

## **MINERA LOS PELAMBRES**

### **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA**

### **LÍNEA DE BASE. SECCIÓN IIIId**

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA

### LÍNEA DE BASE SECCIÓN IIIId

#### ÍNDICE DE CONTENIDO

7.1.4.3 Caracterización Biológica (Oceanografía biológica) .....	1
7.1.4.3.1 Comunidades Plantónicas .....	1
7.1.4.3.2 Comunidades Intermareales .....	84
7.1.4.3.3 Comunidades Submareales .....	201
7.1.4.3.4 Síntesis general de los resultados de la caracterización biológica .....	335
7.1.4.4 Evolución de los Ecosistemas Marinos sin considerar la ejecución del Proyecto .....	339
7.1.4.5 Referencias Bibliográficas .....	339
7.1.4.5.1 Medio Físico del Medio Marino .....	339
7.1.4.5.2 Medio Químico del Medio Marino .....	340
7.1.4.5.3 Medio Biológico del Medio Marino .....	342

#### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla EMB-1:	Comparación estacional de taxa y abundancia entre las campanas realizadas el 2012 .....	2
Tabla EMB-2:	Metodologías utilizadas durante las campañas de dinámica del plancton 2014 y 2015 .....	3
Tabla EMB-3:	Coordenadas geográficas en UTM (WGS84) de la ubicación de los transectos intermareales de fondos blando (playa) realizados en las campañas durante el 2012 y el 2014 .....	85
Tabla EMB-4:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso .....	87
Tabla EMB-5:	Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso .....	88
Tabla EMB-6:	Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso .....	88
Tabla EMB-7:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso .....	90
Tabla EMB-8:	Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso .....	91

Tabla EMB-9:	Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso.....	92
Tabla EMB-10:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso.....	93
Tabla EMB-11:	Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso .....	94
Tabla EMB-12:	Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso.....	95
Tabla EMB-13:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso.....	96
Tabla EMB-14:	Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso .....	97
Tabla EMB-15:	Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso.....	98
Tabla EMB-16:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso.....	99
Tabla EMB-17:	Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso .....	100
Tabla EMB-18:	Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso.....	101
Tabla EMB-19:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso.....	104
Tabla EMB-20:	Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso .....	105
Tabla EMB-21:	Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso.....	106
Tabla EMB-22:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso.....	109
Tabla EMB-23:	Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso .....	110
Tabla EMB-24:	Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso.....	111
Tabla EMB-25:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso.....	114
Tabla EMB-26:	Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso .....	115
Tabla EMB-27:	Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso.....	116
Tabla EMB-28:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso.....	119
Tabla EMB-29:	Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de especie del intermareal arenoso .....	120
Tabla EMB-30:	Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso.....	121

Tabla EMB-31:	Clasificación taxonómica y presencia de especies encontradas en las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015 .....	124
Tabla EMB-32:	Coordenadas en UTM (WGS84) de las estaciones o transectos de muestreo del intermareal rocoso .....	126
Tabla EMB-33:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, verano 2012.....	129
Tabla EMB-34:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, verano 2012.....	130
Tabla EMB-35:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal, verano 2012 .....	131
Tabla EMB-36:	Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, verano 2012.....	132
Tabla EMB-37:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, otoño 2012.....	134
Tabla EMB-38:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, otoño 2012.....	134
Tabla EMB-39:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, otoño 2012.....	135
Tabla EMB-40:	Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, otoño 2012.....	136
Tabla EMB-41:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, invierno 2012 .....	138
Tabla EMB-42:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, invierno 2012 .....	138
Tabla EMB-43:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, invierno 2012 .....	139
Tabla EMB-44:	Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, invierno 2012 .....	140
Tabla EMB-45:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, primavera 2012.....	142
Tabla EMB-46:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, primavera 2012 .....	142
Tabla EMB-47:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, primavera 2012.....	143
Tabla EMB-48:	Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, primavera 2012.....	144
Tabla EMB-49:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, otoño 2014.....	146
Tabla EMB-50:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, otoño 2014.....	146

Tabla EMB-51:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, otoño 2014.....	147
Tabla EMB-52:	Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, otoño 2014.....	148
Tabla EMB-53:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, invierno 2014 .....	151
Tabla EMB-54:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, invierno 2014 .....	151
Tabla EMB-55:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, invierno 2014 .....	152
Tabla EMB-56:	Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, invierno 2014 .....	154
Tabla EMB-57:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, primavera 2014.....	156
Tabla EMB-58:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, primavera 2014.....	156
Tabla EMB-59:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, primavera 2014.....	157
Tabla EMB-60:	Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, primavera 2014.....	158
Tabla EMB-61:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, verano 2015.....	161
Tabla EMB-62:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, verano 2015.....	161
Tabla EMB-63:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, verano 2015.....	162
Tabla EMB-64:	Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, verano 2015.....	164
Tabla EMB-65:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, invierno 2015 .....	166
Tabla EMB-66:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, invierno 2015 .....	167
Tabla EMB-67:	Cobertura (%) y densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, invierno 2015 .....	167
Tabla EMB-68:	Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, invierno 2015 .....	169
Tabla EMB-69:	Caracterización de las campañas de terreno realizadas .....	172
Tabla EMB-70:	Rangos de índice de diversidad de especies .....	178
Tabla EMB-71:	Fauna potencial de especies de aves y mamíferos hidrobiológicas ....	183

Tabla EMB-72:	Esfuerzo de muestreo de las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015.....	184
Tabla EMB-73:	Número de especies, géneros, familias y órdenes de aves y mamíferos hidrobiológicos.....	185
Tabla EMB-74:	Especies registradas en todas las campañas de muestreo.....	185
Tabla EMB-75:	Presencia de aves y mamíferos marinos hidrobiológicos.....	185
Tabla EMB-76:	Abundancia y densidad de Spheniscus humboldti en el ambiente de Sector Insular.....	187
Tabla EMB-77:	Abundancia y densidad del Otaria falvenscens en el ambiente de Sector Insular.....	190
Tabla EMB-78:	Abundancia y densidad del Lontra felina en el ambiente de Sector Insular.....	190
Tabla EMB-79:	Abundancia y densidad del Spheniscus humboldti en el ambiente de Borde Costero.....	193
Tabla EMB-80:	Abundancias y densidades de mamíferos identificados en el ambiente de borde costero.....	194
Tabla EMB-81:	Índice de diversidad de especies (H') y de Equidad (J').....	196
Tabla EMB-82:	Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, verano 2012.....	206
Tabla EMB-83:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) y Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de fauna de submareal blando.....	208
Tabla EMB-84:	Índices ecológicos, verano 2012. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica.....	209
Tabla EMB-85:	Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, otoño 2012.....	216
Tabla EMB-86:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) y Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de fauna de submareal blando, otoño 2012.....	218
Tabla EMB-87:	Índices ecológicos, otoño 2012. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica.....	219
Tabla EMB-88:	Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, otoño 2012.....	225
Tabla EMB-89:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) y Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de fauna de submareal blando, invierno 2012.....	227
Tabla EMB-90:	Índices ecológicos, invierno 2012. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica.....	228
Tabla EMB-91:	Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, primavera 2012.....	235
Tabla EMB-92:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) y Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de fauna de submareal blando, primavera 2012.....	237

Tabla EMB-93:	Índices ecológicos, primavera 2012. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica.....	238
Tabla EMB-94:	Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, otoño 2012.....	245
Tabla EMB-95:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) y Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de fauna de submareal blando, otoño 2014.....	247
Tabla EMB-96:	Índices ecológicos, otoño de 2014. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica.....	248
Tabla EMB-97:	Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, invierno 2014.....	254
Tabla EMB-98:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) y Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de fauna de submareal blando, invierno 2014.....	256
Tabla EMB-99:	Índices ecológicos, invierno 2014. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica.....	257
Tabla EMB-100:	Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, primavera 2014.....	264
Tabla EMB-101:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) y Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de fauna de submareal blando, primavera 2014.....	266
Tabla EMB-102:	Índices, primavera 2014. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica.....	267
Tabla EMB-103:	Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, verano 2015.....	275
Tabla EMB-104:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) y Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de fauna de submareal blando, verano 2015.....	276
Tabla EMB-105:	Índices ecológicos, verano 2015. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica.....	277
Tabla EMB-106:	Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, invierno 2015.....	284
Tabla EMB-107:	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> ) y Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de fauna de submareal blando, verano 2015.....	286
Tabla EMB-108:	Índices ecológicos, invierno 2015. S: Riqueza de especies; J': Equitatividad; H': Diversidad específica.....	287
Tabla EMB-109:	Resumen del porcentaje de abundancia y número de especies de cada grupo en las distintas campañas realizadas en 2012 y 2014.....	293
Tabla EMB-110:	Coordenadas UTM (WGS84) de la ubicación de los transectos para el muestreo del submareal rocoso.....	294
Tabla EMB-111:	Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, verano 2012.....	297
Tabla EMB-112:	Densidad (ind./m <sup>2</sup> ) organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, verano 2012.....	298

Tabla EMB-113:	Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales .....	299
Tabla EMB-114:	Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, otoño 2012 .....	300
Tabla EMB-115:	Densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, otoño 2012.....	300
Tabla EMB-116:	Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales .....	301
Tabla EMB-117:	Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, invierno 2012.....	302
Tabla EMB-118:	Abundancia promedio (ind./m <sup>2</sup> ) de especies (organismos móviles) en los transectos del submareal rocoso, invierno 2012 .....	303
Tabla EMB-119:	Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales .....	304
Tabla EMB-120:	Coberturas (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, primavera 2012 .....	305
Tabla EMB-121:	Densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, primavera 2012 .....	305
Tabla EMB-122:	Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales .....	306
Tabla EMB-123:	Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, otoño 2014 .....	307
Tabla EMB-124:	Densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, otoño 2014.....	308
Tabla EMB-125:	Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales .....	309
Tabla EMB-126:	Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, invierno 2014.....	311
Tabla EMB-127:	Densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, invierno 2014 .....	312
Tabla EMB-128:	Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales .....	313
Tabla EMB-129:	Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, primavera 2014 .....	314



Tabla EMB-130:	Densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, primavera 2014 .....	315
Tabla EMB-131:	Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales .....	316
Tabla EMB-132:	Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, verano 2015 .....	318
Tabla EMB-133:	Densidad (ind./m <sup>2</sup> ) de organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, verano 2015 .....	319
Tabla EMB-134:	Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales .....	320
Tabla EMB-135:	Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, invierno 2015 .....	322
Tabla EMB-136:	Densidad (ind./m <sup>2</sup> ) organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, invierno 2015 .....	323
Tabla EMB-137:	Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales .....	325
Tabla EMB-138:	Ictiofauna observada, verano 2012 .....	328
Tabla EMB-139:	Ictiofauna observada, otoño 2012 .....	329
Tabla EMB-140:	Ictiofauna observada, invierno 2012 .....	329
Tabla EMB-141:	Ictiofauna observada, primavera 2012 .....	330
Tabla EMB-142:	Ictiofauna observada, otoño 2014 .....	330
Tabla EMB-143:	Ictiofauna observada, invierno 2014 .....	331
Tabla EMB-144:	Ictiofauna observada, primavera 2014 .....	332
Tabla EMB-145:	Ictiofauna observada, primavera 2014 .....	333
Tabla EMB-146:	Ictiofauna observada, invierno 2014 .....	333

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura EMB-1:	Abundancia relativa (%) del zooplancton presente en las diferentes capas de la columna de agua del área de influencia (Bahía) y estaciones control (C Norte y C Sur). Otoño 2014 .....	5
Figura EMB-2:	Dendrograma de agrupamiento de las estaciones de muestreo para la capa superficial (0-5 m). Otoño 2014 .....	6
Figura EMB-3:	Dendrograma de agrupamiento de las estaciones de muestreo para la capa subsuperficial (5-10 m). Otoño 2014 .....	7

Figura EMB-4:	Dendrograma de agrupamiento de las estaciones de muestreo para la capa de fondo (>10 m). Otoño 2014.....	7
Figura EMB-5:	Abundancia relativa (%) del fitoplancton presente en la bahía Conchalí. Otoño 2014 .....	10
Figura EMB-6:	Abundancia total de fitoplancton (cél./L) en la bahía Conchalí. Otoño 2014.....	11
Figura EMB-7:	Dendrograma de agrupamiento para la comunidad de fitoplancton. Otoño 2014 .....	12
Figura EMB-8:	Estaciones de muestreo de la dinámica del plancton en tres profundidades y transecto especial sobre la captación de agua.....	15
Figura EMB-9:	Abundancia relativa (%) de cada categoría de zooplancton para cada día de muestreo. Invierno 2014.....	17
Figura EMB-10:	Dendrograma de agrupamiento de las distintas redes para capturar zooplancton. Invierno 2014 .....	19
Figura EMB-11:	Distribución vertical promedio ( $\pm$ E.E.) día/noche de las distintas categorías (o representantes de las categorías). Invierno 2014 .....	20
Figura EMB-12:	Abundancia relativa de la comunidad fitoplanctónica. Invierno 2014.....	23
Figura EMB-13:	Dendrograma de agrupamiento de las estaciones de muestreo en bahía Conchalí para la comunidad fitoplanctónica. Invierno 2014.....	24
Figura EMB-14:	Esquema de muestreo del transecto especial de zooplancton en bahía Conchalí.....	27
Figura EMB-15:	Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 22 de agosto 2014 .....	29
Figura EMB-16:	Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 22 de agosto 2014 .....	30
Figura EMB-17:	Perfiles de abundancia de zoeas de decápodos de importancia económica y temperatura (°C) el 22 de agosto 2014.....	31
Figura EMB-18:	Abundancia relativa (%) de cada categoría de zooplancton para cada día de muestreo realizado en bahía Conchalí. Primavera 2014 .....	34
Figura EMB-19:	Dendrograma de agrupamiento de las distintas redes para capturar zooplancton. Primavera 2014.....	36
Figura EMB-20:	Distribución vertical promedio ( $\pm$ E.E.) día/noche de las distintas categorías (o representantes de las categorías). Primavera 2014.....	37
Figura EMB-21:	Abundancia relativa (%) de la comunidad fitoplanctónica. Primavera 2014.....	40
Figura EMB-22:	Dendrograma de agrupamiento de las estaciones de muestreo en bahía Conchalí para la comunidad fitoplanctónica. Primavera 2014 .....	42
Figura EMB-23:	Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 14 de noviembre 2014 .....	47

Figura EMB-24:	Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 14 de noviembre 2014 .....	48
Figura EMB-25:	Perfiles de abundancia de zoeas de decápodos de importancia económica y temperatura (°C) durante el 14 de noviembre de 2014 .....	49
Figura EMB-26:	Abundancia relativa (%) de cada categoría de zooplancton para cada día de muestreo realizado en bahía Conchalí. Verano 2015 .....	51
Figura EMB-27:	Dendrograma de agrupamiento de las distintas redes para capturar zooplancton. Verano 2015 .....	53
Figura EMB-28:	Distribución vertical promedio ( $\pm$ E.E.) día/noche de las distintas categorías (o representantes de las categorías). Verano 2015 .....	55
Figura EMB-29:	Abundancia relativa de la comunidad fitoplanctónica. Verano 2015 .....	58
Figura EMB-30:	Dendrograma de agrupamiento de las estaciones de muestreo en bahía Conchalí para la comunidad fitoplanctónica. Verano 2015 .....	59
Figura EMB-31:	Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 25 de febrero 2015 .....	64
Figura EMB-32:	Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 25 de febrero 2015 .....	65
Figura EMB-33:	Perfiles de abundancia de zoeas de decápodos de importancia económica y temperatura (°C) el 25 de febrero 2015 .....	66
Figura EMB-34:	Abundancia relativa (%) de cada categoría de zooplancton para cada día de muestreo realizado en bahía Conchalí. Invierno 2015 .....	68
Figura EMB-35:	Dendrograma de agrupamiento de las distintas redes para capturar zooplancton. Invierno 2015 .....	70
Figura EMB-36:	Distribución vertical promedio ( $\pm$ E.E.) día/noche de las distintas categorías (o representantes de las categorías). Invierno 2015 .....	71
Figura EMB-37:	Abundancia relativa de la comunidad fitoplanctónica. Invierno 2015 .....	74
Figura EMB-38:	Dendrograma de agrupamiento para la comunidad fitoplanctónica. Invierno 2015 .....	75
Figura EMB-39:	Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 04 de agosto de 2015 .....	80
Figura EMB-40:	Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 04 de agosto de 2015 .....	81
Figura EMB-41:	Perfiles de abundancia de zonas de decápodos de importancia económica y temperatura (°C) el 04 de agosto de 2015 .....	82
Figura EMB-42:	Ubicación de los transectos intermareales de fondos blando (playa) realizados en las campañas durante los años 2012, 2014 y 2015 .....	86
Figura EMB-43:	Análisis de la clasificación jerárquico de las estaciones de muestreo en el intermareal de arena .....	89
Figura EMB-44:	Análisis de la clasificación jerárquico de las estaciones de muestreo en el intermareal de arena .....	92

Figura EMB-45:	Análisis de la clasificación jerárquico de las estaciones de muestreo en el intermareal de arena .....	95
Figura EMB-46:	Análisis de la clasificación jerárquico de las estaciones de muestreo en el intermareal de arena .....	98
Figura EMB- 47:	Análisis de la clasificación jerárquico de las estaciones de muestreo en el intermareal de arena .....	102
Figura EMB-48:	Ordenación espacial de los ocho transectos de playa arenosa .....	103
Figura EMB-49:	Dendrograma clasificatorio de los ocho transectos de la playa arenosa, invierno 2014 .....	107
Figura EMB-50:	Ordenación espacial de los ocho transectos de la playa arenosa, invierno 2014 .....	108
Figura EMB-51:	Dendrograma clasificatorio de los ocho transectos de la playa arenosa, primavera 2014 .....	112
Figura EMB-52:	Ordenación espacial de los ocho transectos de la playa arenosa, primavera 2014 .....	112
Figura EMB-53:	Dendrograma clasificatorio de los ocho transectos de la playa arenosa, verano 2015 .....	117
Figura EMB-54:	Ordenación espacial de los ocho transectos de la playa arenosa, verano 2015 .....	118
Figura EMB-55:	Dendrograma clasificatorio de los ocho transectos de la playa arenosa, invierno 2015 .....	122
Figura EMB-56:	Ordenación espacial de los ocho transectos de la playa arenosa, invierno 2015 .....	123
Figura EMB-57:	Ubicación de los transectos de muestreo del intermareal rocoso realizados durante las campañas 2012, 2014 y 2015 .....	127
Figura EMB-58:	Esquema de la disposición de los cuadrantes para la evaluación de la biota intermareal rocoso en las distintas zonas .....	128
Figura EMB-59:	Sector Insular y Borde Costero, más recorrido en bote de observación en bahía Conchalí .....	174
Figura EMB-60:	Vista general y satelital del Sector Insular que incluyen las diferentes islas al interior de la bahía Conchalí .....	175
Figura EMB-61:	Abundancia de las especies de aves y mamíferos hidrobiológicas identificadas en ambos ambientes .....	186
Figura EMB-62:	Densidad promedio de todas la campañas estimada para Spheniscus humboldti en Sector Insular .....	188
Figura EMB-63:	Ejemplares de Spheniscus humboldti identificados en el ambiente de Sector Insular .....	189
Figura EMB-64:	Densidad promedio de todas las campañas en la Sector Insular .....	191
Figura EMB-65:	Ejemplares de mamíferos hidrobiológicos identificados en el ambiente de Sector Insular .....	192

Figura EMB-66:	Ejemplares de pingüino de humboldt ( <i>S. humboldti</i> ) identificados en el ambiente de Borde Costero .....	194
Figura EMB-67:	Ejemplares de mamíferos hidrobiológicos identificados en el ambiente de Borde Costero.....	195
Figura EMB-68:	Índice de diversidad de especies ( $H'$ ) y de Equidad ( $J'$ ) .....	197
Figura EMB-69:	Abundancia de las especies de aves y mamíferos hidrobiológicas identificadas por ambientes durante todas las campañas del 2012, 2014 y 2015 .....	198
Figura EMB-70:	Registro de ballena franca austral y su ballenato ( <i>Eubalaena australis</i> ) en bahía Conchalí el 27 de agosto del 2015 .....	200
Figura EMB-71:	Estaciones de extracción de sedimentos para análisis de infauna submareal realizados en las campañas durante el 2012, 2014 y 2015.....	203
Figura EMB-72:	Curvas ABC hipotéticas para abundancia y biomasa de especies (Clarke & Warwick, 2001) .....	204
Figura EMB-73:	Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, verano 2012.....	206
Figura EMB-74:	Curvas ABC para la estación B1 a B6.....	211
Figura EMB-75:	Curvas ABC para la estación B7 a B10 (CN) .....	212
Figura EMB-76:	Dendrograma clasificatorio de las diez estaciones muestreadas, verano 2012.....	213
Figura EMB-77:	Ordenación espacial de las estaciones, verano 2012.....	214
Figura EMB-78:	Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, otoño 2012.....	216
Figura EMB-79:	Curvas ABC para la estación B1, B2, B3, B5, B6, B8; B10 (CN).....	221
Figura EMB-80:	Dendrograma clasificatorio de las diez estaciones evaluadas en el área de influencia, otoño 2012 .....	222
Figura EMB-81:	Ordenación espacial de las estaciones, otoño 2012.....	223
Figura EMB-82:	Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, invierno 2012.....	225
Figura EMB-83:	Curvas ABC para la estación B1 a B6.....	230
Figura EMB-84:	Curvas ABC para la estación B7, B8, B9 (CS), B10 (CN).....	231
Figura EMB-85:	Dendrograma clasificatorio de las diez estaciones evaluadas en el área de influencia, invierno 2012.....	232
Figura EMB-86:	Ordenación espacial de las estaciones, invierno 2012 .....	233

Figura EMB-87:	Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, primavera 2012.....	235
Figura EMB-88:	Curvas ABC para la estación B1, B2, B3 y B5 .....	240
Figura EMB-89:	Curvas ABC para la estación B6, B7, B9 (CS) y B10 (CN).....	241
Figura EMB-90:	Dendrograma clasificatorio de las diez estaciones evaluadas en el área de influencia, primavera 2012 .....	242
Figura EMB-91:	Ordenación espacial de las estaciones, primavera 2012.....	243
Figura EMB-92:	Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, otoño 2014.....	245
Figura EMB-93:	Curvas ABC para estaciones E-1 a E-8 .....	250
Figura EMB-94:	Curvas ABC para estaciones E-10 y E-CN .....	251
Figura EMB-95:	Dendrograma clasificatorio de las estaciones, otoño 2014.....	251
Figura EMB-96:	Ordenación espacial de todas las estaciones, otoño 2014.....	252
Figura EMB-97:	Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, invierno 2014.....	254
Figura EMB-98:	Curvas ABC de estaciones E-1 a E-6 .....	259
Figura EMB-99:	Curvas ABC de las estaciones E-7 a E-10, E-CS y E-CN .....	260
Figura EMB-100:	Dendrograma clasificatorio de las estaciones, invierno 2014 .....	261
Figura EMB-101:	Ordenación espacial de todas las estaciones, invierno .....	262
Figura EMB-102:	Ordenación espacial de todas las estaciones, exceptuando la estación E-CN, invierno 2014.....	262
Figura EMB-103:	Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, primavera 2014.....	264
Figura EMB-104:	Curvas ABC de estaciones E-1 a E-6 .....	269
Figura EMB-105:	Curvas ABC de estaciones E-7 a E-10, más E-CS y E-CN .....	270
Figura EMB-106:	Dendrograma clasificatorio de las estaciones, primavera 2014.....	271
Figura EMB-107:	Ordenación espacial de todas las estaciones, primavera 2014.....	272
Figura EMB-108:	Ordenación espacial de todas las estaciones, exceptuando la estación E-CN, primavera 2014 .....	272
Figura EMB-109:	Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, verano 2015.....	274
Figura EMB-110:	Curvas ABC de estaciones E-1 a E-6 .....	279
Figura EMB-111:	Curvas ABC de estaciones E-7 a E-10, más E-CS y E-CN .....	280

Figura EMB-112:	Dendrograma clasificatorio de las estaciones, verano 2015.....	281
Figura EMB-113:	Ordenación espacial de todas las estaciones, verano 2015 .....	282
Figura EMB-114:	Ordenación espacial de todas las estaciones, exceptuando la estación E-CN, verano 2015 .....	282
Figura EMB-115:	Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, invierno 2015.....	284
Figura EMB-116:	Curvas ABC de estaciones E-1 a E-6 .....	289
Figura EMB-117:	Curvas ABC de estaciones E-7 a E-10, más E-CS y E-CN .....	290
Figura EMB-118:	Dendrograma clasificatorio de las estaciones, invierno 2015 .....	291
Figura EMB-119:	Ordenación espacial de todas las estaciones, invierno 2015 .....	291
Figura EMB-120:	Ubicación del inicio de los transectos de muestreo del submareal rocoso realizados en las campañas durante el 2012, 2014 y 2015.....	295
Figura EMB-121:	Riqueza de ictiofauna en las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015.....	334

## LÍNEA DE BASE SECCIÓN III d

### 7.1.4.3 Caracterización Biológica (Oceanografía biológica)

A continuación se entrega en detalle el catastro histórico de las campañas realizadas durante el año 2012 (verano, otoño, invierno, primavera), el 2014 (otoño, invierno, primavera) y 2015 (verano e invierno), entregando los resultados de las comunidades planctónicas (fito y zooplancton), comunidades intermareales (intermareal de fondos blandos y rocosos, y aves y mamíferos hidrobiológicos) y comunidades submareales (submareal fondos blando y fondos duros, y comunidades de peces). Todas las estaciones de muestreo estuvieron ubicadas en el sector de bahía Conchalí, correspondiente al área de influencia del Proyecto; adicionalmente se asignaron estaciones de controles situadas en el norte y sur de la bahía para realizar las comparaciones respectivas.

#### 7.1.4.3.1 *Comunidades Plantónicas*

##### Antecedentes previos

Durante las campañas realizadas el 2012 (verano, otoño, invierno y primavera), la metodología utilizada para la identificación de la comunidad planctónica correspondió a muestreos puntuales en cada campaña, es decir, muestras obtenidas durante un día de muestreo. De esta manera, los análisis realizados el año 2012 (Anexo EM-3) forman parte de los antecedentes previos con los que se cuenta sobre las comunidades planctónicas del área de influencia del Proyecto.

En contraste, para las campañas realizadas durante el 2014 (otoño, invierno y primavera) y 2015 (verano e invierno), el diseño de muestreo abarcó una metodología estándar en la toma de muestra, identificación y cálculo de abundancia planctónica, considerando al menos cinco días continuos de obtención de muestras, incluyendo muestreos nocturnos, más un muestreo estratificado en el lugar de la captación de agua del Proyecto, proporcionando una visión global y ecosistémica de las comunidades planctónicas en la bahía Conchalí y sus alrededores, dando como resultado el análisis de las interacciones que existen entre el fitoplancton, el zooplancton y las variables oceanográficas de la zona costera, comparando de manera precisa las campañas efectuadas (Anexo EM-4).

- **Síntesis de la determinación planctónica 2012**

##### Fitoplancton

Al comparar las cuatro campañas de muestreo realizadas el 2012 se aprecia una variación en la comunidad fitoplanctónica, tanto en términos de riqueza como de abundancia de especies. En verano se encontraron 7 especies, dominado por la especie *Rhizosolenia imbricata* var. *minuta*, la cual representó niveles mayores a 97% de abundancia en todas las estaciones. El resto de la especies presente en la comunidad fitoplanctónica fue muy baja cercano al 2%. En otoño la comunidad fitoplanctónica presentó un leve aumento en la diversidad de especies (8 especies) en comparación con el verano, la especie más abundante en todas las estaciones fue *Detonula pumila* la cual mostró niveles relativos de abundancia cercano al 60%, seguido por *Chaetoceros convolutus* y *Leptocylindrus danicus*,



ambas especies con aproximadamente un 10 %, el resto de la especies de la comunidad fitoplanctónica presentó un abundancia relativa de alrededor del 5 % en todas las estaciones. En invierno, la riqueza de especies fue mayor a todas las campañas del 2012, con 12 especies, donde *Chaetoceros convolutus* presentó abundancias relativas mayores al 50% en todas las estaciones, seguido por *Pseudo-nitzschia delicatissima* las cual varió entre un 10% en CS a 21% en B5 y por *Corethron criophilum* que fluctuó entre un 3% (B4) a un 10% (CS). En primavera, la riqueza fue igual de baja que en verano, 7 especies, sin embargo se aprecia una completa dominancia de *Chaetoceros convolutus* en la comunidad fitoplanctónica representando casi un 100% en todas las estaciones.

Los niveles de clorofila “a” registrados por la sonda espectrofluorometra (Fluoroprobe) y por los análisis de laboratorio presentaron variaciones entre las campañas del 2012. En verano los niveles fueron bajos y mostraron estratificación, el máximo fue de 3 µg/L. Mientras que en otoño se mantuvieron relativamente constantes en la columna de agua y aumentaron levemente, con máximos de 3,5 µg/L. El escenario en invierno fue diferente, con niveles constante de clorofila “a” en la columna de agua, sin embargo a los 9 m hay un aumento considerable con máximos de 9 µg/L. En primavera, durante la mayor productiva fitoplanctónica, los valores de clorofila “a” no bajaron de 5 µg/L, y presentaron máximos de 17,3 - 3 µg/L. Este último patrón coincidió con lo reportado en la campaña de otoño 2014.

En general, las condiciones oceanográficas son determinantes para la ocurrencia de las comunidades planctónicas en zonas costeras (Palma *et al.*, 2006). Estas, presentan mayores abundancias, tasas elevadas de reproducción y mayor productividad primaria en los periodos de surgencias costeras, las que se producen preferentemente en los meses de primavera en el norte chico del país por los fuertes vientos provenientes del S-W (Montecinos & Balbontín 1993, Escribano *et al.*, 2003). Lo anterior concuerda con la mayor concentración de clorofila “a” en primavera y verano en comparación con otoño e invierno, y por ende un mayor número de organismos fotosintéticos (fitoplancton) presentes.

### Zooplancton

Al comparar las cuatro campañas realizadas el 2012 se apreció una variación en la comunidad zooplanctónica, tanto en términos de riqueza como de abundancia de taxa (Tabla EMB-1), las estaciones ubicadas en el área de influencia fueron similares en comparación con las estaciones controles. En general, las condiciones oceanográficas estacionales son determinantes para la ocurrencia de las comunidades planctónicas en zonas costeras (Palma *et al.*, 2006) y las mayores abundancias de organismos en los ecosistemas marinos templados ocurren en primavera y verano (Bernal *et al.*, 1983). Este mismo patrón se presentó en las campañas realizadas, encontrándose un alto número de especies (41 taxa) y una considerable abundancia (116.521 ind./m<sup>3</sup>) en verano, lo mismo ocurrió en primavera, donde el número de taxa fue de 43 y la abundancia de 177.728 ind./m<sup>3</sup>. En contraste con lo encontrado en otoño e invierno, donde el número de organismos fue menor de 29 y 27 respectivamente, y la abundancia total no superó los 38.000 ind./m<sup>3</sup> en ambas campañas, siendo casi 5 veces menor que en primavera.

**Tabla EMB-1: Comparación estacional de taxa y abundancia entre las campanas realizadas el 2012**

	Verano	Otoño	Inverno	Primavera
<b>N° de taxa</b>	41	29	27	43
<b>Abundancia (ind./m<sup>3</sup>)</b>	116.521	31.086	37.755	177.728

- **Dinámica del plancton durante las campañas del 2014 y 2015**

A continuación se presentan los resultados asociados a las campañas realizadas durante los años 2014 y 2015 por la empresa Fisioaqua. Para mayor detalle ver Anexo EM-4.

- **Materiales y Métodos**

La Tabla EMB-2 resume las metodologías generales que se utilizaron en la caracterización de la dinámica del plancton en el área de influencia del Proyecto. Todas las campañas tuvieron una duración de 3 a 5 días de muestreos diurnos, más un muestreo nocturno (a excepción de otoño 2014 que se realizó un muestreo en las mismas estaciones de la calidad de agua). En cada una de las campañas se realizaron muestreos de zooplancton en tres estratos de la columna de agua (superficial, subsuperficial y profundo) y se obtuvieron muestras de fitoplancton utilizando una botella Niskin de 5 litros, las que fueron analizadas y cuantificadas. En las inmediaciones del lugar de la captación del Proyecto, se realizó un transecto especial (TE) con la red WP2 a diferentes estratos y perfiles de CTD (a excepción de otoño 2014). Adicionalmente, para entender la dinámica presente en la bahía Conchalí con enfoque ecosistémico, se realizaron análisis de clorofila "a", nutrientes, perfiles de CTD, análisis estadísticos (e.g. denodrogramas, analisis de bootstrap, correlaciones) y variables oceanográficas (e.g. derivadores). Estos análisis, complementan y sirven para explicar la distribución y abundancia de los organismos zooplanctónicos. Las metodologías específicas de estos análisis están descritas en el Anexo EM-4.

**Tabla EMB-2: Metodologías utilizadas durante las campañas de dinámica del plancton 2014 y 2015**

	2014			2015	
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Invierno
<b>Fechas</b>	14 al 16 de junio	20 al 24 de agosto	10 al 16 de noviembre	23 al 28 de febrero	31 de julio al 5 de agosto
<b>Estaciones</b>	Mismas calidad de agua (Figura EMQ-1)	Figura EMB-8	Figura EMB-8	Figura EMB-8	Figura EMB-8
<b>Zooplancton (estratos)</b>	Red WP2 (Superficial 5-0 m. Subsuperficial al 10-5 m. Profundo >10 m)	Superficial (red Epineustónica). Subsuperficial (red Bongo). Profundo (red WP2)	Superficial (red Epineustónica). Subsuperficial (red Bongo). Profundo (red WP2)	Superficial (red Epineustónica). Subsuperficial (red Bongo). Profundo (red WP2)	Superficial (red Epineustónica). Subsuperficial (red Bongo). Profundo (red WP2)
<b>Fitoplancton</b>	Botella Niskin 5 Litros	Botella Niskin 5 Litros	Botella Niskin 5 Litros	Botella Niskin 5 Litros	Botella Niskin 5 Litros
<b>Transecto Especial</b>	-	Red WP2, muestreo estratificado. Perfiles CTD	Red WP2, muestreo estratificado. Perfiles CTD	Red WP2, muestreo estratificado. Perfiles CTD	Red WP2, muestreo estratificado. Perfiles CTD
<b>Columna de agua</b>	Perfiles de CTD	Clorofila "a". Nutrientes. Perfiles de CTD. Análisis	Clorofila "a". Nutrientes. Perfiles de CTD. Análisis	Clorofila "a". Nutrientes. Perfiles de CTD. Análisis	Clorofila "a". Nutrientes. Perfiles de CTD. Análisis

	2014			2015	
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Invierno
		estadísticos	estadísticos	estadísticos	estadísticos
<b>Variables Oceanográficas</b>	-	Derivadores. Vientos. Sensores de temperatura.	Derivadores. Vientos. Sensores de temperatura.	Derivadores. Vientos. Sensores de temperatura.	Derivadores. Vientos. Sensores de temperatura.

## - Resultados

### ➤ Otoño 2014

#### Zooplankton

##### Abundancia y estructura comunitaria

Durante todo el periodo de estudio se obtuvieron un total de 96 muestras, en las cuales se registró un total de 104 taxa/especies (incluyendo distintas fases de desarrollo de especies de crustáceos decápodos y peces) las que fueron agrupadas en las siguientes categorías: (1) cnidarios, (2) otros holoplancton, (3) larvas meroplancton, (4) copépodos, (5) larvas de decápodos, (6) ictioplancton. Los organismos pertenecientes a cada una de estas categorías presentan características físicas y de comportamiento que pueden asumirse equivalentes.

La categoría de los cnidarios estuvo representada por 7 taxa, siendo los más abundantes las especies de hidromedusas *Phialella quadrata* y *Obelia* sp. (máximos de 2.880 y 1.178 individuos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente).

La categoría de otros componentes del holoplancton estuvo compuesta por 13 taxa y la apendicularia *Oikopleura* sp. (máximo de 23.803 individuos/100 m<sup>3</sup>) fue la especie más representada de esta categoría. Los otros taxa de esta categoría presentaron abundancias inferiores a los 400 individuos/100 m<sup>3</sup>.

Las larvas de meroplancton estuvieron representadas por 11 taxa, destacando por su abundancia una especie de Misidáceo no identificado (máximo de 682 individuos/100 m<sup>3</sup>, el 14 junio en E7). El segundo taxa más abundante correspondió a las larvas cipiis de cirripedios (máximo de 471 individuos/100 m<sup>3</sup>).

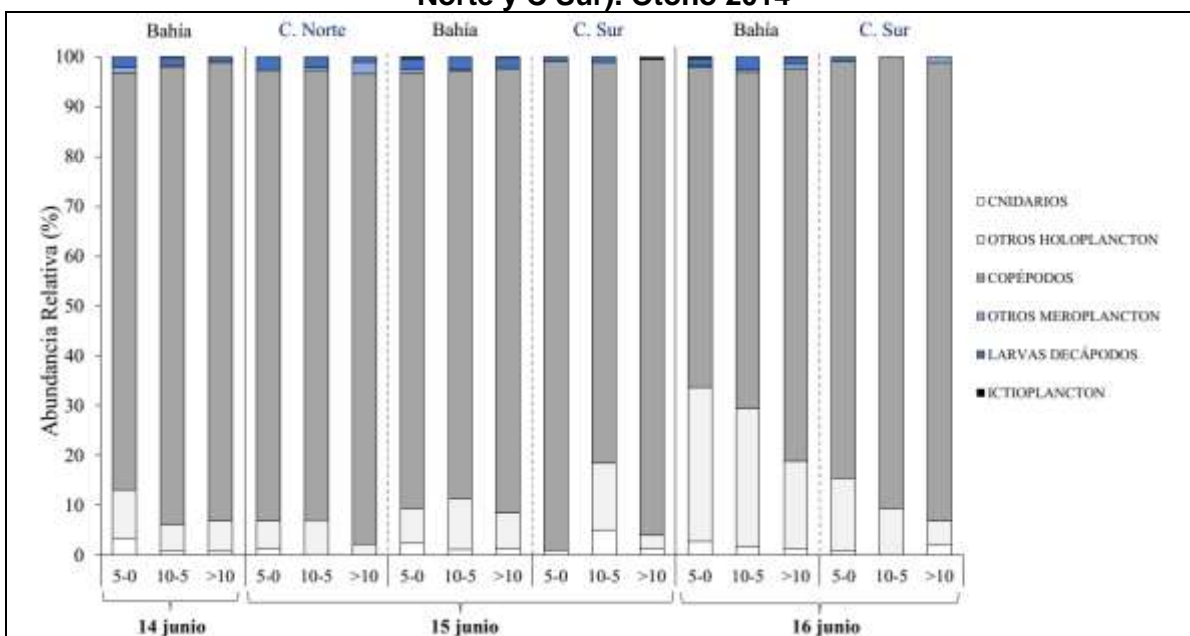
La categoría de los copépodos, fue la que presentó el mayor número de taxa con un total de 43, los taxa más abundantes fueron *Paracalanus* cf. *indicus* (máximo de 92.138 individuos/100 m<sup>3</sup>, el 14 junio en E2), copepoditos (máximo de 17.511 individuos/100 m<sup>3</sup>, el 14 junio en E5) y *Ctenocalanus vanus* (máximo de 14.828 individuos/100 m<sup>3</sup>, el 14 junio en E2).

Las larvas de decápodos estuvieron representadas por 22 taxa (entre zoeas, megalopas y mysis), siendo el organismo más abundante la zoeas de *Leptograpsus variegatus* (máximo de 1.023 individuos/100 m<sup>3</sup>) y de *Halicarcinus planatus* (máximo de 747 individuos/100 m<sup>3</sup>).

Por último, el ictioplancton estuvo representado por 8 taxa (entre huevos y larvas de peces) de los cuales los huevos de *Stromateus stellatus* (máximo de 184 individuos/100 m<sup>3</sup>) y los huevos de *Normanichthys crockeri* (máximo de 183 individuos/100 m<sup>3</sup>) fueron los más importantes.

La abundancia relativa de las diferentes categorías de organismos zooplanctónicos (Figura EMB-1) muestran que a lo largo de todo el periodo de estudio, en los distintos estaciones y estratos evaluados, los copépodos representaron más del 60% de la comunidad zooplanctónica. No obstante y a pesar de la predominancia de los copépodos, el grupo de “otros componentes del holoplancton” (e.g. ctenóforos, quetognatos, apendicularias, entre otros) presentó mayor predominancia (entre un 17.5 y un 30.9%) en las estaciones ubicadas en la bahía, en particular en el estrato más superficial (0-5 m).

**Figura EMB-1: Abundancia relativa (%) del zooplancton presente en las diferentes capas de la columna de agua del área de influencia (Bahía) y estaciones control (C Norte y C Sur). Otoño 2014**



Fuente: Fisiografía

El patrón de abundancia total (individuos/100 m<sup>3</sup>) de las distintas categorías muestra que el primer día de muestreo (14 de junio) se presentó la mayor abundancia zooplanctónica de todo el periodo en la capa de fondo de la estación E2 (115.945 individuos/100 m<sup>3</sup>), mientras que en el resto de las estaciones la abundancia de zooplancton no superó los 52.000 individuos/100 m<sup>3</sup>. El 15 de junio la abundancia de zooplancton en general fue menor a 20.000 individuos/100 m<sup>3</sup> en todas las estaciones evaluadas, exceptuando lo encontrado en la capa superficial de la estación E5 (38.633 individuos/100 m<sup>3</sup>), en la capa subsuperficial y de fondo de la estación E8 (58.369 y 33.087 individuos/100 m<sup>3</sup>) y en la capa de fondo de la estación E10 (34107 individuos/100 m<sup>3</sup>).

