton Abierta
DIAMETRO	MALLA	TEMPERATURA	SALINIDAD	PH	PROFUNDIDAD
0.6 m	200 µm	15.2 °C	34.4 psu	7.8	5 m
PHYLUM	CLASE/ORDEN	GENERO	RED *	Ind/m3	%
Tunicata	Appendicularia	<i>Oikopleura sp.</i>	R	0,7	5,1



Arthropoda	Cladocera	<i>Evadne spinifera</i>	E	2,2	15,5
Arthropoda	Calanoida	<i>Calanus sp.</i>	E	4,6	33,0
Ctenophora	Nuda	<i>Beroe cucumis</i>	E	1,1	8,2
Mysis			E	2,7	E
Mollusca	Gastropoda	<i>Cavolinia sp.</i>	R	0,4	3,1
Mollusca	Gastropoda	<i>Hyalocylis striata</i>	R	0,3	2,1
Arthropoda	Decapoda	<i>Homalaspis plana</i>	E	2,9	20,6
Arthropoda	Decapoda	<i>Pinnixa sp.</i>	E	0,9	6,2

(*) RED: R=raro; E= escaso; M= mediano; A= abundante

La figura 3.2.1 muestra gráficos de torta con los porcentajes de los phylas presentes en la estaciones muestreadas.



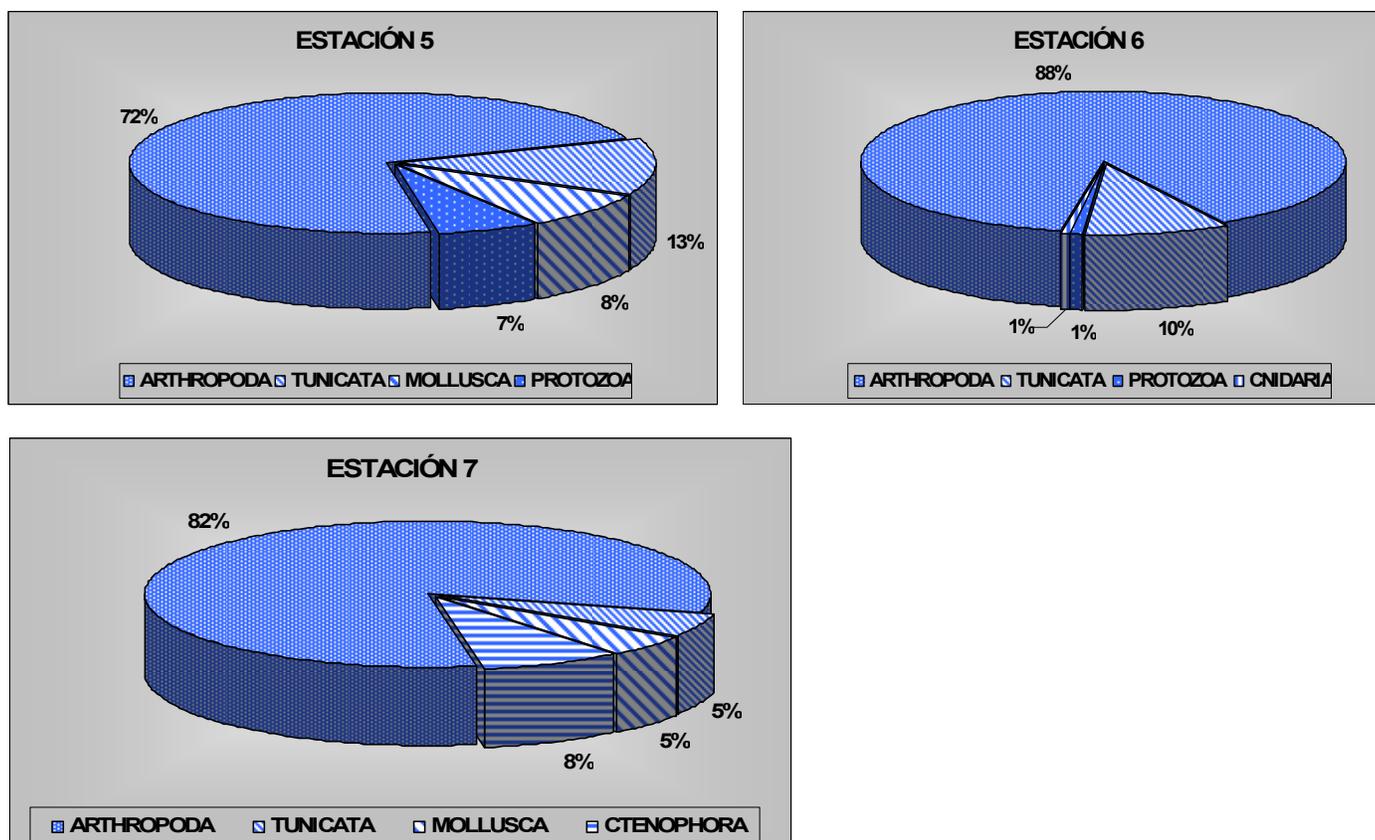


FIGURA 3.2.1 GRÁFICOS DE TORTA DE PORCENTAJES DE PHYLAS DE ORGANISMOS ZOOPLANCTÓNICOS PRESENTES EN LAS ESTACIONES. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

La tabla 3.2.3 muestra los resultados de los índices ecológicos y la desviación estándar, calculados por estación.

**TABLA 3.2.3
RESULTADO DEL CALCULO DE LOS INDICES ECOLÓGICOS.
CALDERA NORTE, MAYO 2009.**

ESTACIÓN	RIQUEZA	INDICE DE SHANNON	UNIFORMIDAD	MARGALEF
CN1	5±1,5	1,462±0,32	0,90±0,06	3,56±1,5
CN2	7±1,5	1,599±0,35	0,856±0,11	3,81±1,03
CN3	7±1,7	1,91±0,34	0,972±0,03	5,12±0,54
CN4	5±1,5	1,554±0,5	0,950±0,04	4,38±1,6



CN5	6±1,05	1,731±0,31	0,951±0,04	4,34±0,6
CN6	7±1,9	1,667±0,40	0,811±0,05	3,75±0,9
CN7	6±1,8	1,633±0,45	0,921±0,06	4,45±1,36

De acuerdo a la tabla podemos señalar :

- ✓ La riqueza de especies fue similar en las estaciones de muestreo, presentando entre 5 y 7 especies.

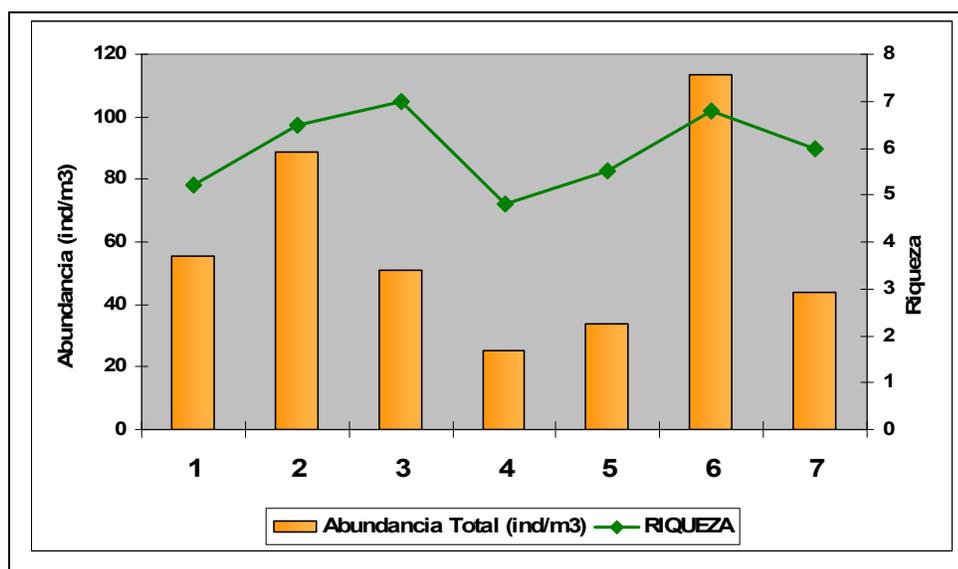


FIGURA 3.2.2 GRAFICO DE ABUNDANCIA TOTAL (ind/m³) Y RIQUEZA DE ESPECIES POR ESTACIÓN. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

- ✓ El índice de diversidad de Shannon-Wiener presentó valores superiores a 1 en todas las estaciones.

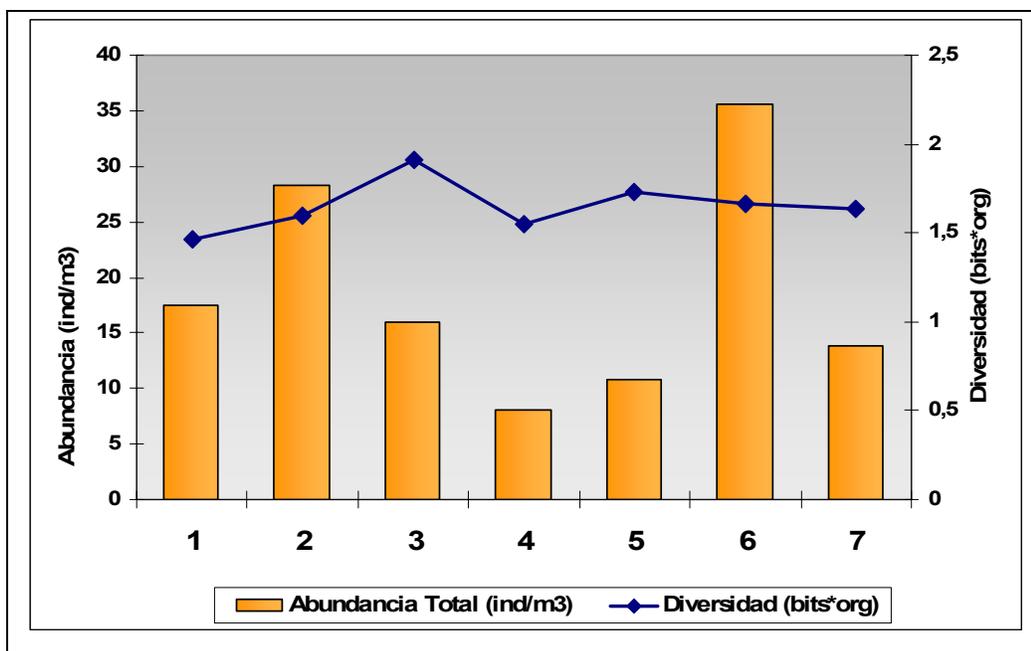


FIGURA 3.2.2 GRAFICO DE ABUNDANCIA TOTAL (ind/m³) Y DIVERSIDAD (bits*org) DE ESPECIES POR ESTACIÓN. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

- ✓ La uniformidad presentó valores altos, cercanos a 1, por lo que las abundancias de las especies presentes son similares y no hay dominancia de una sobre otras.

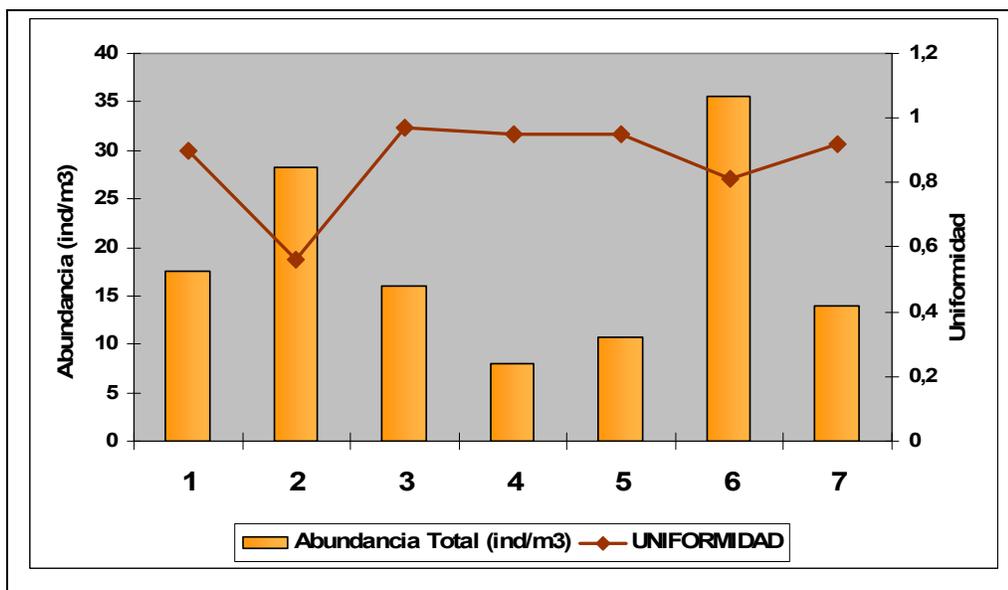




FIGURA 3.2.2 GRAFICO DE ABUNDANCIA TOTAL (ind/m³) Y UNIFORMIDAD POR ESTACIÓN. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

✓ La estación con el índice de Margalef mayor fue CN3 y menor CN1.

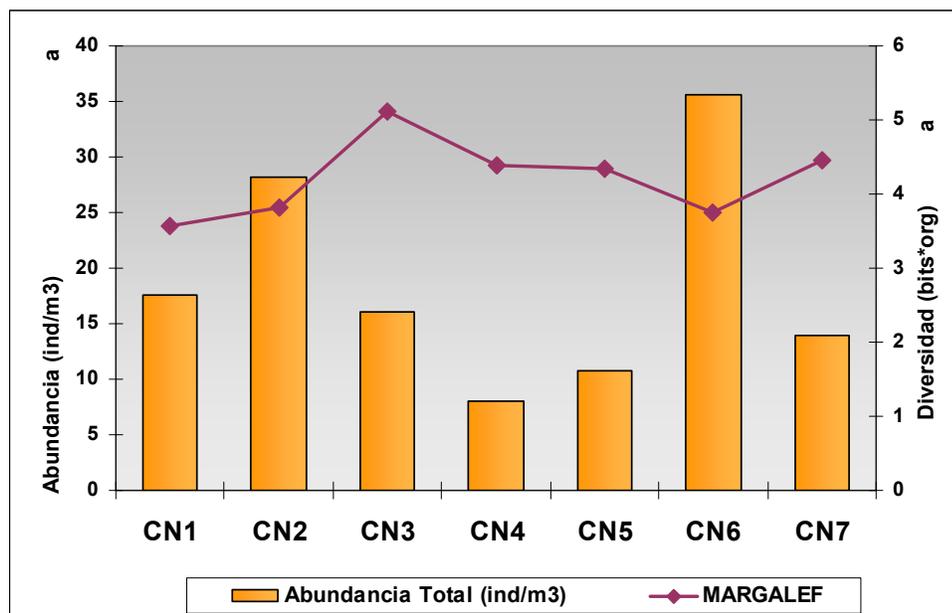


FIGURA 3.2.2 GRAFICO DE ABUNDANCIA TOTAL (ind/m³) POR ESTACIÓN Y EL INDICE DE MARGALEF POR ESTACIÓN. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

ICTIOPLANCTON

Los resultados de los organismos del ictioplancton se presentan en la tabla 3.2.4.

**TABLA 3.2.4
LISTADO DE ORGANISMOS ICTIOPLANCTÓNICOS EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO. CALDERA NORTE, MAYO 2009**

HUEVOS (ind/m ³)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
<i>Sardinops sagax</i>	s/i*	0.9	0.5	0.9	0.9	0.9	s/i*
LARVAS (ind/m ³)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Sin presencia de larvas en todas las estaciones							

s/i= sin presencia de huevos en la estación



De acuerdo a los resultados de la tabla 3.2.4 se puede observar la baja presencia de huevos y la nula presencia de larvas en las estaciones de muestreo.



4) ESTUDIO CON TRAZADOR

Metodología

El objetivo de este estudio es estimar un indicador del grado de dilución natural de las aguas en un sector de la costa. Para eso se estima el Coeficiente de Dilución.

Existen diferentes formas de evaluar el coeficiente de difusión en una zona costera tales como mini flotadores, tinta rodamina (se sospecha que sea peligrosa para el medio marino), radio isótopos u otros marcadores (Sorensen,1978). En este caso se usaron mini-Flotadores para observar y medir la capacidad de dispersión de la columna de agua en la zona de estudio. Es una metodología totalmente inocua para el medio marino costero y el personal que la opera.

Esta metodología es de larga data en oceanografía (Richardson y Stommel,1948) donde el coeficiente de difusión esta dado por:

$$Dy= (L_2-L_1)^2 / 2 \Delta t$$

Donde: L_2 y L_1 son la distancia final e inicial entre los flotadores en un intervalo de tiempo Δt .



Para este índice de dilución, se considera que valores sobre 1 m²/s son indicativos de buena dispersión, valores bajo 0.5 m²/s indican baja energía turbulenta o mala dilución.

Resultados

En cada estación se midió la dilución turbulenta con miniflotadores y se hizo al menos una réplica de la medición. En algunos casos fue posible hacer una tercera réplica, lo cual también se detalla en la tabla.

La Tabla 4.1 muestra los valores promedios calculados de Dy (coeficiente de dispersión horizontal), que cuantifica el grado de dispersión de la columna de agua en cada estación de medición.

TABLA 4.1
COEFICIENTES DE DISPERSION (Kh) EN CALDERA NORTE

EST	MARE A	REPLIC A	OLAS m	L1 m	L2 m	Δ T s	Dy m ² /s
1	V	1	1	0.31	1.5	300	0.002
		2	0.5	1.5	3.5	300	0.007



		2`	0.5	3.5	5.2	300	0.005
						PROM	0.005
3	V	1	0.5	0.25	7.2	300	0.081
		2	0.5	7.2	7	300	0.000
		2``	0.5	7	15	300	0.107
						PROM	0.062
6	V	1	0.3	0.31	2	540	0.003
		2``	0.2	2	11	420	0.096
						PROM	0.050
1	LL	1	0.4	0.31	6	540	0.030
		2``	0.3	6	30	1380	0.209
						PROM	0.119
3	LL	1	1	0.31	10	480	0.098
		2	1	10	7	720	0.006
		2``	1	7	20	540	0.156
						PROM	0.087
6	LL	1	1	0.31	3	720	0.005
		2	1	3	25	600	0.403
		2``	1	25	30	540	0.023
						PROM	0.144
						PROM ZONA	0.1

El grado de dilución en consecuencia es mejor en llenante que en marea vaciante. La estación 6 es la que presenta el mejor grado de dilución relativa.

En general la zona de estudio presentó un grado de dilución muy baja, con un promedio de 0.1 m²/s.





5) SEDIMENTOS

Metodología

Se realizó un muestreo del sedimento del fondo marino en 6 estaciones y un control, las cuales fueron posicionadas con GPS e indicadas en la figura 1.1. Las muestras se tomaron con una Draga Ekman de 0.1 m³ de mascada. En cada caso se extrajo aproximadamente 100gr. de sedimento y se hizo una réplica para cada estación. Las muestras se conservaron en frascos etiquetados para su posterior análisis en laboratorio usando la metodología indicada en la tabla 5.1.

TABLA 5.1
METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE SEDIMENTOS

PARAMETRO	METODOLOGIA QUIMICA	LIMITE DE DETECCION
Materia Orgánica Total (MOT)	Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA)	0.1%
Hidrocarburos Totales (mg/Kg)	Calculado (Hidrocarburos fijos + Hidrocarburos volátiles)	3.3

Antes de efectuar el análisis detallado de cada uno de los parámetros estudiados en los sedimentos, debe tenerse presente que en Chile no existe legislación que norme respecto a los valores límites de parámetros químicos en sedimentos. Por ello se ha incorporado información referencial de otros estudios y considerando que en la legislación chilena (Ley N° 19.300, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente) se define contaminación cuando una concentración se sale del rango “establecidas en la legislación vigente”, el texto se refiere a alteraciones y no a contaminación.



Resultados

La tabla 5.2 muestra los resultados de materia orgánica total e hidrocarburos totales.

TABLA 5.2
RESULTADOS DE ANÁLISIS QUIMICO DE SEDIMENTOS.
CALDERA NORTE, MAYO 2009.

ESTACION	MATERIA ORGANICA TOTAL (MOT) (%)	HIDROCARBUROS TOTALES (mg/Kg)
E1	0.6	3.3
E1-1	0.6	13.3
E2	0.7	93.2
E2-1	0.4	50.0
E3	0.4	16.6
E3-1	0.4	6.6
E4	0.4	<3.3
E4-1	0.4	33.3
E5	0.4	13.3
E5-1	0.4	16.6
E6	0.5	<3.3
E6-1	0.4	96.8
E7	0.7	63.2
E7-1	0.7	96.5



De acuerdo a la tabla se puede hacer el siguiente análisis por parámetro.

MATERIA ORGANICA TOTAL (MOT)

En general en todas las estaciones muestreadas el contenido de materia orgánica fue bajo. La figura 5.1 muestra el contenido de MOT por estación y réplica.

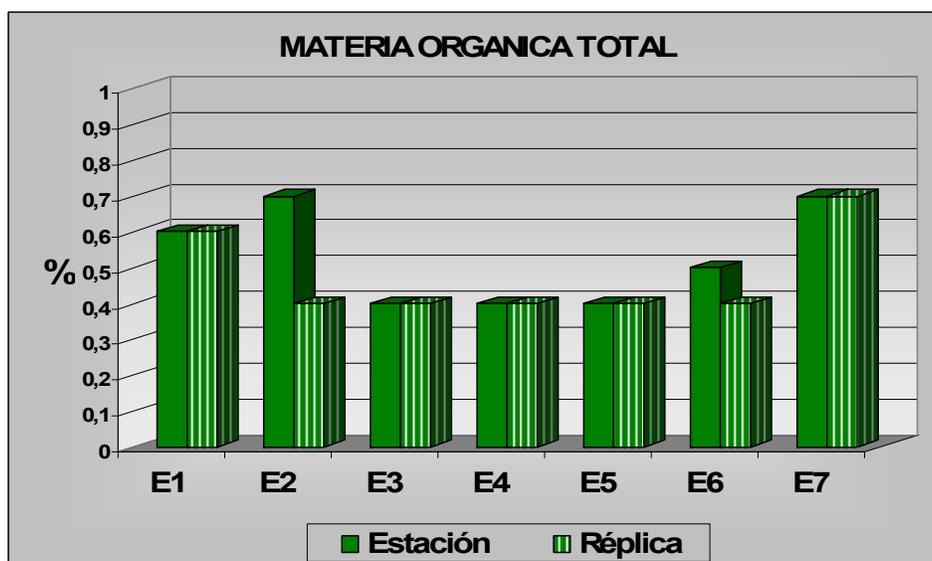


FIGURA 5.1 MATERIA ORGANICA TOTAL EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO. CALDERA NORTE, MAYO 2009



HIDROCARBUROS TOTALES

Los valores fluctuaron entre los 3.3 y 96.8 mg/kg y en las estaciones E4 y E6 presentaron valores bajo el límite de detección. La figura 5.2 presenta los resultados de las estaciones y réplicas.

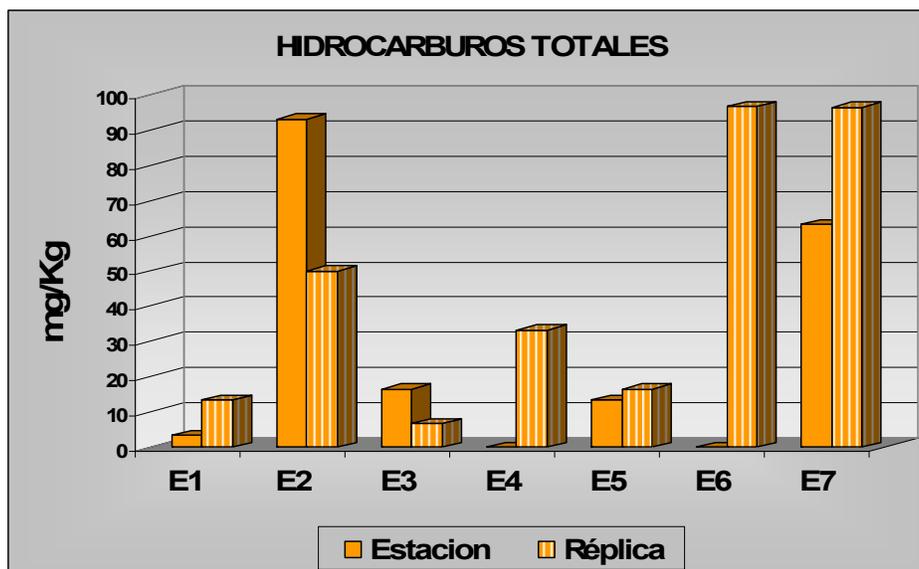


FIGURA 5.2 HIDROCARBUROS TOTALES EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO. CALDERA NORTE, MAYO 2009.



6) ECOLOGÍA BENTÓNICA INTERMAREAL DE FONDO DURO

Metodología

Se realizó un muestreo de comunidades bentónicas intermareales de fondo duro en 6 transectas y un control, las cuales fueron georreferenciadas e indicadas en la figura 1.1. La metodología del muestreo se señala en la tabla 6.1.

**TABLA 6.1
METODOLOGIA DE MUESTREO PARA LAS COMUNIDADES
INTERMAREALES DE FONDO DURO.**

Bentos Intermareal Duro	<ul style="list-style-type: none">✓ Muestreo cuantitativo, con el uso de una cuadrícula de 0.09 m².✓ 7 transectas con 4 estaciones cada una.✓ Estimación de la pendiente	<ul style="list-style-type: none">✓ Índices ecológicos (Uniformidad, Diversidad, Riqueza específica, Dominancia)Método de escalamiento multidimensional no-métrico (NMDS)✓ Cluster de Similitud (Bray-Curtis).
--------------------------------	--	---

Con los valores obtenidos de abundancia se procedió a calcular los índices ecológicos (Odum, 1972; Margalef, 1974; Jaccard, 1980) para evaluar a las comunidades. Una alta diversidad específica indica una comunidad compleja, puesto que a una mayor variedad de especies sigue una mayor cantidad de interacciones, como por ejemplo, predación, competencia, compartimiento de nicho, etc. La tabla 6.2 muestra las fórmulas utilizadas en los cálculos de los índices ecológicos.



TABLA 6.2
DATOS DE ENTRADA Y FORMULAR PARA CALCULO DE INDICES
ECOLOGICOS

Índice Ecológico	Datos de entrada	Fórmula
Riqueza (S)	Nº de especies	
Índice de Shannon (H')	p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (abundancia relativa).	$H = -\sum p_i \log p_i$
Uniformidad (J')	H = diversidad de especies observada con el índice de shannon H_{max} = Diversidad máxima de especies S = numero de especies	$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{H}{\log S}$
Dominancia McNaughton (1968).	Y1 = Numero de individuos de la especie mas abundante en la estación de muestreo Y2 = Segunda especies con mayor numero de individuos Y = Numero total de individuos de todas las especies	$I. D. = 100 \times Y1 + Y2 \div Y$

Donde :

Riqueza (S). Puede expresarse como el número de especies considerando su aproximación a la máxima diversidad posible para una colección de “n” individuos.

Diversidad de Shannon-Wiener (H'). Este índice comprende valores que van desde el 0 al ∞ . Al encontrarse valores desde 2 hacia arriba, ya puede hablarse de que existe una buena diversidad en la comunidad, mientras que si los valores tienden a 0, puede decirse que la comunidad presenta muy baja diversidad, casi nula.



Uniformidad (J'). Toma valores que van desde 0 a 1. Si los valores tienden a 1, quiere decir que en la comunidad es uniforme, o en otras palabras, que no existe predominio de una especie por sobre las otras. Si el valor tiende a 0, es lo apuesto de lo anterior.