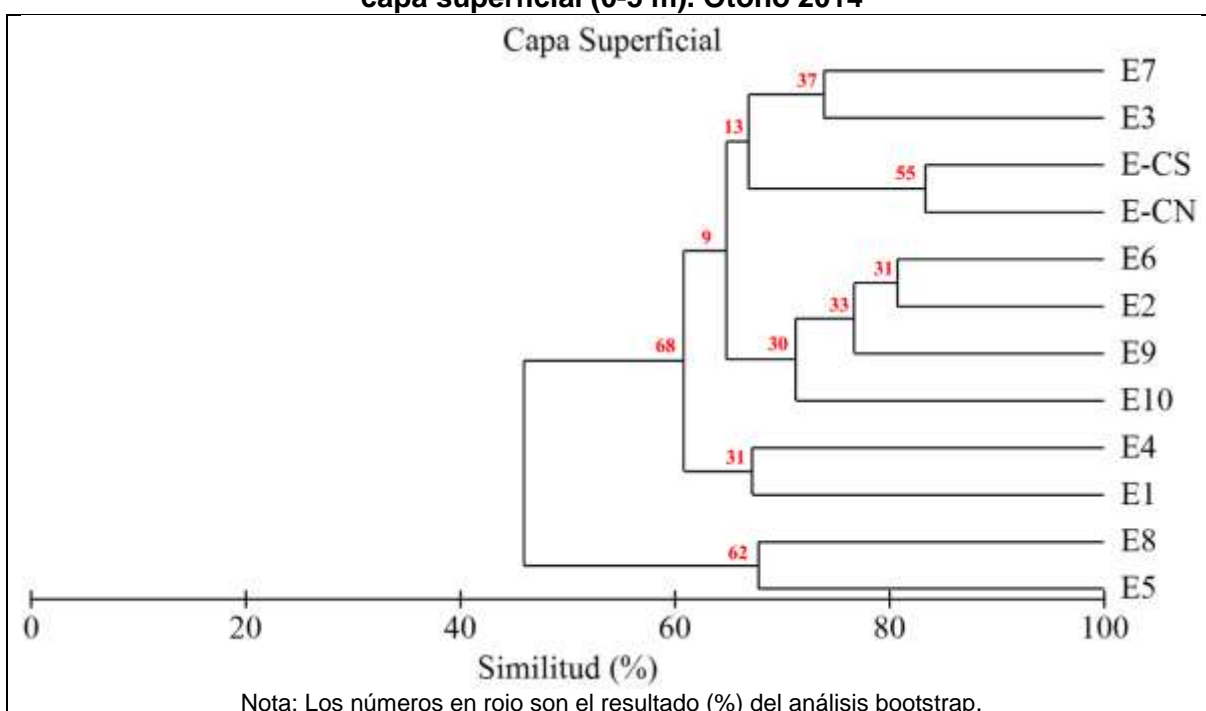
Cabe mencionar que la abundancia de los controles evaluados (norte y sur) no superó los 20.000 individuos/100 m<sup>3</sup>, por lo que las mayores abundancias se registraron en las estaciones de muestreo ubicadas al interior del área de influencia.

## Análisis de similitud

Para cada uno de los estratos evaluados durante los muestreos de zooplancton se realizaron análisis de agrupación. Estos análisis consideraron la sumatoria por estación de la abundancia de las especie/taxa registrada de cada uno de los días de muestreo, y de acuerdo a esta matriz de datos se construyeron los dendrogramas o clusters.

En la capa superficial (Figura EMB-2) las estaciones que muestran una mayor similitud (80%, bootstrap 55%) son las que corresponden al control norte (E-CN) y al control sur (E-CS) y que son las que se encuentran más alejadas de la bahía. Las estaciones E2 y E6 también presentan más de 80% de similitud, pero sustentado sólo en un 31% en el análisis bootstrap.

**Figura EMB-2: Dendrograma de agrupamiento de las estaciones de muestreo para la capa superficial (0-5 m). Otoño 2014**

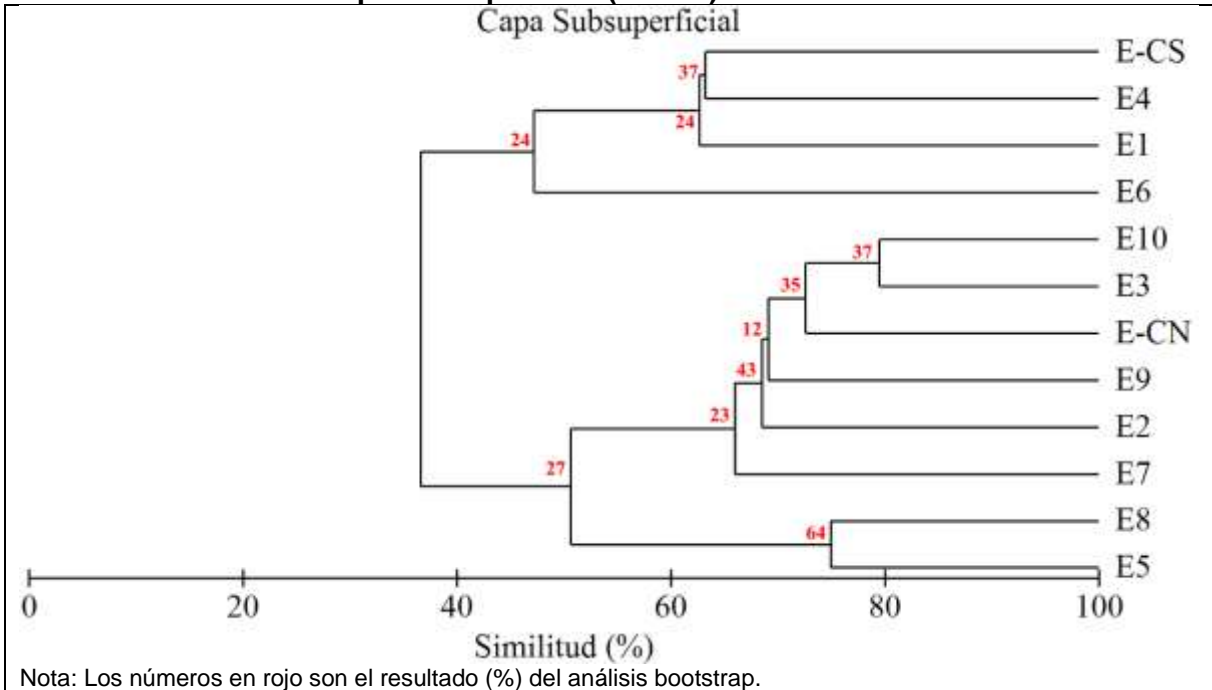


Fuente: Fisiaoqua

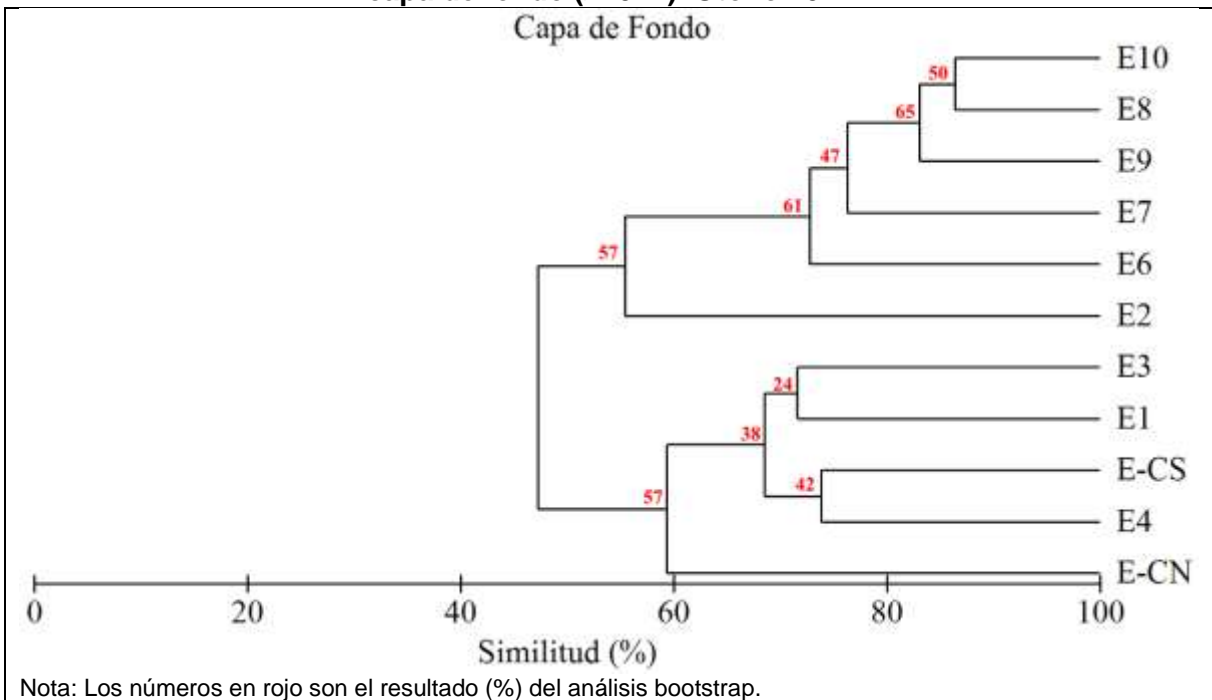
La capa subsuperficial (Figura EMB-3) exhibió un patrón de agrupación de similitud de las estaciones más heterogéneo que en la capa superficial y fueron escasas las estaciones que superaron el 80% de similitud y que además fueron sustentadas por el análisis de remuestreo. En este sentido, las estaciones E3 y E10 presentaron la mayor similitud (cercana al 80%), con un 37% en el análisis bootstrap. A diferencia de la capa superficial, las estaciones control norte (E-CN) y control sur (E-CS) no presentaron similitud entre sí (en cuanto a composición y abundancia de especies).

En la capa de fondo (Figura EMB-4) el conjunto de todas las estaciones evaluadas mostraron una similitud superior al 40% (bootstrap 100%) y el conjunto de las estaciones E8, E9 y E10, todas ubicadas en el norte de la bahía, presentaron la mayor similitud entre sí (>80%, bootstrap 65%).

**Figura EMB-3: Dendrograma de agrupamiento de las estaciones de muestreo para la capa subsuperficial (5-10 m). Otoño 2014**



**Figura EMB-4: Dendrograma de agrupamiento de las estaciones de muestreo para la capa de fondo (>10 m). Otoño 2014**



## Índices ecológicos

Los índices ecológicos de la comunidad zooplanctónica (Anexo EM-4, campaña otoño 2014) mostraron que el día 14 de junio se presentó la mayor riqueza de especies ( $S=32$  taxa) en la capa de fondo (20-10 m) de la estación E2, mientras que la menor riqueza de especies ( $S=5$  taxa) se presentó el 15 de junio en la capa subsuperficial (5-10 m) de la estación E1.

La mayor abundancia total de individuos ( $N$ ) para una estación de muestreo en particular, se presentó el día 14 de junio ( $N=115.945$  individuos/100 m<sup>3</sup>) en la capa de fondo (>10 m) de la estación E2, mientras que la menor abundancia ( $N=1.080$  individuos/100 m<sup>3</sup>) se observó el 15 de junio en la capa subsuperficial (10-5 m) de la estación E6.

El índice de equidad fue mayor ( $J'=0,977$ ) el 15 de junio en la capa subsuperficial (5-10 m) de la estación E6, mientras que la menor equidad ( $J'=0,331$ ) se registró el 14 de junio en la capa subsuperficial (5-10 m) de la estación E8.

Finalmente, el índice de diversidad de Shannon más alto ( $H'=2,661$ ) se presentó el 14 de junio en la capa de fondo (>10 m) de la estación E4, mientras que la diversidad más baja ( $H'=0,821$ ) se registró el 14 de junio en la capa subsuperficial (5-10 m) de la estación E8.

## **Fitoplancton**

### Abundancia y estructura comunitaria

De un total de 33 muestras de fitoplancton analizadas, se determinó que la comunidad estuvo representada por 95 taxa clasificados en las siguientes categorías: diatomeas, dinoflagelados y otros componentes fitoplanctónicos (representados por ciliados, tintínidos y silicoflagelados).

Las diatomeas estuvieron representadas por 72 taxa, siendo la especie *Schröderella delicatula* la que presentó la mayor abundancia (máximo de 458 cél./L), seguida por la especie *Fragilariopsis* sp. (máximo de 17,2 cél./L). Por otra parte, a pesar de su baja abundancia ( $\leq 5,8$  cél./L) la especie *Corethron criophilum* estuvo presente en todas las estaciones de muestreo presentando la mayor frecuencia de ocurrencia.

El grupo de los dinoflagelados estuvo representado por 20 taxa, siendo la especie *Ceratium declinatum* la que presentó la mayor abundancia (máximo de 3,2 cél./L) seguida por la especie *Ceratium kofoidii* (máximo de 1,2 cél./L), la cual también presentó la mayor frecuencia de ocurrencia para el caso de los dinoflagelados.

Con respecto a los otros componentes fitoplanctónicos, estuvieron representados por ciliados, tintínidos (no identificados) y silicoflagelados (*Dyctiocha* sp.), dentro de los cuales los ciliados presentaron la máxima abundancia (190,2 cél./L) en la estación E3, aunque, sin embargo, su frecuencia de ocurrencia fue baja (presente sólo en 6 estaciones).

En cuanto a la contribución de los taxa más representativos (Figura EMB-5) se observó que para los 3 días de estudio las diatomeas contribuyeron con más del 80% de la abundancia de la comunidad siendo el grupo predominante. Por otra parte, las abundancias por grupo (Figura EMB-6), se observó que en el día 14 de junio la abundancia máxima de diatomeas se observó en la estación E2 con 475,8 cél./L seguido por la estación E7 (159,8 cél./L) mientras

que para el resto de las estaciones las abundancias en todas las categorías no superaron los 27,6 cél./L. El día 15 de junio se observó una abundancia máxima en la estación E3 de 190,2 cél./L por parte de los otros componentes fitoplanctónicos (ciliados) y para el resto de las estaciones la abundancia por grupo no superó las 30 cél./L. Finalmente el día 16 de junio para todas las categorías no se observaron abundancias mayores a 40 cél./L.

Al igual que la comunidad de zooplancton, la abundancia de fitoplancton (considerando las 3 categorías) en los controles evaluados (norte y sur) no superó las 5 cél./L (15 de junio en estación EC-S), por lo que las mayores abundancias se restringieron a las estaciones de muestreo ubicados en el área influencia.



**Figura EMB-5: Abundancia relativa (%) del fitoplancton presente en la bahía Conchalí. Otoño 2014**

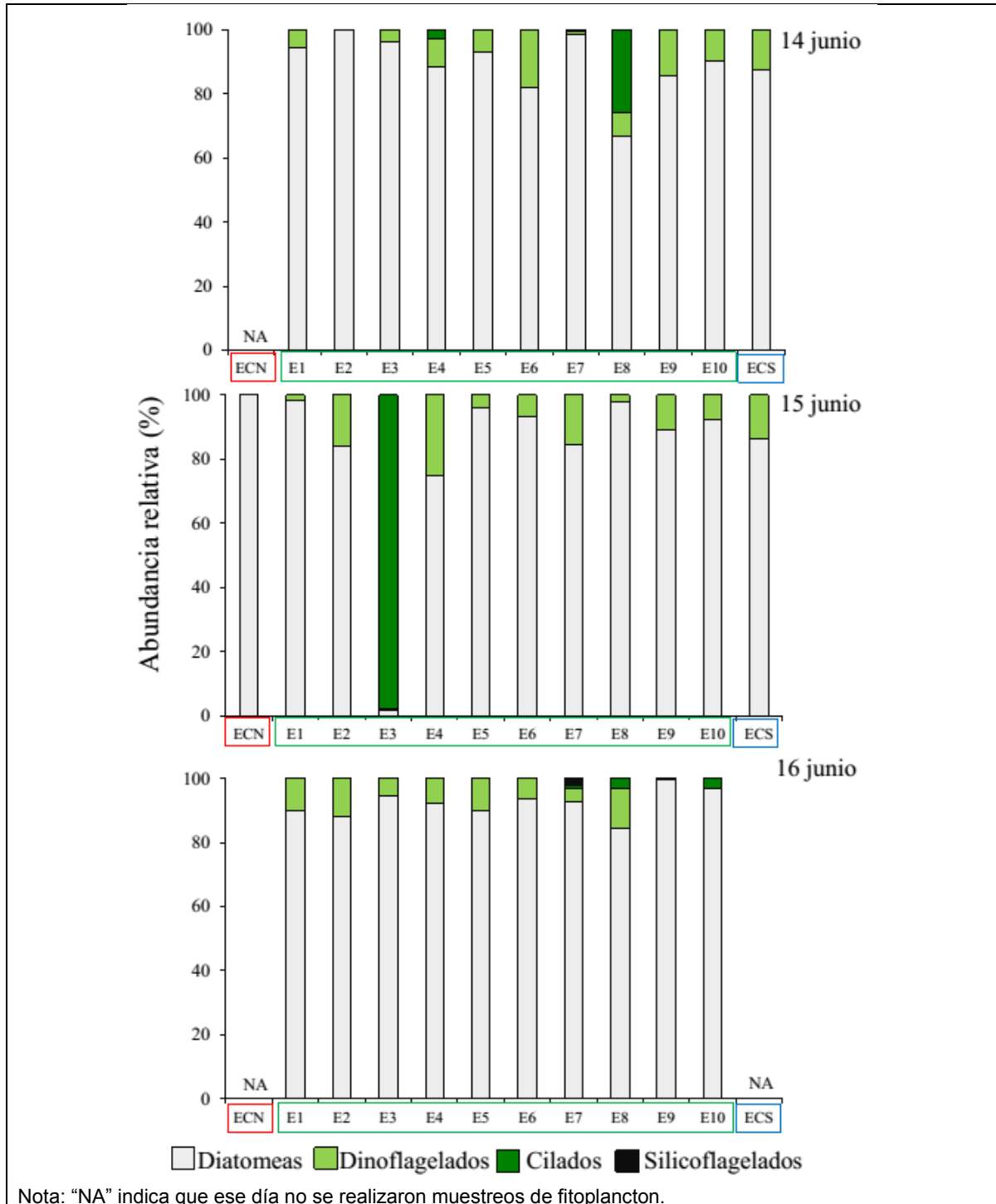
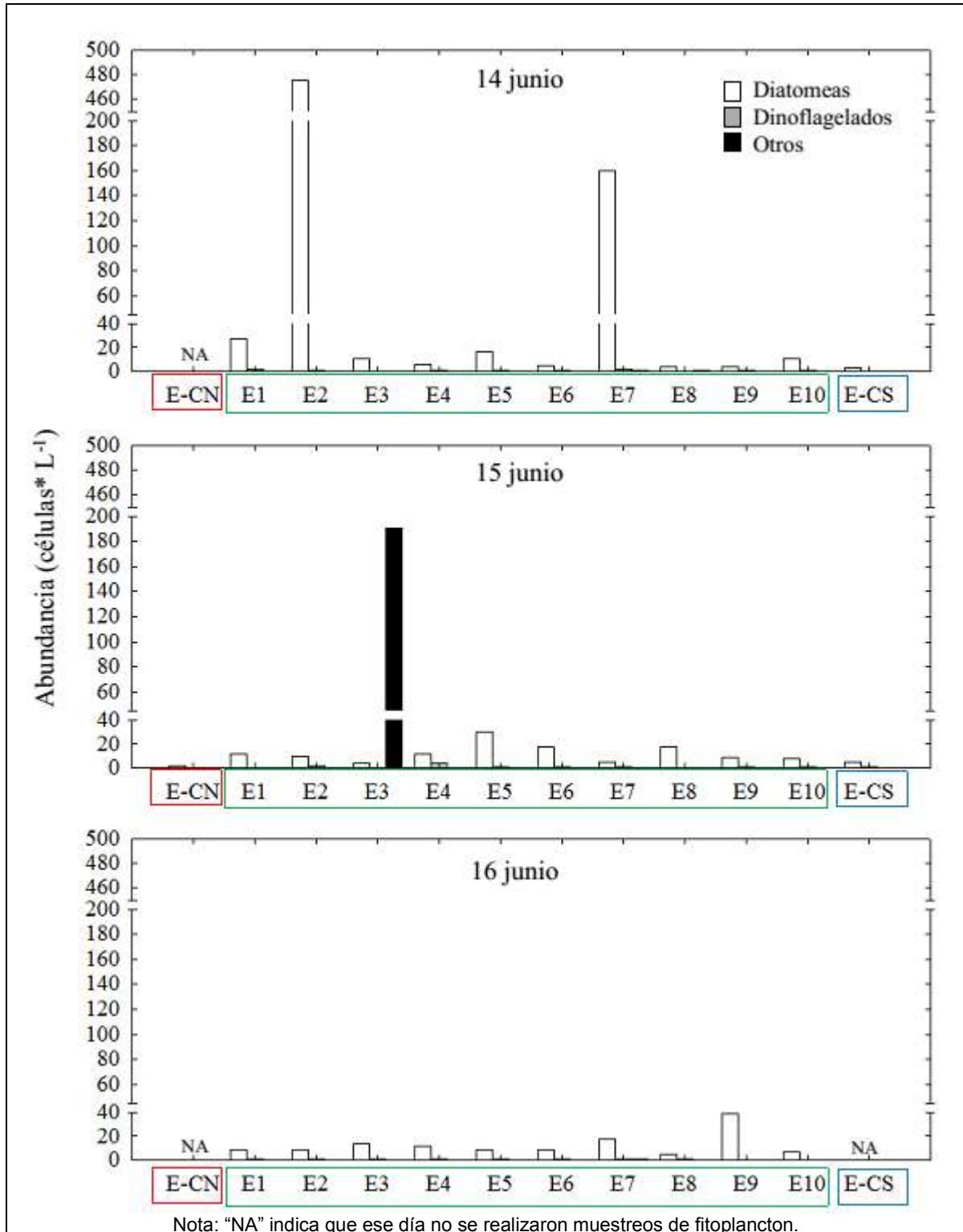


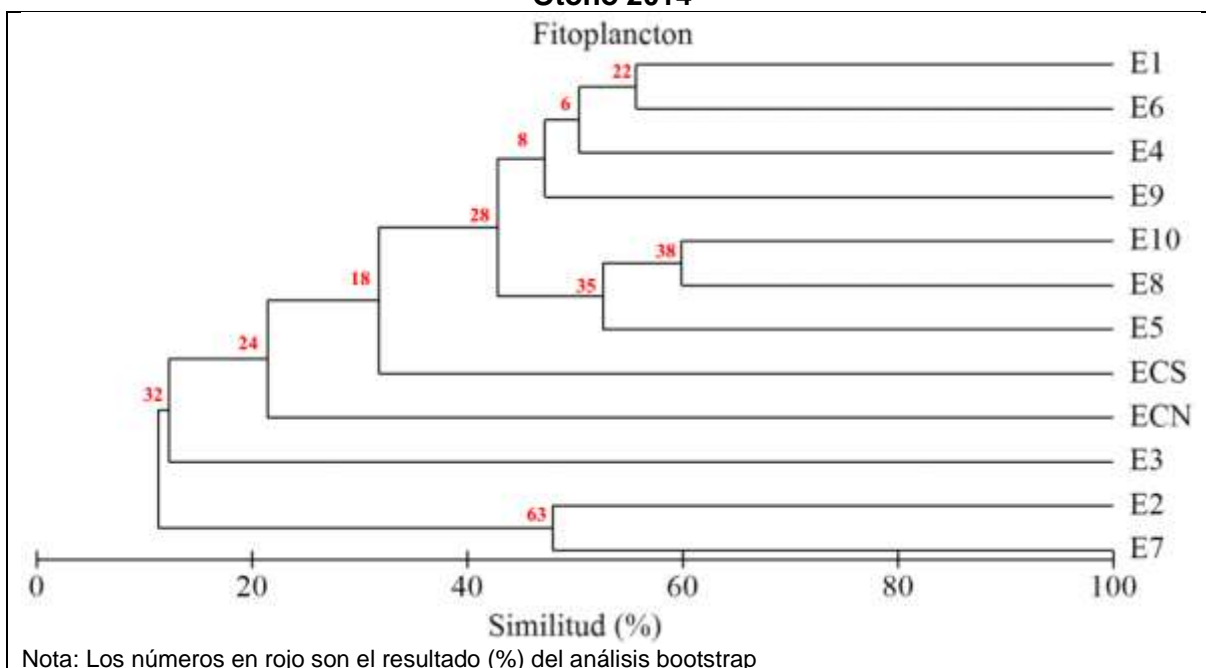
Figura EMB-6: Abundancia total de fitoplancton (cél./L) en la bahía Conchalí. Otoño 2014



## Análisis de similitud

Para cada uno de los muestreos de fitoplancton se realizaron análisis de agrupación. Estos análisis consideraron el promedio de la abundancia de fitoplancton de las especie/taxa registradas en cada uno de los días de muestreo y estación, y de acuerdo a esta matriz de datos se construyeron los dendrogramas o clusters. El análisis de agrupamiento (Figura EMB-7) mostró que las estaciones evaluadas no obtuvieron más del 62% de similitud (observada sólo entre las estaciones E8-E10) y sustentada sólo en un 38% en el análisis bootstrap. Estos resultados evidenciaron la gran heterogeneidad espacial en la abundancia y composición de especies fitoplanctónicas de la bahía Conchalí.

**Figura EMB-7: Dendrograma de agrupamiento para la comunidad de fitoplancton. Otoño 2014**



Fuente: Fisiaoqua

## Índices ecológicos

Los índices ecológicos de la comunidad fitoplanctónica (Anexo EM-4, campaña otoño 2014) mostraron que el día 15 de junio presentó la mayor riqueza de especies ( $S=22$  taxa) en la estación E1 y E5, mientras que la menor riqueza de especies ( $S=4$  taxa) se presentó el 15 de junio en la estación E-CN.

La mayor abundancia total de individuos ( $N$ ) para una estación de muestreo en particular, se presentó el día 14 de junio ( $N= 477$  cél./L) en la estación E2, mientras que la menor abundancia ( $N= 2$  cél./L) se observó el 15 de junio en la estación E-CN.

El índice de equidad, que justamente describe la equidad de la distribución del número de individuos por especie, fue mayor ( $J'=0,963$ ) el 14 de junio en la estación E-CS, mientras que la menor equidad ( $J'=0,089$ ) se registró el 14 de junio en la estación E2.

Finalmente, el índice de diversidad de Shannon más alto ( $H' = 2,674$ ) se presentó el 15 de junio en la estación E1, mientras que la diversidad más baja ( $H' = 0.214$ ) se registró el 14 de junio en la estación E2.

### **Variabilidad espacial y temporal del plancton**

Cada uno de los grupos seleccionados: diatomeas, copépodos, zoeas de crustáceos decápodos e ictioplancton corresponden a grupos disímiles pero representativos de la columna de agua. Las distribuciones clasificadas por fecha y estrato de muestreo se presentan en el Anexo EM-4 (campaña otoño 2014).

#### Diatomeas

El foco de abundancia de diatomeas fue mayor el 14 de junio en la estación E2, ubicada en la zona norte de la bahía, alcanzando casi las 500 cél./L. Las abundancias fueron notoriamente menores no superando las 50 cél./L en ninguno de los puntos de muestreo.

#### Copépodos

El foco de abundancia máxima de copépodos ( $\sim 110.400$  individuos/ $100\text{ m}^3$ ) se presentó el 14 de junio en la capa de fondo ( $>10\text{ m}$ ) de la zona norte de la bahía (estación E2). El resto de los días, las abundancias fueron inferiores a los 35.000 individuos/ $100\text{ m}^3$  en los distintos estratos evaluados, con excepción de unos focos de abundancia cercanos a los 55.000 individuos/ $100\text{ m}^3$  presentes el 15 de junio en la capa superficial (0-5 m) y subsuperficial (5-10) de la zona sur de la bahía (estaciones E5, E8).

#### Zoeas de crustáceos decápodos

La abundancia de las larvas de decápodos durante el 14 y 15 de junio fue superior a los 500 individuos/ $100\text{ m}^3$ , presentándose los focos de abundancias máxima ( $>800$  individuos/ $100\text{ m}^3$ ) en la capa superficial el 14 de junio y en la capa subsuperficial el 15 de junio, los que se distribuyeron de manera heterogénea en la bahía. El 16 de junio las abundancias ( $<700$  individuos/ $100\text{ m}^3$ ) se presentaron principalmente en la capa subsuperficial de la zona norte y sur de la bahía.

#### Ictioplancton

La abundancia de ictioplancton (huevos y larvas de peces) se presentó de manera heterogénea tanto espacial como temporalmente. No obstante, fue posible observar que los focos de mayor abundancia ( $>120$  individuos/ $100\text{ m}^3$ ) se presentaron el 15 y el 16 de junio en la capa superficial de la zona norte y sur de la bahía. En el resto de los estratos la abundancia no superó los 100 individuos/ $100\text{ m}^3$ .

### **Resumen resultados campaña otoño 2014**

El grupo zooplanctónico con mayor representatividad tanto por el número de especies/taxa registradas y por su abundancia fue el de los copépodos, los que representaron más del 60% de la comunidad zooplanctónica a lo largo de todo el período de muestreo, en todas las estaciones y estratos evaluados.

Los focos de mayor abundancia de organismos zooplanctónicos se registraron en las estaciones ubicadas dentro de la bahía, mientras que las estaciones consideradas como control ubicadas en áreas más expuestas, presentaron abundancias menores, lo que sugiere que la bahía Conchalí podría representar un ambiente de características retentivas para organismos zooplanctónicos.

Los diferentes grupos de organismos zooplanctónicos presentaron patrones de distribución temporal (en escala interdiaria) y espacial (vertical y horizontal) heterogéneos en la bahía Conchalí. Sin embargo, es posible afirmar que los focos mayores de abundancia de larvas de decápodos e ictioplancton se presentaron en el estrato superficial y subsuperficial de la columna de agua, a diferencia de los copépodos que se presentaron con mayores abundancias en el estrato de fondo.

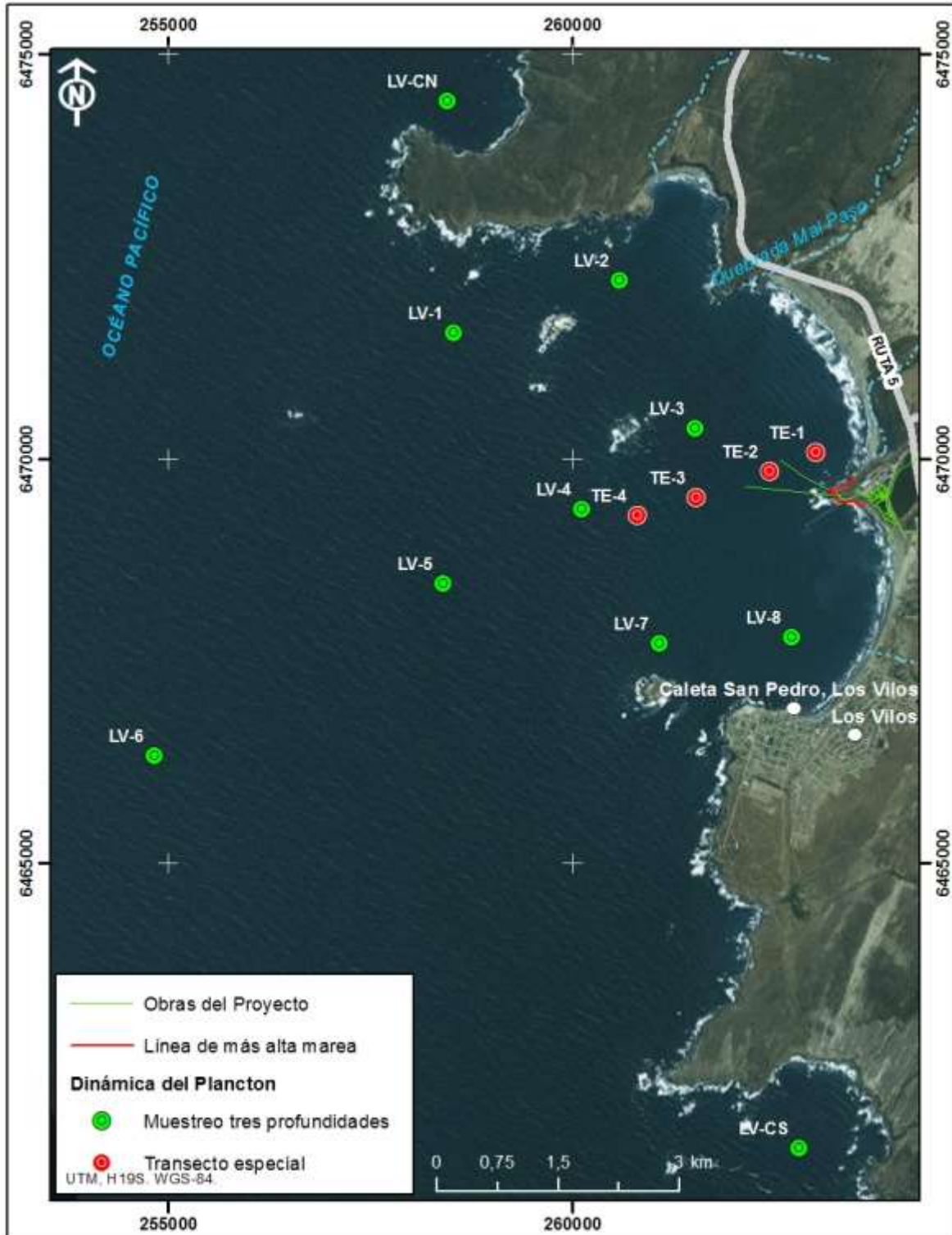
El fitoplancton estuvo representado principalmente por diatomeas dominando en cuanto a abundancia (en general >80% de la comunidad) y número de taxa.

Los valores de clorofila "a" fueron variables a lo largo de los días y estaciones evaluadas, y fluctuaron entre 0,4 y 3,8 mg/m<sup>3</sup>.

➤ Invierno 2014

Las muestras obtenidas en invierno 2014, y el resto de las campañas, comprenden 7 muestras al interior de la bahía Conchalí, una estación al exterior de la bahía y dos estaciones controles al norte y al sur de la bahía (Figura EMB-8)

**Figura EMB-8: Estaciones de muestreo de la dinámica del plancton en tres profundidades y transecto especial sobre la captación de agua**



Fuente: Fisisoaqua

## Zooplankton

### Abundancia y estructura comunitaria

De un total de 165 muestras obtenidas con las redes Epineustónica, Bongo y WP-2 (55 muestras por cada red) durante todo el periodo de estudio (20-24 agosto), se registró un total de 171 especies/taxa (incluyendo diferentes fases de desarrollo de especies de crustáceos decápodos y peces) los que fueron agrupados en las siguientes categorías: (1) cnidarios, (2) otros holoplancton, (3) larvas meroplancton, (4) copépodos, (5) larvas de decápodos, (6) ictioplancton. Cada una de estas categorías presentaron características físicas y de comportamiento que pueden asumirse equivalentes. En los siguientes párrafos se detallan las especies/taxa más relevantes dentro de cada categoría según su abundancia.

Los cnidarios estuvieron representados por 11 taxa, destacando por su abundancia las hidromedusas *Phialella quadrata* y *Obelia* sp., las cuales presentaron máximos de abundancia de 923 y 630 individuos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente.

La categoría de otros componentes del holoplancton estuvo representada por 32 taxa, destacando por su abundancia el poliqueto *Tomopteris* sp. y las larvas furcilia de eufáusidos, los cuales presentaron máximos de abundancia de 40.397 y 713 individuos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente, en la capa superficial (red Epineustónica).

Las larvas de meroplancton estuvieron representadas por 19 taxa, destacando la abundancia de misidáceos (máximo de 162.949 individuos/100 m<sup>3</sup> en red Epineustónica muestreo nocturno) y de nauplios de cirripedios (máximos de 75.911 individuos/100 m<sup>3</sup> en red Bongo).

Para el caso de los copépodos, la categoría estuvo representada por 44 taxa, destacando por su abundancia *Acartia tonsa* (máximo de 387.339 individuos/100 m<sup>3</sup> en red Epineustónica) y los copépoditos (fase temprana de desarrollo de copépodos) (máximo de 80.230 individuos/100 m<sup>3</sup> en red Bongo).

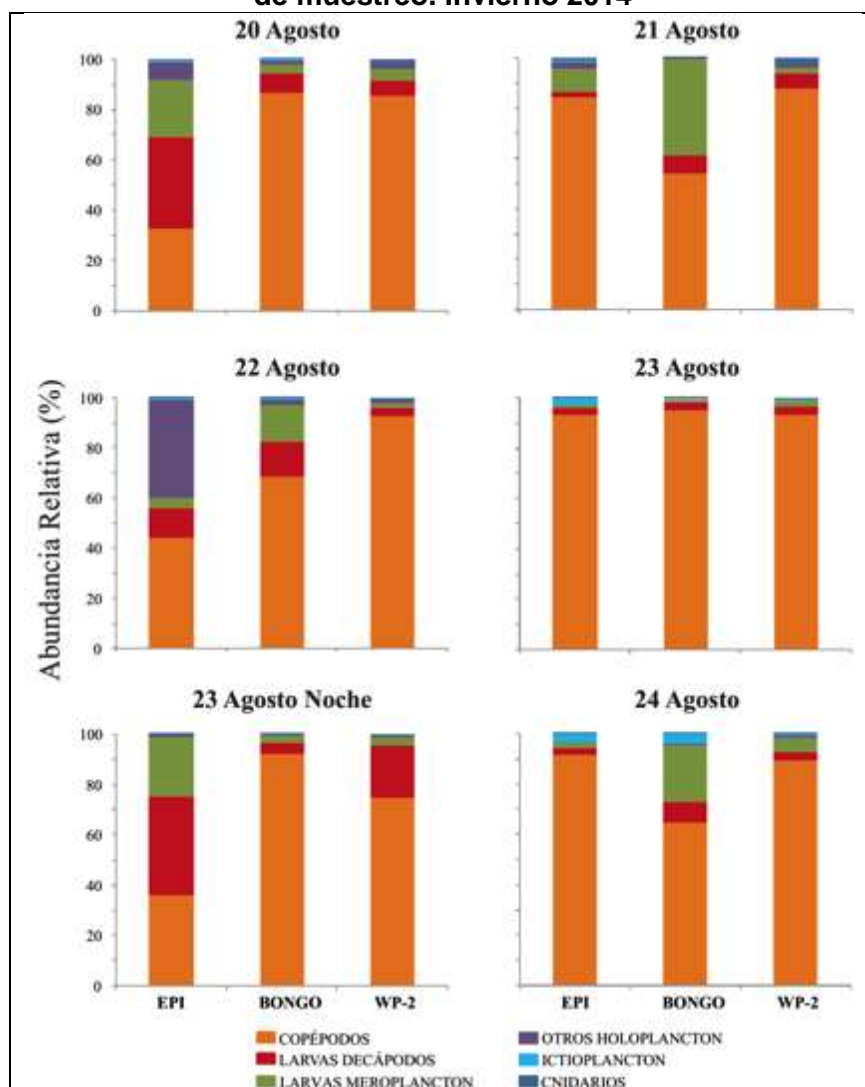
La categoría de las larvas de decápodos estuvo representada por 39 taxa (entre zoeas, megalopas y mysis), donde los organismos más abundantes fueron las zoeas de *Pilumnoides perlatus* y las zoeas de *Taliepus dentatus*, las cuales presentaron máximos de abundancia de 114.535 y 42.913 individuos/100 m<sup>3</sup> (muestreo nocturno en la capa superficial).

Finalmente, el ictioplancton estuvo representado por 26 taxa (entre huevos y larvas de peces) de los cuales los huevos de *Normanichthys crockeri* (máximo de 6.828 individuos/100 m<sup>3</sup> en red Epineustónica) y los huevos de *Merluccius gayi gayi* (máximo de 1.104 individuos/100 m<sup>3</sup> en red Bongo) fueron los más abundantes.

En cuanto a la contribución porcentual por categorías (Figura EMB-9), a lo largo de todo el periodo de muestreo los copépodos representaron más del 54% de la comunidad zooplanctónica en la capa subsuperficial y de fondo, mientras que en la capa superficial la contribución de estos organismos fue variable fluctuando entre un 32,4% y un 93,3%. A pesar de presentar una menor abundancia relativa en comparación con los copépodos, el grupo de otras larvas meroplanctónicas también destacó por su abundancia en la capa superficial y en la capa subsuperficial. El grupo de otros componentes del meroplancton destacó por su abundancia sólo en la capa superficial (39,6%) Las larvas de decápodos presentaron la mayor abundancia relativa el 20 de agosto (36,54%) y 23 de agosto Noche

(38,84%) en la capa superficial de la columna de agua. Los cnidarios y el ictioplancton a lo largo de todo el periodo y en las distintas capas de la columna de agua evaluadas presentaron una abundancia relativa inferior al 4%.

**Figura EMB-9: Abundancia relativa (%) de cada categoría de zooplancton para cada día de muestreo. Invierno 2014**



Fuente: Físioaqua

El patrón de abundancia total de las distintas categorías de organismos zooplanctónicos a lo largo del periodo de estudio (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2014) exhibió desde el 20 de agosto al 22 de agosto que la mayor abundancia total (~200.000 individuos/100 m<sup>3</sup>) se registró en la capa subsuperficial (red Bongo). Por otro lado el 23 de agosto la mayor abundancia se registró en la capa superficial (red Epineustónica) en el día y en la noche (427.340 y 685.158 individuos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente), y en el muestreo de noche se alcanzó la máxima abundancia de todo el periodo, representada principalmente por larvas de decápodos (266.088 individuos/100 m<sup>3</sup>), copépodos (248.216 individuos/100 m<sup>3</sup>) y otras larvas meroplanctónicas (164277 individuos/100 m<sup>3</sup>). El 24 de agosto la máxima abundancia



se concentró en la capa superficial (red Epineustónica) y ésta no superó los 200.000 individuos/100 m<sup>3</sup>.

Los puntos LV-CN y LV-CS, ubicados al exterior de la bahía, hacia el norte y sur, respectivamente, a lo largo de todo el periodo evaluado presentaron una abundancia total de organismos zooplanctónicos menor a la de los puntos ubicados en el interior de la bahía, además esta abundancia se presentó principalmente en la capa de fondo.