El método de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), tiene como objetivo construir un “mapa” o configuración de las muestras, en un número específico de dimensiones, que intenta satisfacer todas las condiciones de la matriz de similitud (o disimilitud). Este método funciona como una búsqueda iterativa de las mejores posiciones de las n entidades de la configuración de k variables. El “Stress” es una medida de la desviación de una relación lineal entre la distancia en la matriz original de datos y la distancia en el espacio de ordenamiento, el valor final indica que:

Stress < 0.05	Muy buena representación de los datos en el gráfico
Stress < 0.1	Buena representación
Stress > 0.2	El gráfico no es muy confiable
Stress > 0.3	Se considera que la distribución de los puntos es casi al azar.



Resultados

La tabla 6.3, entrega la lista de especies encontradas en cada una de las estaciones por transecta con su respectiva abundancia y cobertura.

TABLA 6.3
LISTADO DE ESPECIES BENTONICAS INTERMAREALES DE FONDO DURO.
CALDERA NORTE, MAYO 2009.

TRANSECTA 1						
Estación	Phylum	Clase	Familia	Especie	Abundancia (ind/m ²)	Cobertura (%)
T1I-1	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	1131.6	61.1
	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	<i>Perumytilus purpuratus</i>	185.2	16.7
	Mollusca	Gastropoda	Littorinidae	<i>Nodilittorina peruviana</i>	1111.0	----
T1I-2	Mollusca	Gastropoda	Littorinidae	<i>Nodilittorina peruviana</i>	21479.3	----
T1I-3	Chlorophyta	Chlorophyceae	Codiaceae	<i>Codium fragile</i>	---	25.0
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	432.1	16.7
	Mollusca	Gastropoda	Turbinidae	<i>Prisogaster niger</i>	617.2	----
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Phymanthea pluvia</i>	123.4	----
	Cnidaria	Anthozoa	Actiniidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	1234.4	----
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	123.4	----
T1I-4	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	----	5.6
	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium sp.</i>	----	25.0
	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium plusillum</i>	----	2.8
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Phymactis clematistus</i>	123.4	----
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	493.8	----
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	246.9	----
	Mollusca	Gastropoda	Littorinidae	<i>Nodilittorina peruviana</i>	1604.8	----
	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	<i>Perumytilus</i>	48.0	5.6



TRANSECTA 2						
Estación	Phylum	Clase	Familia	Especie	Abundancia (ind/m ²)	Cobertura (%)
				<i>purpuratus</i>		
T2I-1	Roca desnuda					100
T2I-2	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	395.1	55.6
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Notochthamalus scabrosus</i>	122.2	25.0
T2I-3	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium sp.</i>	-----	8.3
	Rhodophyta	Rhorophyceae	Corallinaceae	<i>Corallina officinalis</i>	-----	13.9
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	122.2	25.0
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	222.2	-----
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	177.8	-----
	Mollusca	Gastropoda	Turbinidae	<i>Prisogaster niger</i>	2737.7	-----
T2I-4	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulveae	<i>Ulva lactuca</i>	-----	8.3
	Rhodophyta	Florideophycidae	Hildenbrandiaceae	<i>Hilenbrandia rubra</i>	-----	69.4
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	1066.7	-----
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	44.4	-----
	Mollusca	Gastropoda	Turbinidae	<i>Prisogaster niger</i>	488.9	-----
	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	<i>Perumytilus purpuratus</i>	9.3	4.2
TRANSECTA 3						
Estación	Phylum	Clase	Familia	Especie	Abundancia (ind/m ²)	Cobertura (%)
T3I-1	Roca desnuda					100
T3I-2	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulveae	<i>Ulva lactuca</i>	-----	6.9
	Chlorophyta		Bryopsidaceae	<i>Bryopsis rhizophora</i>	-----	9.7
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	466.3	23.6
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Notochthamalus scabrosus</i>	48.0	9.7
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Phymanthea pluvia</i>	123.4	-----
T3I-3	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulveae	<i>Ulva lactuca</i>	-----	5.6
	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium sp.</i>	-----	23.6
	Rhodophyta	Rhorophyceae	Corallinaceae	<i>Corallina officinalis</i>	-----	25.8
	Rhodophyta	Florideophycidae	Hildenbrandiaceae	<i>Hilenbrandia</i>	-----	58.3



				<i>rubra</i>		
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	41.1	8.3
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	617.2	-----
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	123.4	-----
T3I-4	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	-----	12.5
	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium sp.</i>	-----	9.2
	Rhodophyta	Florideophycidae	Hildenbrandiaceae	<i>Hilenbrandia rubra</i>	-----	54.2
	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium plusillum</i>	-----	3.6
	Rhodophyta	Rhorophyceae	Corallinaceae	<i>Corallina officinalis</i>	0.0	20.3
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Phymactis clematistus</i>	123.4	-----
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	864.1	-----
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	123.4	-----
	Mollusca	Gastropoda	Turbinidae	<i>Prisogaster niger</i>	1357.9	-----
TRANSECTA 4						
Estación	Phylum	Clase	Familia	Especie	Abundancia (ind/m ²)	Cobertura (%)
T4I-1	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	-----	8.3
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	44.6	3.6
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Notochthamalus scabrosus</i>	181.1	9.2
	Mollusca	Gastropoda	Littorinidae	<i>Nodilittorina peruviana</i>	3703.3	-----
	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	<i>Perumytilus purpuratus</i>	200.3	20.3
T4I-2	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	-----	63.9
	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium sp.</i>	-----	3.6
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	205.7	11.1
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Phymactis clematistus</i>	123.4	-----
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	617.2	-----
T4I-3	Cyanophyta		Oscillatoriaceae	<i>Lyngbia sp.</i>	-----	1.4
	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	-----	6.9
	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium sp.</i>	-----	69.4
	Rhodophyta	Rhodophyceae	Bangiaceae	<i>Porphyra linearis</i>	-----	1.4
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	277.8	12.5
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	370.3	-----
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	123.4	-----



	Mollusca	Gastropoda	Turbinidae	<i>Prisogaster niger</i>	1728.2	----
T4I-4	Cyanophyta		Oscillatoriaceae	<i>Lyngbia sp.</i>	----	1.4
	Phaeophyta	Phaeophyceae	Scytosiphonaceae	<i>Colpomenia sinuosa</i>	----	3.6
	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium sp.</i>	----	23.6
	Rhodophyta	Rhorophyceae	Corallinaceae	<i>Corallina officinalis</i>	----	5.6
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	397.8	11.1
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	1728.2	----
	Mollusca	Gastropoda	Turbinidae	<i>Prisogaster niger</i>	2098.6	----
TRANSECTA 5						
Estación	Phylum	Clase	Familia	Especie	Abundancia (ind/m²)	Cobertura (%)
T5I-1	Mollusca	Gastropoda	Litorinidae	<i>Nodilittorina peruviana</i>	2220	----
T5I-2	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	----	53.6
	Chlorophyta	Chlorophyceae	Codiaceae	<i>Codium fragile</i>	----	12.5
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	178.1	18.1
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Notochthamalus scabrosus</i>	113.1	9.2
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	246.7	----
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	123.3	----
	Mollusca	Gastropoda	Littorinidae	<i>Nodilittorina peruviana</i>	493.3	----
T5I-3	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	----	2.8
	Phaeophyta	Phaeophyceae	Scytosiphonaceae	<i>Colpomenia sinuosa</i>	----	2.8
	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium sp.</i>	----	22.2
	Rhodophyta	Rhorophyceae	Corallinaceae	<i>Corallina officinalis</i>	----	25.0
	Rhodophyta	Rhodophyceae	Bangiaceae	<i>Porphyra linearis</i>	----	1.4
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	863.3	----
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	246.7	----
T5I-4	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	----	86.9
	Phaeophyta	Phaeophyceae	Scytosiphonaceae	<i>Colpomenia sinuosa</i>	----	2.8
	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium sp.</i>	----	1.4
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	154.2	12.5
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	123.3	----
	Mollusca	Gastropoda	Turbinidae	<i>Prisogaster niger</i>	493.3	----



TRANSECTA 6						
Estación	Phylum	Clase	Familia	Especie	Abundancia (ind/m ²)	Cobertura (%)
T6I-1	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	3.4	1.4
	Mollusca	Gastropoda	Littorinidae	<i>Nodilittorina peruviana</i>	2592.3	-----
T6I-2	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	123.4	8.3
	Mollusca	Gastropoda	Littorinidae	<i>Nodilittorina peruviana</i>	14196.1	-----
	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	<i>Perumytilus purpuratus</i>	20.6	8.3
T6I-3	Chlorophyta		Bryopsidaceae	<i>Bryopsis rhizophora</i>	-----	11.1
	Rhodophyta	Florideophycidae	Hildenbrandiaceae	<i>Hilenbrandia rubra</i>	-----	38.9
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	860.3	53.6
T6I-4	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	-----	27.8
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	658.4	44.4
	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Notochthamalus scabrosus</i>	308.6	27.8
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Phymactis clematistus</i>	246.9	-----
	Mollusca	Gastropoda	Turbinidae	<i>Prisogaster niger</i>	864.1	-----
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	123.4	-----
TRANSECTA 7						
Estación	Phylum	Clase	Familia	Especie	Abundancia (ind/m ²)	Cobertura (%)
T7I-1	Mollusca	Gastropoda	Littorinidae	<i>Nodilittorina peruviana</i>	9258.3	-----
T7I-2	Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	<i>Jehlius cirratus</i>	358.3	15.3
	Mollusca	Gastropoda	Littorinidae	<i>Nodilittorina peruviana</i>	8888.0	-----
T7I-3	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	-----	11.1
	Phaeophyta	Phaeophyceae	Scytosiphonaceae	<i>Colpomenia sinuosa</i>	-----	2.8
	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium sp.</i>	-----	12.5
	Rhodophyta	Rhorophyceae	Corallinaceae	<i>Corallina officinalis</i>	-----	3.3
	Rhodophyta	Rhodophyceae	Bangiaceae	<i>Porphyra linearis</i>	-----	1.4
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	370.3	-----
	Cnidaria	Anthozoa	Sargatiidae	<i>Anthothoe chilensis</i>	493.8	-----
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	370.3	-----



	Mollusca	Gastropoda	Turbinidae	<i>Prisogaster niger</i>	617.2	----
T71-4	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulveae	<i>Ulva lactuca</i>	----	4.2
	Phaeophyta	Phaeophyceae	Scytosiphonaceae	<i>Colpomenia sinuosa</i>	----	2.8
	Rhodophyta	Florideophycidae	Gelidiaceae	<i>Gelidium sp.</i>	----	5.6
	Rhodophyta	Rhorophyceae	Corallinaceae	<i>Corallina officinalis</i>	----	4.2
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Anemonia alicemartinae</i>	493.8	----
	Cnidaria	Anthozoa	Sargatiidae	<i>Anthothoe chilensis</i>	370.3	----
	Cnidaria	Anthozoa	Actiinidae	<i>Phymactis clematistus</i>	123.4	----
	Echinodermata	Asteroidea	Asteridae	<i>Heliaster helianthus</i>	123.4	----
	Mollusca	Gastropoda	Turbinidae	<i>Prisogaster niger</i>	740.7	----

La figura 6.1 muestra las abundancias totales de las transectas muestreadas.

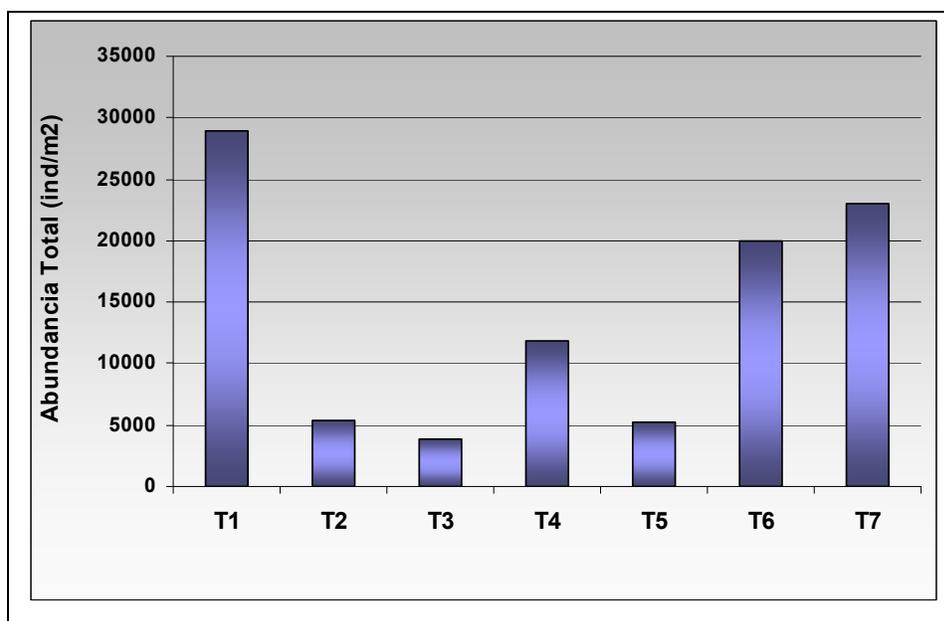
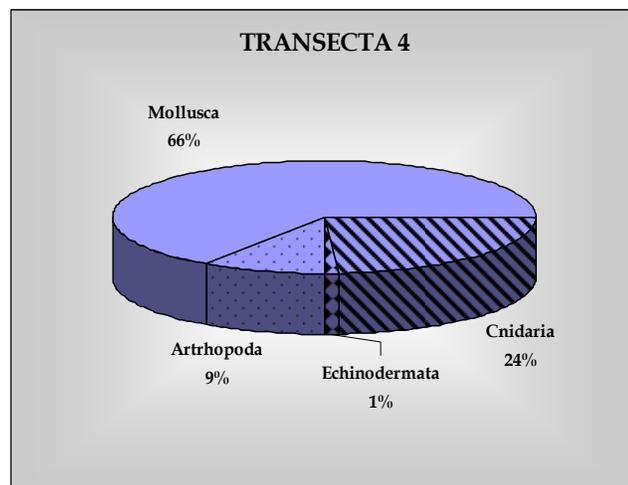
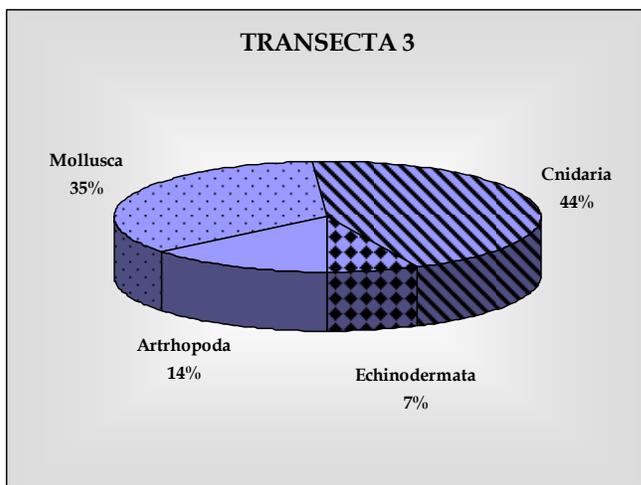
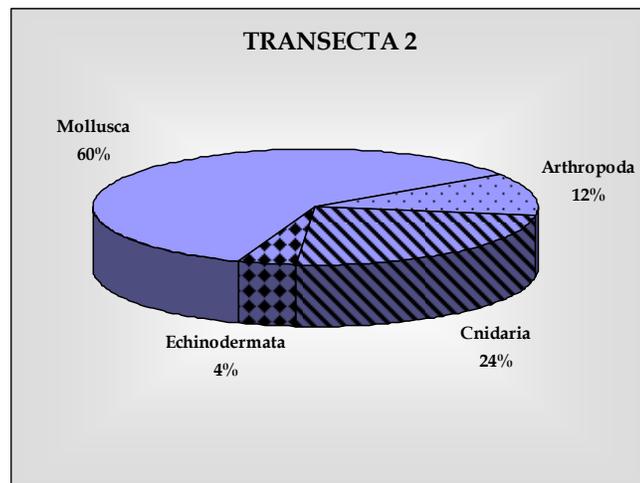
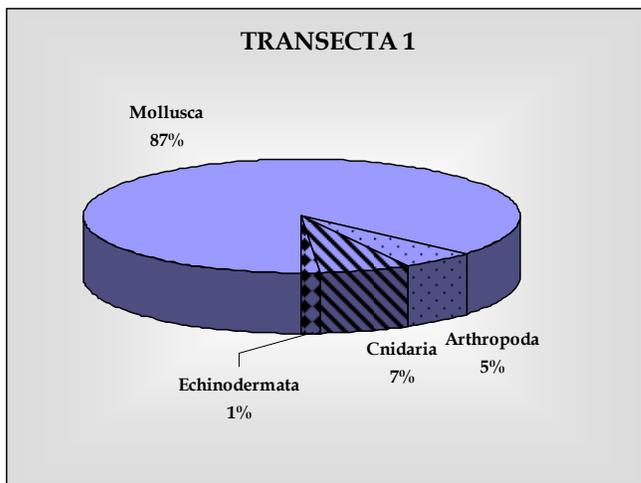


FIGURA 6.1 ABUNDANCIAS TOTALES (ind/m²) POR TRANSECTAS INTERMAREALES DE FONDO DURO. CALDERA NORTE, MAYO 2009.



La figura 6.2 muestra una representación porcentual del número de especies por categorías taxonómicas superiores.



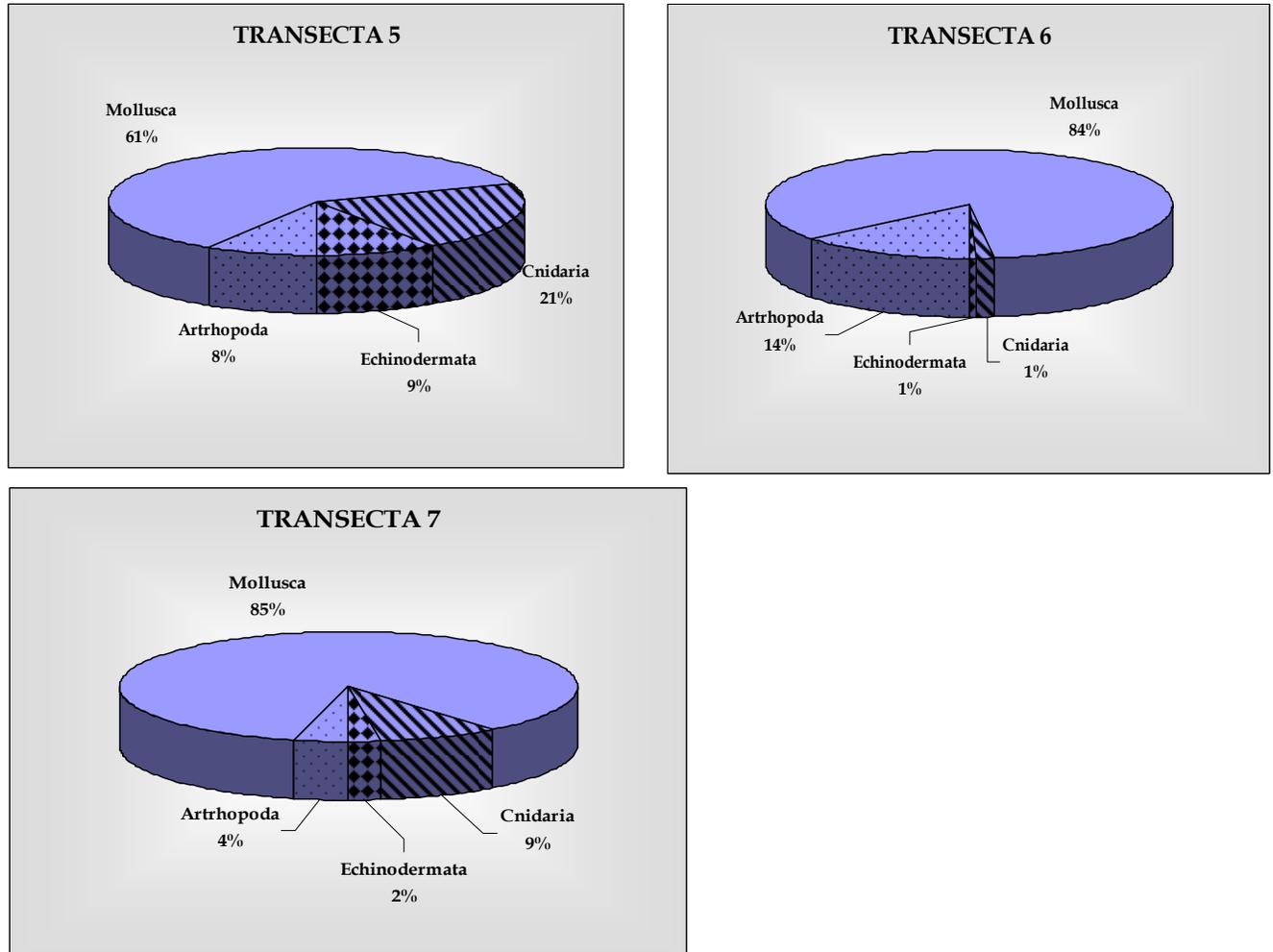
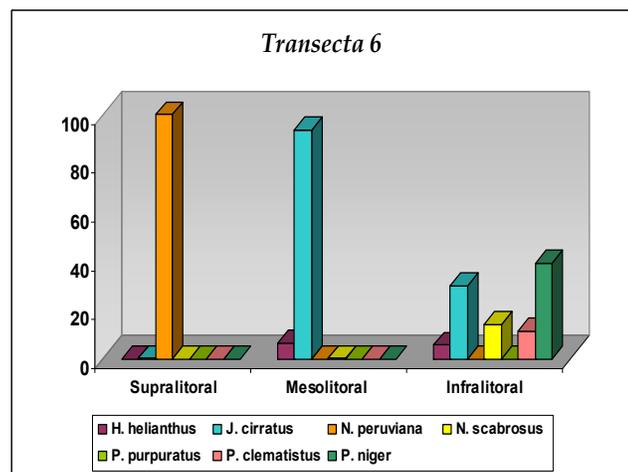
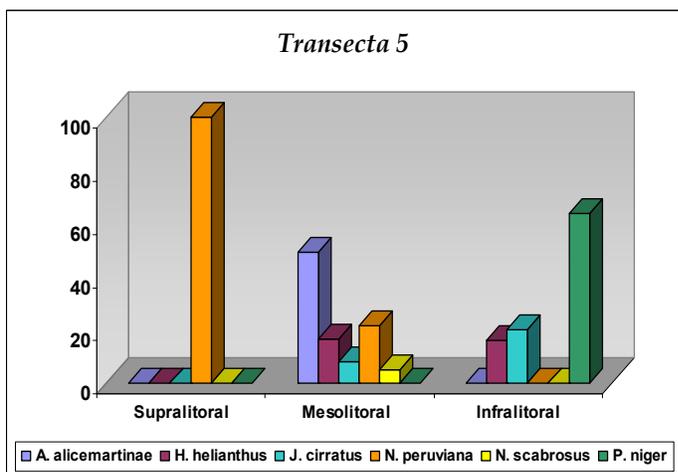
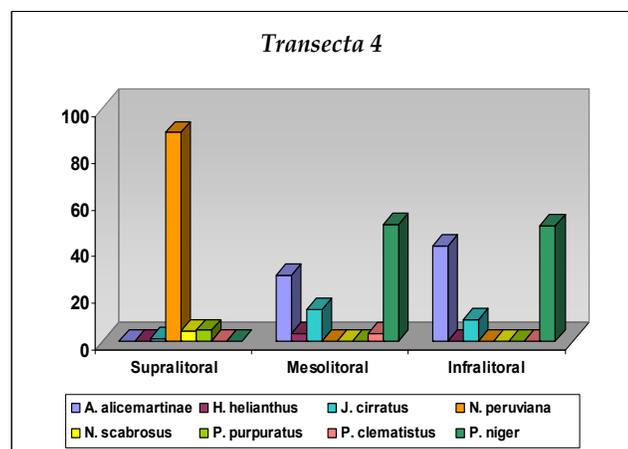
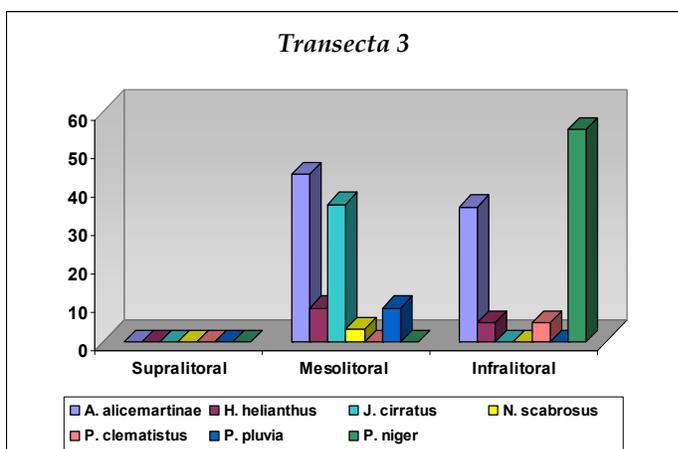
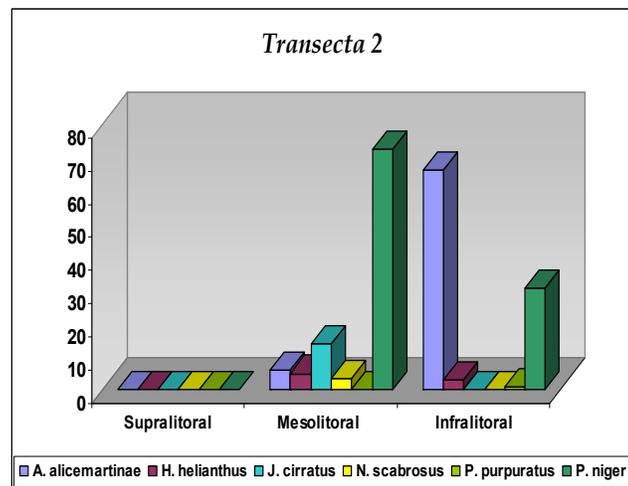
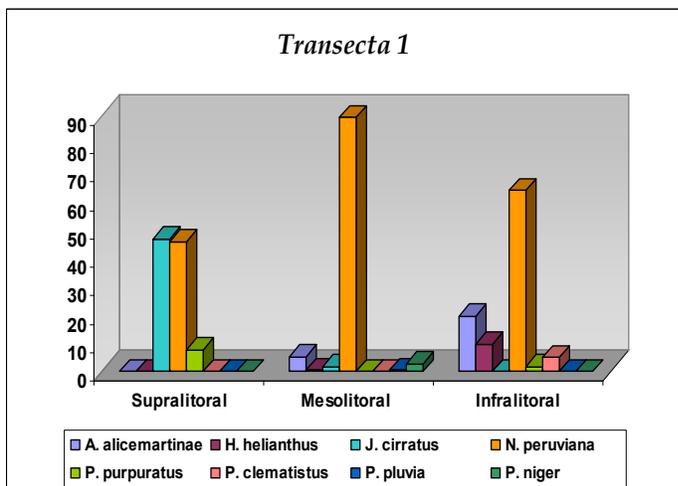


FIGURA 6.2 REPRESENTACION PROCENTUAL DE LOS PHYLAS PRESENTES EN EL BENTOS INTERMAREAL DURO. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

Las figura 6.3 y 6.4 muestran la representación gráfica de las especies de fauna y flora respectivamente, presentes por sector en el intermareal, supralitoral (intermareal superior), mediolitoral (Intermareal medio) e infralitoral (intermareal inferior).