### Análisis de Similitud

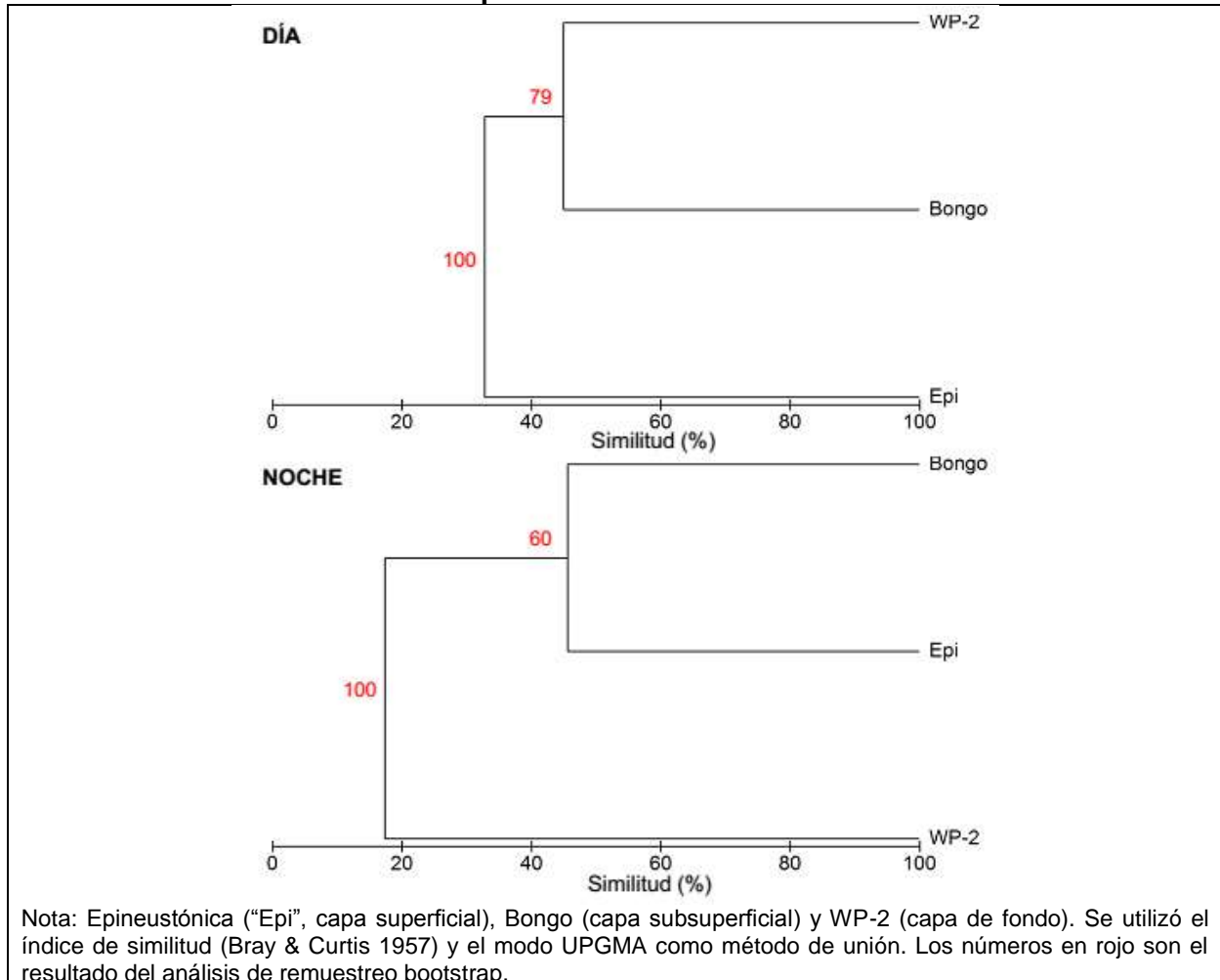
Durante el día, la mayor similitud entre redes de muestreo -las cuales representan distintas capas de la columna de agua- (Figura EMB-10) se presentó entre la capa subsuperficial (red Bongo) y la de fondo (red WP-2) (Similitud 45%, Bootstrap 63%), mientras que en el muestreo de noche las capas de la columna de agua que presentaron mayor similitud entre sí fueron la capa superficial (red Epineustónica) con la subsuperficial (red Bongo) (Similitud >45%, Bootstrap 60%).

En cuanto a la agrupación de los puntos de muestreo se observó que en la capa superficial (red Epineustónica) (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2014) durante el día se presentó mayor similitud entre los puntos LV-5 y LV-7 (Similitud >70%, Bootstrap 60%) ubicados en el sur de la bahía y entre los puntos LV-3 y LV-8 ubicados en el centro de la bahía (Similitud >85%, Bootstrap 66%). Por otro lado, en el muestreo realizado durante la noche los puntos con mayor similitud fueron LV-7 y LV-8 (Similitud >75%, Bootstrap 96%) ubicados en el sector sur de la bahía.

En los muestreos de día, la capa subsuperficial (red Bongo) (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2014) presentó dos agrupaciones principales: los puntos LV-1 y LV-2 (Similitud ~70%, Bootstrap 78%) y los puntos LV-5 y LV-6 (Similitud >65%, Bootstrap 61%), los cuales se encuentran en el norte y en el sur de la bahía, respectivamente. En el muestreo de noche los puntos con mayor similitud fueron LV-3 y LV-7, ubicados en el centro y norte de la bahía.

En la capa de fondo (red WP-2) (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2014) durante el día se observaron dos agrupaciones con mayor similitud, la primera conformada por los puntos LV-1 y LV-4 (Similitud >85%, Bootstrap 64%) ubicados en el centro norte de la bahía y la segunda conformada por los puntos LV-1, LV-3, LV-4 y LV-CS (Similitud >75%, Bootstrap 59%) ubicados dentro y en el exterior de la bahía. En el muestreo de noche con excepción del punto LV-1, todos los puntos presentaron una similitud cercana al 60% (Bootstrap 64%).

**Figura EMB-10: Dendrograma de agrupamiento de las distintas redes para capturar zooplancton. Invierno 2014**

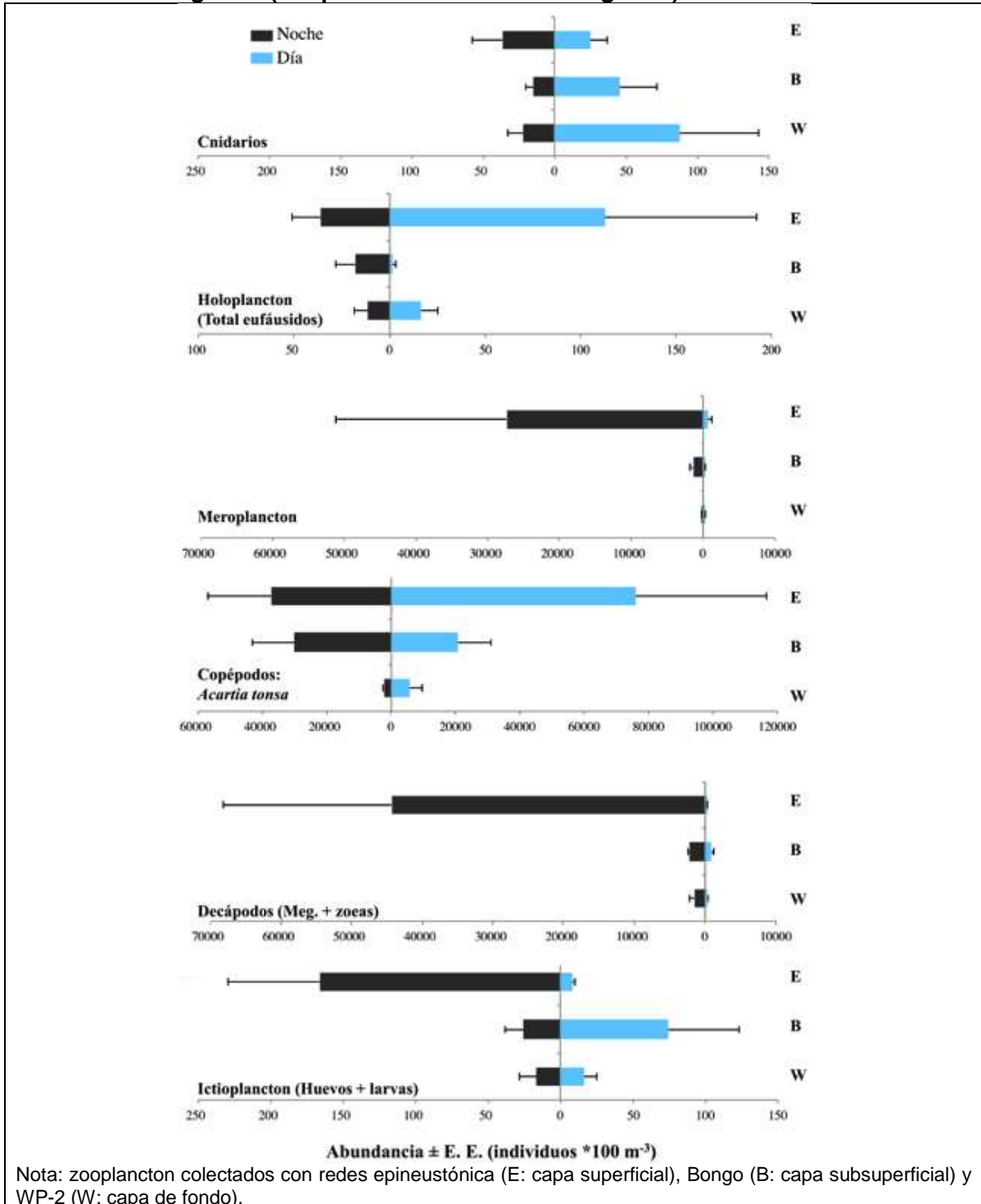


Fuente: Fisiografía

El análisis de la distribución vertical promedio día/noche de las distintas categorías de organismos zooplanctónicos o representantes de cada categoría, seleccionados por su alta abundancia, (Figura EMB-11), muestra que los cnidarios presentaron su mayor abundancia durante el día, especialmente en la capa de fondo (red WP-2) con una abundancia de  $88 \pm 55$  individuos/100 m<sup>3</sup>. La categoría de otros organismos holoplanctónicos, representado por los eufáusidos (larvas y adultos), se distribuyó principalmente en la capa superficial (red Epineustónica) durante el día con  $112,6 \pm 79,6$  individuos/100 m<sup>3</sup>. La categoría de otros organismos meroplanctónicos presentó su mayor abundancia en la noche, principalmente en la capa superficial (red Epineustónica) con  $27.379,5 \pm 23.725$  individuos/100 m<sup>3</sup>. Los copépodos representados por la especie *Acartia tonsa*, presentaron su máxima abundancia en la capa superficial (red Epineustónica) y de fondo (red WP-2) en el día ( $75.882,5$  y  $5.762$  individuos/100 m<sup>3</sup>), mientras que en la capa subsuperficial (red Bongo) la máxima abundancia se presentó en la noche ( $29.981,5$  individuos/100 m<sup>3</sup>). Los decápodos presentaron la máxima abundancia en la noche, en particular en la capa superficial (red Epineustónica) con  $44.348 \pm 23799,5$  individuos/100 m<sup>3</sup>. El ictioplancton presentó la abundancia máxima ( $>150$  individuos/100 m<sup>3</sup>) en la capa superficial (red Epineustónica)

durante la noche, en la capa subsuperficial (red Bongo) la abundancia fue mayor durante el día y en la capa de fondo (red WP-2) la abundancia fue similar en el día y la noche.

**Figura EMB-11: Distribución vertical promedio ( $\pm$ E.E.) día/noche de las distintas categorías (o representantes de las categorías). Invierno 2014**



## Índices ecológicos

Los índices ecológicos de la comunidad zooplanctónica (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2014) exhibieron que la mayor riqueza ( $S=55$  taxa) se registró el 23 de agosto (muestreo nocturno), en la capa superficial (red epineustónica) de los puntos LV-2 y LV-7 ubicados dentro de la bahía. Por otro lado, la menor riqueza ( $S=6$  taxa) se registró el 20 de agosto en la capa de fondo del punto LV-6 el cual se encuentra ubicado en el sector externo de la bahía.

La mayor abundancia total de individuos ( $N=301.075$  individuos/ $100\text{ m}^3$ ) se registró el día 23 de agosto (muestreo nocturno) en la capa superficial (red epineustónica) del punto LV-4 ubicado dentro de la bahía, mientras que la menor abundancia ( $N=327$  individuos/ $100\text{ m}^3$ ) se registró el 24 de agosto en la capa superficial (red epineustónica) del punto LV-6 ubicado en el exterior de la bahía.

El índice de diversidad de Shannon más alto ( $H'=2,490$ ) se registró el 20 de agosto en la capa subsuperficial (bongo) del punto LV-1 ubicado dentro de la bahía, mientras que el valor más bajo ( $H'=0,036$ ) se registró el día 24 de agosto en la capa superficial (red epineustónica) del punto LV-4, también ubicado dentro de la bahía.

Finalmente, el índice de equidad fue mayor ( $J'=0,856$ ) el día 20 de agosto en la capa de fondo (red WP-2) del punto LV-1 ubicado dentro de la bahía, mientras que la menor equidad ( $J'=0,012$ ) se registró el 24 de agosto en la capa superficial (red epineustónica) del punto LV-4 ubicado también dentro de la bahía.

## Variabilidad de meroplancton de importancia comercial

En la campaña de invierno 2014, se registraron 15 taxa de importancia comercial pertenecientes a moluscos, decápodos y peces (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2014).

Entre los moluscos se registraron larvas de loco (*Concholepas concholepas*) y de pulpo (*Octopus* sp.), estas últimas se presentaron en menor abundancia y sólo en la capa subsuperficial (red Bongo), mientras que las larvas de loco se presentaron en todas las capas de la columna de agua, con una abundancia máxima promedio de 15,9 individuos/ $100\text{ m}^3$  en la capa superficial (red Epineustónica).

Entre los decápodos se registraron 7 taxa, entre los cuales destacaron por su alta abundancia las megalopas y zoeas de panchote (*Talipes dentatus*) y las zoeas de jaiba limón (*Cancer porteri*) las que se presentaron principalmente en la capa superficial (red Epineustónica) con una abundancia promedio de 1.043 y 86 individuos/ $100\text{ m}^3$ , respectivamente. Las zoeas de jaiba mora (*Homalaspis plana*) también presentaron una alta abundancia en la capa subsuperficial (41 individuos/ $100\text{ m}^3$ ).

Entre los peces se registraron 6 taxa de importancia comercial entre los cuales destacan los huevos de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) con una abundancia promedio máxima de 20 individuos/ $100\text{ m}^3$  en la capa subsuperficial (red Bongo). En las capas superficial (red Epineustónica) y subsuperficial (red Bongo) también se registraron distintos estados de desarrollo de cabrilla (*Sebastes oculatus*), anchoveta (*Engraulis ringens*) y machuelo (*Ethmidium maculatum*) las cuales no superaron los 0,6 individuos/ $100\text{ m}^3$ .

## Fitoplancton

### Abundancia y estructura comunitaria

De un total de 55 muestras de fitoplancton analizadas, se determinó que la comunidad fitoplanctónica estuvo representada por 125 taxa entre las categorías de: diatomeas, dinoflagelados y otros componentes fitoplanctónicos (representados por ciliados, tintínidos y silicoflagelados)

Las diatomeas estuvieron representadas por 86 taxa siendo la especie *Corethron criophilum* la más abundante y frecuente a lo largo del estudio (máximo de abundancia de 1.546 cél./L).

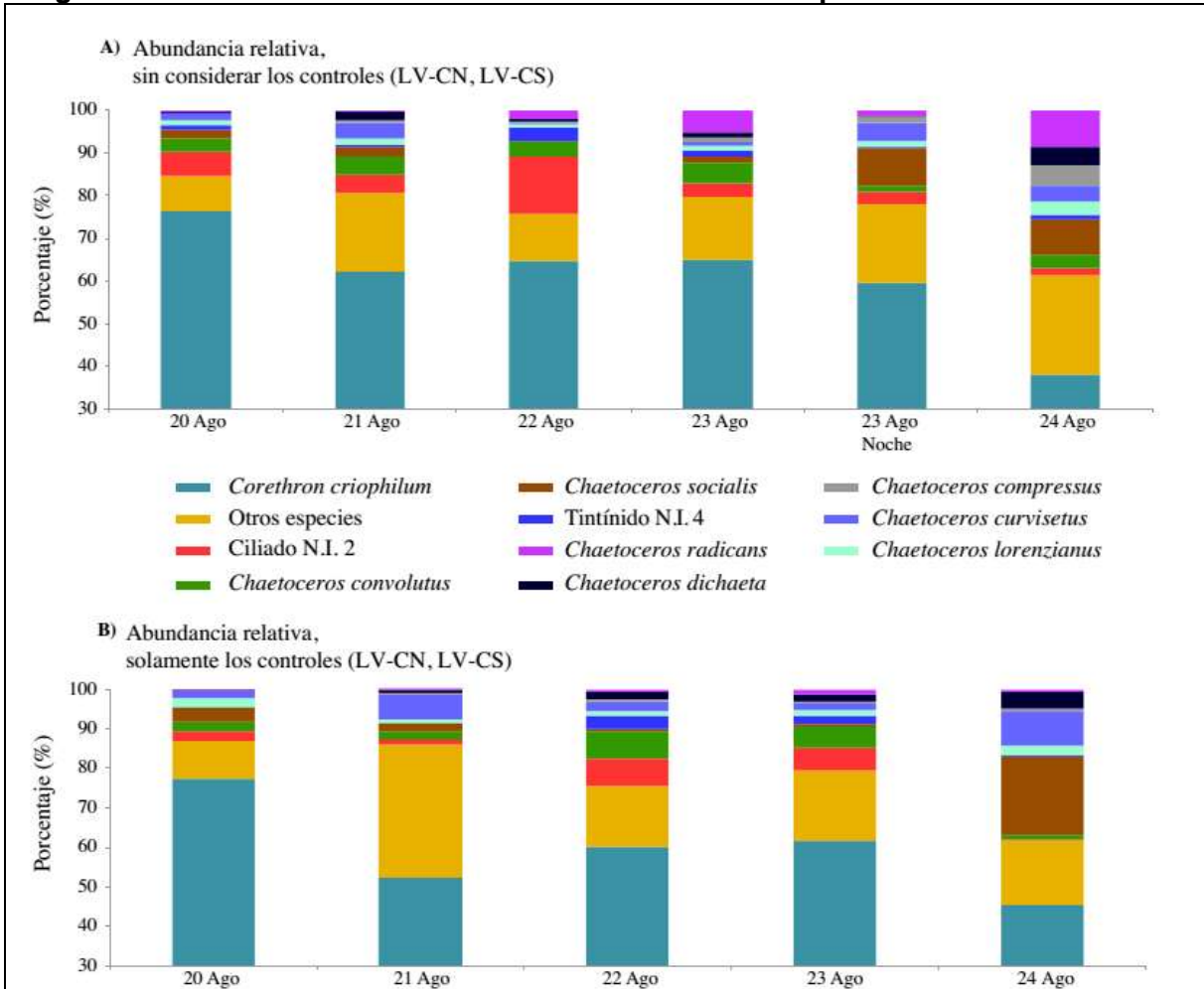
Los dinoflagelados estuvieron representados por 29 taxa, sin embargo, sus abundancias en esta campaña fueron bajas y bastante ocasionales, siendo *Neoceratium extensum* el dinoflagelado que presentó una abundancia máxima de 5 cél./L.

Finalmente, los otros componentes fitoplanctónicos estuvieron representados por 11 taxa, mayormente ciliados no identificados (NI) (N.I. 2, máximo de 347 cél./L), y que además presentó una alta frecuencia de ocurrencia en los distintos días y puntos de muestreo. Menos relevante fue el tintínido no identificado (N.I 4) con abundancias máximas de 135 cél./L (el día 22 de agosto en el punto LV-6).

En relación a la contribución de los taxa más representativos (Figura EMB-12) se observó que en la bahía Conchalí, en el periodo de muestreo la comunidad fitoplanctónica presentó una notoria dominancia de *Corethron criophilum* en todo el periodo de estudio con porcentajes  $\geq 60\%$  a excepción del día 24 de agosto (38%). Por otra parte, el resto de los taxa que formaron parte de la comunidad no presentaron abundancias relativas superiores al 14%. Los puntos control presentaron un patrón similar al de los puntos de la bahía donde *Corethron criophilum* fue dominante durante todo el periodo de muestreo (45%).

Otro taxa que destacó en los puntos controles fue *Chaetoceros socialis* con 20% el 24 de agosto.

Figura EMB-12: Abundancia relativa de la comunidad fitoplanctónica. Invierno 2014



Fuente: Fisisoaqua

En cuanto a la variación temporal de la comunidad en la bahía Conchalí (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2014) se observó que la abundancia presentó gran variabilidad que se puede reflejar en la desviación estándar de los promedios de abundancias. Las diatomeas presentaron su mayor abundancia los días 21 y 24 de agosto ( $721 \pm 544$  y  $720 \pm 1.369$  cél./L) mientras que el grupo de los otros componentes fitoplanctónicos presentaron su máxima abundancia el día 22 de agosto ( $142 \pm 190$  cél./L). Por otra parte, la variación espacial exhibió que pese a la gran variabilidad, el punto LV-6 (punto más alejado de la costa) presentó los máximos valores de abundancia promedio de diatomeas ( $1.158 \pm 1.651$  células $\cdot$ L $^{-1}$ ) y de otros organismos fitoplanctónicos ( $121 \pm 205$  cél./L).

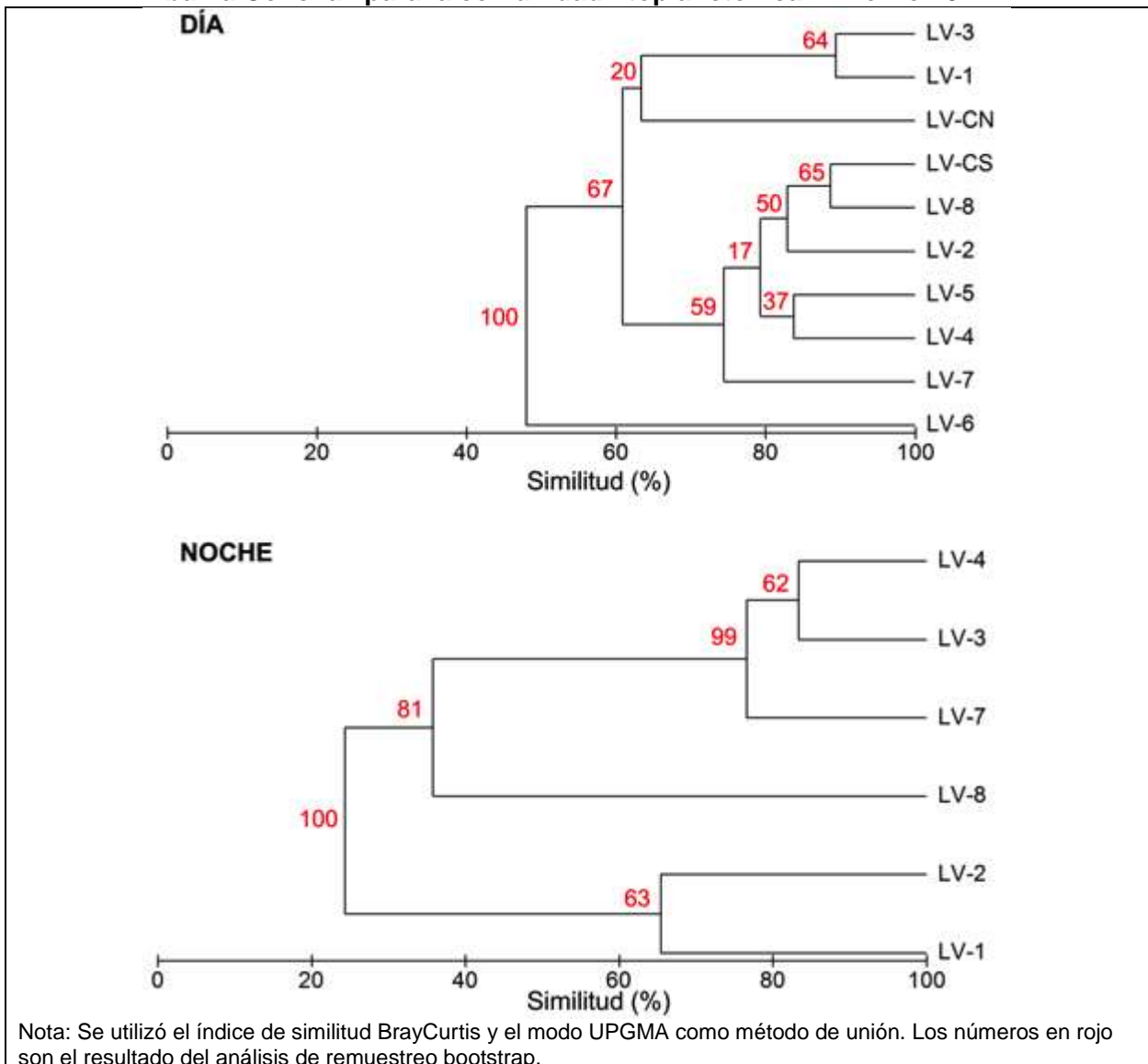
Considerando la variabilidad de las abundancias en los puntos controles, el sector norte LV-CN fue donde se registró la mayor abundancia total de diatomeas ( $2.058$  cél./L) mientras que los otros componentes fitoplanctónicos presentaron abundancias importantes tanto en la zona norte LV-CN y sur LV-CS los días 22 y 24 de agosto (abundancias  $> 34$  cél./L).

### Análisis de similitud

La agrupación de los puntos de muestreo considerando la composición y la abundancia de las especies/taxa fitoplanctónicas registrada en invierno en bahía Conchalí (Figura EMB-13) muestra que en general durante el día, y con excepción del punto LV-6 ubicado al centro de la bahía más alejado de la costa, todas las estaciones presentaron una similitud de más del 60% (Bootstrap 67%).

Por otro lado, en el muestreo nocturno (realizado el 23 de agosto) destaca la agrupación que incluye los puntos LV-3, LV4 y LV-7 (Similitud 80%, Bootstrap 99%), todos ubicados en el centro de la bahía. También destaca la agrupación conformada por los puntos LV-1 y LV-2 con más de un 65% de similitud (Bootstrap 63%) los cuales se ubican en el norte de la bahía.

**Figura EMB-13: Dendrograma de agrupamiento de las estaciones de muestreo en bahía Conchalí para la comunidad fitoplanctónica. Invierno 2014**



Fuente: Físioaqua

## Índices ecológicos del fitoplancton

Los índices ecológicos de la comunidad fitoplanctónica (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2014) muestran que la mayor riqueza ( $S=53$  taxa) se presentó el 22 de agosto en el punto LV-3 ubicado en el centro de la bahía. Por otro lado, la menor riqueza ( $S=4$  taxa) se presentó el 23 de agosto (muestreo nocturno) en el punto LV-2 el cual se encuentra ubicado en el sector norte de la bahía.

La mayor abundancia total de células fitoplanctónicas ( $N=4.145$  cél./L) se observó el 24 de agosto en el punto LV-6 ubicado en el centro de la bahía alejado de la costa, mientras que la menor abundancia ( $N=34$  cél./L) se presentó el 23 de agosto (muestreo nocturno) en el punto LV-2 el cual se encuentra ubicado en el sector norte de la bahía.

El índice de diversidad de Shannon más alto ( $H'=2,521$ ) se presentó el 22 de agosto en el punto LV-CS ubicado hacia el sur en el exterior de la bahía, mientras que el valor más bajo ( $H'=0,243$ ) se registró el día 23 de agosto (muestreo nocturno) en el punto LV-2 el cual se encuentra ubicado en el sector norte de la bahía.

Finalmente, el índice de equidad fue mayor ( $J'=0,728$ ) el 24 de agosto en el punto LV-2, mientras que la menor equidad ( $J'=0,176$ ) se registró el 23 de agosto (muestreo nocturno) también en el punto LV-2, el cual se encuentra ubicado en el sector norte de la bahía.

## **Variabilidad espacial y temporal del plancton**

Cada uno de los grupos seleccionados: diatomeas, copépodo *Acartia tonsa*, megalopas de crustáceos decápodos e ictioplancton (larvas de peces) corresponden a grupos disímiles pero representativos de la columna de agua. Conocer los patrones de distribución y abundancia de estos grupos sirve para entender el acople que pueden tener con otros forzantes físicos que dominan en el sistema (e.g. vientos, mareas, corrientes). Las distribuciones clasificadas por fecha y estrato de muestreo se presentan en el Anexo EMB-4, campaña invierno 2014.

### Diatomeas

La abundancia de diatomeas se distribuyó de manera heterogénea, concentrándose su mayor abundancia (4.080 cél./L) en el punto al exterior de la bahía (punto LV-6), sin embargo, su abundancia fue intermedia pero estable hacia la zona norte y centro de la bahía.

### Copépodo *Acartia tonsa*

La abundancia del copépodo *Acartia tonsa* presentó su mayor abundancia en la capa superficial de la columna de agua disminuyendo progresivamente hacia la capa de fondo evidenciando las preferencias de esta especie de copépodo por habitar en los primeros metros de la columna de agua. Notoria fue la abundancia de un foco observado en la capa superficial en el centro de la bahía (punto LV-4) el día 23 de Agosto. La máxima abundancia (219.640 individuos/100 m<sup>3</sup>) se observó en el muestreo diurno mientras que una abundancia menor (129.855 individuos/100 m<sup>3</sup>) se registró en el muestreo nocturno. Durante el resto del período no se observaron abundancias superiores a los 94.460 individuos/100 m<sup>3</sup>.



En la capa subsuperficial, los máximos de abundancia se observaron los días 23 de agosto durante el día con máximos de 63.296 individuos/100 m<sup>3</sup> en el punto LV-3 y durante la noche en el punto LV-8 con máximos de 89.678 individuos/100 m<sup>3</sup>.

En la capa de fondo se observó una mayor concentración de organismos en el punto LV-3 al centro de la bahía (punto LV-3) con abundancias de 22728 individuos/100 m<sup>3</sup>.

### Megalopas de decápodos

En la capa superficial se registró sólo un foco importante el día 23 de agosto (muestreo nocturno) en la zona norte de la bahía (punto LV-2) con máximos de 150 individuos/100 m<sup>3</sup>. Durante los muestreos realizados en el día en esta misma fecha y punto se presentaron valores menos importantes (70 individuos/100 m<sup>3</sup>) mientras que los demás días evaluados su abundancia se limitó a valores menores a 41 individuos/100 m<sup>3</sup>.

En la capa subsuperficial el principal foco de organismos (170 individuos/100 m<sup>3</sup>) se mantuvo en rangos muy similares a la capa superficial pero este se observó en la zona sur de la bahía (punto LV-8) el 21 de agosto. En relación a los demás días de estudio, las megalopas no presentaron otros peak de abundancias importantes salvo el día 22 de agosto con 50 individuos/100 m<sup>3</sup> en el día LV-7.

En la capa de fondo no se registró presencia de megalopas.

### Larvas de peces

En la capa superficial las larvas de peces registraron el foco de abundancia más importante durante el muestreo nocturno realizado el día 23 de agosto en el sector sur de la bahía (punto LV-8) con abundancias máximas de 320 individuos /100 m<sup>3</sup>, siendo en general las abundancia de todos los puntos más altas que las observadas durante los otros días.

En la capa subsuperficial, la mayor abundancia se registró entre el 20 al 24 de agosto, encontrándose el mayor valor (290 individuos/100 m<sup>3</sup>) el día 23 de agosto en el punto LV-7. Un segundo foco de abundancia se registró en la zona norte de la bahía (LV-1) con 199 individuos/100 m<sup>3</sup>.

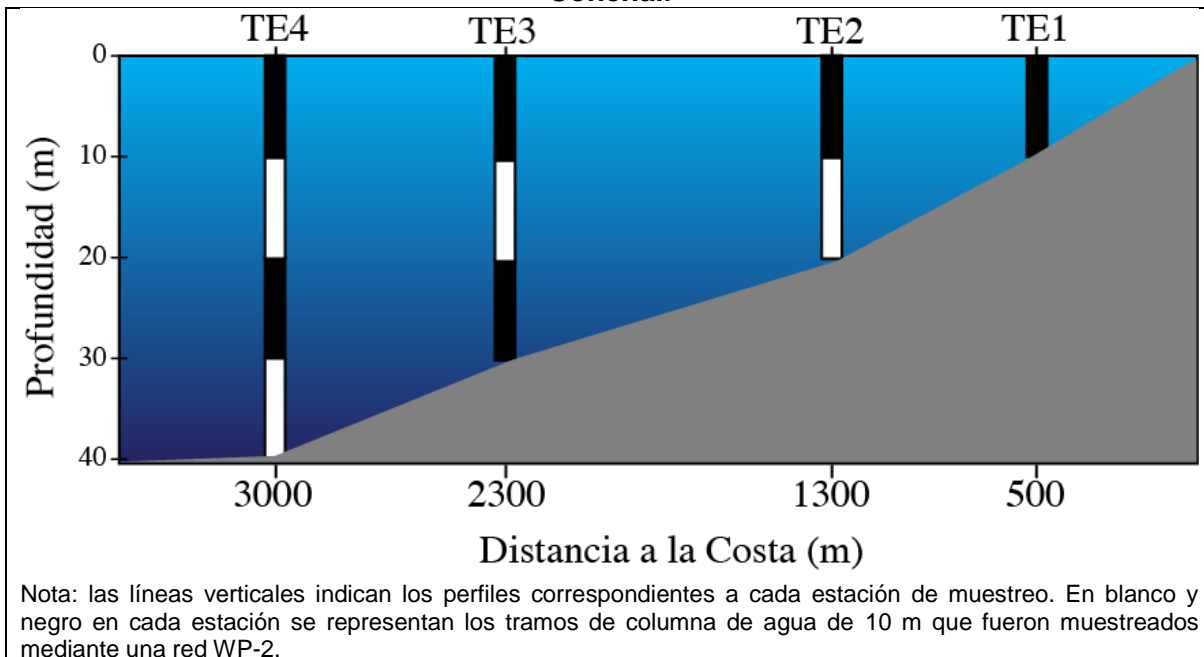
En la capa de fondo, la concentración de larvas de peces disminuyó notablemente registrándose varios focos a lo largo del periodo de muestreo, distribuidos en la zona centro y norte de la bahía. La máxima concentración 84 individuos/100 m<sup>3</sup> se observó en el punto LV-2. Hay que considerar, sin embargo, que las larvas de peces son buenas nadadoras y que la red WP-2 no es la más apropiada para su captura.

### **Variación espacial y abundancia del zooplancton en distintos estratos de la columna de agua**

Con el objetivo de conocer los patrones de distribución y abundancia del zooplancton a distintas profundidades y distancias de la costa en la bahía Conchalí, en la cercanías del lugar de captación de agua del Proyecto, se realizó un muestreo adicional o “transecto especial”, en los puntos TE1, TE2, TE3 y TE4 (ver ubicación en Figura EMB-8). El 22 de agosto se realizaron 10 lances verticales utilizando la red WP-2, obteniéndose muestras en

un mismo punto a diferentes estratos de la columna de agua (cada 10 m de profundidad, Figura EMB-14). Conjuntamente, en cada punto se realizaron perfiles de CTD.

**Figura EMB-14: Esquema de muestreo del transecto especial de zooplancton en bahía Conchalí**



Fuente: Físioaqua

Se analizaron en detalle cada uno de los 6 grupos más relevantes del zooplancton presentes las muestras colectadas (cnidarios, holoplancton, meroplancton, copépodos, decápodos e ictioplancton). Se distinguieron patrones espaciales de abundancia, tanto a lo largo del transecto como a distintas profundidades. En general, todos los grupos mostraron un patrón de mayor abundancia en los primeros estratos de la columna de agua, sin embargo, las abundancias de algunos grupos varió en relación la cercanía a la costa. Durante los muestreos efectuados no se evidenció un gradiente térmico marcado. A continuación se describen los patrones de distribución y abundancia de los 6 grupos principales además de las principales zoeas de decápodos de importancia comercial.

### Cnidarios

Este grupo mostró una mayor abundancia en los puntos más alejados de la costa y en los estratos más superficiales, no superando los 2.000 individuos/100 m<sup>3</sup> en los primeros 10 metros de la columna de agua. A mayor profundidad, en todos los puntos, el número de individuos disminuyó. Las especies dominantes fueron *Obelia* sp. y *Phialella quadrata* (Figura EMB-15, A).

### Holoplancton

En general se encontró un bajo número de organismos holoplanctónicos (sin considerar los copépodos) en todo el “transecto especial”, sin embargo, destacó una mayor abundancia en el punto más somero y cercano a la costa de larvas de Eufáusidos, *Tomopteris* sp. y *Pleurobrachia* sp. (Figura EMB-15, B).

### Meroplancton

Al igual que el grupo anterior, el meroplancton (sin considerar larvas de decápodos ni de peces) mostró en general una baja abundancia a lo largo del transecto aunque se observó un mayor número en el sector somero y costero representado por *Membranipora* sp. Nauplios de cirripedios y larvas véliger. Los misidáceos, dominaron los sectores más profundos y alejados de la costa (Figura EMB-15, C).

### Copépodos

Los copépodos fueron más abundantes a profundidades intermedias en los sectores más alejados de la costa. La mayor abundancia de aproximadamente de 30.000 individuos/100 m<sup>3</sup> se presentó a los 10 metros en el punto TE-3 siendo *Acartia tonsa* la especie más representativa. Además de esta especie, los copepoditos y *Paracalanus* cf. *indicus* predominaron en distintos estratos a lo largo de este transecto (Figura EMB-16, A).

### Larvas de crustáceos decápodos

La mayor abundancia para este grupo se registró en los estratos más someros de la columna de agua, especialmente en el punto TE-3 con aproximadamente 10.000 individuos/100 m<sup>3</sup>, siendo los principales representantes las zoeas de *Allopetrolisthes angulosus* y *Pilumnoides perlatus* (Figura EMB-16, B).

### Ictioplancton

Solamente en dos puntos (TE-4 y TE-2) de los estratos más someros se observaron larvas y huevos de peces. Estos estuvieron representados por una baja abundancia de huevos de *Stromateus stellatus* y Larva de *Helcogrammoides chilensis*. (Figura EMB-16, C).

### Zoeas de decápodos de importancia económica

Las zoeas de especies de importancia económicas observadas durante los muestreos en este transecto (Figura EMB-17) exhibieron una mayor abundancia en los estratos más someros. Al igual que las restantes larvas de crustáceos decápodos, en el punto TE-3 somero se registró la mayor abundancia de especies (aprox. 2.000 individuos/100 m<sup>3</sup>) representada por *Cancer porteri* (Jaiba Limón) y *Taliepus dentatus* (Panchote).