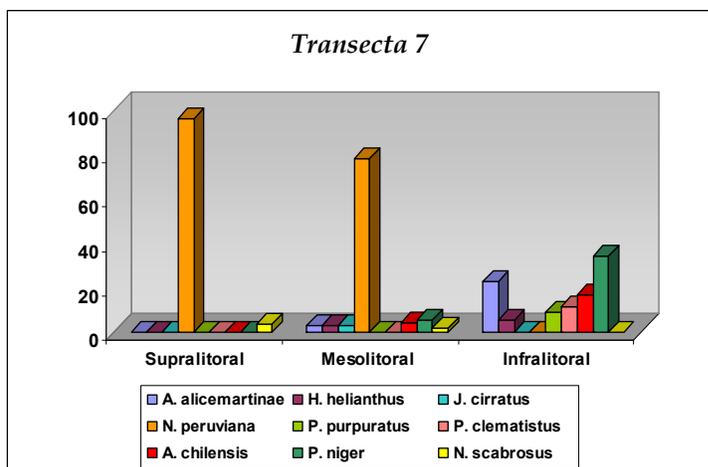
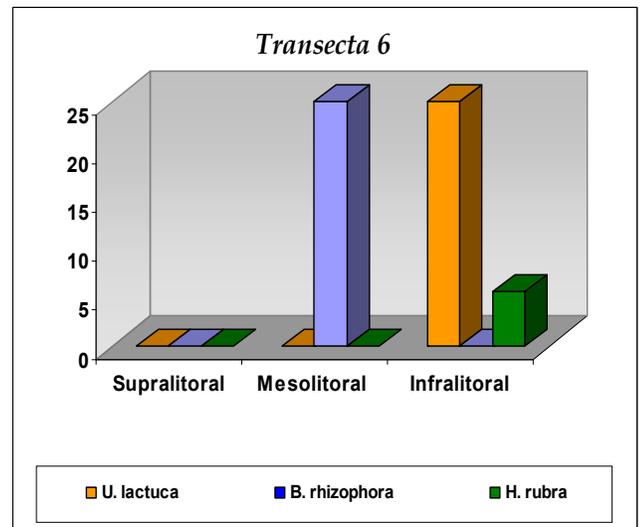
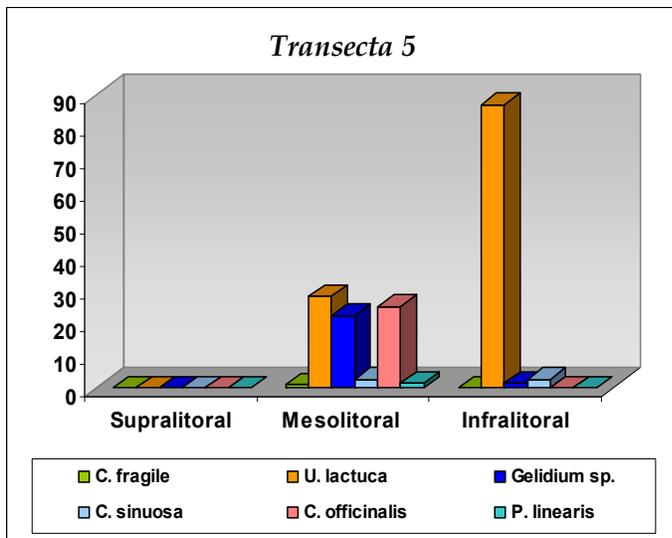
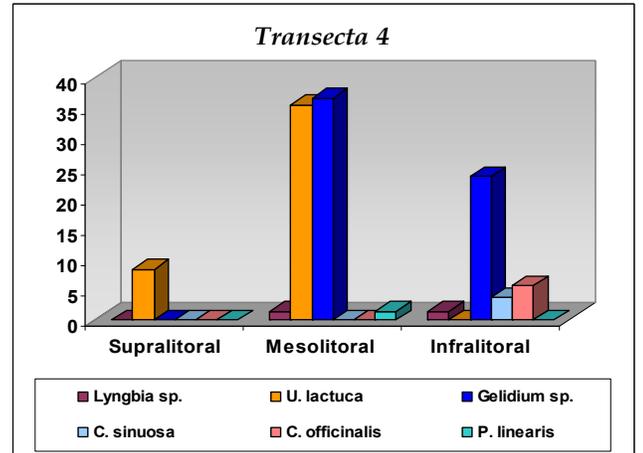
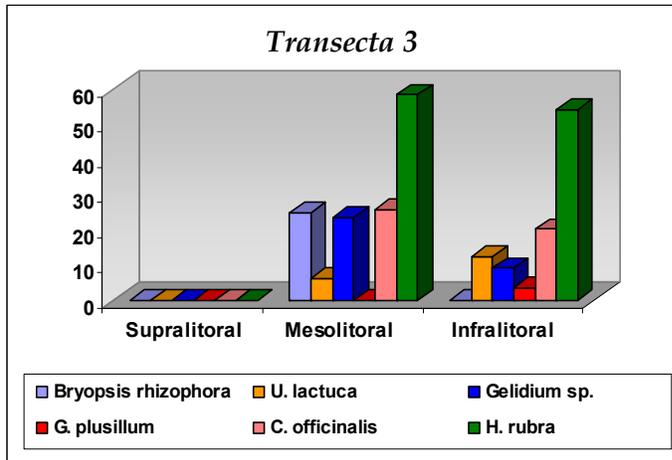
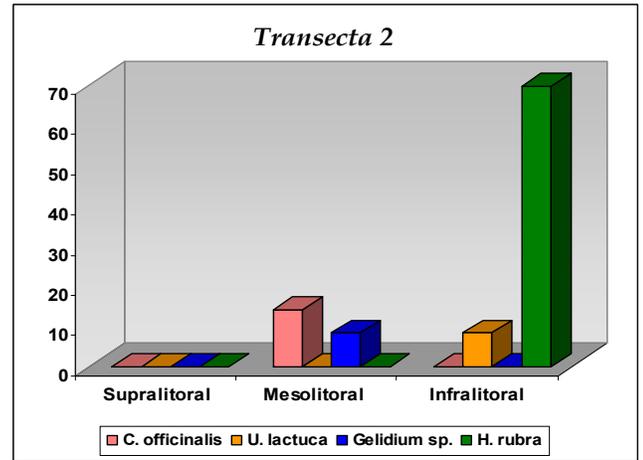
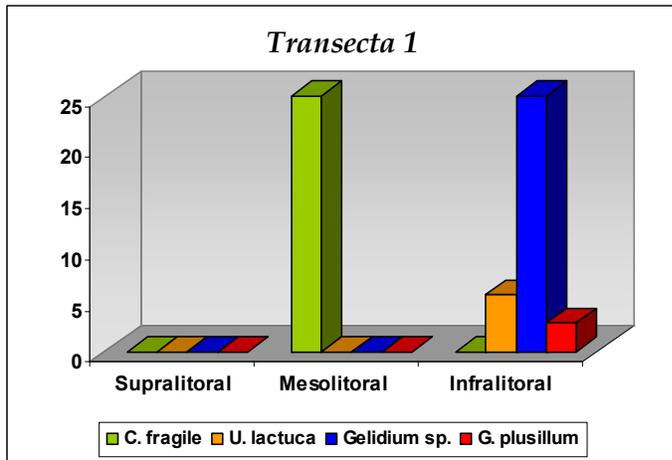


FIGURA 6.3 REPRESENTACION GRAFICA PORCENTUAL DE LA FAUNA PRESENTE EN EL INTERMAREAL SUPERIOR (SUPRALITORAL), MEDIO (MESOLITORAL) E INFRALITORAL).



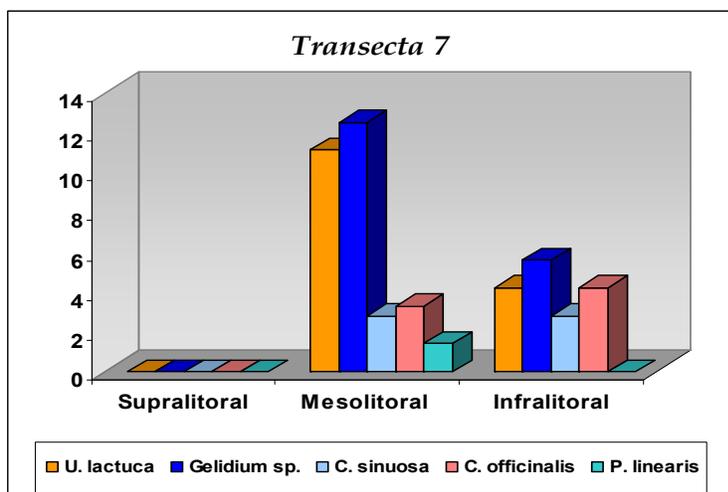


FIGURA 6.4 REPRESENTACION GRAFICA DE COBERTURAS PORCENTUAL DE FLORA PRESENTE EN EL INTERMAREAL SUPERIOR (SUPRALITORAL), MEDIO (MESOLITORAL) E INFERIOR (INFRALITORAL).

La tabla 6.4 siguiente presenta los resultados de los índices ecológicos por transecta.

**TABLA 6.4
ÍNDICES ECOLÓGICOS PARA TRANSECTAS INTERMAREALES DE FONDO DURO. CALDERA NORTE, MAYO 2009.**

TRANSECTA	RIQUEZA (S)	INDICE DE SHANNON (H')	UNIFORMIDAD (J')	DOMINANCIA (D)	DESVIACION ESTANDAR
T1I	8	0.70	0.34	0.71	0.007
T2I	6	1.10	0.62	0.43	0.012
T3I	7	1.45	0.74	0.29	0.013
T4I	8	1.50	0.72	0.26	0.007
T5I	6	1.37	0.77	0.33	0.012
T6I	7	0.65	0.33	0.71	0.008
T7I	9	0.93	0.42	0.6267	0.009



Al respecto se comenta que:

- La diversidad de especies fue baja en las transectas T1I, T6I y T7I, presentando valores menores a 1, sin embargo, en las transectas restantes la diversidad fue mayor.
- La Uniformidad fue mayor en las transectas T3I, T4I y T5I por lo tanto hay presencia de abundancias uniformes. En las transectas T1I y T6I, J' se acerca a 0, por lo que hay una especie, *Nodilittorina peruviana*, que su abundancia domina sobre las otras.
- La transecta T7I fue la que presentó una mayor riqueza.

La figura 6.5 muestra el cluster de similitud Bray- Curtis entre las transectas intermareales.

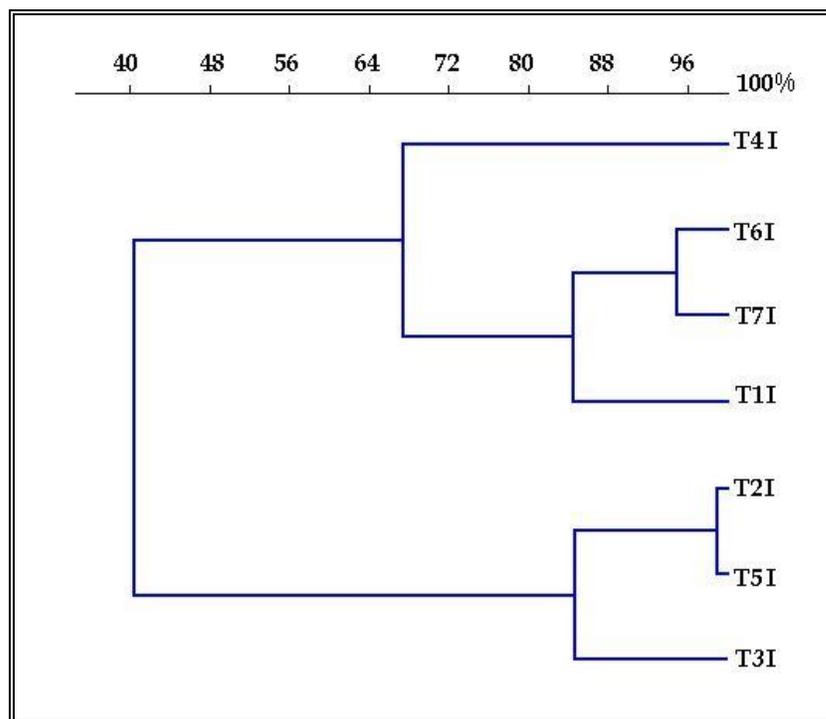


FIGURA 6.5 CLUSTER DE SIMILITUD BRAY-CURTIS ENTRE LAS TRANSECTAS INTERMAREALES DE FONDO DURO. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

Al respecto de puede comentar que las transectas que presentan el mayor porcentaje de similitud son la T2I y T5I con un 98%.

En la figura 6.6 se presenta la ordenación bi-dimensional de acuerdo al método NMDS para las 7 transectas.

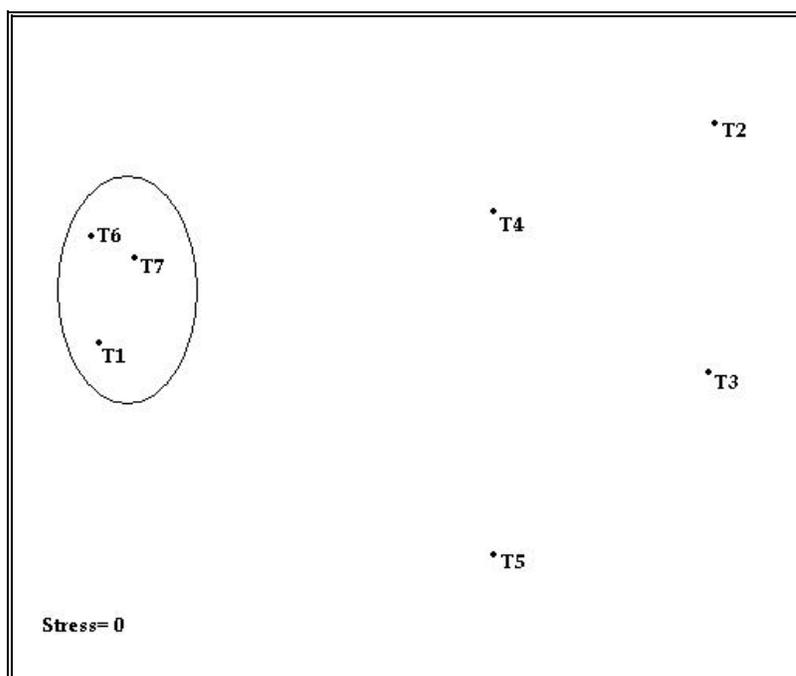


FIGURA 6.6 ORDENACION NMDS PARA LAS TRANSECTAS INTERMAREALES DE FONDO DUREO. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

Al respecto, se comenta que:

- √ Se observa que las transectas T1I, T6I y T7I son las que presentan una configuración similar, encontrándose muy cercanas en la distribución. Estas transectas son las que presentan menores valores del índice de Shannon (H').



- √ El valor de Stress (Stress=0) indica que el gráfico bidimensional es una representación precisa de las interacciones existentes entre las transectas.

Para la caracterización geomorfológica del sustrato rocoso se entrega la tabla 6.5 con los resultados de la pendiente estimada de las transectas muestreadas.

TABLA 6.5
GRADO DE INCLINACION (PENDIENTE) DEL SUSTRATO. TRANSECTAS
INTERMAREALES DE FONDO DURO. CALDERA NORTE, MAYO 2009.

TRANSECTA	PENDIENTE (grados)
T1I	17
T2I	8
T3I	9
T4I	10
T5I	2
T6I	2
T7I	4



7) ANALISIS DE INFORMACION DE CORRIENTES

A. INTRODUCCION

Este análisis integral de corrientes corresponde a una visión integradora de diferentes estudios realizados por el titular, para evaluar la capacidad natural de renovación de las aguas en el sector del futuro puerto, la capacidad de la dinámica de las aguas de autolimpiarse y del destino de eventuales contaminantes o derrames.

La información revisada comprende correntometría euleriana y lagrangiana que se entrega en extenso en el Anexo C y es complementada con información de flujos litorales y una estimación directa del coeficiente de dilución.

B. MEDICIONES DE CORRIENTES EULERIANAS

Los Estudios fueron realizados en concordancia con los términos técnicos establecidos en las instrucciones oceanográficas N° 1 “Especificaciones Técnicas Para Mediciones y Análisis Oceanográficos” publicación SHOA.

Las campañas de mediciones oceanográficas, desarrolladas en el marco del proyecto “*Terminal Marítimo Santa Fe Mining - Caldera*”, se efectuaron en dos períodos : agosto y septiembre de 2008 y febrero – marzo 2009.



Las mediciones Correntometría Fija, fueron realizadas con ADCP marca Nortek, modelo Continental en las siguientes coordenadas (Datum WGS - 84):

Coordenada Norte	Coordenada Este	Inicio Mediciones	Término Mediciones
7.007.267	319.208	09/08/2008	09/09/2008
		24/02/2009	01/04/2009

Se complementó lo anterior, con mediciones de viento y marea en mismos períodos.

C. RESULTADOS

CAMPAÑA AGOSTO 2008

Correntometría Euleriana

Capa Superficial Correntómetro

Las corrientes superficiales presentaron un predominio de las direcciones asociadas al Segundo y Primer Cuadrante. De esta manera, las mayores ocurrencias se registraron en las direcciones E, SE y NE (35.0%, 21.2% y 20.6, respectivamente). Es decir entrando a la bahía y hacia la costa adyacente al futuro muelle (Figura 7.2).

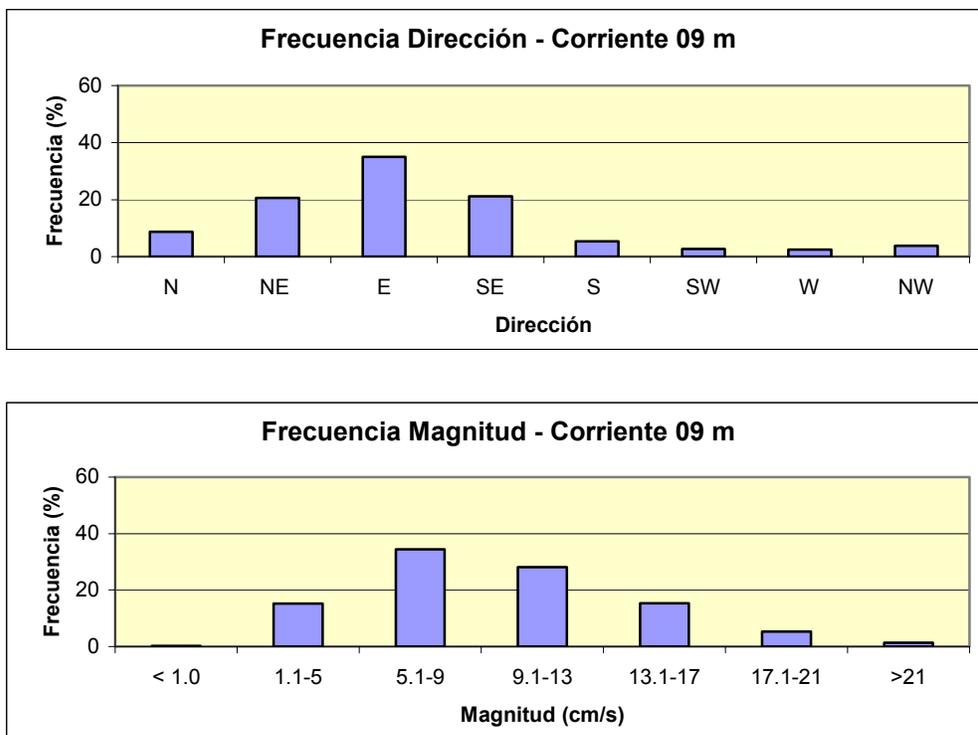


Figura 7.2 Frecuencia de Dirección y Magnitud de la Corriente Superficial.

Las magnitudes medias registradas se agruparon en torno a los 9.6 cm/s lo que indica bajas velocidades. Sólo un 1.4% de la información estuvo sobre los 21.0 cm/s.

El diagrama de dispersión es otra forma de comprobar que las velocidades se centran entorno a los flujos al este (90°) y es donde se concentran las mayores corrientes (Fig. 7.3).

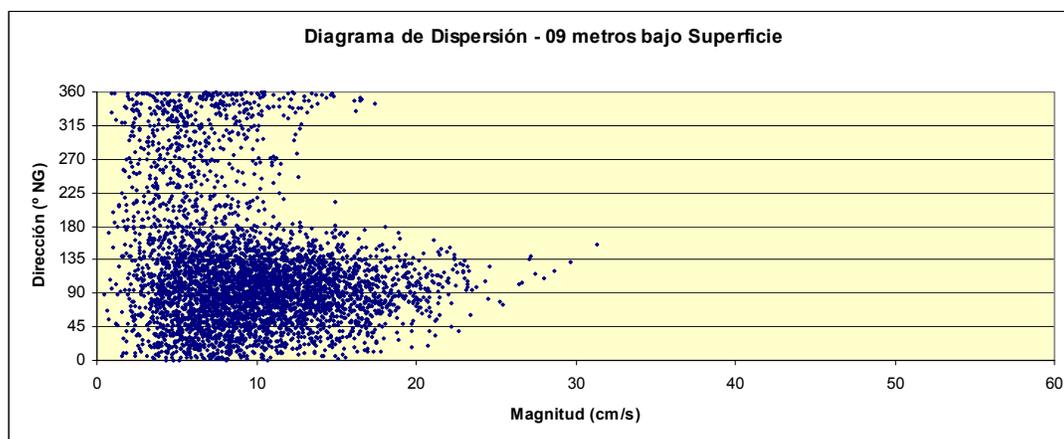


Figura 7.3 Diagrama de Dispersión Corriente Superficial

Corrientes de Fondo (*Capa a 17 metros de Superficie*) Correntómetro

A este nivel, las corrientes observadas presentaron un predominio de las direcciones asociadas al E y SE, similar a las superficiales. Es decir la columna de agua se mueve completa con homogeneidad (Fig. 7.4).

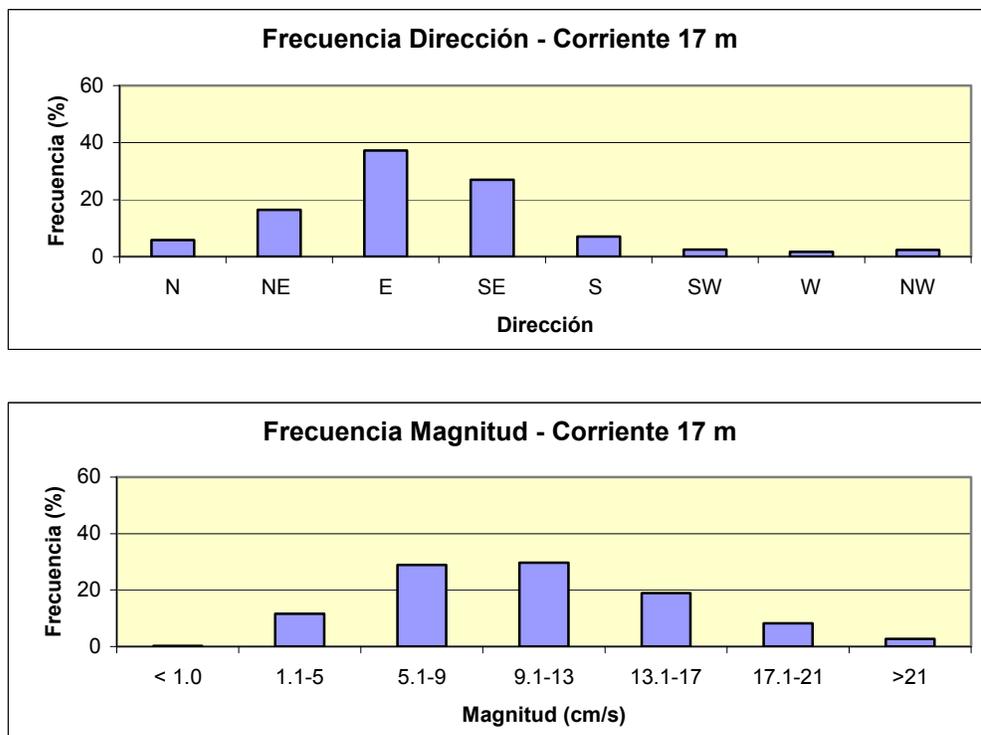


Figura 7.4 Frecuencia de Dirección y Magnitud de la Corriente a 17m.

Las velocidades son también bajas, similar a la superficie, indicando una dinámica de baja energía cinética. El diagrama de dispersión de las corrientes profundas es también muy similar al superficial. Las corrientes se centran entorno a la dirección 90° (Al E).

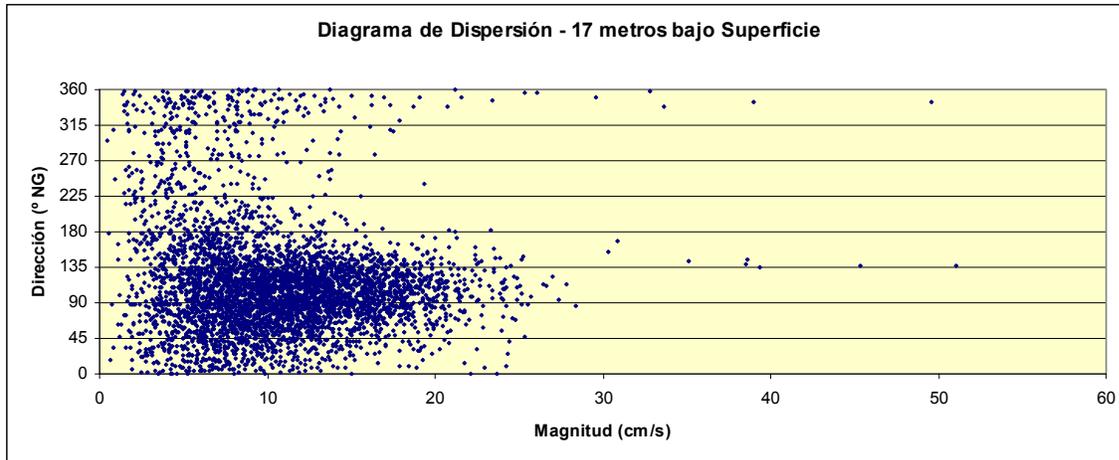


Figura 7.5 Dispersión de Corrientes en Capa de 17m.

Viento

Durante el mes de mediciones los vientos locales fueron de componente sur y sw, con magnitud moderada como lo muestran los gráficos de la Figura 7.6.

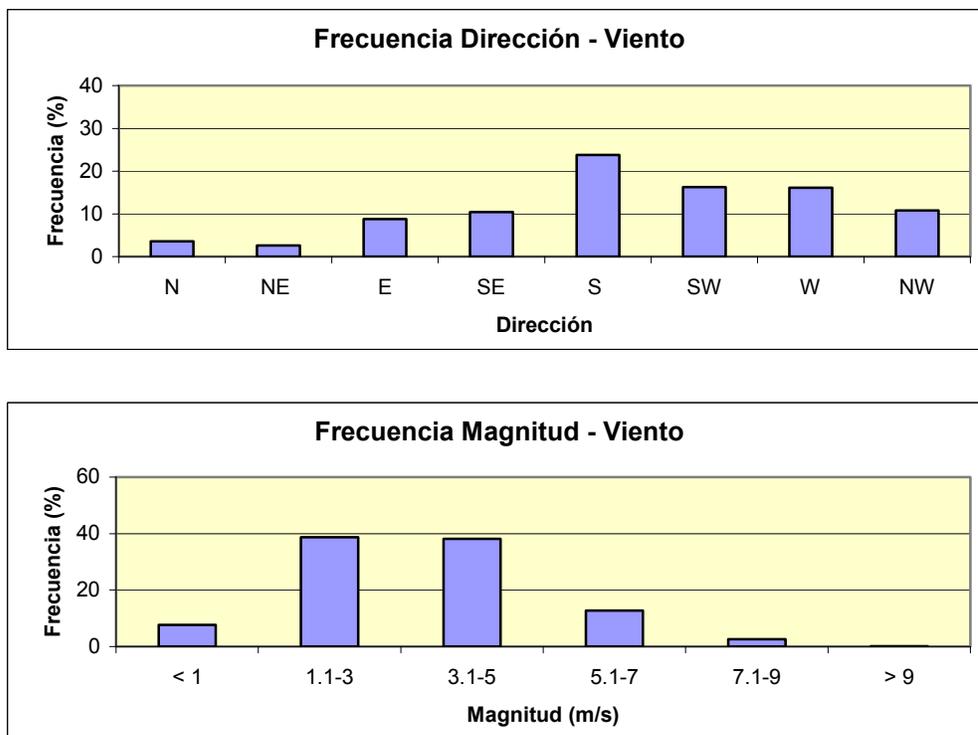


Figura 7.6 Frecuencia de Dirección y Magnitud del Viento.