Figura EMB-15: Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 22 de agosto 2014

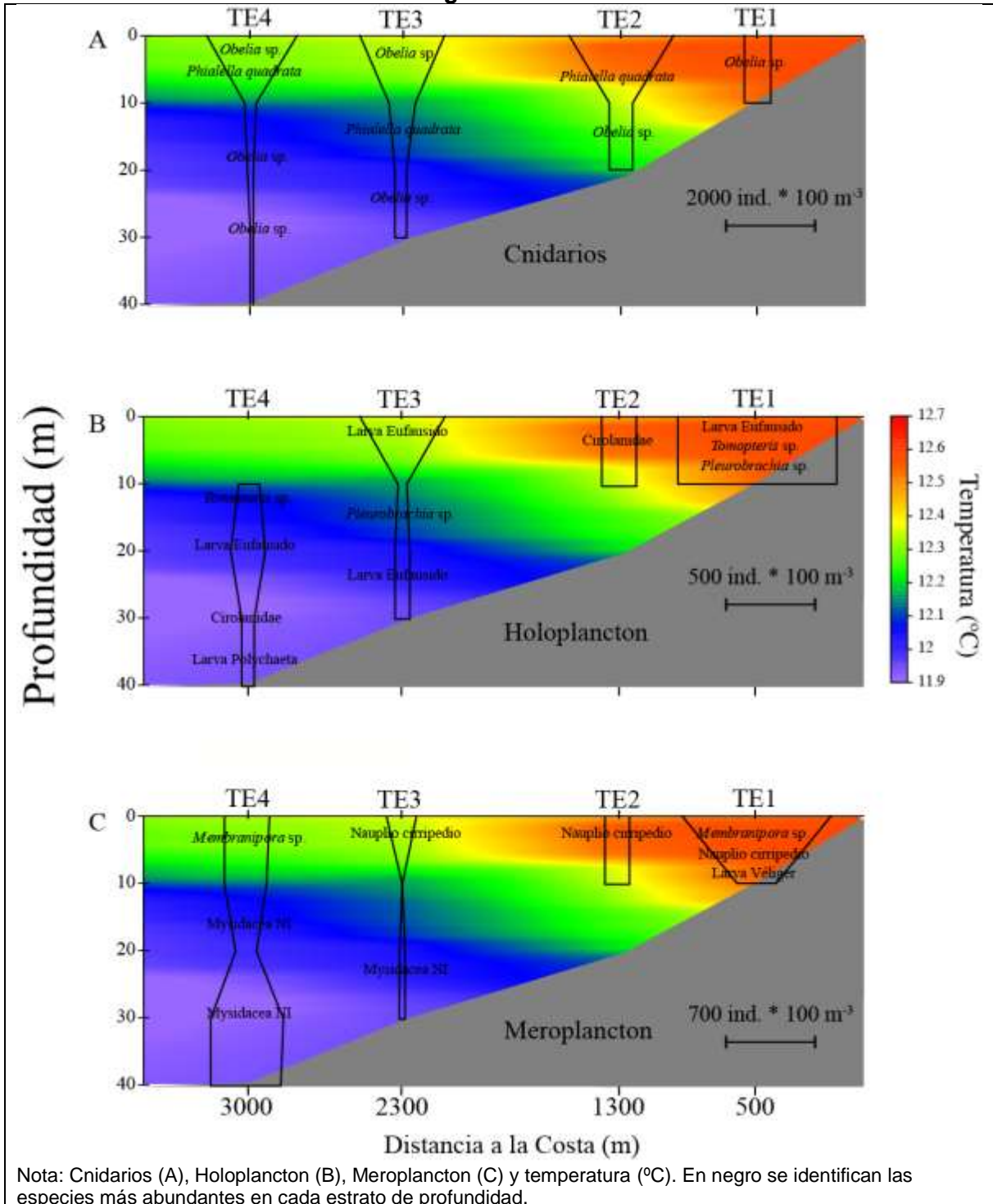
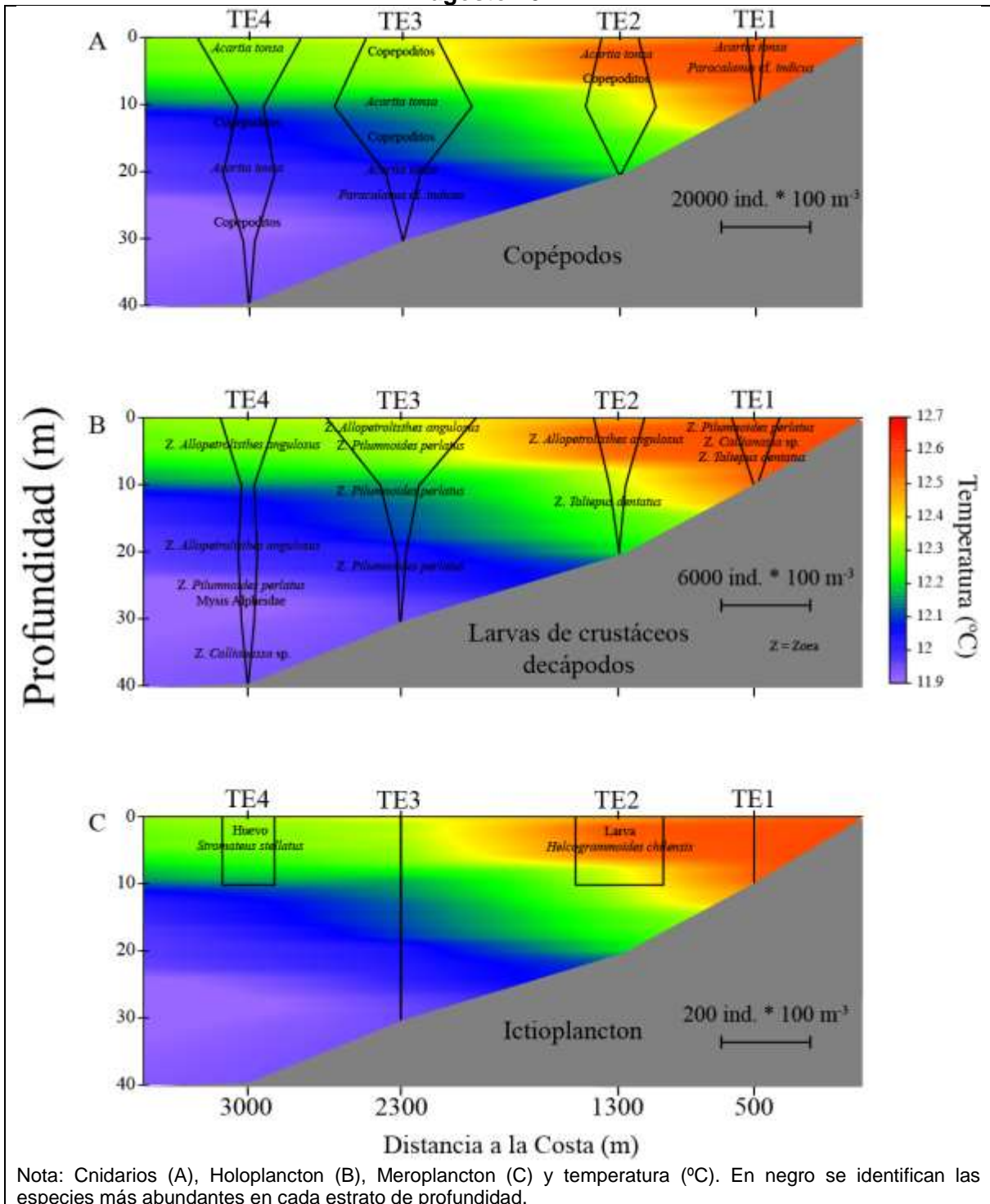
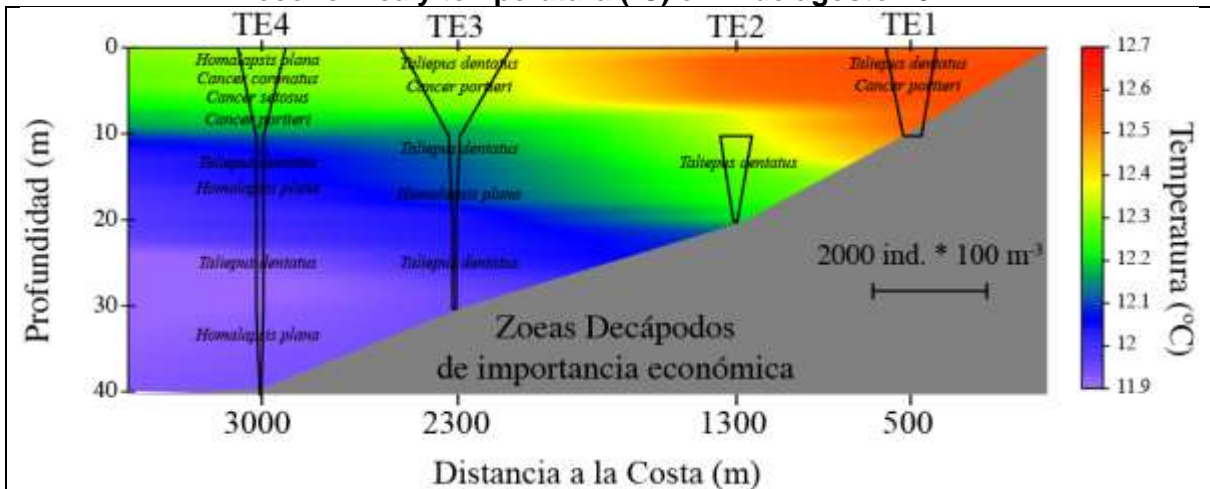


Figura EMB-16: Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 22 de agosto 2014



**Figura EMB-17: Perfiles de abundancia de zoeas de decápodos de importancia económica y temperatura (°C) el 22 de agosto 2014**



Nota: en negro se identifican las especies más abundantes en cada estrato de profundidad. las distintas especies de importancia económica son: *Homalapsis plana* (Jaiba Mora), *Cancer coronatus* (Jaiba Reina), *Cancer setosus* (Jaiba Peluda), *Cancer porteri* (Jaiba Limón) y *Taliepus dentatus* (Panchote)

Fuente: Físioaqua

### Resumen resultados invierno 2014

Se observó que la mayor abundancia de organismos zooplanctónicos ocurrió en puntos al interior de la bahía (área de influencia) en comparación con lo registrado en puntos fuera de esta.

Se observó una diversidad total de 171 taxa de zooplancton, donde los copépodos fueron el grupo que contribuyó con la mayor abundancia a la comunidad zooplanctónica, destacando el copépodo *Acartia tonsa*. En la capa superficial también fueron importantes por su abundancia otros organismos holoplanctónicos y también las larvas de decápodos, como el poliqueto *Tomopteris* sp. y las zoeas de *Taliepus dentatus*. En general, los organismos holoplanctónicos exhibieron una mayor abundancia durante el día, mientras que los organismos meroplanctónicos exhibieron una mayor abundancia durante la noche.

La comunidad fitoplanctónica presentó un total de 125 taxa, la cual estuvo principalmente representada por diatomeas, entre las cuales destacaron por su abundancia las especies *Corethron criophilum* al interior de la bahía, mientras que *Chaetoceros socialis* fue relevante en los puntos ubicados al exterior de la bahía (controles).

Los resultados provenientes de un set especial de cuantificaciones de zooplancton a distintas profundidades y distancias de la costa (transecto especial), y que pasa por el punto donde se ubicaría la captación de agua para el proyecto de planta desalinizadora, indican que la zona más somera de la columna de agua es donde se distribuye la mayor parte del zooplancton analizado.

La concentración de clorofila "a" fue mayor en los puntos más cercanos a la costa en puntos al interior de bahía Conchalí, mientras que la concentración de feopigmentos, si bien exhibió una importante variabilidad espacial y temporal, fue más mayor en puntos fuera de la bahía.



En cuanto a la distribución espacial y temporal de la concentración de nutrientes, el fosfato y el nitrato presentaron valores similares en los puntos ubicados al interior y al exterior de la bahía. La concentración de sílice fue variable en su distribución espacial. Mientras que el nitrito, presentó la menor concentración en los puntos ubicados más al centro de la bahía.

La temperatura y la concentración de oxígeno presentaron un patrón similar en el cual los mayores valores de estas variables se presentaron en la capa superficial de la columna de agua los que fueron disminuyendo conforme aumentó la profundidad, en contraste, la salinidad presentó un patrón inverso en el cual, los menores valores se presentaron en la capa superficial aumentando hacia la capa de fondo. Con respecto a la variación temporal de las variables físico-químicas, hacia finales del periodo de estudio la columna de agua se presentó más cálida y oxigenada. El conjunto de estas variables, sin embargo, evidencia una columna en general poco estratificada donde la capa de mezcla aparece como bastante amplia lo que no es extraño para esta época del año.

El viento predominante durante el periodo de estudio fue desde el norte el cual, además de la marea, influyó en el patrón de circulación en la bahía, aspecto que fue evidenciado por las trayectorias seguidas por los derivadores.

➤ Primavera 2014

## Zooplankton

### Abundancia y estructura comunitaria

De un total de 198 muestras de plancton obtenidas con las redes Epineustónica, Bongo y WP-2 (66 muestras por cada red) durante el periodo de estudio (11 al 16 de noviembre), se registró un total de 223 especies/taxa (incluyendo diferentes fases de desarrollo de especies de crustáceos decápodos y peces) los que fueron agrupados en las siguientes categorías: (1) Cnidarios, (2) Otros Holoplancton, (3) Larvas Meroplancton, (4) Copépodos, (5) Larvas de decápodos, (6) Ictioplancton. Cada una de estas categorías presenta características físicas y de comportamiento que pueden asumirse equivalentes. En el siguiente párrafo se detallan las especies/taxa más relevantes dentro de cada categoría según su abundancia.

Los cnidarios estuvieron representados por 15 taxa, destacando por su abundancia las hidromedusas *Phialella quadrata* y *Obelia* sp., las cuales presentaron máximos de abundancia de 7.062 y 1.886 individuos/100 m<sup>3</sup>, los que se presentaron el 11 de noviembre (red WP-2) y el 15 de noviembre (red Bongo), respectivamente.

La categoría de otros componentes del holoplancton estuvo representada por 45 taxa, destacando por su abundancia los eufaúsidos, representados por las larvas caliptopis (máximo de 1.285.632 individuos/100 m<sup>3</sup> en red epineustónica el 16 de noviembre) y por *Euphausia mucronata* (máximo de 39.321 individuos/100 m<sup>3</sup> en red Bongo el 16 de noviembre de noche).

Las larvas de meroplancton estuvieron representadas por 19 taxa, destacando la abundancia de misidáceos (máximo de 1.352.295 individuos/100 m<sup>3</sup> en red epineustónica el 16 de noviembre de noche) y de huevos de crustáceos (máximos de 209.425 individuos/100 m<sup>3</sup> en red epineustónica el 16 de noviembre).

En el caso de los copépodos, esta categoría estuvo representada por 50 taxa, destacando por su abundancia los nauplios de copépodos (máximo de 4.406.280 individuos/100 m<sup>3</sup> en red WP-2 el 16 de noviembre de noche) y *Paracalanus* cf. *indicus* (máximo de 989.495 individuos/100 m<sup>3</sup> en red epineustónica el 16 de noviembre).

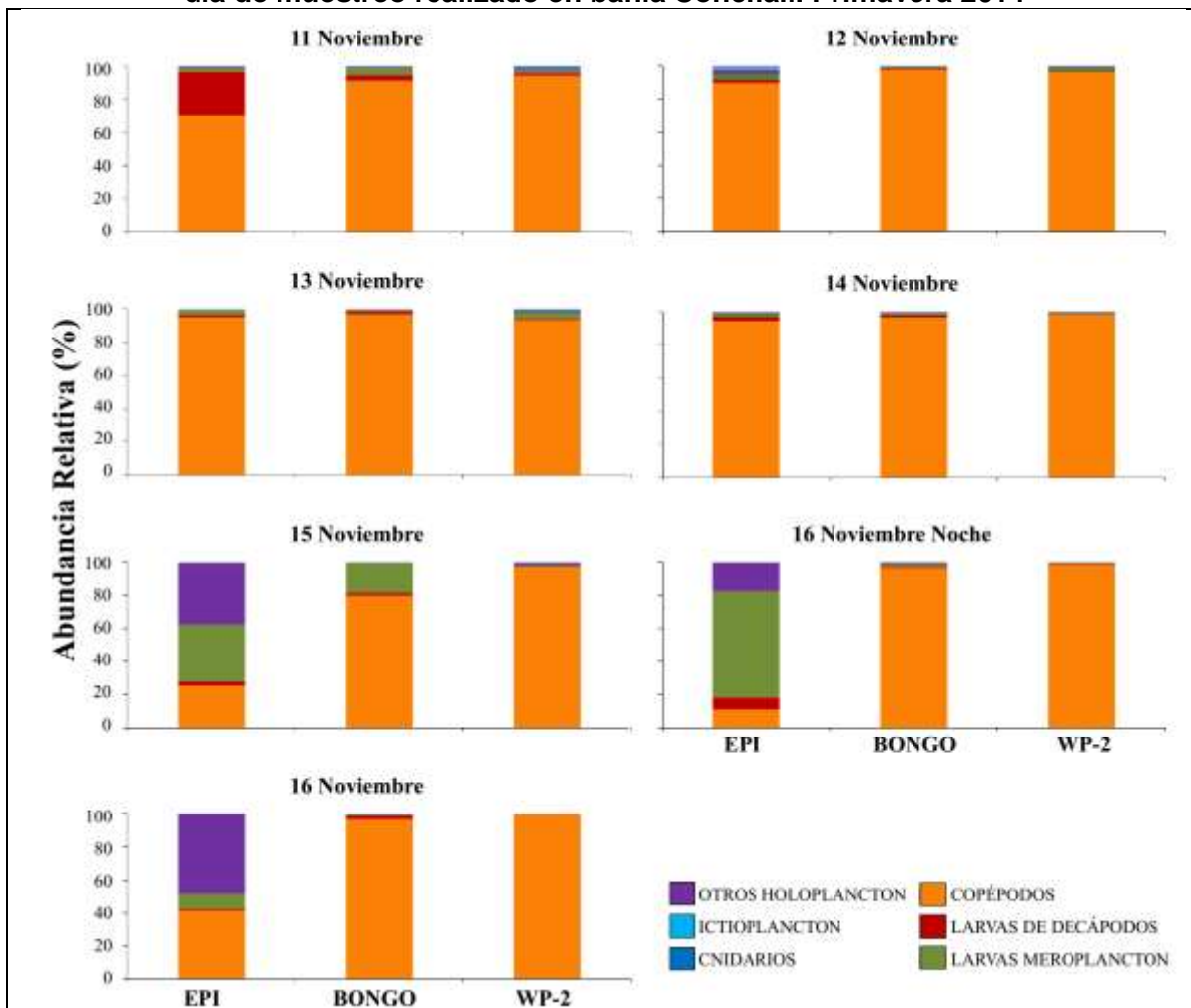
Las larvas de decápodos estuvieron representadas por 65 taxa (entre zoeas, megalopas y mysis) donde los organismos más abundantes fueron las zoeas de *Pisoides edwardsi* (máximo de 100.098 individuos/100 m<sup>3</sup> en red epineustónica el 11 de noviembre) y las zoeas de *Cancer porteri* (máximo de 41.850 individuos/100 m<sup>3</sup> en red epineustónica el 16 de noviembre de noche).

Finalmente, el ictioplancton estuvo representado por 29 taxa (entre huevos y larvas de peces) de los cuales los huevos de *Normanichthys crockeri* (máximo de 5.037 individuos/100 m<sup>3</sup> en red epineustónica el 12 de noviembre) y las larvas de *Diaphus* sp. (máximo de 1121 individuos/100 m<sup>3</sup> en red epineustónica el 16 de noviembre de noche) fueron los más abundantes.

En cuanto a la contribución porcentual por categorías (Figura EMB-18), a lo largo de todo el periodo evaluado el grupo de los copépodos representó más del 70% de la comunidad zooplanctónica, con excepción del 15 y 16 de noviembre (muestreo diurno y nocturno) en los cuales la abundancia de copépodos en la capa superficial (red epineustónica) fue inferior al 42%. Durante estos días, el grupo de “otras larvas meroplanctónicas” y el grupo de “otros componentes del holoplancton” presentaron una abundancia mayor en la capa superficial (red epineustónica) que llegó al 64% (16 noviembre Noche) y al 48% (15 noviembre), respectivamente. El grupo de larvas de decápodos presentó la mayor abundancia relativa (26%) el 11 de noviembre en la capa superficial (red epineustónica). El grupo de los cnidarios y el ictioplancton a lo largo de todo el periodo presentaron una abundancia relativa que no superó el 1,8%.



**Figura EMB-18: Abundancia relativa (%) de cada categoría de zooplancton para cada día de muestreo realizado en bahía Conchalí. Primavera 2014**



Fuente: Fisisoaqua

El patrón de abundancia total de las distintas categorías de organismos zooplanctónicos a lo largo del periodo de estudio (ver Anexo EM-4, campaña primavera 2014) mostró que desde el 11 al 16 de noviembre (Noche) la mayor abundancia de organismos zooplanctónicos se presentó en la capa subsuperficial (red Bongo) de la columna de agua, exceptuando el 16 de noviembre (Día) en el cual la mayor abundancia se presentó en la capa de fondo (red WP-2). También se observó que con excepción del 16 de noviembre (Noche) la menor abundancia de organismos se presentó en la capa superficial de la columna de agua (red epineustónica). La mayor abundancia total de zooplancton se presentó el 16 de noviembre durante la noche y el día con 5.243.888 (red Bongo) y 4.563.788 (red WP-2) individuos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente, mientras que el resto del periodo la abundancia total del zooplancton en las distintas capas de la columna de agua evaluadas no superó los 1.251.291 individuos/100 m<sup>3</sup>.

Los puntos controles LV-CN y LV-CS, ubicados al exterior de la bahía, hacia el norte y sur, respectivamente, presentaron valores de abundancia total de organismos zooplanctónicos que se encuentran dentro del rango de lo que se registró en los puntos que se encuentran en la bahía, no obstante durante el 12 y 16 de noviembre el punto LV-CS presentó la mayor

abundancia total de organismos zooplanctónicos (322.527 y 3.404.888 individuos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente) en comparación a todo el resto de puntos evaluados, la que se concentró distribuida principalmente en la capa de fondo (muestreos con red WP-2).

### Análisis de Similitud

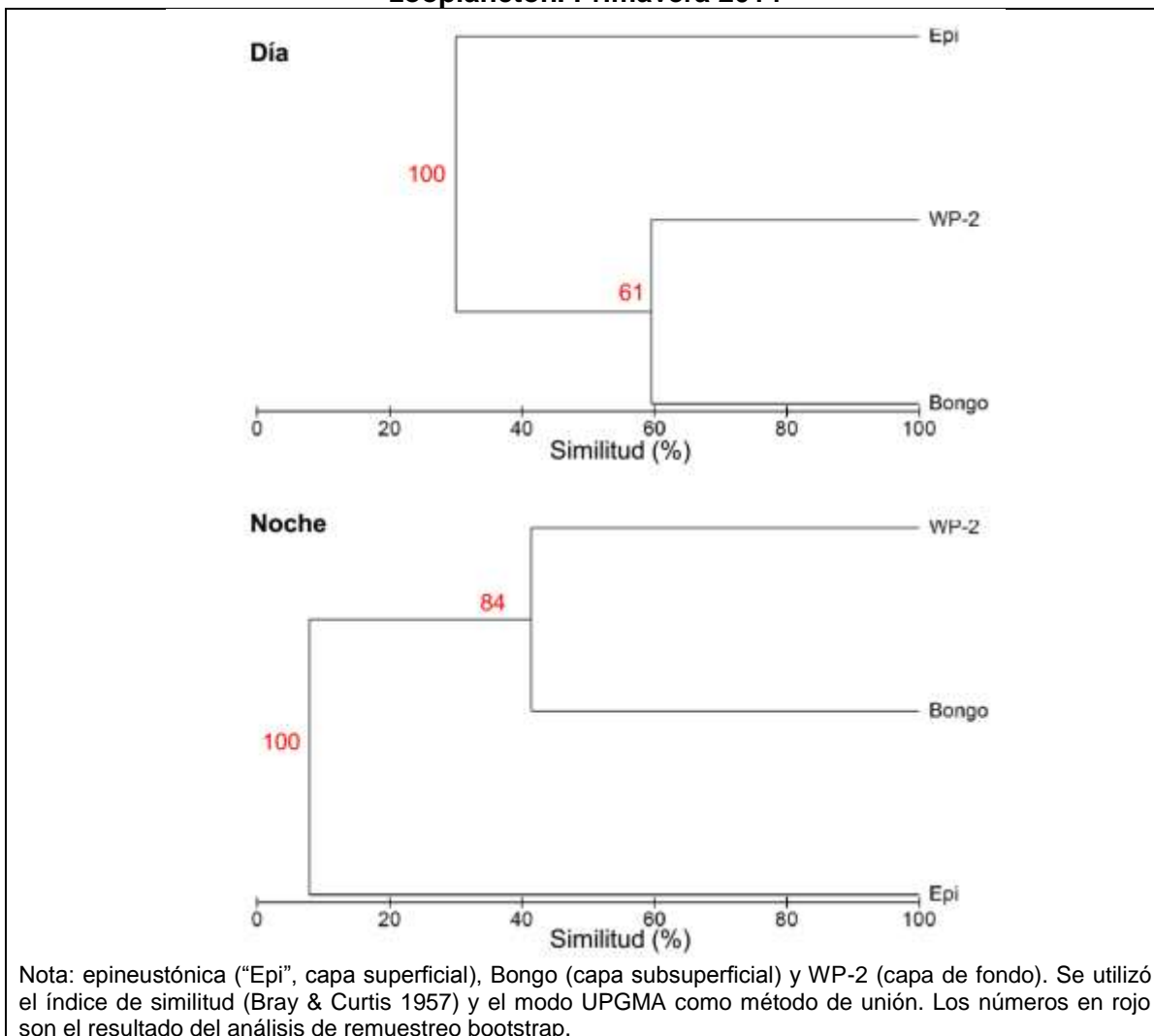
Durante el día y la noche la mayor similitud entre redes de muestreo -las cuales representan distintas capas de la columna de agua- se presentó entre la capa subsuperficial (red Bongo) y la de fondo (red WP-2) (Día: Similitud 60%, Bootstrap 61%; Noche: Similitud ~40%, Bootstrap 84%) (Figura EMB-19).

En cuanto a la agrupación de los puntos de muestreo se observó que en la capa superficial (red Epineustónica) (ver Anexo EM-4, campaña primavera 2014) durante el día se observó una mayor similitud entre los puntos LV-1 y LV-6 (Similitud >65%, Bootstrap 82%) ubicados respectivamente en el norte y en el centro-exterior de la bahía. Por otro lado, en el muestreo realizado durante la noche los puntos con mayor similitud fueron LV-2 y LV-7 (Similitud >65%, Bootstrap 61%) ubicados en el norte y en el sur de la bahía, respectivamente.

En los muestreos de día la capa subsuperficial (red Bongo) (ver Anexo EM-4, campaña primavera 2014) con excepción de los puntos LV-5 y LV-6 ubicados al centro más alejados de la bahía, el resto de los puntos de muestreo presentaron una similitud del 60% (Bootstrap 80%). En el muestreo de noche los puntos con mayor similitud fueron LV-3 y LV-4 (Similitud 55%, Bootstrap 54%) ubicados en el centro de la bahía.

En la capa de fondo (red WP-2) (ver Anexo EM-4, campaña primavera 2014) durante el día se observaron dos agrupaciones con mayor similitud, la primera conformada por los puntos LV-2 y LV-7 (Similitud ~95%, Bootstrap 70%) ubicados al norte y al sur de la bahía, respectivamente. Por otro lado, la segunda agrupación estuvo conformada por los puntos LV-4 y LV-CN (Similitud 90%, Bootstrap 63%) ubicados, respectivamente, al centro y hacia el norte al exterior de la bahía.

**Figura EMB-19: Dendrograma de agrupamiento de las distintas redes para capturar zooplancton. Primavera 2014**

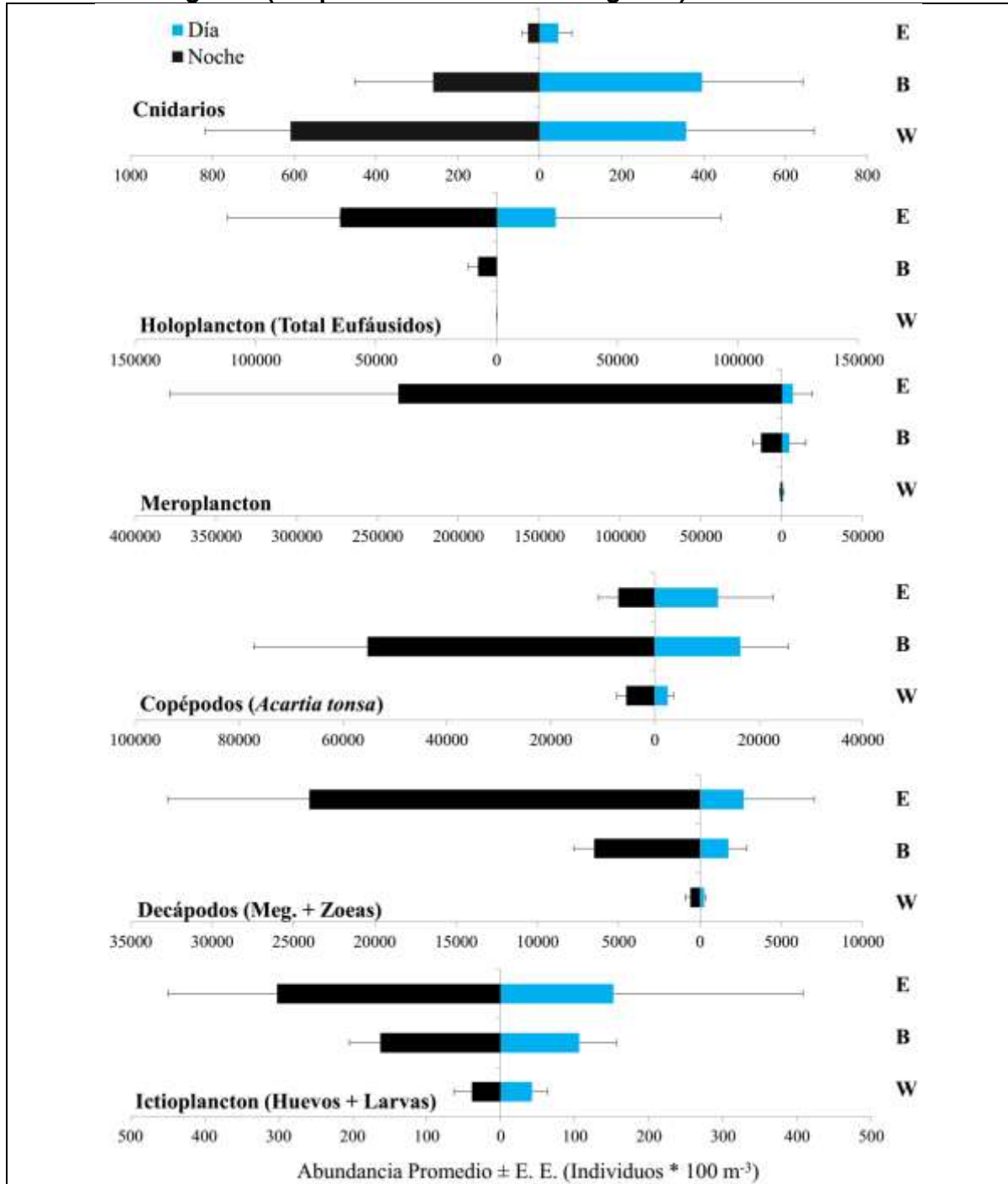


Fuente: Fisisoaqua

El análisis de la distribución vertical promedio día/noche, muestra que durante la noche se presentó la máxima abundancia de las distintas categorías de organismos zooplanctónicos o representantes de cada categoría, seleccionados por su alta abundancia (Figura EMB-20). En particular, los cnidarios presentaron su mayor abundancia en la noche en la capa de fondo (red WP-2) con  $609 \pm 207$  individuos/100 m<sup>3</sup>. La categoría de otros organismos holoplanctónicos, representado por los eufáusidos (larvas y adultos), se distribuyó principalmente en la capa superficial (red Epineustónica) durante la noche con  $64.948 \pm 46.688$  individuos/100 m<sup>3</sup>. La categoría de otros organismos meroplanctónicos presentó su mayor abundancia en la noche, principalmente en la capa superficial (red Epineustónica) con  $237.161 \pm 141.343$  individuos/100 m<sup>3</sup>. Los copépodos representados por la especie *Acartia tonsa*, presentaron su máxima abundancia en la capa subsuperficial (red Bongo) durante la noche con  $55.292 \pm 21.900$  individuos/100 m<sup>3</sup>. Los decápodos presentaron la máxima abundancia en la noche, en la capa superficial (red Epineustónica) con

24.036±8.706 individuos/100 m<sup>3</sup>. El ictioplancton presentó la abundancia máxima en la capa superficial (red Epineustónica) durante la noche con 302±147 individuos/100 m<sup>3</sup>.

**Figura EMB-20: Distribución vertical promedio (±E.E.) día/noche de las distintas categorías (o representantes de las categorías). Primavera 2014**



Nota: distintas categorías (o representantes de las categorías) del zooplancton colectados con redes epineustónica (E: capa superficial), Bongo (B: capa subsuperficial) y WP-2 (W: capa de fondo).

Fuente: Fisioaqua

## Índices ecológicos

Los índices ecológicos de la comunidad zooplanctónica (ver Anexo EM-4, campaña primavera 2014) muestran que el 14 de noviembre en el punto LV-8 ubicado en el sector sur de la bahía se presentó la mayor riqueza específica ( $S=76$  taxa) en la capa subsuperficial (red Bongo), por otro lado en esta misma fecha y punto de muestreo se presentó la menor riqueza ( $S=9$  taxa) en la capa de fondo (red WP-2).

La mayor abundancia total de individuos ( $N=4.280.363$  individuos/100 m<sup>3</sup>) se registró el día 16 de noviembre (muestreo nocturno) en la capa subsuperficial (red Bongo) del punto LV-8 ubicado en el sector sur de la bahía, mientras que la menor abundancia ( $N=285$  individuos/100 m<sup>3</sup>) se registró el 13 de noviembre en la capa superficial (red epineustónica) del punto LV-2 ubicado en el norte de la bahía.

El índice de diversidad de Shannon más alto ( $H'=2,507$ ) se registró el 16 de noviembre en la capa superficial (red epineustónica) del punto LV-8 ubicado al sur de la bahía, mientras que el valor más bajo ( $H'=0,014$ ) se registró el 16 de noviembre en la capa de fondo del punto LV-CS, ubicado hacia el sur, al exterior de la bahía.

Finalmente, el índice de equidad fue mayor ( $J'=0,7$ ) el 16 de noviembre en la capa superficial (red epineustónica) del punto LV-8 ubicado al sur de la bahía, mientras que la menor equidad ( $J'=0,005$ ) se registró el 16 de noviembre en la capa de fondo (red WP-2) del punto LV-CS ubicado hacia el sur, al exterior de la bahía.

## Variabilidad del meroplancton

En la campaña de primavera 2014, se registraron 16 taxa de importancia comercial pertenecientes a moluscos, decápodos y peces (ver Anexo EM-4, campaña primavera 2014).

Entre los moluscos se registraron larvas de loco (*Concholepas concholepas*) y de pulpo (*Octopus* sp.), estas últimas se presentaron en menor abundancia y no superaron los  $0,58\pm 0,42$  individuos/100 m<sup>3</sup>, mientras que las larvas de loco se observaron en todas las capas de la columna de agua, con una abundancia máxima promedio de  $155\pm 53$  individuos/100 m<sup>3</sup> en la capa subsuperficial (red Bongo).

Entre los decápodos se registraron 7 taxa, destacándose por su alta abundancia las megalopas y zoeas de jaiba limón (*Cancer porteri*) y jaiba peluda (*Cancer setosus*) las que ocurrieron principalmente en la capa superficial (red Epineustónica) con una abundancia de  $649\pm 496$  y  $499\pm 319$  individuos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente.

Entre los peces se registraron 7 taxa de importancia comercial entre los cuales destacan los huevos y larvas de anchoveta (*Engraulis ringens*) en todas las capas de la columna de agua evaluadas con una abundancia promedio máxima de  $12\pm 4$  individuos/100 m<sup>3</sup> en la capa subsuperficial (red Bongo). También destacaron por su abundancia las larvas de pejerrey de mar (*Odontesthes regia*) y de cabrilla (*Sebastes oculatus*) las que presentaron máximos de abundancia en la capa superficial ( $8\pm 2$  individuos/100 m<sup>3</sup>) y subsuperficial ( $5\pm 0,2$  individuos/100 m<sup>3</sup>) de la columna de agua, respectivamente.

## Fitoplancton

### Abundancia y estructura comunitaria

De un total de 66 muestras de fitoplancton analizadas, se determinó que la comunidad fitoplanctónica estuvo representada por 141 taxa entre las categorías de: diatomeas, dinoflagelados y otros componentes fitoplanctónicos (representados por ciliados, tintínidos y silicoflagelados).

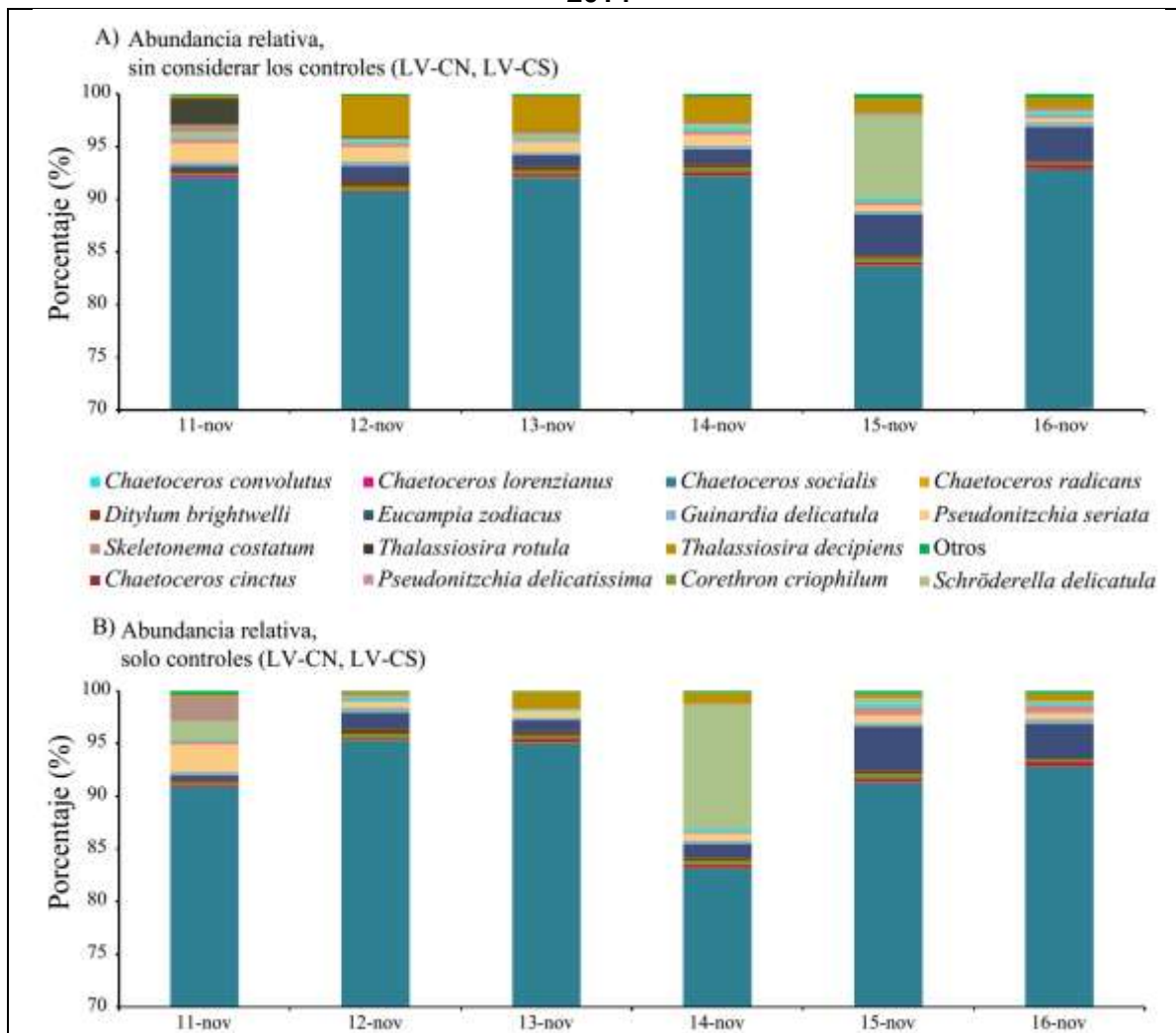
Las diatomeas estuvieron representadas por 93 taxa siendo la especie *Chaetoceros socialis* la más abundante y frecuente a lo largo del estudio con un máximo de 3.141.000 cél./L el 11 de noviembre en el punto LV-2, seguida por *Chaetoceros lorenzianus* con un máximo de 952.000 cél./L el 14 de noviembre en el punto LV-CN.

Los dinoflagelados estuvieron representados por 36 taxa, entre los que destacaron *Podolampas bipes* y *Diplopsalis lenticula* por sus máximos de abundancia de 6.180 y 4.440 cél./L, ambos registrados el 16 de noviembre en el punto LV-3.

Finalmente, el grupo de “otros componentes fitoplanctónicos” estuvo representado por 12 taxa, los cuales correspondieron principalmente a tintínidos no identificados. Sin embargo, el máximo de abundancia de este grupo correspondió a un ciliado loricado no identificado con 2.100 cél./L el 15 de noviembre en el punto LV-CS.

Con respecto a la contribución de los taxa más representativos (Figura EMB-21) se observó que a lo largo del periodo de muestreo la comunidad fitoplanctónica presentó la mayor abundancia relativa de especies pertenecientes al grupo de las diatomeas, con una notoria mayor abundancia relativa de la especie *Chaetoceros socialis* la cual representó más del 80% de la comunidad fitoplanctónica, en la bahía y al exterior de ésta. Además, en la bahía destacaron por su abundancia relativa, las especies *Thalassiosira rotula* (11 de noviembre principalmente), *Schröderella delicatula* (15 de noviembre principalmente), *Thalassiosira decipiens*, *Eucampia zodiacus* y *Pseudonitzschia seriata*, las cuales presentaron abundancias relativas variables a lo largo del periodo de estudio aunque siempre menor al 10%. En los puntos ubicados al exterior de la bahía (controles norte y sur), destacaron también *Schröderella delicatula* (14 de noviembre), *Eucampia zodiacus*, *Pseudonitzschia seriata* y *Skeletonema costatum* con abundancias variables a lo largo del periodo.

**Figura EMB-21: Abundancia relativa (%) de la comunidad fitoplanctónica. Primavera 2014**



Fuente: Fisisaqua

En cuanto a la variación temporal de la comunidad fitoplanctónica en la bahía (ver Anexo EM-4, campaña primavera 2014) se observó que la abundancia de diatomeas fue mayor el 11 de noviembre con  $1.069.373 \pm 343.517$  cél./L, mientras que durante el resto del periodo de estudio la abundancia promedio de diatomeas no superó las 600.000 cél./L. La abundancia promedio de dinoflagelados y otros organismos fitoplanctónicos fue menor en comparación a la de las diatomeas, y se observó que para el caso de los dinoflagelados la abundancia promedio fluctuó entre 278 y 850 cél./L, mientras que en el caso de los “otros organismos fitoplanctónicos” se observó que su abundancia promedio aumentó conforme avanzaron los días, con excepción del muestreo nocturno (16 noviembre noche) donde se observó una disminución en la abundancia, de tal manera que el último día de muestreo se registró la máxima abundancia de estos organismos ( $2.354 \pm 1.225$  cél./L).

Por otra parte, la variación espacial de la abundancia en las estaciones ubicadas en la bahía durante el día y la noche (ver Anexo EM-4, campaña primavera 2014) exhibió que en todos los puntos de muestreo la mayor abundancia promedio de diatomeas se presentó durante el

día, principalmente en el punto LV-2 ubicado al norte de la bahía con  $1.1504.483 \pm 434.057$  cél./L, seguida por los puntos LV-5 y LV-6 ubicados en el centro de la bahía más alejados de la costa con un rango de abundancia promedio de entre 787.000 y 938.000 cél./L. Los dinoflagelados también fueron más numerosos durante el día, en particular en el punto LV-3 ubicado en el centro de la bahía, más cerca de la costa con  $3.406 \pm 1.748$  cél./L. Los “otros componentes fitoplanctónicos” presentaron un rango de abundancia promedio de entre 158 y 918 cél./L y en general también presentaron la mayor abundancia promedio durante el día, con excepción en los puntos LV-7 y LV-8 ubicados al sur de la bahía en los cuales la mayor abundancia se observó de noche.

La abundancia de los diferentes grupos de organismos fitoplanctónicos fue variable considerando sólo los puntos controles durante el día. No obstante, la mayor abundancia ( $>1.700$  cél./L) de los distintos grupos se observó en el punto LV-CS ubicado al exterior de la bahía hacia el sur. En particular la mayor abundancia de diatomeas, dinoflagelados y “otros componentes fitoplanctónicos” se presentó el 12, 15 y 16 de noviembre, respectivamente.

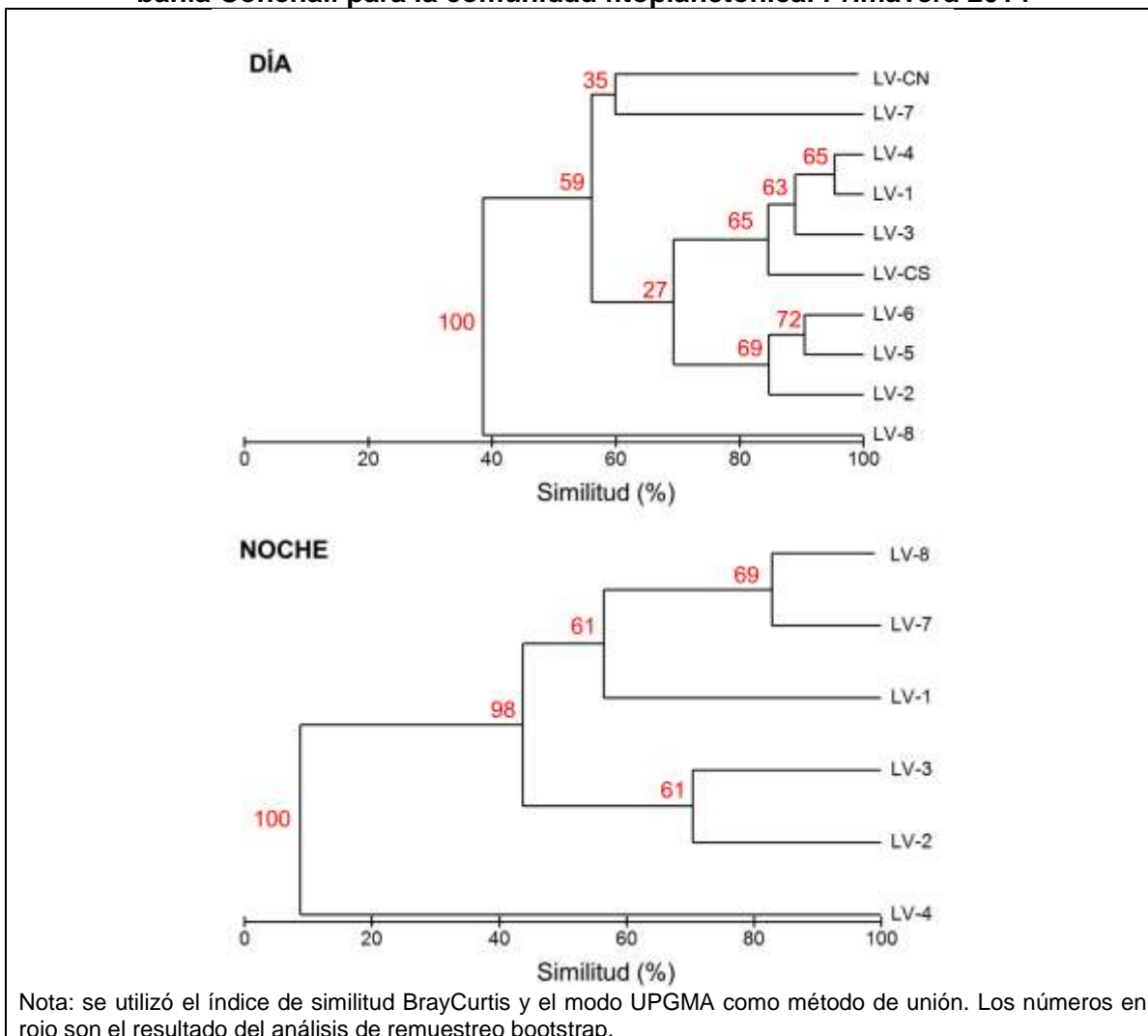
#### Análisis de similitud

La agrupación de los puntos de muestreo considerando la composición y la abundancia de las especies/taxa fitoplanctónicos registrada en invierno en bahía Conchalí (Figura EMB-22) muestra que durante el día se distinguen dos grupos con más de un 80% de similitud, el primero conformado por los puntos LV-1, LV-3, LV-4 y LV-CS (Bootstrap 65%), los cuales se encuentran -con excepción de LV-CS- en el sector centro-norte de la bahía; el segundo grupo estuvo conformado por los puntos LV-2, LV-5 y LV-6 (Bootstrap 69%) ubicados en el norte y en el centro de la bahía.

En el muestreo nocturno (realizado el 16 de noviembre) destaca la agrupación que incluye los puntos LV-7 y LV-8 (Similitud 85%, Bootstrap 69%) ubicados en el sur de la bahía. Todo el resto de los puntos evaluados con excepción del punto LV-4, ubicado en el centro de la bahía, presentaron una similitud de más del 45% (Bootstrap 63%).



**Figura EMB-22: Dendrograma de agrupamiento de las estaciones de muestreo en bahía Conchalí para la comunidad fitoplanctónica. Primavera 2014**



Fuente: Fisiocqua

### Índices ecológicos del fitoplancton

Los índices ecológicos de la comunidad fitoplanctónica (ver Anexo EM-4, campaña primavera 2014) muestran que la mayor riqueza ( $S=56$  taxa) se presentó el 15 de noviembre en el punto LV-1 ubicado en el norte de la bahía. Por otro lado, la menor riqueza ( $S=24$  taxa) se presentó el 11 de noviembre en el punto LV-8, el cual se encuentra ubicado en el sur de la bahía.

La mayor abundancia total de células fitoplanctónicas ( $N=3.236.112$  cél./L) se observó el 11 de noviembre en el punto LV-2 ubicado en el norte de la bahía, mientras que la menor abundancia ( $N=9.555$  cél./L) se presentó el 16 de noviembre (muestreo nocturno) en el punto LV-4 el cual se encuentra en el centro de la bahía.

El índice de diversidad de Shannon más alto y más bajo ( $H'=2,05$  y  $H'=0,158$ ) se presentaron en el punto LV-CS ubicado hacia el sur en el exterior de la bahía, pero en diferentes días de

muestreo, el valor más bajo se registró el 12 de noviembre mientras que el más alto se observó el 11 de noviembre.

Finalmente, el índice de equidad más bajo y alto ( $J'=0,042$  y  $J'=0,637$ ) también se presentaron en el punto LV-CS ubicado hacia el sur en el exterior de la bahía. El valor más bajo se registró el 12 de noviembre mientras que el más alto se presentó el 11 de noviembre.

### **Variabilidad espacial y temporal del plancton**

Cada uno de los grupos seleccionados: diatomeas, copépodo *Acartia tonsa*, megalopas de crustáceos decápodos e ictioplancton (larvas de peces), corresponden a grupos disímiles pero representativos de la comunidad planctónica. Resulta por lo tanto útil conocer los patrones de distribución y abundancia de estos grupos en particular, y así entender el acople que pueden tener con forzantes físicos que afectan el sistema (e.g. vientos, mareas, corrientes). Las estimaciones de abundancia se distinguieron para las distintas capas de la columna de agua: superficial (muestras colectadas con red epineustónica), subsuperficial (muestras colectadas con red bongo) y capa de fondo (muestras colectadas con red WP-2). Las distribuciones clasificadas por fecha y estrato de muestreo se presentan en el Anexo EM-4, campaña primavera 2014.

#### Diatomeas

La abundancia de diatomeas se distribuyó de manera heterogénea en la bahía, con una concentración a lo largo de todo el periodo evaluado que en general no superó los  $1,6 \times 10^6$  cél./L, con excepción del 11 de noviembre en el punto LV-2, ubicado al norte de la bahía, en el cual se presentó el foco de máxima abundancia de diatomeas con  $3,2 \times 10^6$  cél./L.

#### Copépodo *Acartia tonsa*

La mayor abundancia del copépodo *Acartia tonsa* se presentó en los puntos de muestreo ubicados en el área central de la bahía, tanto en observaciones realizadas en la capa superficial como a mayores profundidades.

En la capa superficial se presentaron dos focos de abundancia máxima de  $\sim 124.000$  individuos/100 m<sup>3</sup> durante el 11 y 14 de noviembre en el punto LV-5, mientras que en los días restantes (incluido el muestreo nocturno) la abundancia de este copépodo no superó los 74.556 individuos/100 m<sup>3</sup>.

En la capa subsuperficial el 16 de noviembre (Noche) se presentó un foco de abundancia máxima de 146.224 individuos/100 m<sup>3</sup> en el punto LV-4 el cual representó la mayor abundancia de todo el periodo, puntos y capas evaluadas, mientras que en el resto del periodo de estudio en esta capa no se presentaron focos de abundancia de esta magnitud.

En la capa de fondo se presentó la menor abundancia en comparación a las otras capas de la columna de agua, observándose sólo un foco de máxima abundancia de 12.500 individuos/100 m<sup>3</sup> el 16 de noviembre (Noche) en el punto LV-8.

### Megalopas de decápodos

En general se observó que la mayor abundancia de megalopas de decápodos se presentó en los puntos de muestreo ubicados en el área norte y centro de la bahía.

En la capa superficial se presentó sólo un foco de abundancia el 16 de noviembre (Noche) de 1-550 individuos/100 m<sup>3</sup> en el punto LV-2 el cual representó la mayor abundancia de todo el periodo, puntos y capas evaluadas. El resto de los días la abundancia de megalopas de decápodos no superó los 310 individuos/100 m<sup>3</sup>.

En la capa subsuperficial el 11 y 16 de noviembre (día y noche) se presentaron focos de abundancia en los puntos LV-3, LV-2 y LV-7 los cuales se encuentran distribuidos en distintos sectores de la bahía pero próximos a la costa, mientras que el resto del periodo la abundancia de megalopas de decápodos no superó los 79 individuos/100 m<sup>3</sup>.

En la capa de fondo se presentó la menor abundancia en comparación a las otras capas de la columna de agua, con un solo foco de máxima abundancia relevante de 224 individuos/100 m<sup>3</sup> el 15 de noviembre en el punto LV-3.

### Larvas de peces

La mayor abundancia de larvas de peces se observó el 16 de noviembre en el día y la noche en puntos de muestreo a distinta profundidad y ubicados en distintos sectores de la bahía.

En la capa superficial se presentó sólo un foco de abundancia el 16 de noviembre (Noche) de 892 individuos/100 m<sup>3</sup> en el punto LV-7 el cual exhibió la mayor abundancia de todo el periodo, puntos y capas evaluadas. El resto de los días la abundancia de larvas de peces no superó los 89 individuos/100 m<sup>3</sup>.

En la capa subsuperficial se observó un foco de abundancia el 16 de noviembre en el punto LV-5 de 728 individuos/100 m<sup>3</sup>, mientras que el resto del periodo la abundancia de larvas de peces en esta capa de la columna de agua no superó los 291 individuos/100 m<sup>3</sup>.

En la capa de fondo se registró la menor abundancia en comparación a las otras capas de la columna de agua, con un foco de máxima abundancia de 107 individuos/100 m<sup>3</sup> el 16 de noviembre en el punto LV-2.

### **Variación espacial y abundancia del zooplancton en distintos estratos de la columna de agua**

Con el objetivo de conocer los patrones de distribución y abundancia del zooplancton a distintas profundidades y distancias de la costa en la bahía Conchalí, en la cercanías del lugar de captación de agua del Proyecto, se realizó un muestreo adicional o “transecto especial”, en los puntos TE1, TE2, TE3 y TE4 (ver ubicación en Figura EMB-8). El 14 de noviembre se realizaron 10 lances verticales utilizando la red WP-2, obteniéndose muestras en un mismo punto a diferentes estratos de la columna de agua (cada 10 m de profundidad, ver esquema en Figura EMB-14). Conjuntamente, en cada punto se realizaron perfiles de CTD.

Se analizaron en detalle cada uno de los 6 grupos más relevantes del zooplancton presentes en las muestras colectadas (cnidarios, holoplancton, meroplancton, copépodos, decápodos e ictioplancton). Durante estos muestreos se pudo evidenciar la ocurrencia de un gradiente térmico alrededor de los 10 m de profundidad. A continuación se describen los patrones de distribución y abundancia de los 6 grupos principales además de las principales zoeas de decápodos de importancia comercial.

### Cnidarios

Este grupo mostró una mayor abundancia en los puntos más alejados de la costa y en los estratos más superficiales llegando a 20.000 individuos/100 m<sup>3</sup> en los primeros 5 m de la columna de agua. El número de individuos disminuyó conforme aumentó la profundidad en todos los puntos evaluados. Las especies dominantes fueron *Obelia* sp. y *Phialella quadrata* (Figura EMB-23, A).

### Holoplancton

El número de organismos holoplanctónicos (sin considerar los copépodos) a lo largo de todo el transecto especial y profundidades no superó los 300 individuos/100 m<sup>3</sup>. La mayor abundancia se presentó en la capa superficial y en la capa subsuperficial de un punto alejado de la costa. Como representantes del holoplancton destacaron por su abundancia en puntos más cercanos a la costa los isópodos de la familia Cirolanidae y *Pleurobrachia pileus* (Figura EMB-23, B).

### Meroplancton

El meroplancton (sin considerar larvas de decápodos ni de peces) exhibió su mayor abundancia en la capa superficial de la columna de agua la que disminuyó conforme aumentó la profundidad. La abundancia máxima fue de 1.000 individuos/100 m<sup>3</sup> y se presentó en la capa superficial de los puntos más lejanos a la costa. Destacan por su abundancia en la capa superficial, independiente de la distancia a la costa, las larvas cypripis de cirripedios y las larvas de *Concholepas concholepas* (Figura EMB-23, C).

### Copépodos

Los copépodos fueron más abundantes en la capa superficial de los distintos puntos evaluados. La mayor abundancia de cerca de 500.000 individuos/100 m<sup>3</sup> se presentó en la capa superficial del punto TE-3 siendo los nauplios de copépodos el taxón más representativo (Figura EMB-24, A).

### Larvas de crustáceos decápodos

La abundancia para este grupo fue variable entre los diferentes puntos evaluados, aunque en general la mayor abundancia se registró en los estratos más someros de la columna de agua, especialmente en el punto TE-3 con aproximadamente 2.000 individuos/100 m<sup>3</sup>. Los principales representantes fueron zoeas de *Cyclograpsus cinereus* y *Petrolisthes violaceus*, entre otras (Figura EMB-24, B).

### Ictioplancton

La abundancia del ictioplancton fue mayor en la capa superficial y subsuperficial de los puntos más lejanos a la costa con una abundancia máxima de 100 individuos/100 m<sup>3</sup>. Los taxa más abundantes fueron huevos de *Stromateus stellatus* y huevos de *Normanichthys crockeri* (Figura EMB-24, C).

### Zoeas de decápodos de importancia económica

Las zoeas de especies de importancia económica exhibieron una mayor abundancia en los primeros 10 m de la columna de agua, independiente de la distancia a la costa. La máxima abundancia se presentó en el punto más cercano a la costa, en el cual se presentaron principalmente zoeas de *Taliepus dentatus* (Panchote) (Figura EMB-25).

Figura EMB-23: Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 14 de noviembre 2014

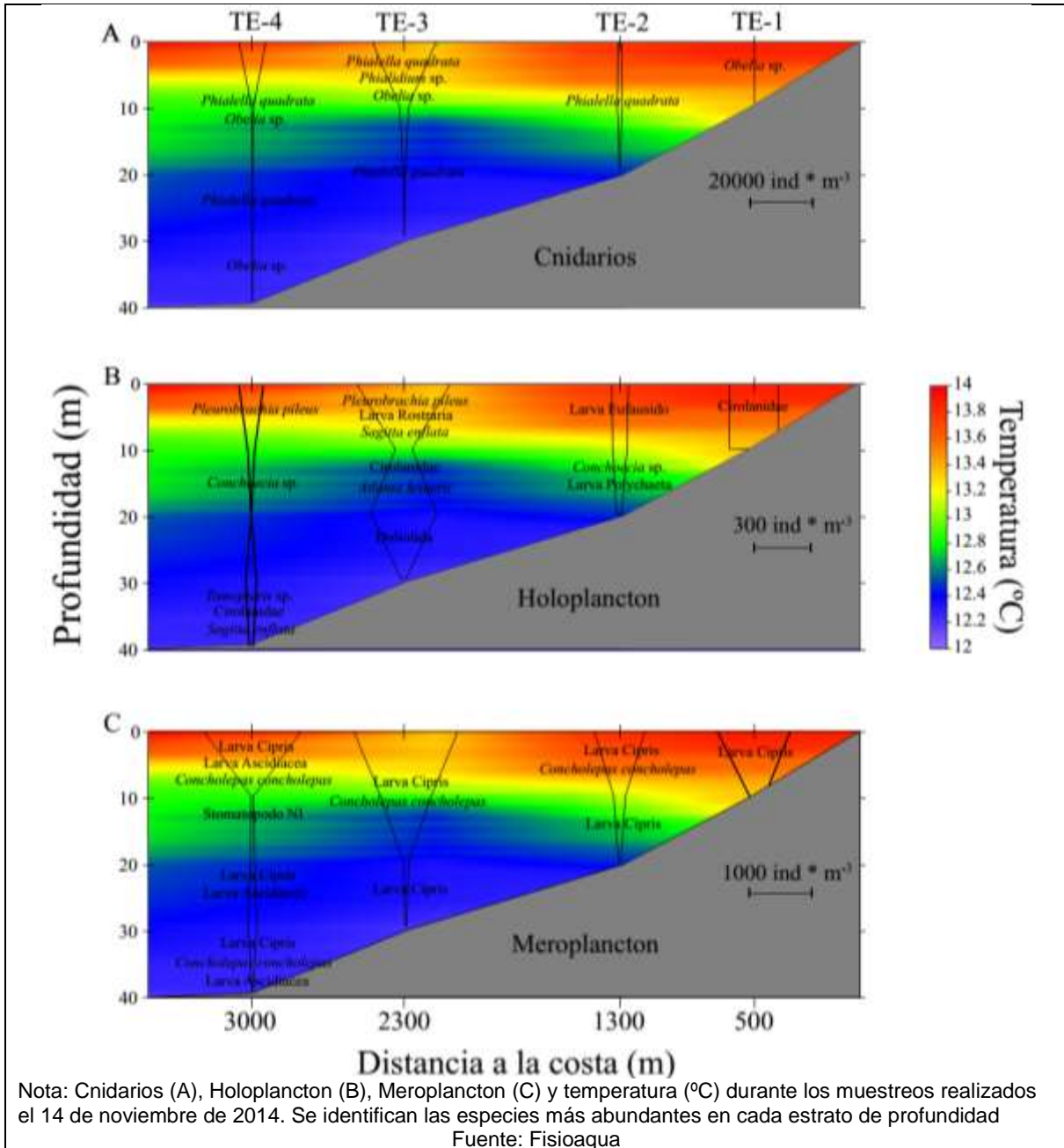
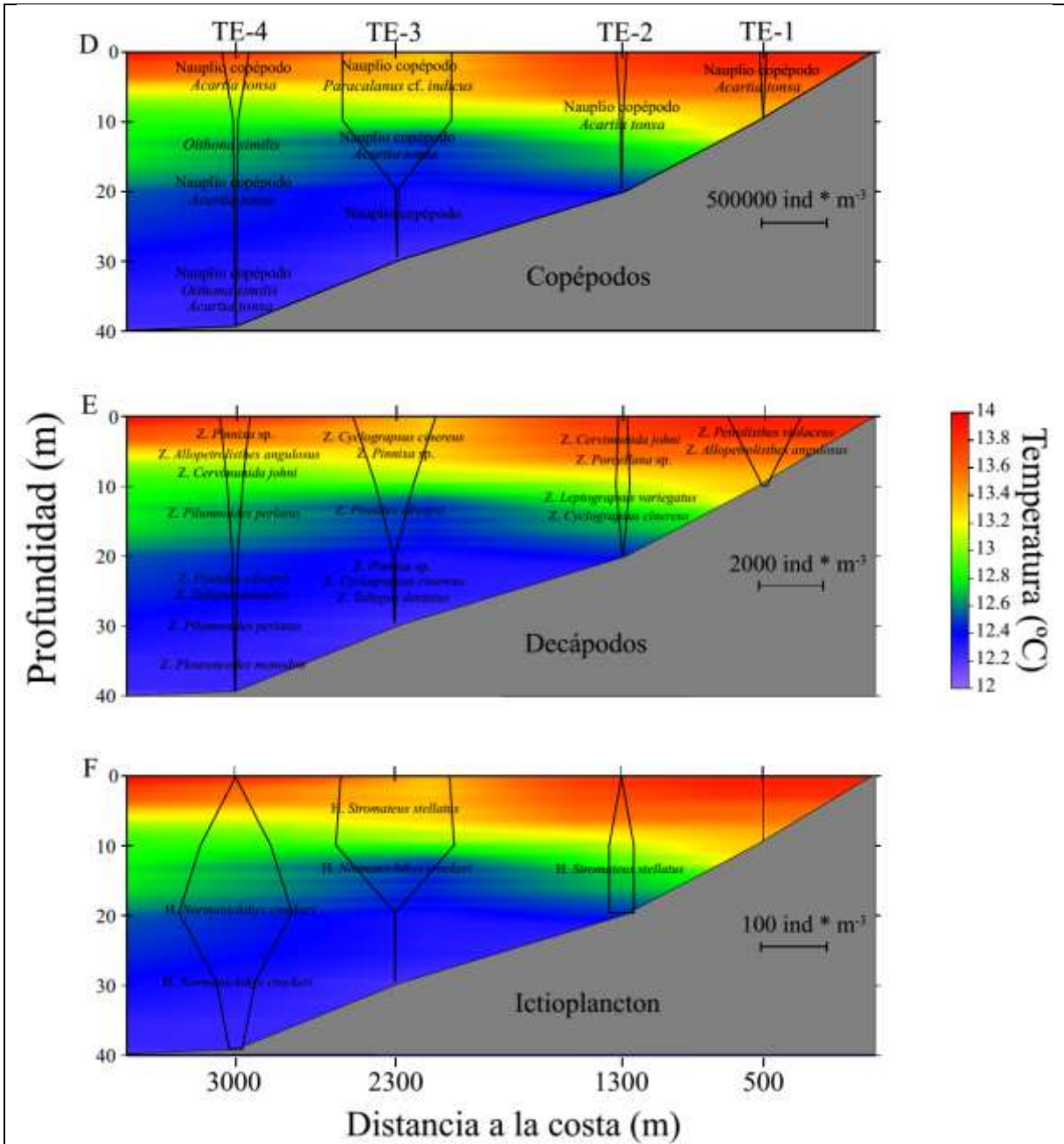


Figura EMB-24: Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 14 de noviembre 2014

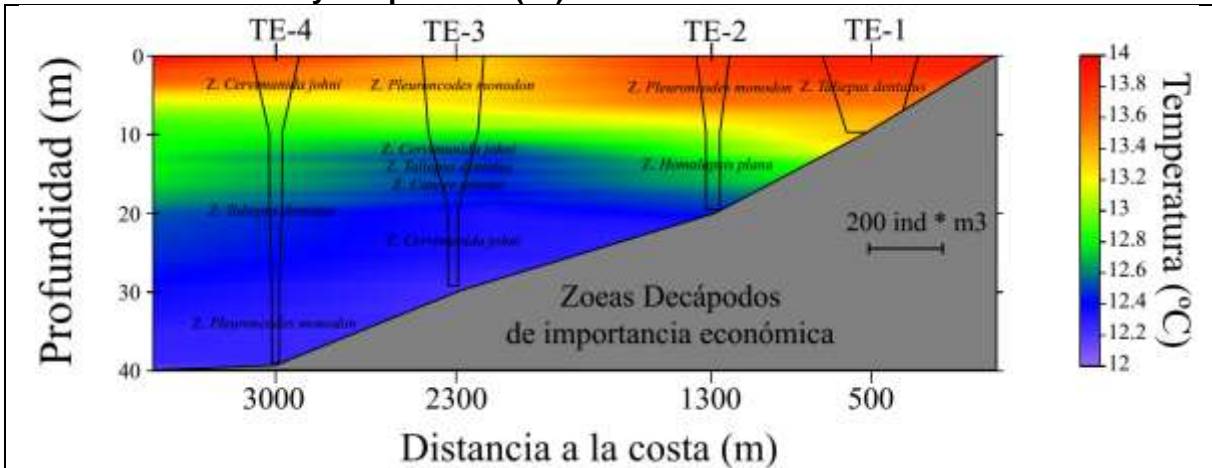


Nota: Copéodos s (A), Decápodos (B), Ictioplancton (C) y temperatura (°C) durante los muestreos realizados el 14 de noviembre de 2014. Se identifican las especies más abundantes en cada estrato de profundidad

Fuente: Fisiografía



**Figura EMB-25: Perfiles de abundancia de zoeas de decápodos de importancia económica y temperatura (°C) durante el 14 de noviembre de 2014**



Nota: Se identifican las especies más abundantes en cada estrato de profundidad. Las especies de importancia económica son: *Homalapsis plana* (Jaiba Mora), *Cancer coronatus* (Jaiba Reina), *Cancer setosus* (Jaiba Peluda), *Cancer porteri* (Jaiba Limón) y *Taliepus dentatus* (Panchote).

Fuente: Fisiaoqua

En la mayoría de los casos analizados para este transecto perpendicular a la línea de costa y que pasa en las inmediaciones de la captación de agua del Proyecto, es recurrente observar un patrón en el que la distribución del zooplancton se encuentra concentrada mayoritariamente en la porción más somera de la columna de agua (Figuras EMB-24 a EMB-25). En la mayoría de los casos parece haber una relación de esta distribución con la existencia de una estratificación térmica de la columna de agua, donde las mayores abundancias están asociadas con las mayores temperaturas de los primeros 10 m.

### Resumen resultados campaña primavera 2014

En primavera 2014 se observó una diversidad de 223 taxa de zooplancton. Las mayores abundancias registradas para los principales componentes del zooplancton ocurrieron en los muestreos nocturnos destacando por su abundancia los nauplios de copépodos (máximo de 4.406.280 individuos/100 m<sup>3</sup> en red WP-2), los copépodos en general representaron más del 70% de la comunidad zooplanctónica

La comunidad fitoplanctónica estuvo representada por 141 taxa entre las categorías de: diatomeas, dinoflagelados y otros componentes fitoplanctónicos. La diatomea *Chaetoceros socialis* fue la más abundante y frecuente llegando a 3.1x10<sup>6</sup> cél./L, la cual representó más del 80% de la comunidad fitoplanctónica, en la bahía y al exterior de ésta.

Los resultados provenientes de un set especial de cuantificaciones de zooplancton a distintas profundidades y distancias de la costa (transecto especial), indican que la zona más somera de la columna de agua es donde se distribuye la mayor parte del zooplancton analizado.

Tanto la clorofila "a" como los feopigmentos cuantificados exhibieron valores elevados. Los focos de mayor concentración de clorofila "a" se presentaron en puntos de muestreo ubicados dentro de la bahía.



De todos los nutrientes evaluados (nitrato, nitrito, fosfato, sílice) solo el nitrato exhibió valores de concentración más elevados durante la primavera, siendo la concentración del resto claramente inferior. Esta menor cantidad general de nutrientes observada durante la primavera se condice claramente con la mayor abundancia de fitoplancton que utiliza estos nutrientes para su crecimiento.

Si bien los rangos de temperatura observados no difieren en forma importante, si es posible observar la formación de una incipiente de un gradiente térmico que se expresa en mayores temperaturas en los primeros 10 m de la columna de agua.

La dirección preponderante del viento fue en dirección noreste. Los patrones de corrientes estimados a partir del seguimiento de derivadores lagrangianos a distintas profundidades indican que en primavera la dirección del desplazamiento de éstos estuvo influenciada principalmente por la dirección desde donde sopló el viento predominante (sobre todo para las capas más someras) y además por el tipo de marea imperante. En ambas campañas el derivador de superficie fue el que se desplazó distancias mayores.

➤ Verano 2015

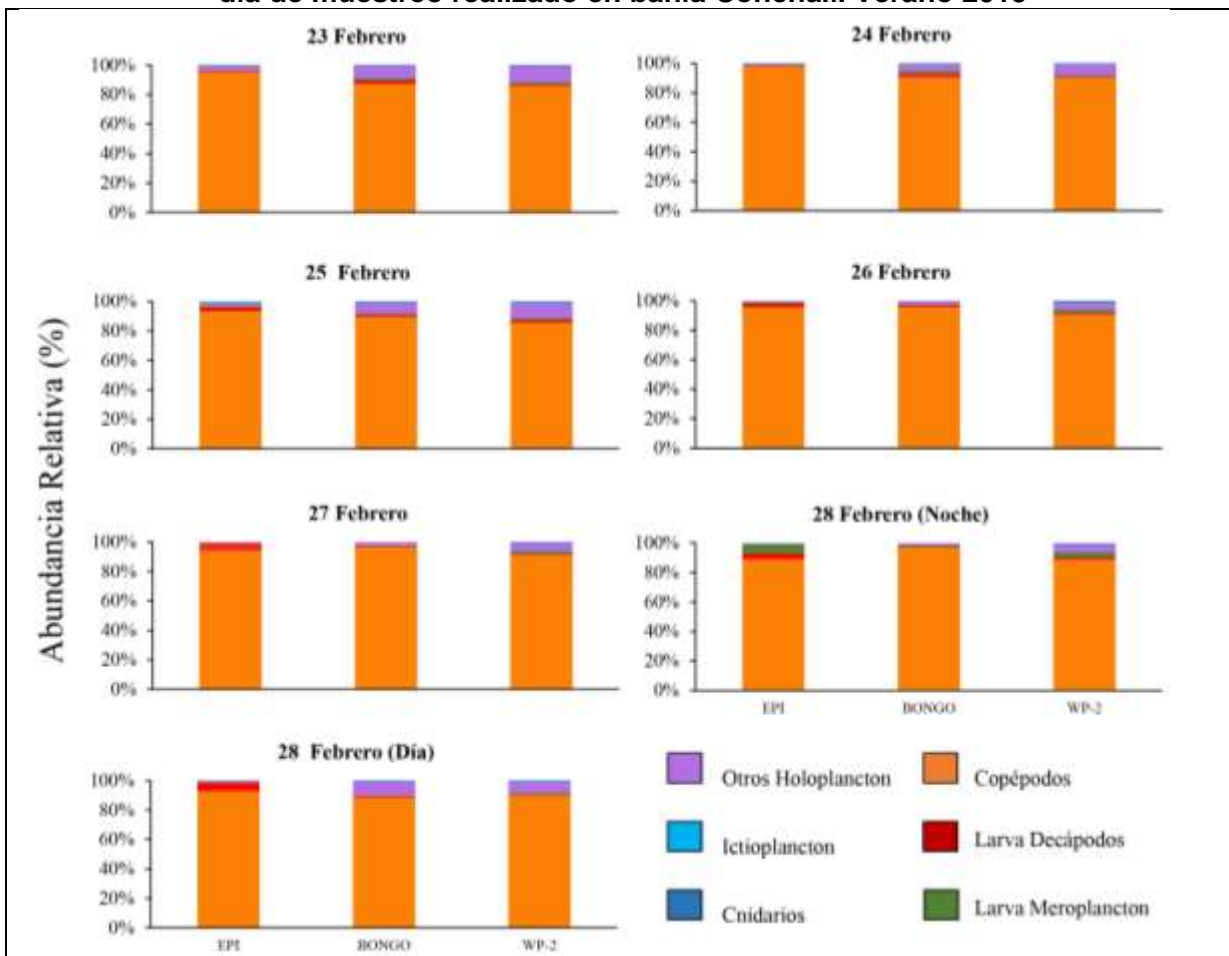
## Zooplancton

### Abundancia y estructura comunitaria

De un total de 198 muestras de plancton obtenidas con redes Epineustónica, Bongo y WP-2 (66 muestras por cada red) durante el periodo de estudio (23 al 28 de febrero), se registró un total de 178 especies/taxa (incluyendo diferentes fases de desarrollo de especies de crustáceos decápodos, peces y otros componentes del meroplancton) los que fueron agrupados en las siguientes categorías: (1) cnidarios, (2) otros holoplancton, (3) larvas meroplancton, (4) copépodos, (5) larvas de decápodos, (6) ictioplancton. Cada una de estas categorías presenta características físicas y de comportamiento que pueden asumirse equivalentes. En el siguiente párrafo se detallan las especies/taxa más relevantes dentro de cada categoría.

En cuanto a la contribución porcentual por categoría (Figura EMB-26), se observa para toda la campaña una clara dominancia por parte de los copépodos, contribuyendo éstos en todas las fechas y estratos de profundidad en más del 85% de la abundancia total. Por otro lado, la máxima contribución porcentual en abundancia del holoplancton se observó el 23 de febrero en la capa de fondo (red WP-2), alcanzado un 11,03%. La máxima abundancia relativa exhibida por el meroplancton alcanzó el 6,27% durante la noche del 28 de febrero en la capa superficial (red Epineustónica). Los crustáceos decápodos exhibieron su máxima abundancia relativa de 5,62% de día el 28 de febrero en superficie (red Epineustónica). La presencia de cnidarios nunca superó el 1,48% mientras que el ictioplancton nunca estuvo por sobre el 2,58% del total.

**Figura EMB-26: Abundancia relativa (%) de cada categoría de zooplancton para cada día de muestreo realizado en bahía Conchalí. Verano 2015**



Fuente: Fisisoaqua

El patrón de abundancia total (individuos/100 m<sup>3</sup>) de las distintas categorías de organismos zooplanctónicos a lo largo del período de estudio (ver Anexo EM-4, campaña verano 2015). Considerando el total de los grupos, se distinguió que la abundancia total de organismos fue siempre mayor en el estrato subsuperficial de la columna de agua (red Bongo) y menor en la capa profunda (red WP-2), alcanzando un máximo de 12.826.877 individuos/100 m<sup>3</sup> y un mínimo de 4.215.59 individuos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente.

La máxima abundancia se observó el día 24 de febrero, mientras que la mínima ocurrió durante la noche del 28 de febrero.

Los puntos control LV-CN y LV-CS, ubicados al exterior de la bahía, hacia el norte y hacia el sur, respectivamente, presentaron valores de abundancia total de organismos zooplanctónicos que se encuentran dentro del rango de lo registrado en los puntos al interior de la bahía. No obstante lo anterior, durante los días 26 y 27 de febrero se observó en la capa subsuperficial del punto LV-CN una mayor abundancia en comparación al resto de los puntos evaluados. Dicha abundancia fue de 1,5x10<sup>6</sup> individuos/100 m<sup>3</sup> el 26 de febrero y 2,9x10<sup>6</sup> individuos/100 m<sup>3</sup> el 27 de febrero.

## Análisis de Similitud

Durante el día y la noche la mayor similitud entre redes de muestreo –las cuales representan distintas capas de la columna de agua– se presentó entre la capa superficial (red epineustónica) y la subsuperficial (red bongo) (Día: Similitud 43%, Bootstrap 62%; Noche: Similitud 46%, Bootstrap 95%) (Figura EMB-27).

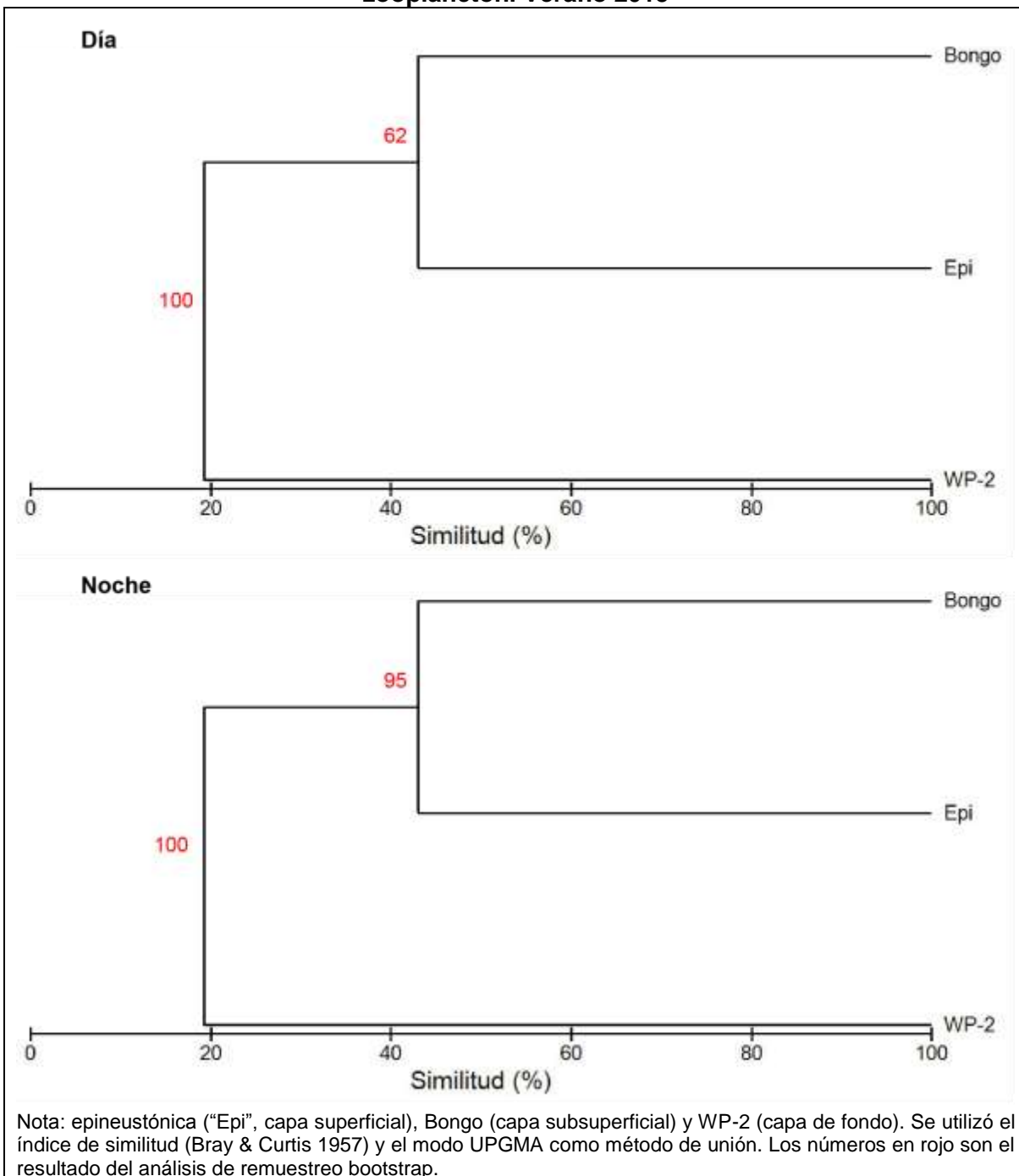
En cuanto a la agrupación de los puntos de muestro se observó que en la capa superficial (red epineustónica) (ver Anexo EM-4, campaña verano 2015) durante el día se observó sólo una agrupación importante con similitud >80% (Bootstrap 62%) formada por los puntos LV-7, LV-3, LV-CS, LV-4 ubicados tanto en el centro y sur de la bahía como en el exterior sur. Por otro lado, en el muestreo realizado durante la noche los puntos con mayor similitud fueron LV-4 y LV-7 (Similitud 77%, Bootstrap 65%) ubicados en los sectores centro y sur de la bahía, respectivamente.

En los muestreos de día de la capa subsuperficial (red bongo) (ver Anexo EM-4, campaña verano 2015) se observó mayor similitud (cercana al 80%, Bootstrap 50%) entre los puntos LV-1, LV-4, LV-CN ubicados en los sectores centro, norte y exterior norte de la bahía. Por otro lado, en la noche se observó que la mayor similitud fue entre los puntos LV-7 y LV-8 (Similitud 79%, Bootstrap 35%) ubicados en el sector sur de la bahía.

En los muestreos realizados de día, la capa de fondo (red WP-2) (ver Anexo EM-4, campaña verano 2015) exhibió mayor similitud entre los puntos LV-2 y LV-3 (Similitud 82%, Bootstrap 72%) ubicados en el sector norte y centro de la bahía y en los puntos LV-1 y LV-CN (Similitud cercana a 80%, Bootstrap 64%) ubicados en el sector norte de la bahía y exterior norte.

Por otro lado, en la noche se observó la mayor similitud entre los puntos LV-2 y LV-7 (Similitud 83%, Bootstrap 73%) ubicados en los sectores norte y sur de la bahía, respectivamente.

**Figura EMB-27: Dendrograma de agrupamiento de las distintas redes para capturar zooplancton. Verano 2015**

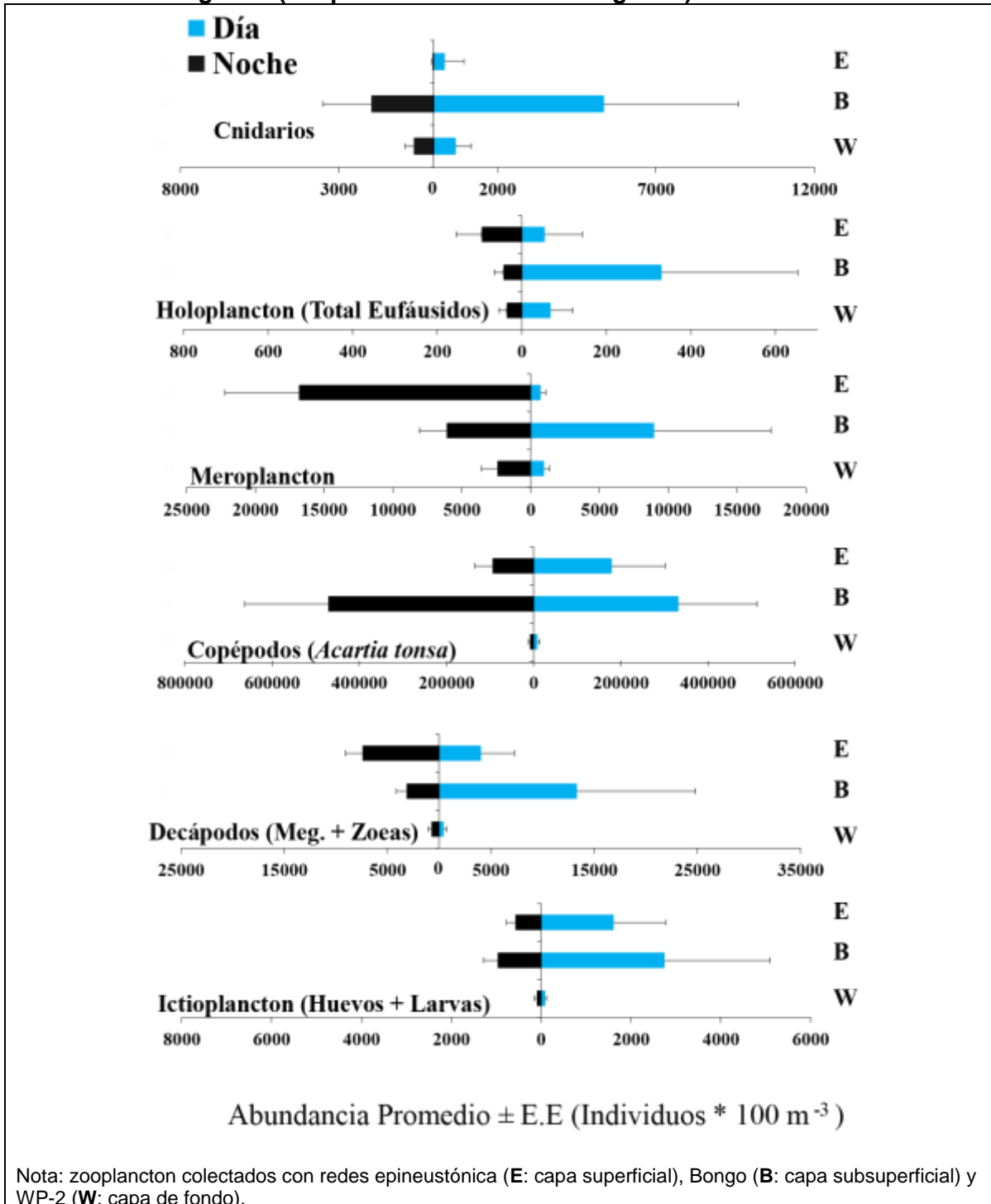


Fuente: Fisiografía

Al analizar en forma comparativa los patrones de distribución vertical promedio del plancton ( $\pm$ E.E.) durante el día y la noche se observó que en general los organismos (agrupados en 6 categorías principales) se distribuyen preferentemente en la capa subsuperficial (red Bongo), independiente de si el muestreo se realiza de día o de noche (Figura EMB-28).