Estos vientos, especialmente del SW serían responsables de “empujar” las aguas hacia dentro de la bahía de Caldera (efecto friccional en aguas someras). Por ello el espectro de corrientes mostró energía en la frecuencia de 12 hrs correspondiente al ciclo normal de los vientos en la costa de Chile (Fonseca y Neshyba, 1978) (Fig. 7.7).

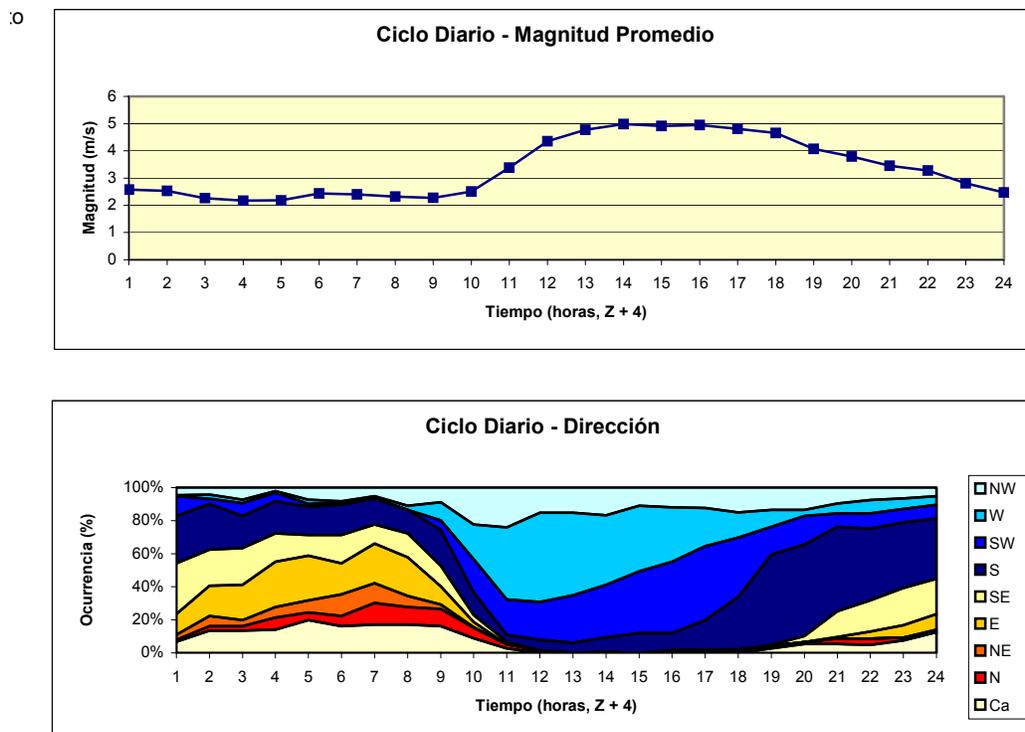


Figura 7.7 Ciclo diario de los vientos. Magnitud Promedio y Dirección.

Correntometría Lagrangiana

Las mediciones se realizaron entre 17 de agosto de 2008 y el 08 de septiembre de 2008.

En estudio de correntometría con derivadores se realizó en el área de estudio, con puntos de lance en períodos de cuadratura y sicigia lunar y condición mareal de llenante y vaciante, según se entrega en detalle en el Anexo C.

En los 3 niveles muestreados, los derivadores mostraron trayectorias similares, se movieron hacia el N y NE, es decir hacia la costa. Esto es coherente con la información de correntometría fija y vientos, lo cual era esperable en una bahía. Este



resultado también indica que los vientos del tercer cuadrante empujan las aguas de la bahía hacia la costa y el NE.

Las velocidades de los derivadores (ver Anexo C) fueron también bajas (menores de 5 cm/s) lo que coincide con los resultados de correntometría fija, el bajo coeficiente de dilución y las mediciones de corrientes litorales. El sistema en general ofrece baja dilución y escasa dinámica.

Las información de derivadores mostró similitud entre resultados de marea vaciente y llenante. En ambas mareas, el escenario de trayectoria fue similar al E-NE, lo que refleja el poco efecto que tienen las mareas, en cuanto a la ventilación de las aguas.

CAMPAÑA MARZO 2009

Capa Superficial con Correntómetro

Las corrientes durante esta campaña tuvieron un predominio de las direcciones al SE, S y NW (22.7%, 16.7% y 14.7, respectivamente).

Al igual que la anterior campaña la intensidad estuvo en torno a los 6.8 cm/s (desviación estándar de 3.4 cm/s); es decir velocidades bajas. Las máximas fueron muy puntuales de 28.5 cm/s (dirección N). Pero reafirmando la baja energía de las corrientes, se constató que el 41.6% del tiempo las corrientes estuvieron en el rango de 5.1 a 9.0 cm/s (modal)

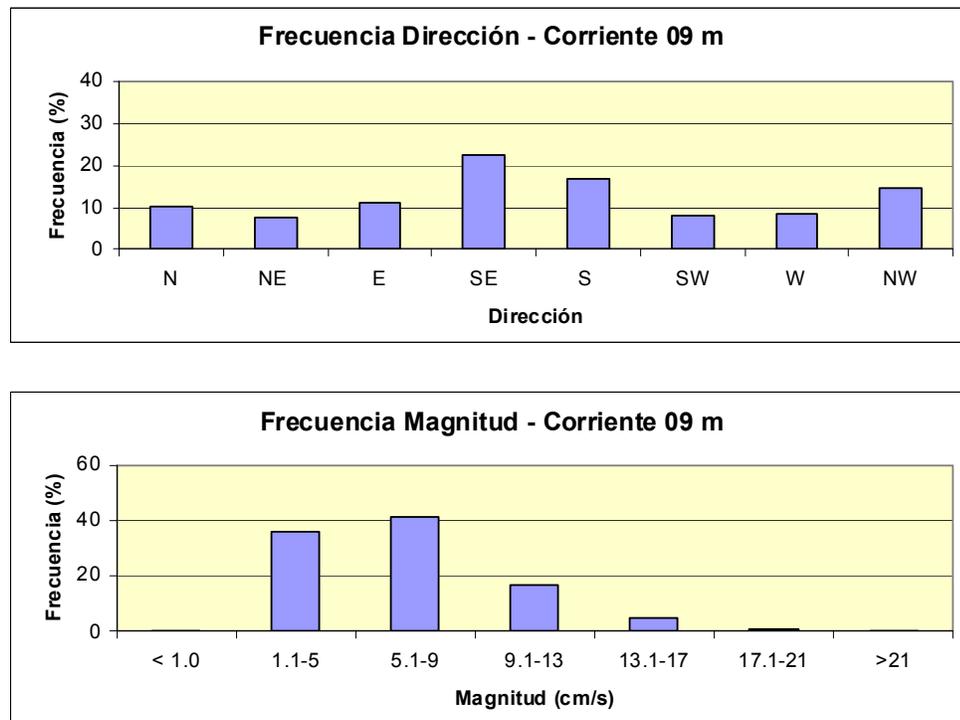


Figura 7.7 Frecuencia de Dirección y Magnitud de la Corriente Superficial.

El diagrama de dispersión muestra la bimodalidad de direcciones al SE y al NW (Segundo y Tercer cuadrante).

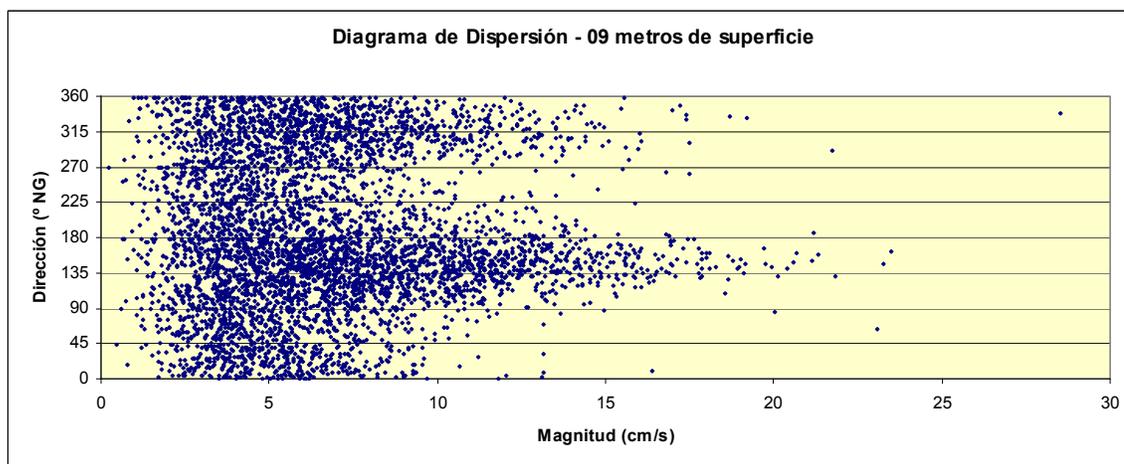


Figura 7.8 Diagrama de Dispersión Corriente Superficial



Corrientes de Fondo

A este nivel, las corrientes observadas presentaron un predominio de las direcciones asociadas al Segundo cuadrante en (S, SE). Las magnitudes de las corrientes de fondo fueron muy débiles (6.2 cm/s) similar a lo encontrado en superficie.

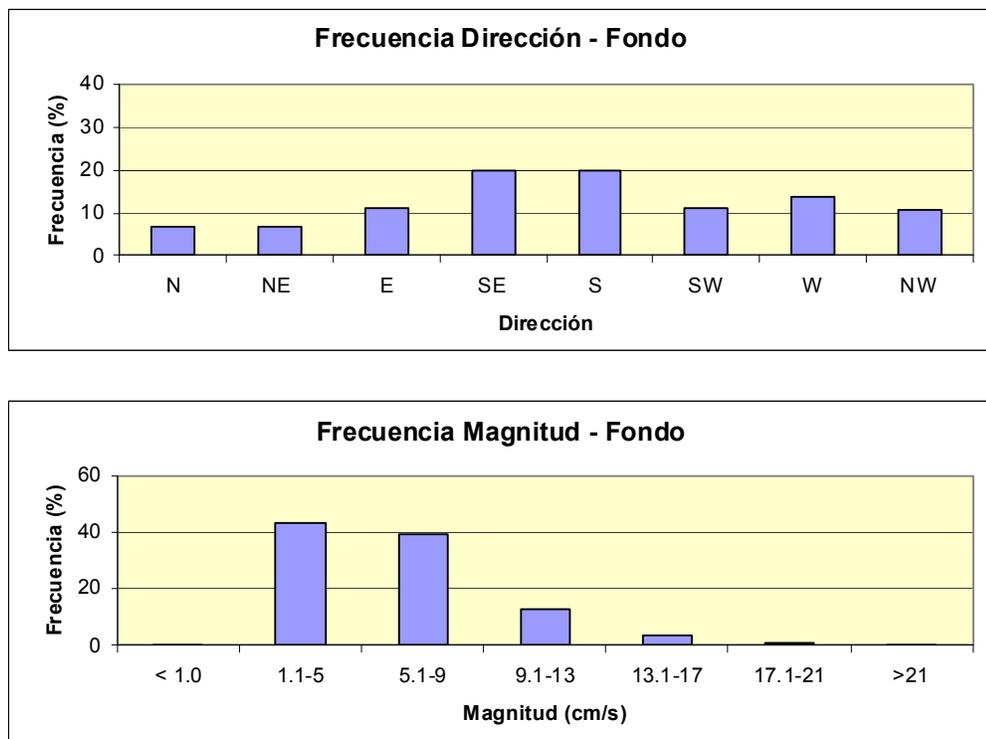


Figura 7.9 Frecuencia de Dirección y Magnitud de la Corriente Superficial.

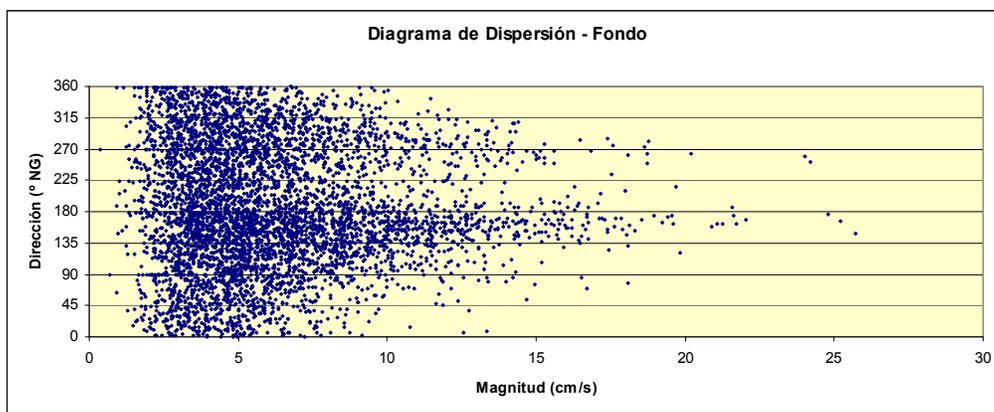


Figura 7.10 Diagrama de Dispersión Corriente de Fondo

Viento

Los vientos durante esta campaña fueron los típicos de la zona centro – norte de Chile del SW.