En particular, los cnidarios exhibieron su máxima abundancia promedio en la capa subsuperficial durante el día ( $5.363 \pm 4.250$  Individuos /100 m<sup>3</sup>). Los representantes del holoplancton mostraron un patrón similar, es decir, mayor abundancia diurna en la capa subsuperficial ( $330 \pm 322$  Individuos/100 m<sup>3</sup>). El meroplancton, por otro lado, se caracterizó por ser la única categoría en exhibir mayor abundancia en la capa superficial (red Epi) durante la noche ( $16.821 \pm 5.390$  Individuos/100 m<sup>3</sup>). Los copépodos, representados por *Acartia tonsa*, se distribuyeron preferentemente en la capa subsuperficial (red Bongo) tanto de día como de noche ( $471.046 \pm 191.627$  Individuos/100 m<sup>3</sup>). Los decápodos, representados por larvas zoeas y megalopas, exhibieron su máxima abundancia promedio durante el día en la capa subsuperficial ( $13.322 \pm 11.499$  Individuos/100 m<sup>3</sup>), aunque durante la noche su mayor abundancia se observó en la capa superficial. El ictioplancton (huevos y larvas) exhibió su máxima abundancia durante el día en la capa subsuperficial ( $2.742 \pm 2.354$  Individuos/100 m<sup>3</sup>).

Figura EMB-28: Distribución vertical promedio ( $\pm$ E.E.) día/noche de las distintas categorías (o representantes de las categorías). Verano 2015



## Índices ecológicos

Los índices ecológicos de la comunidad zooplanctónica (ver Anexo EM-4, campaña verano 2015) muestran que el 23 de febrero en el punto LV-1, ubicado en el sector norte de la bahía, presentó la mayor riqueza específica ( $S=65$  taxa) en la capa subsuperficial (red Bongo), mientras que la menor riqueza específica ( $S=13$  taxa) se observó el 28 de febrero en el punto LV-8 durante el día en la capa de fondo (red WP-2).

La mayor abundancia total de individuos ( $N=3.508.970$  individuos/100 m<sup>3</sup>) se registró en la capa subsuperficial (red Bongo) el día 23 de febrero en el punto LV-3 ubicado en el centro de la bahía, mientras que la menor abundancia ( $N=1.835$  individuos/100 m<sup>3</sup>) se registró el 26 de febrero en capa superficial (red Epineustónica) del punto LV-CS ubicado en el sector sur-exterior de la bahía.

El índice de diversidad de Shannon más alto ( $H'=2,083$ ) se registró el 26 de febrero en la capa de fondo (red WP-2), mientras que el valor más bajo ( $H'=0,127$ ) se registró el 24 de febrero en la capa superficial (red Epineustónica), ambos valores en el punto LV-7 ubicado en el sector sur de la bahía.

Finalmente, el índice de equidad fue mayor ( $J'=0,713$ ) el 25 de febrero en la capa de fondo (red WP-2) del punto LV-2 ubicado en el sector norte de la bahía, mientras que la menor equidad ( $J'=0,036$ ) se registró el 24 de febrero en la capa superficial (red Epineustónica) del punto LV-7 ubicado en el sector sur de la bahía.

## Variabilidad del meroplancton

En la campaña de verano del 2015, se registraron 15 taxa de importancia comercial pertenecientes a moluscos, decápodos y peces (ver Anexo EM-4, campaña verano 2015).

Entre los moluscos se registraron larvas de loco (*Concholepas concholepas*) y de pulpo (*Octopus* sp.), estas últimas fueron menos abundantes no superando los  $0,69\pm 0,69$  individuos/100 m<sup>3</sup>, mientras que la abundancia máxima promedio de larvas de locos observada fue de  $7.381\pm 2.371$  individuos/100 m<sup>3</sup> en la capa subsuperficial (red Bongo).

Para los decápodos se registraron 7 taxa de importancia comercial entre los cuales destacan por su alta abundancia las megalopas y zoeas de panchote (*Taliepus dentatus*) y jaiba peluda (*Cancer setosus*), observadas principalmente en la capa subsuperficial (red Bongo) con una abundancia de  $866\pm 291$  y  $806\pm 214$  individuos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente.

Finalmente, entre los peces se registraron 4 taxa de importancia comercial, destacándose por su mayor abundancia en la capa subsuperficial (red Bongo) los huevos y larvas de anchoveta (*Engraulis ringens*) y los huevos de la sardina común (*Strangomera bentincki*) con valores de  $31\pm 9$  y  $32\pm 10$  individuos/100 m<sup>3</sup>, respectivamente. Esta última especie también aparece bien representada en las muestras obtenidas en la capa superficial (red Epineustónica).

## Fitoplancton

### Abundancia y estructura comunitaria

De un total de 66 muestras de fitoplancton analizadas, se determinó que la comunidad fitoplanctónica estuvo representada por 92 taxa entre las categorías de: diatomeas, dinoflagelados y otros componentes fitoplanctónicos (representados por ciliados y tintínidos). Las diatomeas estuvieron representadas por 50 taxa siendo la especie *Chaetoceros socialis* la más frecuente y abundante a lo largo de todo el periodo de estudio. La abundancia máxima registrada para esta especie fue 368.200 cél./L el día 23 de febrero de 2015 en el punto control LV-CS. Otra especie que presentó valores importantes pero bastante menores fue *Schöredella delicatula* con una abundancia máxima de 1512 cél./L el día 27 de febrero de 2015 en el punto LV-1.

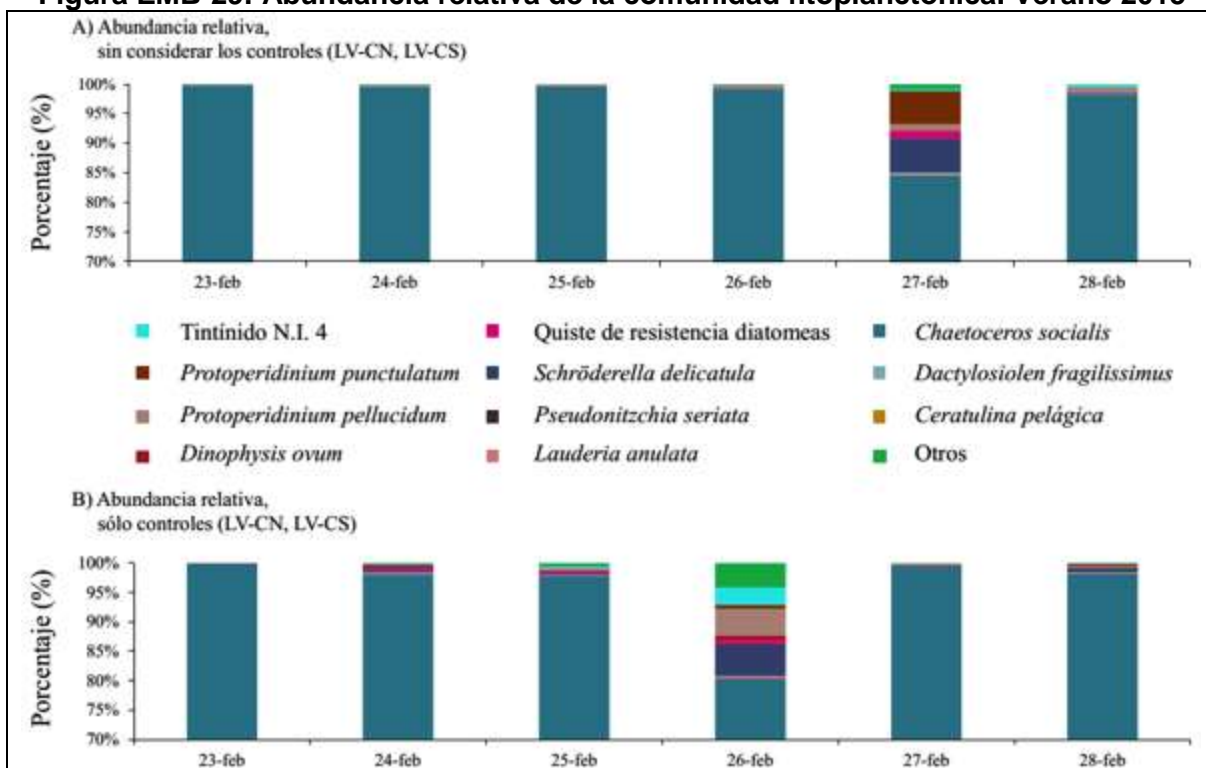
Los dinoflagelados estuvieron representados por 33 taxa, donde destacaron la especies *Protoperidinium pellucidum* con un máximo de 2.236 cél./L en el día 26 de febrero de 2015 en el punto LV-3 y *Protoperidinium punctulatum* que exhibió una abundancia máxima de 1.807 cél./L el día 27 de febrero de 2015 en el punto LV-8.

Por otra parte, el grupo de “otros componentes fitoplanctónicos” formado por ciliados, estuvieron representados por 9 taxa los que correspondieron mayoritariamente a especies de tintínidos que no fue posible identificar. Sin embargo, se registró que la abundancia máxima correspondió a 400 cél./L el día 28 de febrero de 2015 en el punto LV-3 aportada por una especie de tintínido (Tintínido N.I.4).

En relación a la contribución de los taxa más representativos (Figura EMB-29) se observó que a lo largo de periodo de muestreo la abundancia relativa fue principalmente aportada por la diatomea *Chaetoceros socialis* que contribuyó con más del 76% de la abundancia total de la comunidad en los puntos de la zona de la bahía y en los puntos controles (al exterior de ésta) a lo largo de todo el periodo de estudio. Otras especies que destacaron en los puntos ubicados en la bahía, fueron *Schöredella delicatula* (5,7%) y el dinoflagelado *Protoperidinium punctulatum* (5,6 %) el día 27 de febrero de 2015 mientras que en los puntos ubicados en la zona exterior (controles norte y sur) destacaron la diatomea *Schöredella delicatula* (5,3%), el dinoflagelado *Protoperidinium pellucidum* (4,6%) y el tintínido N.I 4 (4,1%).



Figura EMB-29: Abundancia relativa de la comunidad fitoplanctónica. Verano 2015



Fuente: Fisisoquia

En cuanto a la variación temporal de la comunidad fitoplanctónica en la bahía (ver Anexo EM-4, campaña verano 2015) se observó que la abundancia promedio de diatomeas fue notablemente mayor el día 23 de febrero de 2015 ( $163.737 \pm 53.419$  cél./L) mientras que los días restantes la abundancia promedio no superó las 88.000 cél./L. Como es de esperar, la abundancia promedio de dinoflagelados y otros componentes fue considerablemente menor que las diatomeas. La mayor abundancia promedio de dinoflagelados se registró el día 26 de febrero de 2015 ( $284 \pm 264$  cél./L) mientras que los otros componentes presentaron su mayor abundancia promedio el día 25 y 28 de febrero de 2015 ( $>43$  cél./L).

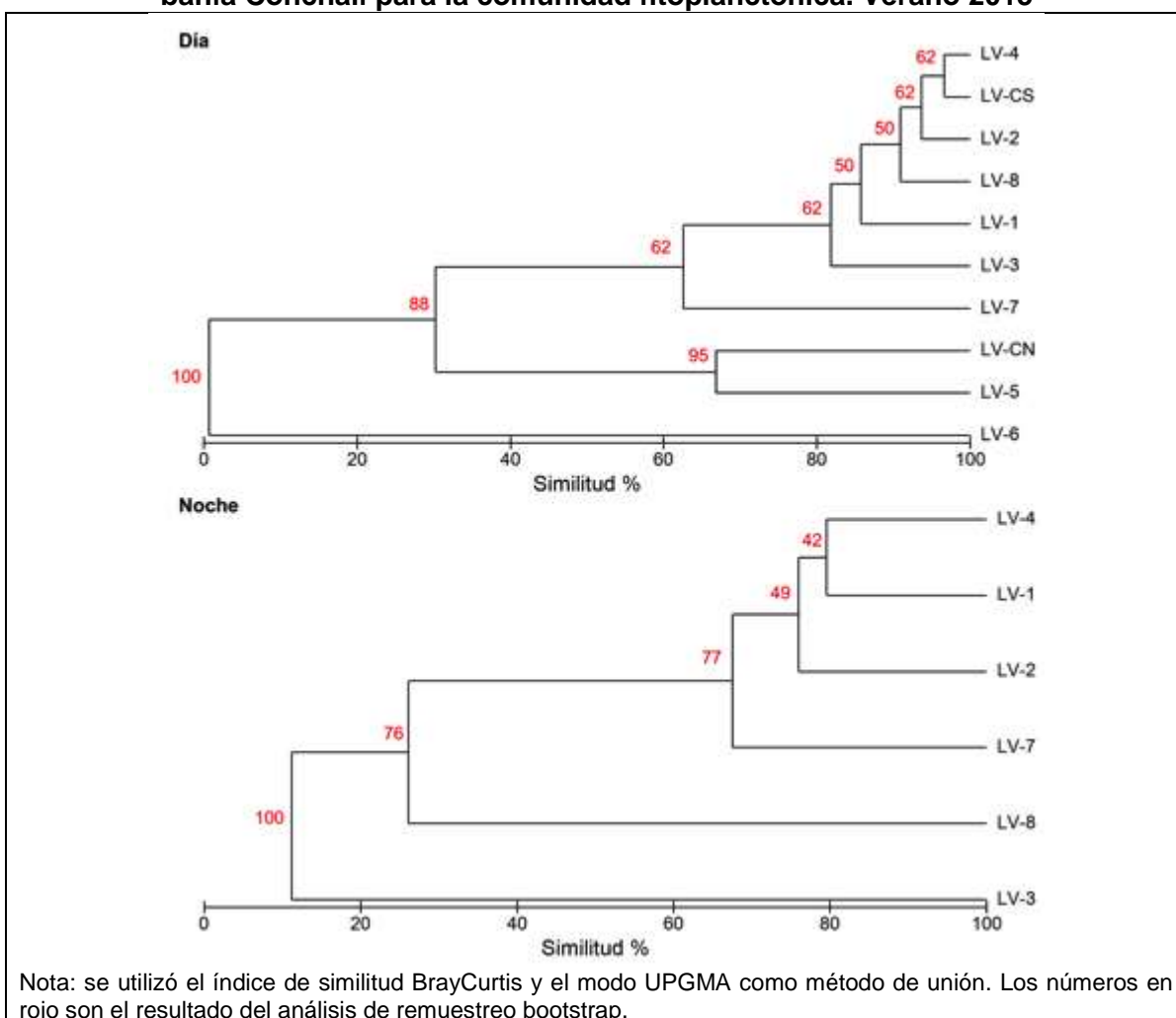
La variación espacial de la abundancia en las estaciones ubicadas en la bahía durante el día y la noche indicó que en todos los puntos de muestreo la mayor abundancia promedio de diatomeas se presentó durante el día, principalmente en el punto LV-7 ubicado al sur de la bahía con  $153.048 \pm 56.388$  cél./L. Los dinoflagelados también fueron predominantes durante el día con una abundancia promedio máxima de  $801 \pm 269$  cél./L en el punto LV-8 ubicado al sur de la bahía. Los otros componentes del fitoplancton en general también presentaron su mayor abundancia durante el día con valores máximos de  $100 \pm 63$  cél./L ubicado en el punto LV-3 al centro de la bahía.

Por otra parte, analizando sólo los puntos controles se observó que la abundancia temporal de los diferentes grupos que conformaron la comunidad fitoplanctónica fue bastante variable. En general, se observaron la mayores abundancias de los distintos grupos en el punto LV-CS pero en distintos días: las diatomeas presentaron la mayor abundancia ( $368.281$  cél./L) el día 23 de febrero, los dinoflagelados ( $156$  cél./L) el día 28 de febrero de 2015 y otros componentes fitoplanctónicos ( $35$  cél./L) el día 26 de febrero de 2015.

### Análisis de similitud

La agrupación de los puntos de muestreo considerando la composición y abundancia de las especies/taxa fitoplanctónicas registradas en verano en bahía Conchalí (Figura EMB-30) exhibió distintas agrupaciones durante el día y la noche. En los muestreos diurnos, se registró sólo una agrupación importante (>80% de similitud) formado por los LV-4, LV-CS, LV-2, LV-8, LV-1, LV-3, LV-7 (Bootstrap 62%) ubicados tanto al norte, centro y sur de la bahía e incluso en el exterior, no pudiéndose distinguir un patrón claro. Por otra parte, durante los muestreos nocturnos sólo se pudo observar una agrupación con similitud cercana al 70% formada por los puntos LV-7, LV-2, LV-1, LV-4 (Bootstrap 77%) ubicados tanto al norte, centro y sur de la bahía.

**Figura EMB-30: Dendrograma de agrupamiento de las estaciones de muestreo en bahía Conchalí para la comunidad fitoplanctónica. Verano 2015**



Fuente: Físioaqua

## Índices ecológicos del fitoplancton

Los índices ecológicos de la comunidad fitoplanctónica (ver Anexo EM-4, campaña verano 2015) exhiben que la mayor riqueza ( $S=40$  taxa) se presentó en el punto LV-2 (ubicado al norte de la bahía) el día 26 de febrero de 2015. Por otra parte, la menor riqueza ( $S=9$ ) se observó en varias fechas de estudio en los puntos exteriores de la bahía (LV-5, LV-6 y LV-CN).

La mayor abundancia de fitoplancton ( $N=368.359$  cél./L) se observó en el punto LV-CS (exterior sur de la bahía) el día 23 de febrero de 2015, mientras que la menor abundancia ( $N=7$  cél./L) se registró en los puntos exteriores de la bahía LV-5 y LV-6 los días 24 y 28 de febrero respectivamente.

El índice de diversidad de Shannon más alto ( $H'=8,48$ ) se observó en el punto exterior de la bahía LV-5 el día 24 de febrero de 2015 mientras que el más bajo ( $H'=1,92$ ) se registró al centro de la bahía, en el punto LV-4 el día 23 de febrero de 2015.

Por último, el índice de equidad mayor ( $J'=0,92$ ) se observó en el punto LV-5, al exterior de la bahía el día 24 de febrero de 2015 mientras que el índice de equidad menor ( $J'=0,001$ ) se registró en el punto LV-1 al norte de la bahía (24 de febrero de 2015) y en el punto LV-CS, en la zona exterior sur de la bahía (23 de febrero de 2015).

## **Variabilidad espacial y temporal del plancton**

Cada uno de los grupos seleccionados: diatomeas, copépodo *Acartia tonsa*, megalopas de crustáceos decápodos e ictioplancton (larvas de peces), corresponden a grupos disímiles pero representativos de la comunidad planctónica. Resulta por lo tanto útil conocer los patrones de distribución y abundancia de estos grupos en particular, y así entender el acople que pueden tener con forzantes físicos que afectan el sistema (e.g. vientos, mareas, corrientes). Las estimaciones de abundancia se distinguieron para las distintas capas de la columna de agua: superficial (muestras colectadas con red epineustónica), subsuperficial (muestras colectadas con red bongo) y capa de fondo (muestras colectadas con red WP-2). Las distribuciones clasificadas por fecha y estrato de muestreo se presentan en el Anexo EM-4, campaña primavera 2014.

### Diatomeas

La abundancia de diatomeas se distribuyó de manera heterogénea concentrándose en 3 focos de abundancia ubicados en el mismo punto durante los primeros tres días del periodo de estudio en el mismo punto LV-7. El día 23 de febrero las mayores concentraciones estuvieron ubicadas en los puntos cerca de la línea de costa: LV-2, LV-3, LV-4 y LV-7 donde la máxima abundancia se registró en el punto LV-7 (~302.000 cél./L). Los dos siguientes días se observaron las máximas abundancias en este mismo punto registrándose el día 24 de febrero de 2015 un foco de concentración de 221.626 células  $L^{-1}$  y el 25 de febrero de 2015 de 299.695 cél./L. Los días restantes la abundancia no superó las 124.847 cél./L.

### Copépodo *Acartia tonsa*

Los focos de abundancia del copépodo *Acartia tonsa* se presentaron en los puntos de muestreo ubicados cerca a la línea de costa distribuidos tanto al norte, centro y sur de la bahía. Este patrón fue observado tanto en la capa superficial como a mayores profundidades.

En la capa superficial se observaron focos de abundancia importantes sólo en el día 24 de febrero de 2015 distribuidos en 3 puntos de la bahía cercanos a la línea de costa (LV-3, LV-4 y LV-7) concentrándose la máxima abundancia de  $1,1 \times 10^6$  individuos/100 m<sup>3</sup> en el punto LV-7. Los días restantes la abundancia de esta especie de copépodo no superó los 673.684 individuos/100 m<sup>3</sup>.

La capa de fondo presentó el foco de máxima abundancia el día 25 de febrero de 2015 en el punto cercano a la línea de costa LV-3, con valores de 64.880 individuos/100 m<sup>3</sup>. Focos de abundancia menos importantes se observaron los días 23 y 26 de febrero de 2015 en el punto LV-2 con valores de abundancia menores a 46.202 individuos/100 m<sup>3</sup>.

### Megalopas de decápodos

En general se observó que la mayor abundancia de megalopas de decápodos se presentó en los puntos de muestreo ubicados en el centro de la bahía.

La capa superficial registró un foco importante de abundancia compuesto por los puntos LV-4 y LV-5 (máximo de 670 individuos /100 m<sup>3</sup>) el día 24 de febrero de 2014. Por otra parte, los días 23 y 25 de febrero de 2015 se observaron focos menos relevantes con máximos de abundancia que no superaron los 466 individuos/100 m<sup>3</sup>.

La capa subsuperficial presentó un primer foco de concentración de abundancia de 1.600 individuos/100 m<sup>3</sup> el día 24 de febrero en el punto LV-5 mientras que un segundo foco observado el día 25 de febrero de 2015 en el punto LV-4 exhibió abundancias de 1.085 individuos/100 m<sup>3</sup>.

La capa fondo exhibió la mayor variabilidad espacial y temporal distinguiéndose tres focos de abundancia importantes. El día 23 de febrero de 2015 se observó el primer foco de concentración (124 individuos /100 m<sup>3</sup>) en el punto LV-1. El día 26 de febrero de 2015 se registró el segundo foco de concentración en el punto LV-7 con valores máximos de 140 individuos/100 m<sup>3</sup>. Finalmente, el día 28 de febrero de 2015 durante los muestreos nocturnos se observó el tercer foco de concentración en los puntos LV-7 y LV-8 con valores inferiores a 100 individuos/100 m<sup>3</sup>.

### Larvas de peces

La distribución de larvas de peces en general resultó bastante heterogénea distribuyéndose tanto en puntos cerca de la línea de costa como en los puntos al centro y exterior de la bahía, sin embargo, es importante recalcar que los mayores valores de abundancia se obtuvieron a partir de los muestreos realizados con la red bongo, red que está diseñada para la captura de plancton altamente móvil como son los peces.

La capa superficial sólo exhibió un foco de abundancia el día 28 de febrero de 2015 durante los muestreos nocturnos en el punto cercano a la línea de costa LV-3 con abundancia

máximas de 1.160 individuos /100 m<sup>3</sup>. El resto de los días de muestreo los valores de abundancia fueron inferiores a 222 individuos /100 m<sup>3</sup>.

La capa subsuperficial también presentó un sólo foco de abundancia, observado el día 25 de febrero en el punto LV-7 alcanzando el valor de 2.600 individuos /100 m<sup>3</sup>. Los días restantes, las abundancias fueron menos relevantes alcanzando valores menores a 1.302 individuos /100 m<sup>3</sup>.

La capa de fondo exhibió la mayor variabilidad espacial y temporal registrándose 3 focos de abundancia importante. El día 26 de febrero de 2015 se registraron dos focos, uno de ellos en el puntos LV-1 y LV-2 con valores de abundancia > 118 individuos/100 m<sup>3</sup> mientras que el otro foco se observó en el punto LV-6 registrándose la abundancia máxima del periodo de estudio (220 individuos/100 m<sup>3</sup>) se presentó el segundo foco de abundancia en el punto LV-7 con valores máximos para todo el periodo de estudio de 140 individuos /100 m<sup>3</sup>. El día 28 de febrero durante los muestreos nocturnos se registró el tercer foco de abundancia en el punto LV-4 con valores de abundancia de 196 individuos/100 m<sup>3</sup>.

### **Variación de la distribución y abundancia del zooplancton en distintos estratos de la columna de agua**

Con el objetivo de conocer los patrones de distribución y abundancia del zooplancton a distintas profundidades y distancias de la costa en la bahía Conchalí, en la cercanías del lugar de captación de agua del Proyecto, se realizó un muestreo adicional o “transecto especial”, en los puntos TE1, TE2, TE3 y TE4 (ver ubicación en Figura EMB-8). El 14 de noviembre se realizaron 10 lances verticales utilizando la red WP-2, obteniéndose muestras en un mismo punto a diferentes estratos de la columna de agua (cada 10 m de profundidad, ver esquema en Figura EMB-14). Conjuntamente, en cada punto se realizaron perfiles de CTD.

Se analizaron en detalle cada uno de los 6 grupos más relevantes del zooplancton presentes en las muestras colectadas (cnidarios, holoplancton, meroplancton, copépodos, decápodos e ictioplancton). Durante estos muestreos se pudo evidenciar la existencia de gradientes térmicos entre los 10-15 m de profundidad. A continuación se describen los patrones de distribución y abundancia de los 6 grupos principales, además de las zoeas de las principales especies de decápodos de importancia comercial

#### Cnidarios

Durante el período de estudio este grupo presentó una mayor abundancia en los puntos cercanos a la costa y en los estratos más superficiales llegando hasta 13.591 individuos/100 m<sup>3</sup> en los primeros 10 metros de la columna de agua. El número de individuos disminuyó conforme aumentó la profundidad excepto en el punto más alejado de la costa (TE-4), donde, si bien la abundancia general fue baja, los organismos se distribuyeron hasta una mayor profundidad aunque siempre se mantuvieron en la capa más cálida que, a una mayor distancia de la costa, alcanzó una mayor profundidad. Las especies dominantes en este grupo fueron *Phialella quadrata* y *Obelia* sp. (Figura EMB-31, A).

### Holoplancton

El número de organismos holoplanctónicos (sin considerar los copépodos) a lo largo de todo el transecto especial alcanzó un máximo de 39.879 individuos/100 m<sup>3</sup> en la capa superficial. Esta mayor abundancia se observó en los puntos más cercanos a la costa, específicamente en los puntos TE-2 y TE-3. Como representantes del holoplancton destacaron por su abundancia *Oikopleura* sp. (Figura EMB-31, B).

### Meroplancton

El meroplancton (sin considerar larvas de decápodos ni de peces) exhibió su mayor abundancia en la capa superficial de la columna de agua en el punto más cercano a la costa y disminuyó conforme aumentó la profundidad y distancia de la costa. La abundancia máxima fue de 45.483 individuos/100 m<sup>3</sup> en la capa superficial del punto más cercano a la costa (TE-1). Destacaron por su abundancia en todo el transecto especial, independiente de la distancia a la costa, las larvas de *Concholepas concholepas* y las larvas ciris de cirripedios (Figura EMB-31, C).

### Copépodos

Los copépodos registraron su mayor abundancia en la capa superficial de los puntos más cercanos a la costa (TE-1 y TE-2) alcanzando valores de hasta 753.996 individuos/100 m<sup>3</sup>, abundancia que disminuyó conforme aumentó la profundidad excepto en el punto más alejado de la costa (TE-4) donde, si bien la abundancia general observada fue mucho menor que cerca de la costa, se observó un leve incremento en el número de copépodos entre 10 y 20 m. Las especies de copépodos más abundantes fueron *Acartia tonsa* y *Paracalanus indicus* (Figura EMB-32, D).

### Larvas de crustáceos decápodos

La abundancia para este grupo fue variable entre los diferentes puntos evaluados, en general su mayor abundancia se registró en la capa superficial y en los puntos intermedios en lejanía de la costa (TE-2 y TE-3) alcanzando valores de hasta 7.908 individuos/100 m<sup>3</sup>. En general la abundancia disminuyó conforme aumentó la profundidad. Los principales representantes fueron zoeas de *Pleuroncodes monodon*, *Allopetrolisthes angulosus*, y *Porcellana* sp. (Figura EMB-32, E).

### Ictioplancton

La abundancia del ictioplancton fue mayor en la capa superficial en los puntos intermedios en lejanía de la costa (TE-2 y TE-3) alcanzando valores de hasta 4.207 individuos/100 m<sup>3</sup>. Los taxa más abundantes fueron los huevos de *Normanichthys crockeri* y huevo de *Stromateus stellatus* (Figura EMB-32, F).

### Zoeas de decápodos de importancia económica

Los decápodos con importancia económica mostraron una distribución variable entre los 0 y 30 m de profundidad en los diferentes puntos del transecto especial, concentrándose principalmente distribuidos en los primeros 10 m de la columna de agua. A su vez se destaca una escasa abundancia de este grupo en el punto más cercano a la costa (TE-1). Los

principales representantes de este grupo fueron larvas zoeas de *Pleuroncodes monodon*, *Taliepus dentatus* y *Cancer coronatus*, alcanzado abundancias de hasta 1.178 individuos/100 m<sup>3</sup> en el punto TE-2 (Figura EMB-33. G).

**Figura EMB-31: Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 25 de febrero 2015**

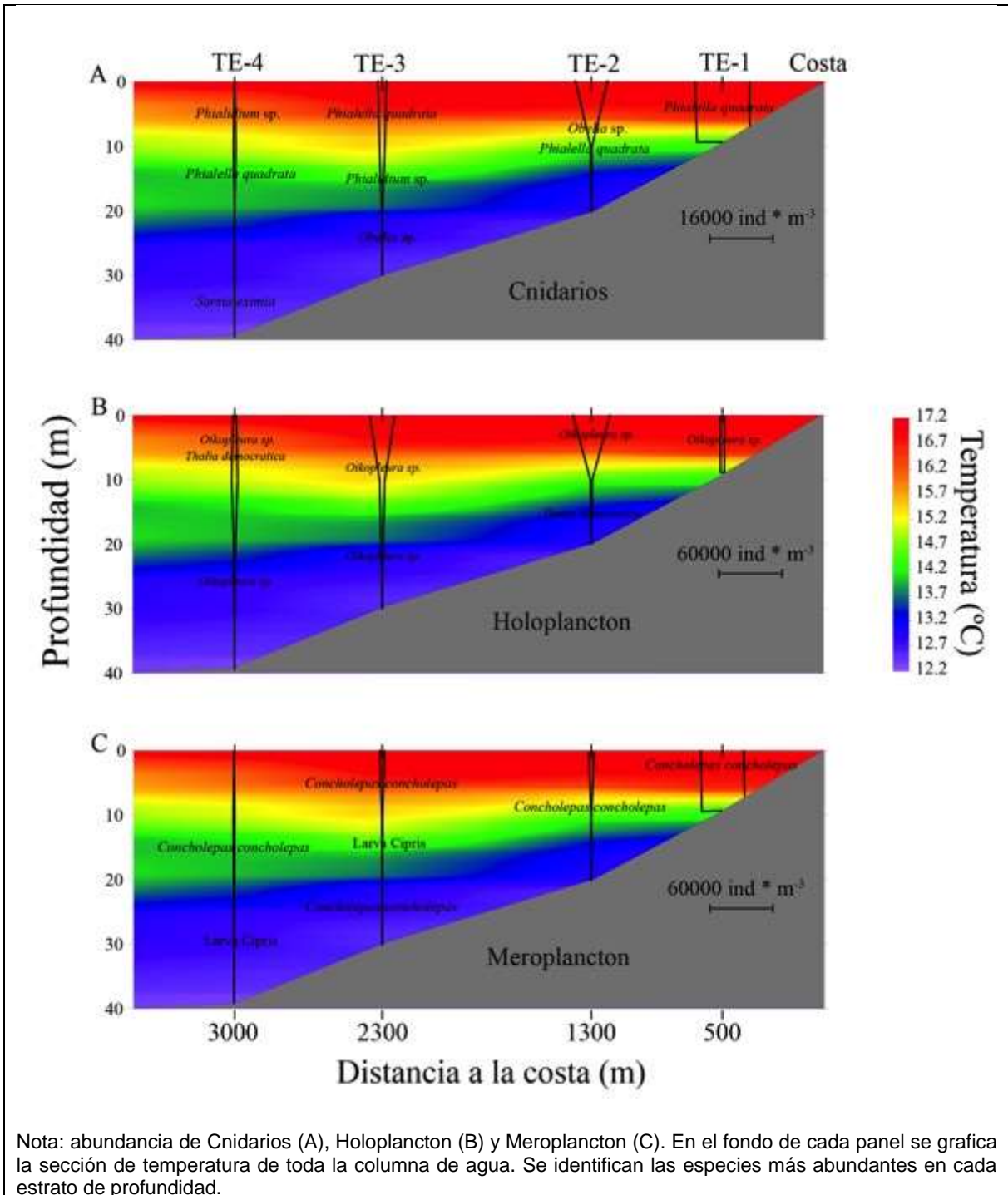
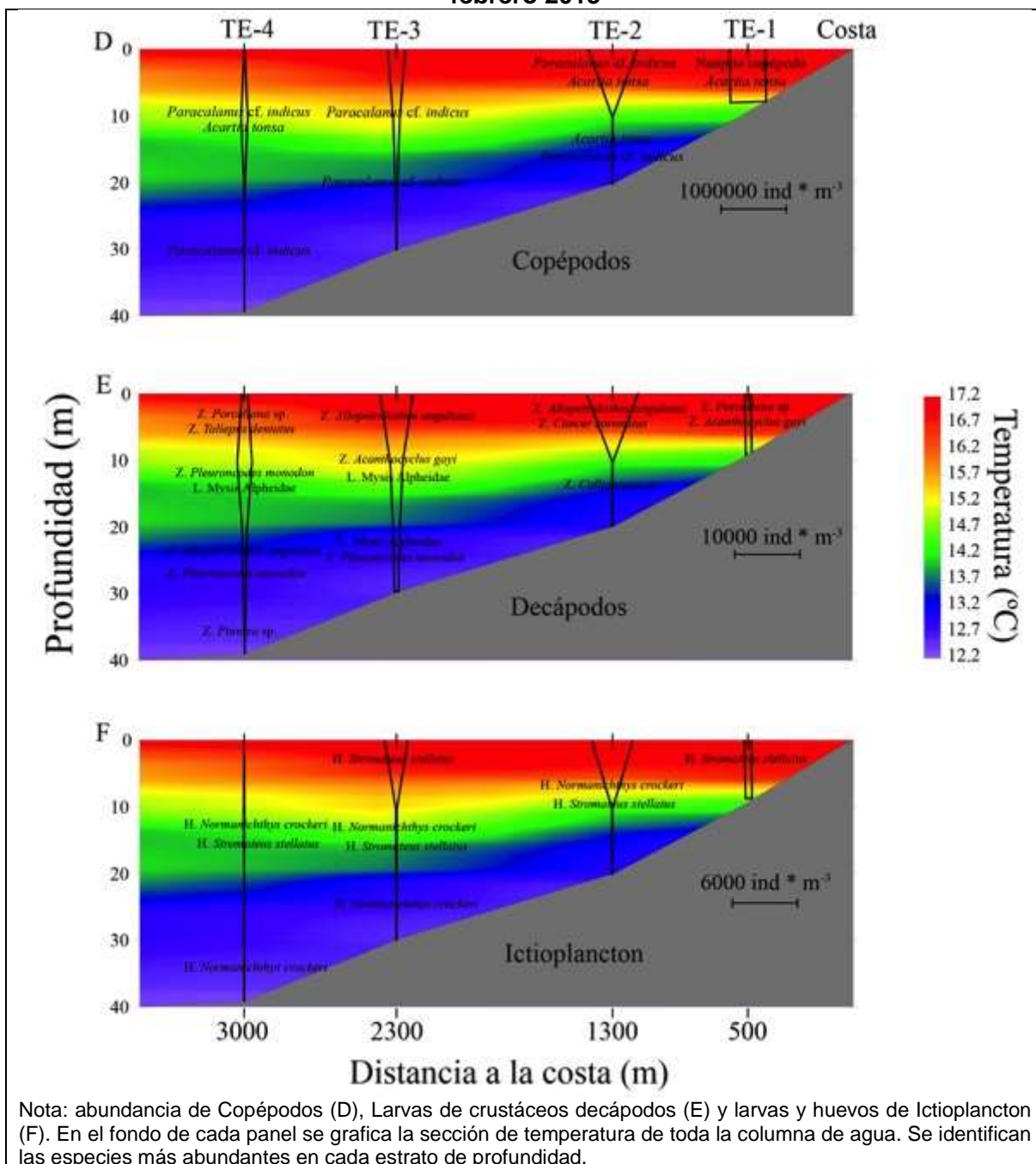




Figura EMB-32: Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 25 de febrero 2015

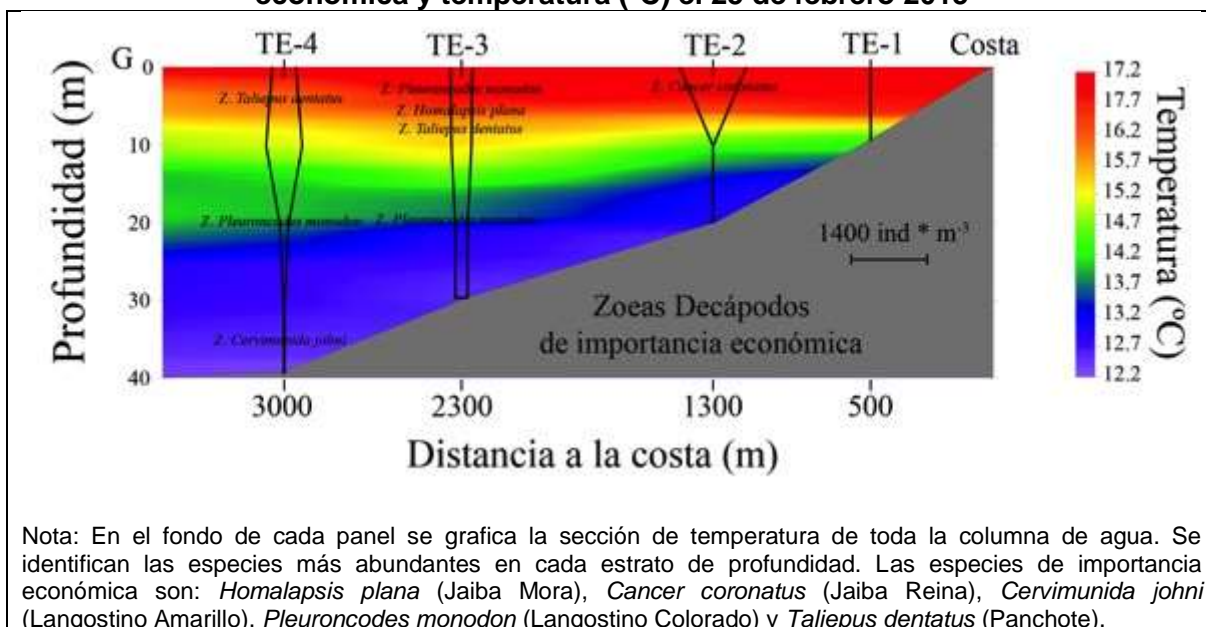


Nota: abundancia de Copépodos (D), Larvas de crustáceos decápodos (E) y larvas y huevos de Ictioplancton (F). En el fondo de cada panel se grafica la sección de temperatura de toda la columna de agua. Se identifican las especies más abundantes en cada estrato de profundidad.

Fuente: Físioaqua



**Figura EMB-33: Perfiles de abundancia de zoeas de decápodos de importancia económica y temperatura (°C) el 25 de febrero 2015**



Fuente: Fisisoaqua

### Resumen resultados campaña verano 2015

La diversidad de zooplancton estuvo compuesta por 178 taxa. La composición de la comunidad estuvo dominada por los copépodos, se destaca la alta abundancia del copépodo *Acartia tonsa* que representó más del 85% de la diversidad.

La comunidad fitoplanctónica estuvo representada por 92 taxa entre las categorías de: diatomeas, dinoflagelados y otros componentes fitoplanctónicos. La diatomea *Chaetoceros socialis* fue la más abundante y frecuente llegando a 368.200 cél./L en la estación control LV-CS, la cual representó más del 76% de la comunidad fitoplanctónica, en la bahía y al exterior de ésta.

Los resultados de cuantificaciones de zooplancton a distintas profundidades y distancias de la costa (transecto especial), indican que en, la zona más somera de la columna de agua (por sobre el gradiente térmico) es aquella donde se distribuye la mayor parte del zooplancton analizado.

Los focos de mayor concentración de clorofila "a" se ubicaron en los puntos de muestreo dentro de la bahía y se relacionaron en parte con las distribuciones espaciales de las diatomeas en la bahía.

Considerando todos los nutrientes evaluados (nitrito, nitrato, fosfato y sílice), estos se mantuvieron estables durante el verano 2015

Se observó mayores temperaturas en la superficie que en el fondo, registrándose un gradiente térmico en verano 2015.

La dirección preponderante del viento durante el verano 2015 exhibió alternancia norte-sur, con predominio del componente desde el sur. La mayor intensidad fue de 9,9 m/s. Los patrones de corrientes estimados a partir del seguimiento de derivadores lagrangianos a distintas profundidades mostraron que la dirección del desplazamiento de éstos estuvo influenciada principalmente el viento predominante (sobre todo para las capas más someras) y además por el tipo de marea imperante. Además, el derivador de superficie fue el que recorrió mayores distancias.

➤ Invierno 2015

## Zooplankton

### Abundancia y estructura comunitaria

De un total de 99 muestras de plancton obtenidas con redes Epineustónica, Bongo y WP-2 (33 muestras por cada red) durante el periodo de estudio (31 de julio; 1, 4 y 5 de agosto), se registró un total de 188 especies/taxa (incluyendo diferentes fases de desarrollo larval de especies de crustáceos decápodos, peces y otros componentes del meroplancton) los que fueron agrupados en las siguientes categorías: (1) cnidarios, (2) otros holoplancton, (3) larvas meroplancton, (4) copépodos, (5) larvas de decápodos, (6) ictioplancton. Cada una de estas categorías presenta características físicas y de comportamiento que pueden asumirse equivalentes. A continuación se detallan las especies/taxa más relevantes dentro de cada categoría según su abundancia.

Los cnidarios estuvieron representados por 14 taxa, destacando el taxa de los sifonóforos *N.I* que presentó su abundancia máxima (1.490 individuos/100 m<sup>3</sup>) el día 31 de julio (red Epi). En esta misma fecha, destacaron también las hidromedusas *Obelia* sp. y *Phialella quadrata* con abundancias máximas de 162 individuos/100 m<sup>3</sup> (red Bongo) y 121 individuos/100 m<sup>3</sup> (red Epi) respectivamente.

La categoría de otros componentes del holoplancton estuvo representada por 40 taxa, destacando por su abundancia la apendicularia del género *Oikopleura* sp. con valores máximos de 97.992 individuos/100 m<sup>3</sup> el día 31 de julio (red Bongo). Otra especie que destacó fue *Pleurobranchia pileus* (abundancia máxima de 487 individuos/100 m<sup>3</sup>) el día 4 de agosto (red Bongo).

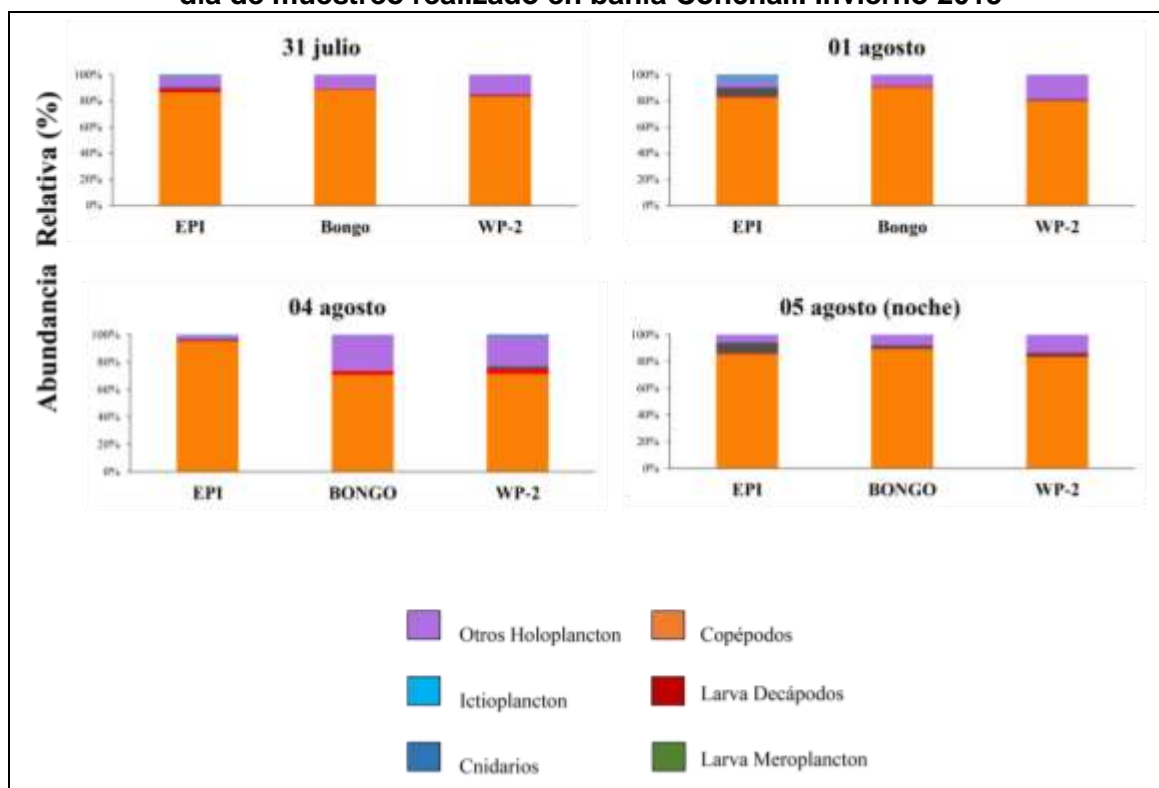
Las larvas de meroplancton estuvieron representadas por 15 taxa, destacando las abundancias de misidáceos (máximo de 48.031 individuos/100 m<sup>3</sup>) el día 5 de agosto (noche, red Epi) y larvas cifonauta (briozoos) con máximas de 2.282 individuos/100 m<sup>3</sup> el día 31 de julio (red Epi).

La categoría de los copépodos estuvo representada por 46 taxa, destacando por su abundancia la especie *Acartia tonsa* (máximo de 408.015 individuos/100 m<sup>3</sup> en la red Bongo) y *Paracalanus cf. indicus* (máximo de 370.152 individuos/100 m<sup>3</sup> en la red Bongo) el día 31. Las larvas de decápodos estuvieron representadas por 41 taxa (entre zoeas, megalopas y mysis) en donde los organismos más abundantes fueron las zoeas de *Taliepus dentatus* (máximo de 3.018 individuos/100 m<sup>3</sup> en red bongo el 4) y las zoeas de *Pinotheres politus* (máximo de 1.468 individuos/100 m<sup>3</sup> en red bongo el 4).

Finalmente, el ictioplancton estuvo representado por 32 taxa (entre huevos y larvas de peces) donde destacaron los huevos de *Normanichthys crockeri* (máximo de 2.272 individuos/100 m<sup>3</sup> en red epineustónica el día 1 de agosto en red epineustónica) y las larvas de *Gobiesox marmoratus* (máximo de 387 individuos/100 m<sup>3</sup> en red Bongo).

En cuanto a la contribución porcentual por categoría (Figura EMB-34), se observa en la campaña de invierno 2015 el mismo patrón observado en las campañas anteriores: una clara dominancia de copépodos, contribuyendo éstos en todas las fechas y estratos de profundidad en más del 70% de la abundancia total. La máxima contribución porcentual en abundancia de otros grupos del holoplancton se observó el 4 de agosto en la capa subsuperficial (red Bongo), alcanzado un 25,7%. La máxima abundancia relativa exhibida por el meroplancton alcanzó el 7,99% durante la noche el día 5 de agosto en la capa superficial (red Epineustónica). Los crustáceos decápodos exhibieron su máxima abundancia relativa de 3,38% el día 4 de agosto en la capa de fondo (red WP-2). El ictioplancton exhibió su máxima abundancia relativa de 5% el día 1 de agosto en la capa superficial (red Epineustónica) mientras que la presencia de cnidarios no superó los 1,2% a lo largo de toda la campaña.

**Figura EMB-34: Abundancia relativa (%) de cada categoría de zooplancton para cada día de muestreo realizado en bahía Conchalí. Invierno 2015**



Fuente: Fisiografía

El patrón de abundancia total (individuos/100 m<sup>3</sup>) de las distintas categorías de organismos zooplanctónicos a lo largo del período de estudio (ver Anexo EM-4, campaña verano 2015). Considerando la abundancia total por cada día en cada categoría, se distinguió que la abundancia total de los organismos fue siempre mayor en el estrato subsuperficial de la columna de agua (red Bongo) y menor en la capa profunda (red WP-2), alcanzando un

máximo de 921.744 individuos/100 m<sup>3</sup> el día 31 de agosto y un mínimo de 14.083 individuos/100 m<sup>3</sup> el día 4 de agosto respectivamente.

Al realizar una comparación temporal de las abundancias totales de zooplancton en las distintas estaciones de muestreo, incluyendo los puntos controles, se observó mayor abundancia en el control LV-CN ubicado en el extremo norte en comparación con el control LV-CS ubicado en el extremo sur, fuera de la bahía. La abundancia máxima registrada en el control LV-CN fue de 168.263 individuos/100 m<sup>3</sup> el día 01 de agosto en la capa subsuperficial (red Bongo). Tal abundancia se encuentra dentro del rango registrado en los puntos ubicados en la bahía.

### Análisis de Similitud

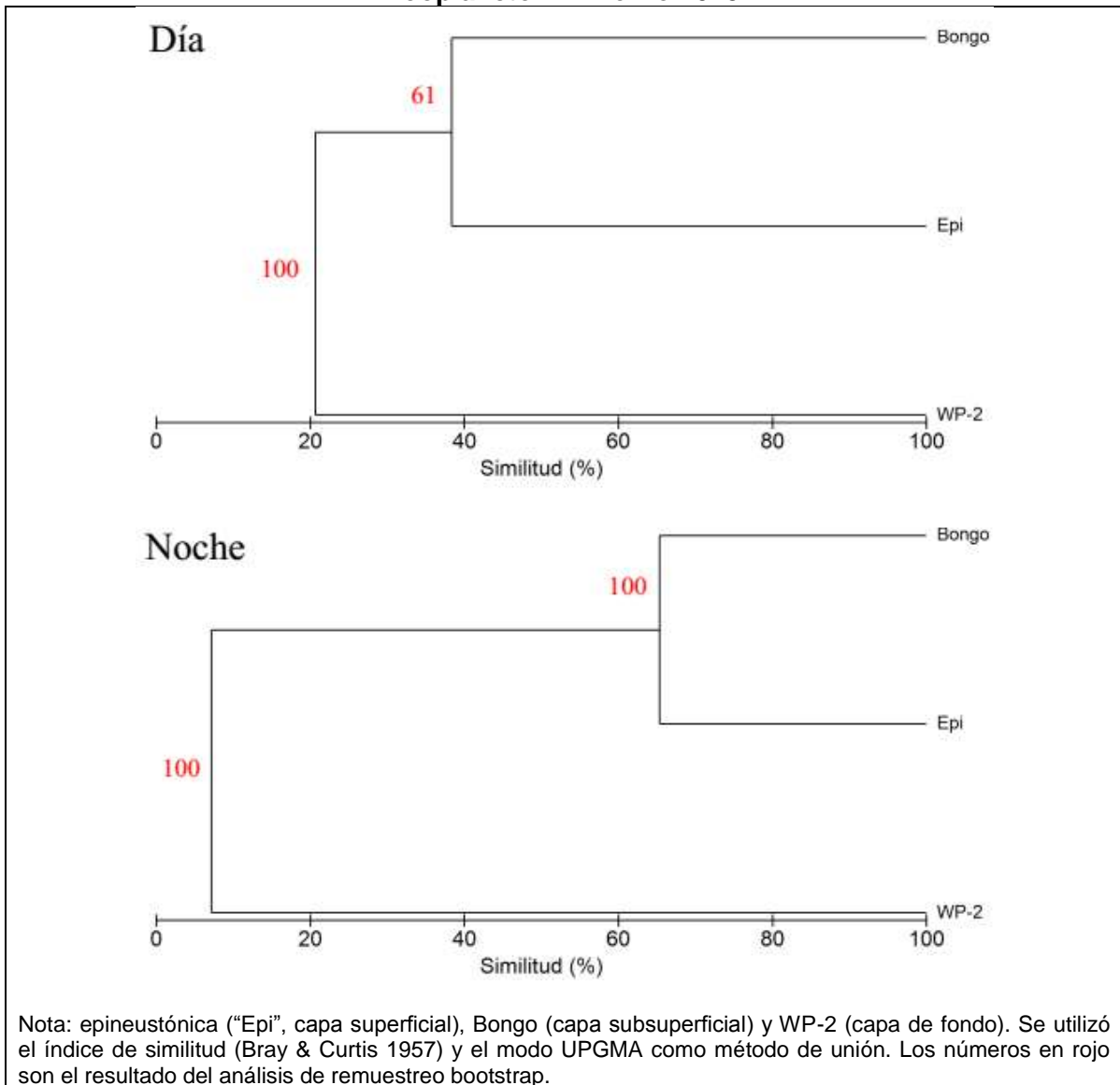
Durante el día y la noche la mayor similitud entre redes de muestreo –las cuales representan distintas capas de la columna de agua– se presentó entre la capa superficial (red epineustónica) y la subsuperficial (red bongo) (Día: Similitud 38%, Bootstrap 61%; Noche: Similitud 65%, Bootstrap 100%) (Figura EMB-35).

En cuanto a la agrupación de los puntos de muestreo en la capa superficial (red epineustónica) (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2015) se observaron durante el día dos agrupaciones importantes con similitud >80% formada por los puntos LV-5, LV-7 y LV-CN (Bootstrap 54%) y LV-2, LV-3, LV-4 (Bootstrap 36%). Por otro lado, en el muestreo realizado durante la noche los puntos con mayor similitud (>75%) fueron LV-1, LV-2 y LV-7 (Bootstrap 45%) y LV-4 con LV-8 (Bootstrap 45%).

En los muestreos de día de la capa subsuperficial (red bongo) (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2015) se observó mayor similitud (cercana al 70%, Bootstrap 61%) entre los puntos LV-7, LV-8 y LV-CN ubicados en los sectores sur y exterior norte de la bahía. Por otro lado, en la noche se observó que la mayor similitud (>70%, Bootstrap 54%) fue entre los puntos LV-2, LV-7 y LV-8.

En los muestreos realizados durante el día en la capa de fondo (red WP-2) (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2015) exhibió mayor similitud (>70%) en dos grupos de puntos: LV-1, LV-2, LV-5, LV-CN (Bootstrap 61%) y LV-3, LV-7, LV-8 (Bootstrap 85%). Por otro lado, durante la noche se observó la mayor similitud (cercano a 70%) entre los puntos LV-4 y LV-7 (Bootstrap 59%).

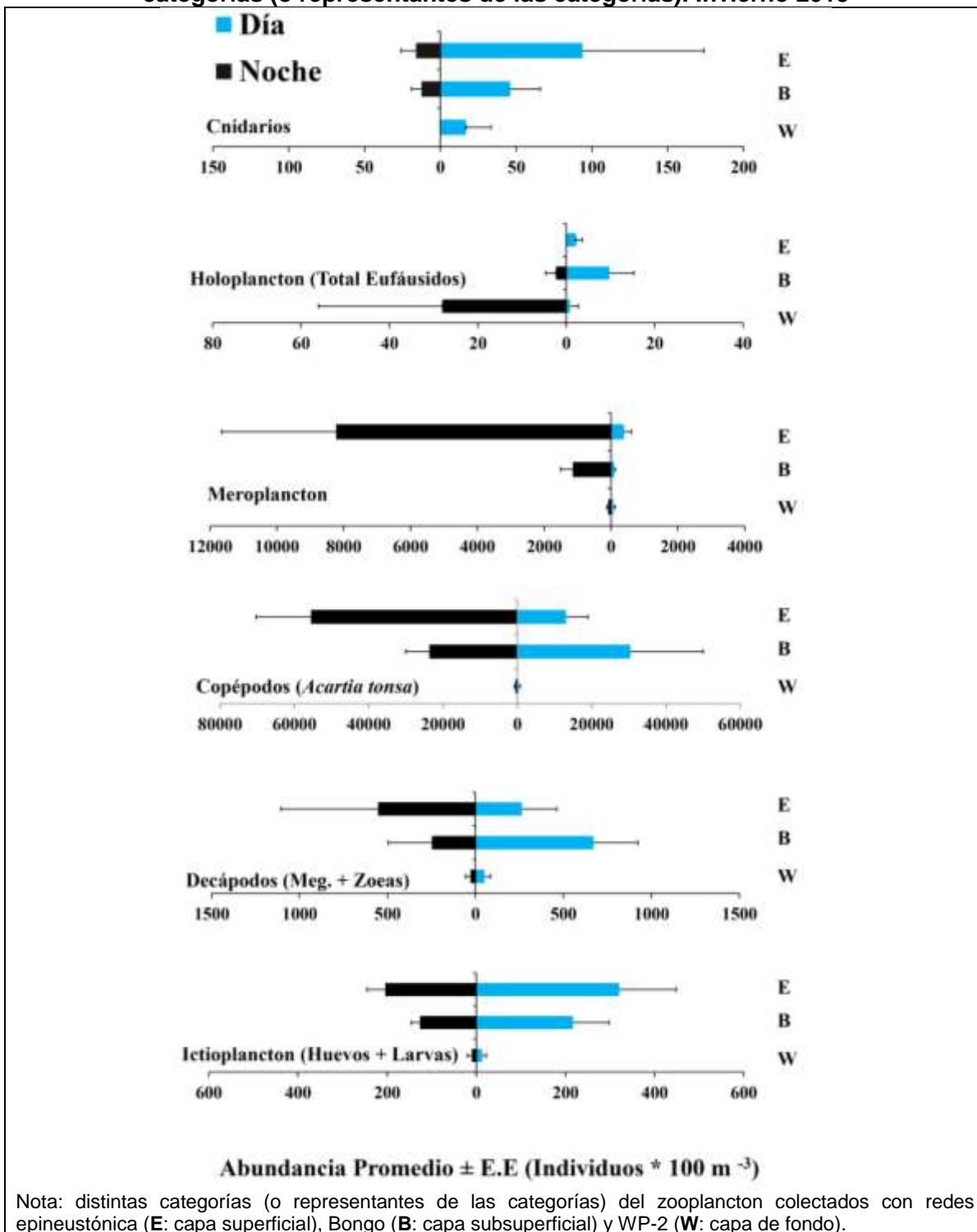
**Figura EMB-35: Dendrograma de agrupamiento de las distintas redes para capturar zooplancton. Invierno 2015**



Fuente: Fisiaoqua

Al analizar en forma comparativa los patrones de distribución vertical promedio del plancton ( $\pm$ E.E.) durante el día y la noche, se observó que en general los organismos (agrupados en 6 categorías principales) mostraron patrones bastante variables (Figura EMB-36). El ictioplancton y cnidarios se distribuyeron durante el día y la noche en la capa superficial con mayores abundancias durante el día ( $320 \pm 128$  Individuos/ $100 \text{ m}^3$  y  $94 \pm 80$  Individuos/ $100 \text{ m}^3$  respectivamente) debido probablemente a que en la noche, cuando otro zooplancton migra hacia la superficie, éstos son uno de los principales componentes del zooplancton que es depredado. La especie de copépodo *Acartia tonsa* presentó sus mayores abundancias en la capa subsuperficial durante el día y en la superficial de noche (siendo máximas durante la noche ( $55.507 \pm 14770$  individuos/ $100 \text{ m}^3$ )) mientras que los decápodos y meroplancton evidenciaron una clara migración hacia la capa superficial durante la noche.

Figura EMB-36: Distribución vertical promedio ( $\pm$ E.E.) día/noche de las distintas categorías (o representantes de las categorías). Invierno 2015



## Índices ecológicos

El análisis de los índices ecológicos del zooplancton (ver Anexo, EM-4, campaña invierno 2015) muestra que la mayor riqueza específica ( $S=55$ ) se observó el día 31 de julio en la capa superficial del punto LV-7, mientras que la menor riqueza específica ( $S=3$ ) se observó el día 4 de agosto en la capa de fondo del punto LV-7.

La mayor abundancia total de individuos ( $N=291.048$  individuos/100 m<sup>3</sup>) se registró en la capa subsuperficial (red Bongo) el día 31 de julio en el punto LV-8 ubicado al sur de la bahía, mientras que la menor abundancia ( $N=453$  individuos/100 m<sup>3</sup>) se presentó el día 4 de agosto en el punto LV-1.

El índice de diversidad de Shannon más alto ( $H'=2,877$ ) se registró el día 1 de agosto en la capa superficial (red Epineustónica) del punto control LV-CS, mientras que el valor más bajo ( $H'=0,1961$ ) se registró el día 4 de agosto en la capa superficial del punto control LV-CN.

Finalmente, el índice de equidad más alto ( $J'=0,9849$ ) se observó el día 4 de agosto en la capa de fondo (red WP-2) del punto LV-1 ubicado en el sector norte de la bahía, mientras que la menor equidad ( $J'=0,0632$ ) se registró el día 1 de agosto en la capa superficial (red epineustónica) del punto LV-8 ubicado al sur de la bahía.

## Variabilidad del meroplancton

En la campaña de invierno 2015 se registraron 17 taxa de importancia comercial pertenecientes a moluscos, decápodos y peces (ver Anexo, EM-4, campaña invierno 2015).

Entre los moluscos se registraron larvas de loco (*Concholepas concholepas*) y pulpo (*Octopus* sp.). Estas últimas fueron menos abundantes no superando los  $0,2\pm 0,2$  individuos/100 m<sup>3</sup>, mientras que la abundancia máxima promedio de larvas de loco fue de  $7,7\pm 5,7$  individuos/100 m<sup>3</sup> en la capa superficial (red Epineustónica).

Para los decápodos se registraron 7 taxa de importancia comercial entre los cuales destacan por su alta abundancia las megalopas y zoeas de panchote (*Taliepus dentatus*) observadas en la red epineustónica y bongo con máximos promedio de  $229,1\pm 65,7$  individuos/100 m<sup>3</sup> en la capa subsuperficial. Otras especies que destacaron fue la jaiba limón (*Cancer porteri*, zoeas) en la capa superficial (máximos promedio de  $5,9\pm 4,0$  individuos/100 m<sup>3</sup>) y el langostino amarillo (*Cervimunida johni*, zoea) en la capa subsuperficial y de fondo con máximos promedio de  $5,5\pm 2,4$  y  $4,4\pm 3,1$  individuos/100 m<sup>3</sup> respectivamente.

Finalmente, entre el grupo de los peces se registraron 8 taxa de importancia comercial destacándose la Cabrilla (*Sebastes oculatus*, larva) por su mayor abundancia en la capa subsuperficial (red Bongo) con máximos de  $10,9\pm 3,2$  individuos/100 m<sup>3</sup> y la anchoveta (*Engraulis ringens*, huevos y larvas) con máximos promedio de  $5,9\pm 2,0$  individuos/100 m<sup>3</sup> que también aparece bien representada en la capa superficial al igual que el machuelo (*Ethmidium maculatum*).

## Fitoplancton

### Abundancia y estructura comunitaria

De un total de 33 muestras de fitoplancton analizadas, se determinó que la comunidad fitoplanctónica estuvo representada por 96 taxa entre las categorías “diatomeas”, “dinoflagelados” y “otros componentes fitoplanctónicos” (representados por ciliados, tintínidos y silicoflagelados).

Las diatomeas estuvieron representadas por 71 taxa, siendo la especie *Chaetoceros dydimus* la que presentó la máxima abundancia (91,6 cél./L) el día 31 de julio de 2015 en el punto control LV-CS. Otra especie que presentó valores de abundancia importantes fue *Chaetoceros lorenzianus* (69,6 cél./L) el día 4 de agosto en el punto LV-5.

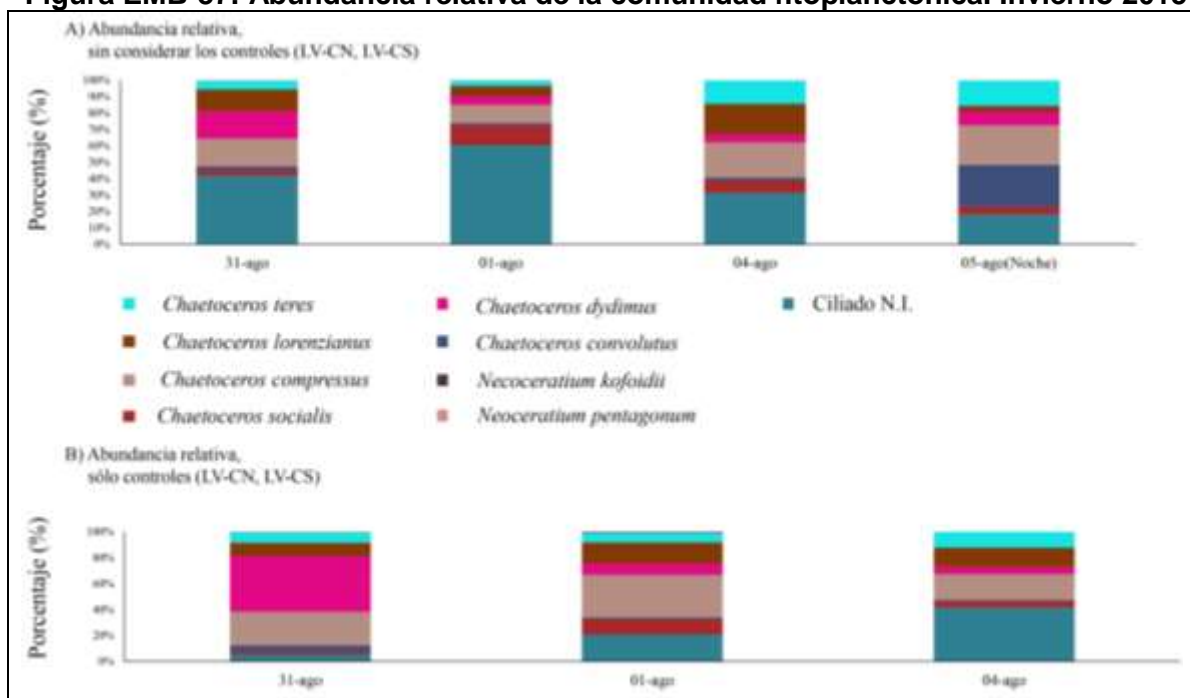
Los dinoflagelados estuvieron representados por 17 taxa y en general las abundancias de este grupo fueron bastante bajas en esta campaña. Destacó las especies *Neoceratium kofoidii* y *Dinophysis ovum* (abundancia máxima de 0,8 células L<sup>-1</sup>) el día 31 de julio en el punto LV-8.

Finalmente, el grupo de “otros componentes fitoplanctónicos” formado por ciliados y silicoflagelados estuvieron representados por 8 taxa los que correspondieron mayoritariamente a ciliados lorizados y tintínidos que no fue posible identificar. Se registró que la abundancia máxima correspondió a 158 cél./L el día 1 de agosto en el punto LV-3.

En relación a la contribución de los taxa más representativos (Figura EMB-37), se observó que en los puntos ubicados en la bahía (tanto norte, centro y sur) a lo largo del periodo de muestreo la abundancia relativa fue principalmente aportada por el ciliado lorizado no identificado (N.I.) que contribuyó con más del 30% en los tres primeros días de muestreo, mientras que durante los muestreos nocturnos del 5 de agosto el mayor aporte a la comunidad lo hizo la diatomea *Chaetoceros convolutus* (25%). Otra especie que destacó en los puntos ubicados en la bahía fue *Chaetoceros compressus* (>17%) en todos los días de muestreo a excepción del 1 de agosto). En los puntos ubicados al exterior de la bahía (controles norte y sur) se observó que a lo largo del periodo de muestreo la abundancia relativa exhibió un patrón diferente. El día 31 de julio el mayor aporte lo hizo *Chaetoceros dydimus* (43%), el día 1 de agosto lo hizo *Chaetoceros compressus* (33%) y el día 4 de agosto el taxa ciliado no identificado (N.I.) (42%).



**Figura EMB-37: Abundancia relativa de la comunidad fitoplanctónica. Invierno 2015**



Fuente: Fisiaoqua

En cuanto a la variación temporal de la comunidad fitoplanctónica en la bahía (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2015) se observó que la abundancia promedio de diatomeas fue mayor los días 31 de julio y 4 de agosto ( $79,9 \pm 24,9$  y  $71,6 \pm 3,06$  cél./L). La abundancia de dinoflagelados y otros componentes del fitoplancton fue menor que las diatomeas encontrándose que la abundancia promedio de dinoflagelados fue de  $0,71 \pm 0,22$  cél./L el día 31 de julio, mientras que la mayor abundancia promedio de otros componentes fitoplanctónicos fue de  $36,5 \pm 19,9$  cél./L el día 1 de agosto.

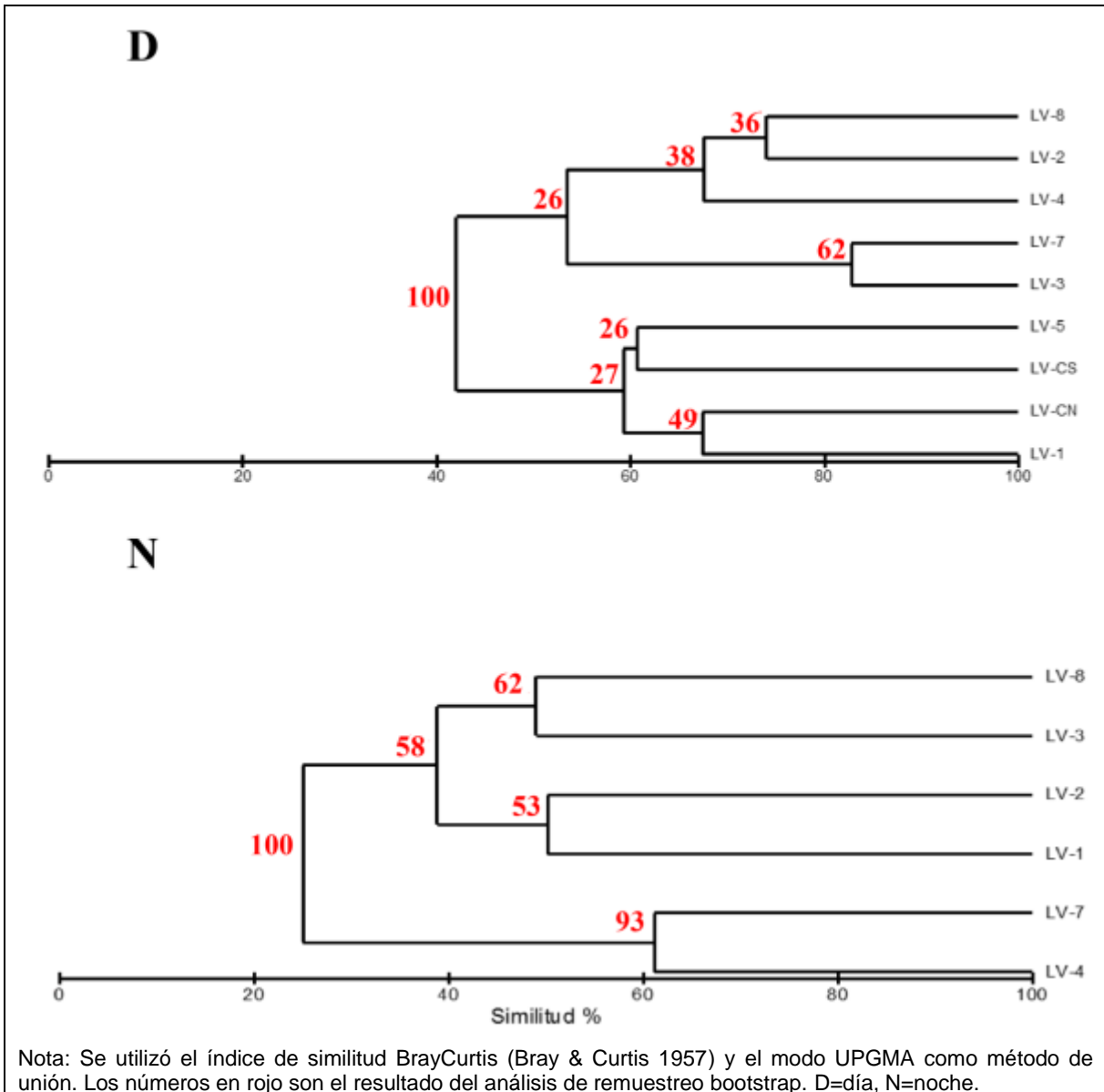
La variación espacial de la abundancia en las estaciones ubicadas en la bahía durante el día y la noche indicó que en la mayoría de los puntos de muestreo la mayor abundancia promedio de diatomeas se presentó durante el día, principalmente el punto LV-5 ( $148,2 \pm 72,8$  cél./L) ubicado en el punto más alejado de la costa. En los puntos LV-3 y LV-8 la abundancia promedio de diatomeas fue mayor durante los muestreos nocturnos. Los dinoflagelados también fueron predominantes durante el día con una abundancia promedio máxima de  $0,86 \pm 0,24$  cél./L en el punto LV-CS. Los otros componentes del fitoplancton en general también presentaron su mayor abundancia durante el día con valores promedio máximos de  $82,5 \pm 40,3$  cél./L en el punto LV-3 ubicado al sur de la bahía.

Por otra parte, analizando sólo los puntos controles se observó que la abundancia temporal de los diferentes grupos que conformaron la comunidad fitoplanctónica fue variable. En general, se observaron las mayores abundancias de las diatomeas y otros componentes fitoplanctónicos en el punto LV-CS pero en distintos días. En el caso de las diatomeas las mayores abundancias ( $212,4$  cél./L) se observaron el día 31 de julio, mientras que las mayores abundancias de otros componentes del fitoplancton ( $44,8$  cél./L) se presentaron el 4 de agosto. Los dinoflagelados presentaron las mayores abundancias ( $1,2$  cél./L) tanto en el punto LV-CS y LV-CN los días 31 de julio y 1 de agosto, respectivamente.

Análisis de similitud

La agrupación de los puntos de muestreo considerando la composición y abundancia de las especies/taxa fitoplanctónicas registradas en invierno en bahía Conchalí exhibió distintas agrupaciones durante el día y la noche (Figura EMB-38). En los muestreos diurnos, se registró sólo una agrupación importante (>80% de similitud) formado por los puntos LV-3 y LV-7 (Bootstrap 62%) ubicados tanto centro y sur de la bahía. En los muestreos nocturnos sólo se distinguió una agrupación relativamente importante (similitud >60%, Bootstrap 93%) entre los puntos LV-4 y LV-7 ubicados igualmente en el centro y sur de la bahía.

**Figura EMB-38: Dendrograma de agrupamiento para la comunidad fitoplanctónica. Invierno 2015**



## Índices ecológicos del fitoplancton

Los índices ecológicos de la comunidad fitoplanctónica (ver Anexo EM-4, campaña invierno 2015) exhibieron la mayor riqueza ( $S=38$  taxa) en el punto LV-5 (punto exterior de la bahía) el día 4 de agosto. Por otra parte, la menor riqueza ( $S=8$ ) se observó en el punto LV-4 (ubicado al centro de la bahía) durante los muestreos nocturnos del día 5 de agosto.

La mayor abundancia de la comunidad ( $N=238$ ) se observó en el punto LV-3 (centro de la bahía) el día 1 de agosto, mientras que la menor abundancia ( $N=8$ ) se registró en el punto LV-7 durante los muestreos nocturnos del día 5 de agosto.

El índice de diversidad de Shannon más alto ( $H'=2,569$ ) se registró en el punto LV-5 el día 4 de agosto, en tanto que el índice más bajo ( $H'=0,516$ ) se observó en el punto LV-7 del día 31 de julio.

Por último, el índice de equidad mayor ( $J'=0,8772$ ) se observó en el punto LV-7 durante los muestreos nocturnos del día 5 de agosto, mientras que el índice de equidad menor ( $J'=1697$ ) se observó en el mismo punto el día 31 de julio.

## **Variabilidad espacial y temporal del plancton**

Cada uno de los grupos seleccionados: diatomeas, copépodo *Acartia tonsa*, megalopas de crustáceos decápodos e ictioplancton (larvas de peces), corresponden a grupos disímiles pero representativos de la comunidad planctónica. Resulta por lo tanto útil conocer los patrones de distribución y abundancia de estos grupos en particular, y así entender el acople que pueden tener con forzantes físicos que afectan el sistema (i.e. vientos, mareas, corrientes). Las estimaciones de abundancia se distinguieron para las distintas capas de la columna de agua: superficial (muestras colectadas con red epineustónicas), subsuperficial (muestras colectadas con red bongo) y capa de fondo (muestras colectadas con red WP-2). Las distribuciones clasificadas por fecha y estrato de muestreo se presentan en el Anexo EM-4, campaña primavera 2014.

### Diatomeas

La abundancia de diatomeas se distribuyó de manera heterogénea concentrándose en 2 focos de abundancia ubicados en el mismo punto. El foco de máxima abundancia (268 cél./L) se observó el día 4 de agosto en el punto LV-5. Un foco menos importante (160 cél./L) se observó el día 31 de julio. Los días restantes la abundancia de diatomeas no superaron las 79 cél./L.

### Copépodo *Acartia tonsa*

Los focos de abundancia del copépodo *Acartia tonsa* se presentaron en los puntos de muestreo ubicados en la bahía tanto al norte, centro y sur de la bahía. Este patrón fue observado tanto en la capa superficial como a mayores profundidades. En la capa superficial se observó sólo un foco de abundancia importante durante los muestreos nocturnos del 5 de agosto en el punto LV-3 (124.559 individuos/100 m<sup>3</sup>). Los días restantes las abundancias de esta especie no superaron los 61.052 individuos /100 m<sup>3</sup>.

La capa subsuperficial sólo presentó un foco de abundancia importante (171.811 individuos /100 m<sup>3</sup>) en el punto LV-8 el día 31 de julio, mientras que los demás días evaluados la abundancia no superaron los 85.245 individuos /100 m<sup>3</sup>.

La capa de fondo presentó el foco de máxima abundancia (1.365 individuos /100 m<sup>3</sup>) el día 1 de agosto en el punto LV-1 ubicado en el sector norte de la bahía. Otros focos fueron registrados el día 31 de julio en el punto LV-4 (801 individuos /100 m<sup>3</sup>) y el día 5 de agosto (muestreos nocturnos) en el puntos LV-4 y LV-7 (> 1.093 individuos /100 m<sup>3</sup>) ubicados al centro-sur de la bahía.

### Megalopas de decápodos

En general se observó que la mayor abundancia de megalopas de decápodos se presentó mayoritariamente en los puntos de muestreo ubicados en el centro de la bahía.

La capa superficial registró el primer y máximo foco de abundancia el día 31 de julio en el punto LV-5 (75 individuos /100 m<sup>3</sup>) ubicado en el sector más alejado de la costa. El día 1 de agosto se registró otro foco de abundancia en el punto LV-1 (70 individuos /100 m<sup>3</sup>) ubicado en el sector norte de la bahía. Por último, un tercer foco de abundancia menos importante se observó en el punto LV-8 (60 individuos /100 m<sup>3</sup>) durante los muestreos nocturnos del día 5 de agosto.

En esta campaña, no se registraron megalopas en la capa subsuperficial y de fondo.

### Larvas de peces

La distribución de larvas de peces en general resultó bastante heterogénea distribuyéndose tanto en puntos cerca de la línea de costa como en los puntos ubicados al centro, norte y sur de la bahía. Sin embargo, es importante notar que los mayores valores de abundancia se obtuvieron a partir de los muestreos realizados con la red bongo, red que está diseñada para la captura de plancton altamente móvil como son los peces.

La capa superficial sólo exhibió un foco de abundancia el día 5 de agosto (muestreos nocturnos) en el punto LV-3 ubicado cerca de la línea de costa con abundancias máxima de 175 individuos /100 m<sup>3</sup>. El resto de los días evaluados los valores de abundancia no superaron los 75 individuos /100 m<sup>3</sup>.

La capa subsuperficial también presentó varios focos de abundancia: el día 31 de julio se observó la máxima abundancia (265 individuos /100 m<sup>3</sup>) en el punto LV-8, mientras que el día 1 y 4 de agosto los focos se presentaron en los puntos LV-1 y LV-7 (abundancias menores a 161 individuos /100 m<sup>3</sup>). Por último, el día 5 de agosto las abundancias no superaron a 34 individuos /100 m<sup>3</sup>.

La capa de fondo exhibió 3 focos siendo el más importante el día 5 de agosto durante los muestreos nocturnos en el punto LV-4, ubicado en la zona centro de la bahía con abundancias máximas de 60 individuos /100 m<sup>3</sup>. Los días 1 y 4 de agosto se observaron otros dos focos en el punto LV-1 con abundancias igual o inferiores a 47 individuos /100 m<sup>3</sup>.

## Variación de la distribución y abundancia del zooplancton en distintos estratos de la columna de agua

Con el objetivo de conocer los patrones de distribución y abundancia del zooplancton a distintas profundidades y distancias de la costa en la bahía Conchalí, en la cercanías del lugar de captación de agua del Proyecto, se realizó un muestreo adicional o “transecto especial”, en los puntos TE1, TE2, TE3 y TE4 (ver ubicación en Figura EMB-8). El 14 de noviembre se realizaron 10 lances verticales utilizando la red WP-2, obteniéndose muestras en un mismo punto a diferentes estratos de la columna de agua (cada 10 m de profundidad, ver esquema en Figura EMB-14). Conjuntamente, en cada punto se realizaron perfiles de CTD.

Se analizaron en detalle cada uno de los 6 grupos más relevantes del zooplancton presentes en las muestras colectadas (Cnidarios, Holoplancton, Meroplancton, Copépodos, Decápodos e Ictioplancton). Durante los muestreos efectuados no se evidenció un gradiente térmico marcado debido a la escasa variación de temperatura en la columna de agua. A continuación se describen los patrones de distribución y abundancia de los 6 grupos principales, además de las zoeas de las principales especies de decápodos de importancia comercial.

### Cnidarios

Durante el período de estudio este grupo presentó una mayor abundancia en los puntos cercanos a la costa y en los estratos más superficiales llegando hasta 98 individuos/100 m<sup>3</sup> en los primeros 10 metros de la columna de agua (TE-1), correspondiente a la abundancia de la especie *Obelia* sp. No se registraron otras abundancias a excepción de la especie *Sarsia eximia* con 32 individuos/100 m<sup>3</sup> una profundidad entre 20-30 m en el punto TE-4 (Figura EMB-39, A).