No obstante los vientos también presentaron un ciclo diurno, siendo débiles en horas de la mañana y aumentando en intensidad en la tarde.

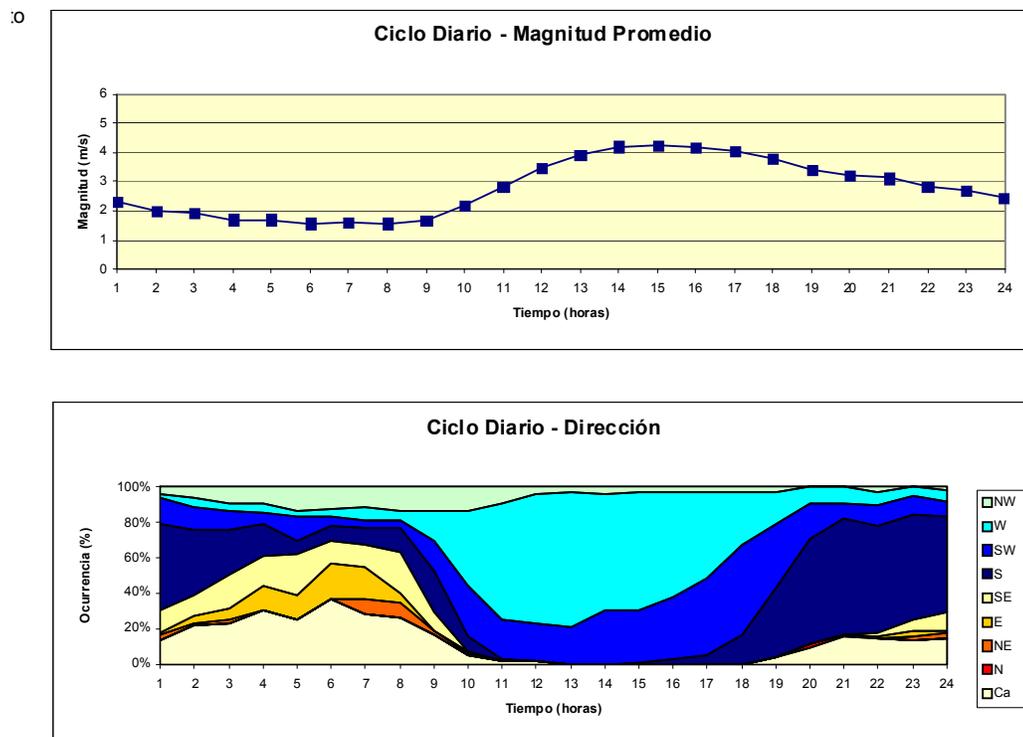


Figura 7.12 Ciclo diurno de los vientos. Magnitud Promedio y Dirección

Corrientes Lagrangianas

Las mediciones de tipo lagrangianas de esta Segunda campaña, se realizaron entre 25 de febrero de 2009 y el 3 de marzo de 2009.

Los derivadores se movieron al NE, empujados por los vientos, al igual que en la campaña anterior. Las velocidades, fueron similares a las medidas con correntometría fija, débiles (máximo de 8.6 cm/s). En marea vaciante, parece ser que desagua la zona, con flujos al NW, pero el efecto de las mareas no es claro en esta campaña, como tampoco en la anterior.



CORRIENTES LITORALES

Además, como parte de las mediciones en terreno de marzo 2009, se realizaron mediciones complementarias de corrientes litorales en 4 estaciones coincidentes con la ubicación de los transectos intermareales. Esto se hizo como un complemento a la información histórica existente, debido a la importancia que tienen las corrientes litorales o corrientes de orilla, para determinar la dispersión de contaminantes que eventualmente fuesen arrastrados hasta la orilla de la playa. Son corrientes paralelas a la playa, cuya dinámica depende principalmente del ángulo de aproximación del oleaje.

Para su medición se emplearon botellas lastradas y se midió desplazamiento vs tiempo.

La tabla 7.1 indica los resultados de estas mediciones

TABLA 7.1
RESULTADOS DE CORRIENTES LITORALES EN CALDERA NORTE. MAYO 2009

ESTACION	VEL (cm/s)	DIR
T6	3.3	AL W
T5	3.1	AL W
T4	3.0	AL SW
T3	4.3	AL SE

El flujo litoral promedio fue de 3.4 cm/s lo que es débil. Por lo tanto la bahía de Caldera se convierte en una zona de baja energía de oleaje, indicando que el



desplazamiento de eventuales contaminantes será lento, poco significativo y por lo tanto sin una dirección relevante; tenderá a quedarse en el lugar.

INTEGRACION DE INFORMACION

- ◇ La información de corrientes es coherente entre si. Las corrientes eulerianas y lagrangianas muestran flujos predominantemente al NE y E, con bajas velocidades.
- ◇ Las dos campañas de medición de corrientes, mostraron resultados similares, las mareas no estuvieron correlacionadas con las corrientes. El viento fue el forzante característico.
- ◇ Los desplazamientos de una partícula son lentos y del orden de 6 km/día, lo que refleja que en caso de derrames, su contención y confinamiento es factible.
- ◇ En cuanto a la relación entre las mediciones de corrientes y las de trazadores, podemos afirmar que la capacidad de diluir que tienen las aguas del sector de estudio son bajas, dado que el coeficiente de dilución fue muy bajo y las corrientes de baja intensidad medidas en ambas campañas y en toda la columna de agua, fueron concordante con ello.
- ◇ La baja dinámica permite inferir que un derrame se dispersará lentamente. En caso de derrames de hidrocarburos, será posible su confinamiento y recuperación con éxito.
- ◇ Otra medición de corrientes de flujos litorales, que aunque dinámicamente desacoplada de las anteriores, también mostró coherencia. Los flujos litorales que dependen de las olas, también se mostraron débiles y con baja tasa de renovación.
- ◇ En cuanto al efecto de la batimetría, puede señalarse que la bahía de Caldera presenta isóbatas que siguen la conformación de la costa. Es una bahía de



poca profundidad y en el sector de estudio las profundidades se ubican entre 10 y 20 m. Esta baja profundidad también es coherente con que la fricción del fondo limita la velocidad de las corrientes. Las corrientes entonces tienden a seguir la conformación de la bahía (girar) y son lentas.

- ◇ La principal característica de los flujos entonces, son las bajas velocidades, la poca dilución y la poca energía disponible para resuspender sedimentos y mezclar la columna de agua. La dirección predominante en el sector de estudio es hacia el NE y E, aunque debe tenerse presente que como en toda zona costera, el vector corriente gira en todas las direcciones.
- ◇ Magnitudes de 5 cm/s a 10 cm/s son típicas. Pero en períodos de fuertes vientos estas corrientes pueden llegar a 29 cm/s como casos excepcionales.
- ◇ Los resultados muestran que las mareas semi diurnas, no tienen gran importancia en los flujos, como lo son los vientos que sí tienden a modular las corrientes y la dilución en el área.



8) BIBLIOGRAFIA

- ✚ AHUMADA, B. Y CHUECAS L. (1979). Algunas características hidrográficas de la Bahía de Concepción (36° 40' S; 73° 02' W) y área adyacentes. Gayana, Instituto de Biología. Universidad de Concepción.
- ✚ AHUMADA, R. & S. CONTRERAS. (1999). Concentración de metales traza en sedimentos marinos de los fiordos ubicados en la costa de Campos de Hielo Sur. Taller de Resultados: CIMAR- Fiordos II. SHOA.
- ✚ AHUMADA, R. (1992). Patrones de distribución de metales traza en sedimentos superficiales de bahía San Vicente, Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 27 (2): 256-282.
- ✚ AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1971) Standard methods for the examination of water and wastewater Amer Water Works Assoc. & Water Poll Control Fed.
- ✚ ANDRADE H, S GUTIEREZ, y A SALINAS, (1986) Efectos del vertimiento de desechos orgánicos no tratados sobre la macrofauna bentónica en un sector de la bahía de Valparaíso, Cienc. y Tec. del Mar, CONA 10: 21-49.
- ✚ AVARIA S. 1965. Diatomeas y silicoflagelados de la bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso 12:61-120
- ✚ AVARIA, S, S PALMA, H SIEVERS, y N SILVA. (1989). Revisión sobre aspectos oceanográficos, físicos, químicos y planctológicos de la bahía de Valparaíso y áreas adyacentes. Biol. Pesquera, vol.18, p.67-96.
- ✚ BANNISTER A, S. RAYMON y R. BAKER (2002) técnicas modernas en TOPOGRAFIA. Alfaomega, 550 pp.
- ✚ Brower JE & JH Zar. (1977). Field and laboratory methods for general ecology, 194 p, Wn. C. Brown company publishers, Dubuque, Iowa.
- ✚ COGNETTI, G.; SARA, M. & G. MAGAZZU. 2001. Biología Marina. 1ra Ed., Editorial Ariel S.A. 619 p.
- ✚ CONAMA, (1994). Ley N° 19.300 de Bases Generales de Medio Ambiente.
- ✚ CPPS, PNUMA. (1999). Conclusiones Seminario Internacional sobre el Estado del Medio Ambiente Marino y Costero en el Pacífico Sudeste .23 pp.



- ✚ FIGUEROA, B. (ed.) 2005. Biodiversidad Marina: Valoración, Usos y Perspectivas. Hacia donde va Chile?. Editorial Universitaria. 583 pp
- ✚ FONSECA T y S. NESHYBA (1978). Corrientes Costeras: Manual de Medición y Análisis. Rev. Inv. Marinas. Univ. Católica de Valparaíso. 120 pp.
- ✚ FONSECA T. (1981). “Revisión bibliográfica sobre estudios de corrientes marinas en la bahía de Valparaíso” preparado para UTFSM, 1986
- ✚ FONSECA T. (1981). “Variabilidad de las corrientes en la Bahía de Valparaíso”, Investig. Mar., 1981 v9(1-2): 39:59.
- ✚ FONSECA T. (1979) CORRIENTES MARINAS, ed Universitaria de Valparaíso. 100pp.
- ✚ MINERA SANTA FE MINING (2009). Estudio Oceanográfico Proyecto Terminal Marítimo Santa Fe Mining en Caldera. Ejecutado por GEOMAR (Campaña Agosto 2008 y Febrero 2009).
- ✚ HERRMANN, M. (2004) Makrozoobenthos – Gemeinschaften arktischer Weichböden: Struktur und Bedeutung als Nahrungsgrundlage demersaler Fische Diplomarbeit Naturwissenschaftliche Fakultät Mathematisch-Universität Kiel
- ✚ INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. (1994^a).NCh 411/3, Guía sobre la preservación y manejo de muestras. 34pp.
- ✚ INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. (1994^b).NCh 411/2, Guía sobre técnicas de muestreo. 15pp.
- ✚ JACCARD, P. (1980) Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat. 44: 223-270.
- ✚ MARGALEF, R. (1974) Ecología. ED. Omega, S.A. Barcelona, 951pp.
- ✚ MUJICA, A. (2007) Dispersión de larvas de crustáceos decápodos en canales y fiordos de la Región de Aysén, Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía 42(3):231-240.



- ✚ NEUMANN Y W PIERSON (1976) Principles of Physical Oceanography Prentice Hall Inc. 520 pp

- ✚ ODUM, E. (1972). Ecología, 639 p. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V., Ciudad de Mexico.

- ✚ PALMA, S y K KAISER (1993) Plancton Marino de Aguas Chilenas. Ed Universitarias. UCV, 140pp

- ✚ PIELOU, E. (1966) The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theoret. Biol., 13: 131-144.

- ✚ QUETIN y M Rouville (1986) Submarine Sewr Outfalls A design Manual. Mar Poll Bull 17.133-156.

- ✚ REYES, Eduardo y Hugo ROMERO. (1977). Climatología e interacción océano-atmósfera en la bahía de Valparaíso. Rev. Biol. Mar., vol 16, no 2, p.125-159.

- ✚ RICHARDSON L. Y H STOMMEL (1948) *hedí* Difusión in the sea ;Journal of Meteorology, October .238-240

- ✚ SHANNON, C Y W. WEAVER (1963). The Mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana.

- ✚ SHANNON, C. (1948). Bell Syst. Tech. J., 17:379-423.

- ✚ Sherman C (1976) A Mass consistent model . UCRL-76171, Livermore, Calif. 50pp

- ✚ SHOA. (2005). Tabla de Mareas

- ✚ SORENSEN, R. M. (1978) Basic Coastal Engineering. John Willey and Sons. New York, NJ. 227 p.

- ✚ TODD. C . LAVERAK M., BOXSHALL G. (1996) Coastal marine Zooplankton. Manual for student, Cambridge Univ press. 106pp

- ✚ THOMAS C. (1996) Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Academic press, 598 pp.



- UNIVERSIDAD DE PLAYA ANCHA (2002). Antecedentes técnico-científicos para la generación de la norma de calidad secundaria de sedimentos marinos y lacustres. Contrato N° 21-22-003/0.1.

HOJA DE ENTREGA

Este documento fue preparado para Geotécnica Consultores S.A. La reproducción o referencia del material aquí contenido debería dar crédito correspondiente a AQUAMBIENTE LTDA., pudiendo citarse:

AQUAMBIENTE (2009)

Estudios Marítimos Complementarios para Adenda de Proyecto en Caldera Norte

AQUAMBIENTE LTDA
Blanco 1215, OF. 510
Fono (32) 223 33 60
Valparaíso
www.aquambiente.tie.cl

COD: ADEND_CALDN	PARTES: 1	MDT: ARCADIS	RVS: VERSION 0
CLASF: AMB	ELBR: PA - MP	CPY: COPIA 1	PAG: 76

Valparaíso, Julio del 2009



APENDICES



APENDICE A
AUTORIZACION SHOA



APENDICE B
CERTIFICADO LABORATORIO