### Holoplancton

El número de organismos holoplanctónicos (sin considerar los copépodos) a lo largo de todo el transecto especial alcanzó un máximo de 1.668 individuos/100 m<sup>3</sup> en la capa superficial (TE-1). Se registraron valores de abundancia similares para los 4 puntos del transecto, sin embargo en el punto TE-4, la abundancia disminuyó notoriamente bajo los 20 metros de profundidad. Como representantes del holoplancton destacó por su abundancia *Oikopleura* sp. (Figura EMB-39, B).

### Meroplancton

El meroplancton (sin considerar larvas de decápodos ni de peces) exhibió su mayor abundancia en la capa superficial de la columna de agua en el punto más alejado a la costa (TE-4), aportado principalmente por las véliger de *Concholepas concholepas*. En el punto TE-3 se registró la presencia de larvas cifonauta y misidáceos entre los 10 y 30 m, mientras que en TE-4 los misidáceos se observaron entre los 10 y 20 m. No se registraron individuos en los puntos TE-1 y TE-2 (Figura EMB-39, C).

### Copépodos

Los copépodos registraron su mayor abundancia en la capa superficial del punto más cercano a la costa (TE-1), alcanzando valores de hasta 8.048 individuos\* 100 m<sup>3</sup>, seguido en magnitud por la abundancia en la capa superficial del punto TE-3 y TE-4. La abundancia disminuyó progresivamente al aumentar la profundidad en cada punto. Las especies de copépodos más abundantes fueron *Paracalanus cf. indicus*, *Acartia tonsa* y *Oithona similis* (Figura EMB-40, D).

### Larvas de crustáceos decápodos

La abundancia observada para este grupo fue variable entre los diferentes puntos evaluados, alcanzando su mayor valor en el punto TE-4 (196 individuos/100 m<sup>3</sup>) entre los 20-30 m, seguido por la abundancia del punto TE-3 y TE-2. Los principales representantes fueron *Mysis* Alpheidae, zoeas de *Cyclograpsus cinereus* y *Allopetrolisthes angulosus* (Figura EMB-40, E).

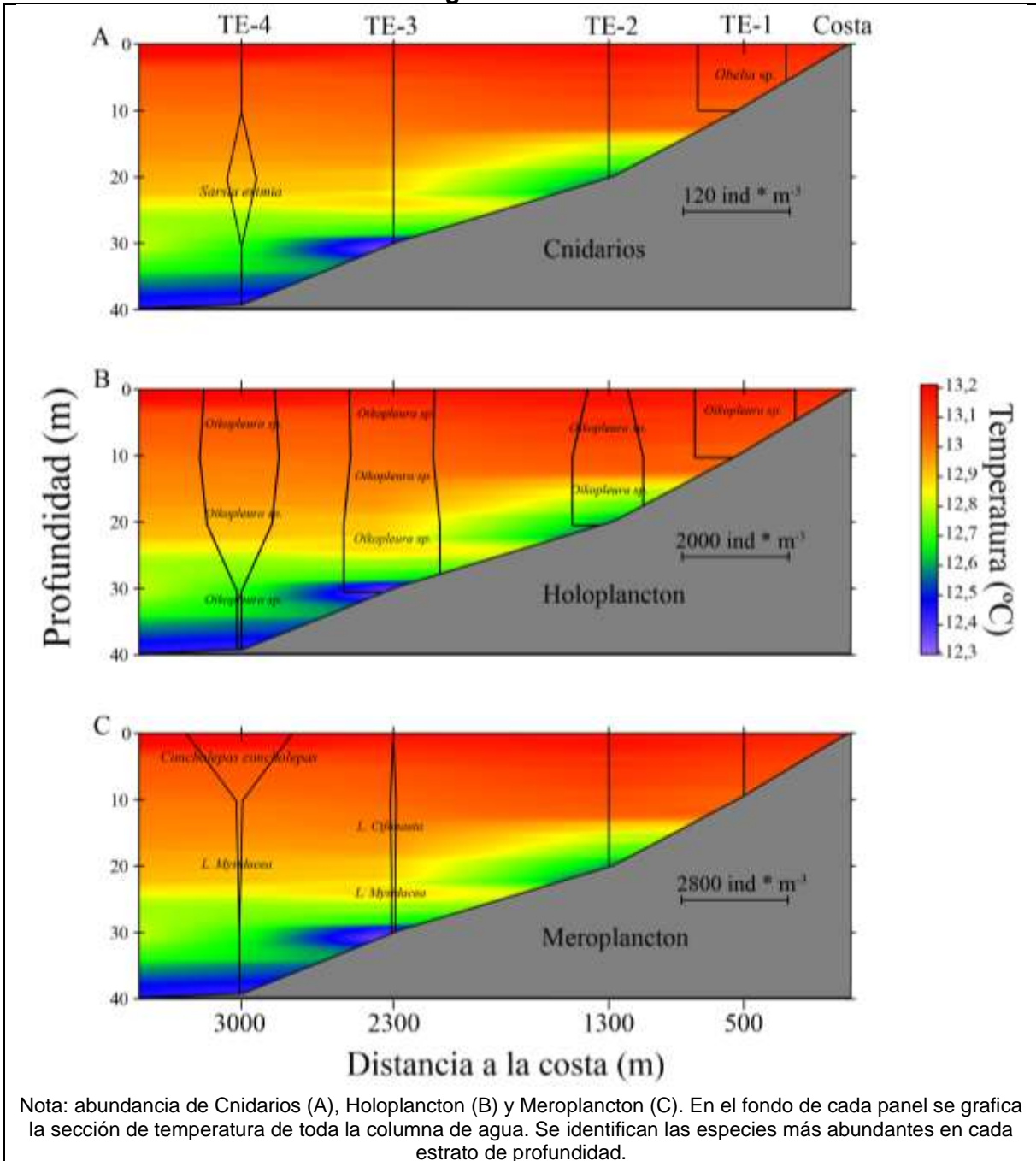
### Ictioplancton

La abundancia del ictioplancton fue mayor en la capa superficial en los puntos TE-1 y TE-3, alcanzando valores máximos de 294 individuos/100 m<sup>3</sup> en el punto TE-1. Los taxa más abundantes fueron huevos de *Normanichthys crockeri* y huevo de *Sardinops sagax* (Figura EMB-40, F).

### Zoeas de decápodos de importancia económica

Dentro de los decápodos de importancia comercial, el único representante de este grupo fueron larvas zoeas de *Taliepus dentatus*, alcanzando abundancias de hasta 54 individuos/100 m<sup>3</sup> en el punto TE-2 a una profundidad de 10-20 m y 33 individuos/100 m<sup>3</sup> en el punto TE-4 a los 20-30 m. No se registraron individuos en los demás puntos evaluados (Figura EMB-41).

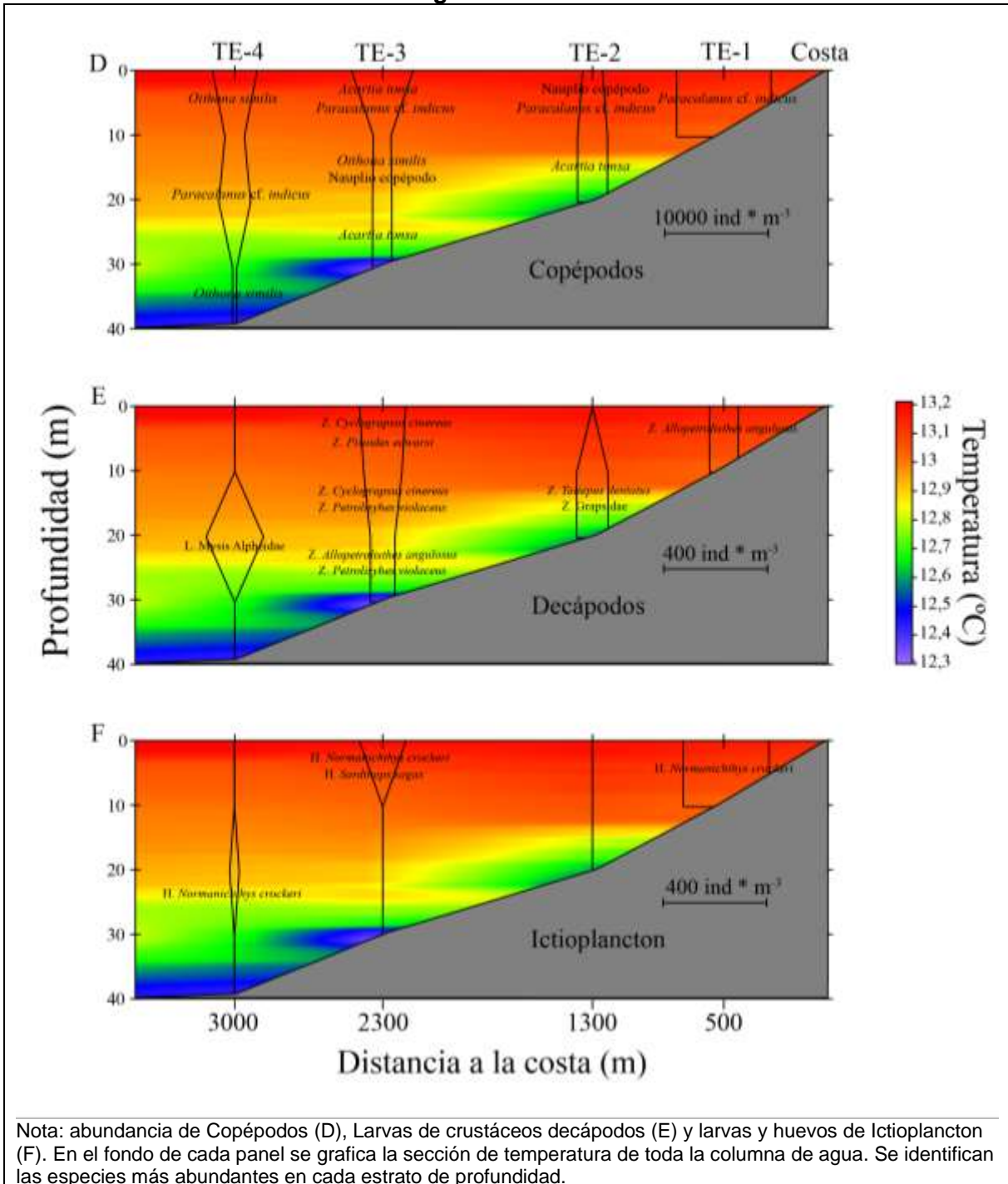
Figura EMB- 39: Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 04 de agosto de 2015



Nota: abundancia de Cnidarios (A), Holoplancton (B) y Meroplancton (C). En el fondo de cada panel se grafica la sección de temperatura de toda la columna de agua. Se identifican las especies más abundantes en cada estrato de profundidad.

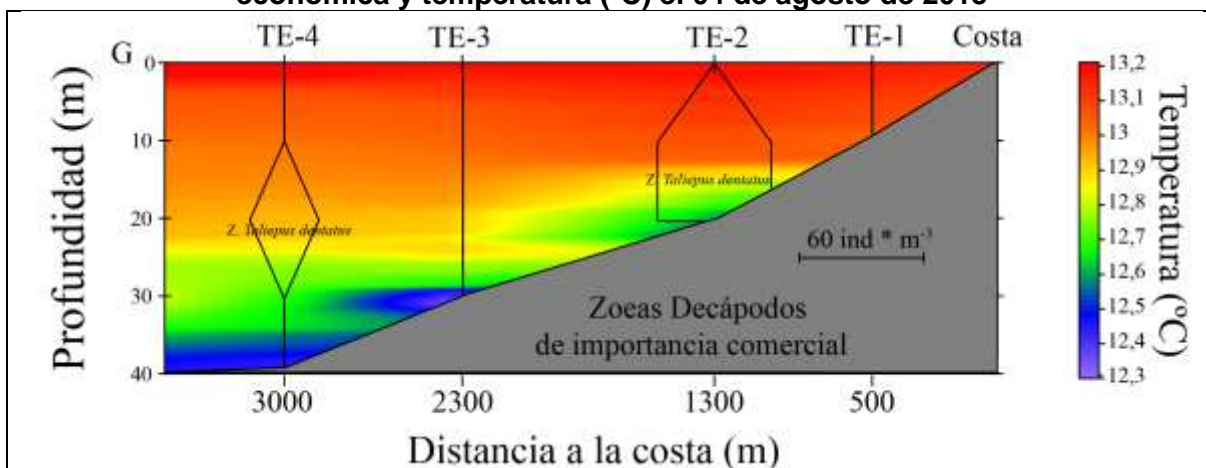
Fuente: Fisioaqua

Figura EMB-40: Perfiles de abundancia de zooplancton y temperatura (°C) el 04 de agosto de 2015





**Figura EMB-41: Perfiles de abundancia de zonas de decápodos de importancia económica y temperatura (°C) el 04 de agosto de 2015**



Nota: En el fondo de cada panel se grafica la sección de temperatura de toda la columna de agua. Se identifican las especies más abundantes en cada estrato de profundidad. La especie de importancia económica es: *Taliepus dentatus* (Panchote).

Fuente: Fisiografía

## Resumen resultados campaña invierno 2015

La diversidad de zooplancton estuvo compuesta por 188 taxa. La composición de la comunidad estuvo dominada por los copépodos, se destaca la alta abundancia del copépodo *Acartia tonsa* (máximo de 408.015 individuos/100 m<sup>3</sup> en la red Bongo) que representó más del 70% de la diversidad.

La comunidad fitoplanctónica estuvo representada por 96 taxa entre las categorías de: diatomeas, dinoflagelados y otros componentes fitoplanctónicos. La diatomea *Chaetoceros dydimus* la que presentó la máxima abundancia (91,6 cél./L) en el punto control LV-CS, seguida por *Chaetoceros lorenzianus* (69,6 cél./L) en el punto LV-5. Sin embargo, estas se ubicaron al interior de la bahía.

Los resultados de cuantificaciones de zooplancton a distintas profundidades y distancias de la costa (transecto especial), indican que en todas las campañas realizadas, la zona más somera de la columna de agua (por sobre los 20 metros) es aquella donde se distribuye la mayor parte del zooplancton analizado.

En la campaña de invierno 2015 los focos de mayor concentración de clorofila "a" se ubicaron fuera de la bahía y se relacionaron con la distribución espacial de diatomeas, que alcanzó su mayor valor en el mismo punto.

Considerando todos los nutrientes evaluados (nitrito, nitrato, fosfato y sílice), estos se mantuvieron estables durante invierno 2015.

Las mayores temperaturas registradas en el período de invierno 2015 no variaron de forma importante. La dirección preponderante del viento en invierno 2015 fue sur-sureste. Los patrones de corrientes estimados a partir del seguimiento de derivadores lagrangianos a distintas profundidades mostraron que la dirección del desplazamiento de éstos estuvo

influenciada principalmente el viento predominante (sobre todo para las capas más someras) y además por el tipo de marea imperante. Además, el derivador de superficie fue el que recorrió mayores distancias.

#### - **Síntesis de resultados de las comunidades planctónicas y dinámica del plancton**

Las campañas realizadas el 2012 (verano, otoño, invierno y primavera) muestran una visión sinóptica de la comunidad planctónica en la bahía Conchalí, la cual siguió un patrón estacional variable en términos de abundancia, riqueza y diversidad de especies tanto para el fitoplancton como para el zooplancton.

Por otra parte, este mismo resultado encontrado el 2012 se puede evidenciar en las campañas realizadas el 2014 y 2015, con la salvedad que los estudios obtuvieron mayores abundancia, riqueza y diversidad de especies. A modo de ejemplo, en invierno 2012 se identificaron 27 *taxa* de zooplancton en comparación con invierno del 2014 donde se reportadas 171 *taxa*.

La composición de la comunidad zooplanctónica en la bahía Conchalí, si bien estuvo dominada en todas las campañas por altas abundancias de copépodos que representaron alrededor del 80% de la comunidad. Esta presentó cierta variabilidad, por ejemplo: en invierno 2015 se observó mayor representatividad de organismos holoplanctónicos y de larvas meroplanctónicas representadas por *Concholepas concholepas* en la capa superficial en comparación con las otras campañas, mientras que invierno 2014 y primavera 2014 se registraron mayores valores de abundancia para larvas de decápodos también en la capa superficial.

Los diferentes grupos de organismos zooplanctónicos presentaron patrones de distribución temporal y espacial heterogéneos en la bahía Conchalí como en los controles. Sin embargo, es posible afirmar que las concentraciones mayores de abundancia de organismos zooplanctónicos se presentaron en el estrato superficial y subsuperficial, sobre los 20 metros de profundidad. Además, se detectó la ocurrencia de leves migraciones verticales diurnas/nocturna, en especial organismos meroplanctónicos.

De manera más específica, en el sector donde se ubicaría la captación de agua de planta desalinizadora, muestra que la zona más somera de la columna de agua es donde se distribuye la mayor parte del zooplancton analizado.

La comunidad fitoplanctónica exhibió bastante variabilidad a lo largo de las campañas realizadas, concentrándose en puntos ubicados dentro de la bahía. Situaciones contrastantes se observaron durante primavera 2014, periodo en el cual se registraron las mayores abundancias y diversidad de fitoplancton, característico de fases primaverales, donde generalmente ocurren frecuentes blooms fitoplanctónicos como consecuencia de los pulsos de surgencia más intensos que ocurren durante esta estación del año. Por otra parte, si bien los periodos de más baja productividad fitoplanctónica generalmente se presentan en invierno, la menor diversidad de especies de entre las campañas realizadas (considerando invierno 2014 e invierno 2015) se registró en verano 2015. En general, dominaron las diatomeas en todas las campañas analizadas, existiendo una alternancia en la dominancia de especies. Por ejemplo, en periodos de baja productividad como invierno 2014 e invierno 2015 dominaron las especies *Corethron Criophilum* y *Chaetoceros compressus*

respectivamente, mientras que en periodos como primavera 2014 y verano 2015 dominó la especie *Chaetoceros socialis*.

La concentración de clorofila “a” y feopigmentos cuantificados durante primavera 2014 exhibieron los valores más elevados. En la campaña de invierno 2015 los focos de mayor concentración de clorofila “a” se ubicaron fuera de la bahía en el punto evaluado más lejano a la línea de costa y se relacionaron con la distribución espacial de diatomeas, que alcanzó su mayor valor en el mismo punto alejado de la costa, a diferencia del resto de las campañas que presentaron una máxima abundancia en los puntos de muestreo ubicados dentro de la bahía y se relacionaron sólo en parte con las distribuciones espaciales de las diatomeas.

Considerando todos los nutrientes evaluados (nitrito, nitrato, fosfato y sílice), durante invierno 2014 se registraron las mayores concentraciones de nitrito, sílice y fosfato, mientras que las concentraciones más altas de nitrato ocurrieron en primavera 2014. Las menores concentraciones de sílice y fosfato observadas en primavera se condicen con la mayor abundancia de fitoplancton registrado en esta estación del año y la clara utilización de éstos nutrientes para su crecimiento y proliferación

Las mayores temperaturas registradas en el período de invierno 2014, primavera 2014 e invierno 2015 no variaron de forma importante y fueron distintas a las registradas durante la campaña de verano 2015, donde se registraron las mayores temperaturas y la termoclina fue pronunciada.

La dirección preponderante del viento durante las campañas de invierno 2014 y primavera 2014 fue hacia el noreste, mientras que durante el verano 2015 el viento exhibió alternancia norte-sur, con predominio del componente hacia el norte. En invierno 2015 la componente principal fue sur-sureste. La mayor intensidad se registró en invierno 2014 (14 m/s) correspondiente a viento fuerte mientras que en primavera 2014, verano 2015 e invierno 2015 la velocidad disminuyó.

#### 7.1.4.3.2 Comunidades Intermareales

- **Comunidades intermareales de fondo blando**

- **Materiales y Métodos**

Durante todas las campañas realizadas durante el año 2012 (verano, otoño, invierno y primavera), 2014 (otoño, invierno y primavera) y 2015 (verano e invierno) se utilizó similares metodologías para la identificación de las comunidades que habitan en el intermareal de arena en las playas que rodean a Punta Chungo (ver coordenadas geográficas en Tabla EMB-3). En total se dispusieron 8 transectos, en las playas de Los Vilos (Figura EMB-42), denominados consecutivamente TA1 al TA8 para las campañas realizadas el 2012, y IB-1 al IB-8 para las campañas realizadas el 2014 y 2015.

Los muestreos se llevaron a cabo durante la fase mareal de bajamar. En las campañas del 2012 en cada uno de los transectos se definieron 10 estaciones equidistantes entre sí, distribuidas entre la línea más de alta marea y la línea de más baja marea, tomando el transecto como una sola unidad muestral. En cambio en las campañas del 2014 y 2015 se ubicaron 9 estaciones equidistantes, correspondiendo 3 de ellas al nivel superior del intermareal, 3 al nivel medio y 3 estaciones al nivel inferior del intermareal, de esta manera

se diferenciaron la playa de arena (unidad muestral) en tres niveles. En cada estación se extrajo una muestra de sedimento, utilizando un muestreador estándar (core) que permite extraer un área de 0,06 m<sup>2</sup>. El sedimento recién extraído se guardó en bolsas de polietileno debidamente etiquetadas y fijadas con alcohol de 96°. Además se midió el largo del transecto y se calculó el grado de inclinación de cada uno de los transectos.

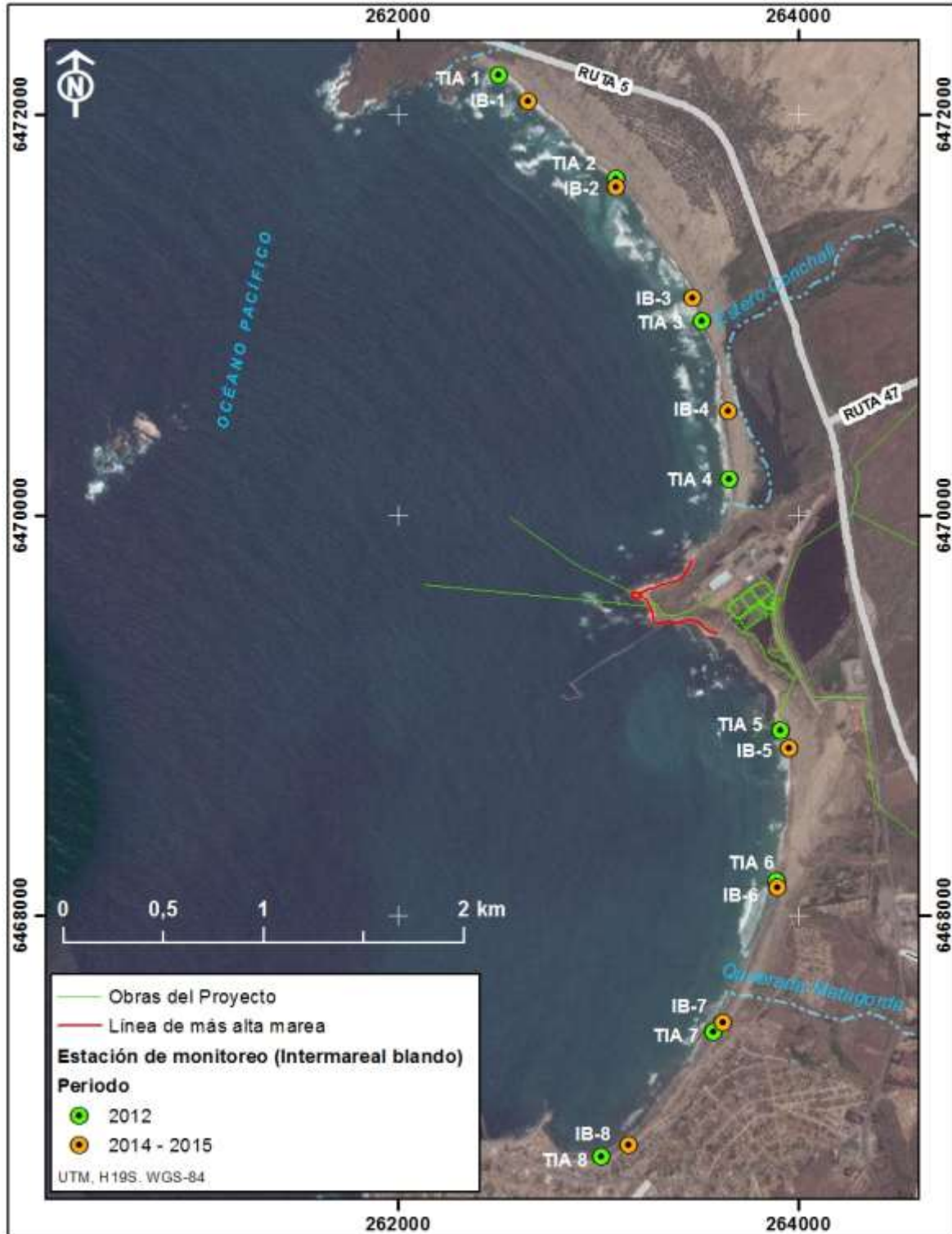
En el laboratorio especializado en fauna marina, las muestras se tamizaron utilizando un cernidor de 0,5 mm de abertura de malla. Para la separación de los organismos desde el sedimento e identificación de ellos, en el laboratorio se utilizó materiales y literatura especializada para identificar de cada uno de los grupos faunísticos. Una vez que los distintos *taxa* fueron determinados, al nivel más bajo posible, se calculó la densidad promedio (individuos/m<sup>2</sup>) de cada uno. A continuación los ejemplares se secaron a temperatura ambiente y luego se calcinaron en un horno mufla digital LABTECH LEF-113, a 500°C, para la obtención de la biomasa (g/m<sup>2</sup>) expresada como peso seco libre de cenizas, utilizando una balanza analítica RADWAG AS60/220/C2.

Se calculó para cada uno de los transectos los índices de riqueza específica (*S'*), diversidad de Shannon-Weaver (*H'*) y uniformidad (*J'*). Además, se realizó un análisis de clasificación jerárquica de conglomerados de Bray-Curtis, para distinguir posibles similitudes entra las estaciones de muestreo. En las campañas del 2014 y 2015 se realizó un análisis de escalamiento no-métrico multidimensional.

**Tabla EMB-3: Coordenadas geográficas en UTM (WGS84) de la ubicación de los transectos intermareales de fondos blando (playa) realizados en las campañas durante el 2012 y el 2014**

Estación	Este (m)	Norte (m)	Año campaña
TA1	262.503	6.472.199	2012
TA2	263.088	6.471.683	2012
TA3	263.520	6.470.975	2012
TA4	263.654	6.470.183	2012
TA5	263.912	6.468.925	2012
TA6	263.890	6.468.172	2012
TA7	263.579	6.467.423	2012
TA8	263.020	6.466.799	2012
IB-1	262.651	6.472.072	2014 - 2015
IB-2	263.092	6.471.642	2014 - 2015
IB-3	263.471	6.471.086	2014 - 2015
IB-4	263.652	6.470.525	2014 - 2015
IB-5	263.953	6.468.841	2014 - 2015
IB-6	263.894	6.468.141	2014 - 2015
IB-7	263.622	6.467.466	2014 - 2015
IB-8	263.152	6.466.858	2014 - 2015

**Figura EMB-42: Ubicación de los transectos intermareales de fondos blando (playa) realizados en las campañas durante los años 2012, 2014 y 2015**



## - Resultados

### ➤ Verano 2012

#### Análisis de Pendiente

Las pendientes en cada uno de los transectos donde se desarrollaron los muestreos, mostraron en general poca inclinación. La mayor pendiente se observó en el transecto TA4 con un 9,9% y la menor en el transecto TA7, con un 1,8%, correspondiendo este último al perfil de mayor longitud (46,5 m).

#### Abundancia

En el intermareal arenoso del sector de estudio se observaron un total de 12 *taxa*, los que correspondieron a los siguientes 6 grupos taxonómicos mayores: Polychaeta, Nematoda, Nemertea, Crustacea, Mollusca e Insecta.

Dentro de la clase Polychaeta, la mayor abundancia correspondió *Hemipodus* sp., el cual fue registrado en los transectos TA2, TA5 y TA6. La familia Adenophorea (Nemátoda) presentó altas abundancias en el transecto TA3 con 1.180 ind./m<sup>2</sup> y se registró en seis de los diez transectos. El phylum Nemertea sólo fue registrado en el transecto TA5 con un representante del Orden Heteronemertini. El subphylum Crustacea fue el que presentó el mayor número de *taxa* y la mayor abundancia. Dentro de este grupo, *Emerita analoga* fue registrada en todos los transectos con una abundancia máxima de 270 ind./m<sup>2</sup> en promedio en el transecto TA1. También se reportó una alta abundancia de *Orchestoidea tuberculata* en el transectos TA3 con 2.140 ind./m<sup>2</sup>. La clase Mollusca por su parte, sólo estuvo representado por el mitilido *Semimytilus algosus*, el cual fue registrado sólo en el transecto TA5 (Tabla EMB-4).

**Tabla EMB-4: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso.**

Taxa	Transectos							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<b>Polychaeta</b>								
Glyceridae					10 (32)			
<i>Hemipodus</i> sp.		10 (32)			50 (158)	30 (95)		
<i>Nephtys impressa</i>							10 (32)	
<b>Nematoda</b>								
Adenophorea		830 (2.022)	1.180 (3.732)	70 (221)	470 (907)			80 (253)
Nemertea								
Heteronemertini					20 (42)			
<b>Crustacea</b>								
<i>Emerita analoga</i>	270 (422)	150 (344)	200 (397)	140 (237)	30 (68)	180 (270)	90 (145)	190 (338)
<i>Excirolana</i> sp.				110 (260)		20 (63)	30 (68)	
<i>Excirolana braziliensis</i>		130 (411)	400 (981)	220 (629)			440 (1.391)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	210 (381)		2.140 (4.538)	480 (1.235)	10 (32)		50 (127)	
<i>Macrochiridothea</i> sp.							30 (95)	
<b>Mollusca</b>								
<i>Semimytilus algosus</i>					10 (32)			
<b>Insecta</b>								
Larva Diptero		10 (32)	10 (32)	50 (53)				

(): Desviación estándar

## Biomasa

Respecto de la biomasa, el crustáceo decápodo *Emerita analoga*, representó más del 72% de toda la biomasa del sector. El transecto TA1 fue el que registró la mayor biomasa con 66 g/m<sup>2</sup>, en contraste, la menor biomasa se obtuvo en el transecto TA8 (Tabla EMB-5).

**Tabla EMB-5: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<b>Polychaeta</b>								
Glyceridae					0,1 (0,2)			
<i>Hemipodus</i> sp.		0,1 (0,4)			0,9 (3)	0,4 (1,4)		
<i>Nephtys impressa</i>							4,1 (12,)	
<b>Nematoda</b>								
Adenophorea		0,1 (0,1)	0,1 (0,1)	0,1 (0,1)	0,1 (0,1)			
Nemertea								
Heteronemertini					0,2 (0,5)			
<b>Crustacea</b>								
<i>Emerita analoga</i>	66 (134)	0,9 (1,8)	4,1 (11,9)	0,6 (1,1)	0,4 (0,9)	10 (29)	1,6 (3)	1,5 (2,7)
<i>Excirolana</i> sp.				0,6 (1,3)		0,1 (0,2)	0,2 (0,5)	
<i>Excirolana braziliensis</i>		2,5 (7,9)	7,8 (21,4)	2,3 (6,2)			5,8 (18,4)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	3,3 (6)		27,9 (63,3)	6,3 (13,7)	0,4 (1,2)		1,6 (4,4)	
<i>Macrochirodothea</i> sp.							0,1 (0,4)	
<b>Mollusca</b>								
<i>Semimytilus algosus</i>					0,6 (1,8)			
<b>Insecta</b>								
Larva Diptero		0,2 (0,7)	0,2 (0,5)	1,3 (1,5)				

(): Desviación estándar

## Riqueza y diversidad

La riqueza de especies en el sector de estudio fue muy baja y fluctuó entre 2 y 7 taxa por transecto (Tabla EMB-6). Respecto a la diversidad, también se observaron valores bajos, siendo el transecto TA4 el que presentó el valor más alto con 0,31 unidades de diversidad, mientras que el menor valor fue de 0,04 unidades y correspondió al transecto TA2. Respecto de la uniformidad, la cual en general es baja, el mayor valor también correspondió al transecto TA4 con 0,28 unidades de uniformidad y el menor valor a 0 unidad que se registró en el transectos TA6.

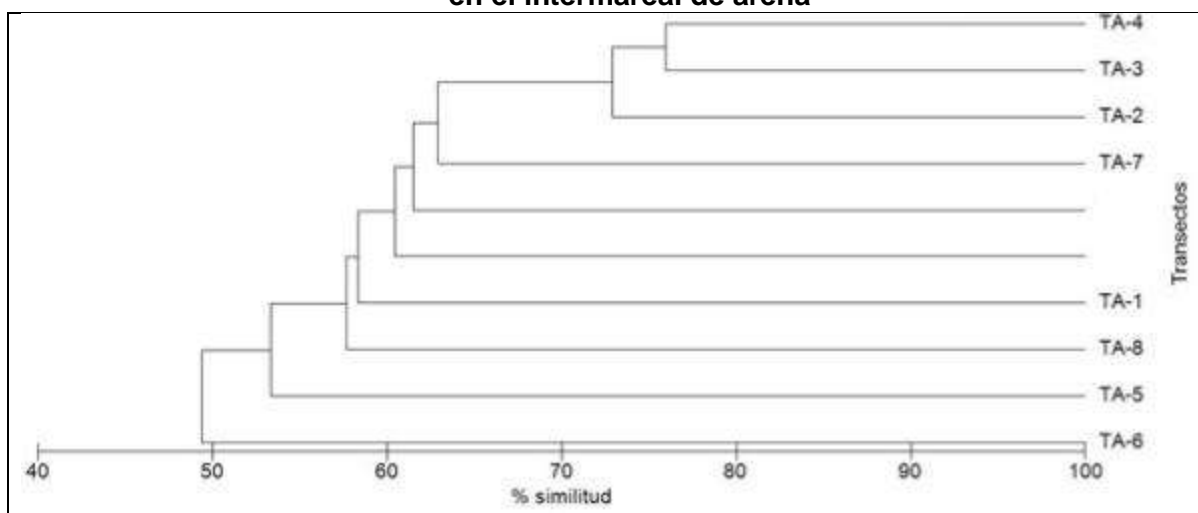
**Tabla EMB-6: Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso**

	Transectos							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<b>Shannon-Weaver (H')</b>	0,1	0,0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
<b>Uniformidad (J')</b>	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1
<b>Riqueza (S)</b>	2	5	5	7	7	3	6	2

## Análisis de similitud

En general, se observó un nivel medio de similitud entre los transectos evaluados. El análisis de clasificación mostró un mayor nivel de similitud entre las estaciones TA3 y TA4 con aproximadamente un 76% de similitud. Ambos transectos tienen una similitud cercana al 72% con el transecto TA2. El resto de los transectos presentan una similitud, entre ellos, que varía entre el 50 y 62% aproximadamente. El transecto TA6 es el que presenta la menor similitud con el resto de las transectos, con menos de 50% (Figura EMB-43).

**Figura EMB-43: Análisis de la clasificación jerárquico de las estaciones de muestreo en el intermareal de arena**



## Síntesis

El intermareal de arena evaluado en este estudio, mostró durante la campaña de verano una baja riqueza específica en todos los transectos evaluados, la cual varió entre 2 a 7 especies y con un total de 12 especies observadas en total. Sin embargo, este valor se encuentra dentro de los rangos esperados para las playas del centro-norte de Chile donde se ha observado riqueza de entre 4 y 10 *taxa* (Jaramillo *et al.*, 1998). Los organismos observados se distribuyeron en un patrón de zonación de acuerdo a las diferentes alturas mareales de la playa, especialmente por la humedad de la arena entre el sector bajo, medio y alto de la misma. Así, la zona superior del intermareal se caracterizó por la presencia de *Orchestoidea tuberculata* y *Excirolana braziliensis* mientras que en la zona baja dominó *Emerita analoga*. Esta última especie fue la que mostró una mayor abundancia en el sector y ha sido descrita en la literatura como uno de los mayores contribuyentes de la abundancia en playa de arena (Jaramillo *et al.*, 1996).

El patrón de zonación en las distintas franjas del intermareal fue muy similar a lo reportado por Thiel *et al.*, (2007), salvo algunas excepciones. Estos autores señalaron que la franja baja y media del intermareal presentan una composición específica similar: *Emerita analoga*, *Nephtys impressa*, *Excirolana braziliensis*, *Excirolana hirsuticauda* y *Excirolana monodi*. En la franja alta destaca la presencia del anfípodo *Orchestoidea tuberculata* tal como fue observado en el presente estudio. La presencia de *Semimytilus algosus*, habitante habitual de fondos rocosos más que de fondos de arena puede explicarse por la cercanía de intermareal rocoso en el sector de Punta Chungo desde donde se puede haber desprendido



o por haberse asentado en algún sustrato disponible en el intermareal blando, ya sea alguna concha o incluso sobre *Emerita analoga* como ha sido descrito anteriormente (Villegas *et al.*, 2005).

Las pocas diferencias observadas en este estudio respecto de lo observado en la literatura en relación a la composición específica, se deberían más que nada a factores físicos propios de la marcada dinámica de estos ambientes. En este sentido McLachan *et al.*, (1993) señalan que la riqueza específica parece ser controlada principalmente por el medioambiente físico, esta se incrementaría en playas disipativas (i.e. playa de arena de Bahía Conchalí) en comparación a playas reflectivas. La abundancia y biomasa siguen un patrón similar pero más variable y estarían relacionados principalmente a la productividad de la zona de *surf* y al aporte de algas (influenciada por la energía del oleaje).

### ➤ Otoño 2012

#### Pendiente

Las pendientes en cada uno de los transectos donde se desarrollaron los muestreos, mostraron en general poca inclinación. La mayor pendiente se observó en el transecto TA2 con un 8,3% y la menor en el transecto TA7, con un 3,3%, correspondiendo este último al perfil de mayor longitud (46,5 m).

#### Abundancia

En el intermareal arenoso del sector de estudio se registraron un total de 10 *taxa*, los que se agruparon en los siguientes 6 grupos taxonómicos mayores: Polychaeta, Nematoda, Nemertea, Crustacea, Oligochaeta e Insecta.

Dentro de la clase Polychaeta, la mayor abundancia correspondió a la familia Gliceridae presente en los transectos TA4, TA7 y TA8, con una densidad máxima en TA7 de 20 ind./m<sup>2</sup>. la familia Adenophorea presentó altas abundancias en el transecto TA5 con 280 ind./m<sup>2</sup>. El phylum Nemertea sólo fue registrado en un transecto (TA7). El subphylum Crustacea fue el que presentó el mayor número de *taxa* y la mayor abundancia. Dentro de este grupo, *Emerita analoga* fue registrada en todos los transectos con una abundancia máxima de 460 ind./m<sup>2</sup> en el transecto TA8. También se observó de manera importante a *Orchestoidea tuberculata* con una abundancia máxima observada de 480 ind./m<sup>2</sup> también en el transecto TA1 (Tabla EMB-7).

**Tabla EMB-7: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<b>Polychaeta</b>								
Glyceridae				10 (0,3)			20 (42)	10 (32)
<i>Nephtys impressa</i>							10 (32)	
<b>Nematoda</b>								
Adenophorea		90 (285)	120 (379)		280 (607)			220 (485)
Oligochaeta					210 (458)			
Nemertea								
Heteronemertini							10 (32)	
<b>Crustacea</b>								

Taxa	Transectos							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<i>Emerita analoga</i>	130 (279)	50 (108)	50 (85)	160 (232)	100 (141)	120 (278)	150 (190)	460 (706)
<i>Excirolana sp.</i>	20 (63)	10 (32)		50 (158)			10 (32)	40 (70)
<i>Excirolana braziliensis</i>	80 (253)	150 (474)		810 (1.295)		120 (257)	140 (409)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	480 (1.222)	100 (176)	90 (152)			20 (42)	20 (42)	
<b>Insecta</b>								
Larva Diptero		10 (32)	10 (32)	10 (32)				

(): Desviación estándar

### Biomasa

Respecto de la biomasa, el 97 % de esta fue aportada por el grupo Crustacea, siendo *Emerita analoga* la especie que más aporta con un 62.5% del total. De manera importante se observa además, el aporte de *Orchestoidea tuberculata* y *Excirolana brasiliensis* con un 22,0 y 12,93 % del total de biomasa respectivamente. El transecto TA8 fue el que registró la mayor biomasa con 41 g/m<sup>2</sup>, en contraste, la menor biomasa se obtuvo en el transecto TA3 (Tabla EMB-8).

**Tabla EMB-8: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transecto							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<b>Polychaeta</b>								
Glyceridae				0,02 (0,1)			0,9 (1,9)	0,3 (0,3)
<i>Nephtys impressa</i>							1,1 (3,5)	
<b>Nematoda</b>								
Adenophorea		0,01 (0,03)	0,01 (0,03)		0,02 (0,4)			0,02 (0,5)
Oligochaeta					0,03 (0,1)			
Nemertea								
Heteronemertini							0,5 (1,6)	
<b>Crustacea</b>								
<i>Emerita analoga</i>	3 (9,2)	0,6 (1,7)	0,1 (0,2)	10,4 (31,6)	1,7 (2,7)	5,9 (17,9)	6,7 (17,2)	41 (71)
<i>Excirolana sp.</i>	0,5 (1,5)	0,1 (0,3)		0,8 (2,4)			0,1 (0,2)	0,6 (0,7)
<i>Excirolana braziliensis</i>	1,4 (4,5)	2,8 (9)		9,6 (15,2)		1,5 (3,2)	1,4 (4)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	16 (43,9)	2 (3,7)	1,1 (2,4)			0,1 (0,1)	0,2 (0,5)	
<b>Insecta</b>								
Larva Diptero		0,1 (0,4)	0,2 (0,7)	0,2 (0,6)				

(): Desviación estándar

### Riqueza y diversidad

La riqueza de especies en el sector de estudio fue baja y fluctuó entre 3 y 7 taxa por transecto. Respecto a la diversidad, también se observaron valores bajos, siendo el transecto TA7 el que presentó el valor más alto de 0,4, mientras que el menor valor fue de 0,05 y correspondió a los transectos TA3 y TA6. Respecto de la uniformidad, el mayor valor también correspondió al transecto TA7 de 0,42 y el menor valor a 0 y se registró en el transecto TA6 (Tabla EMB-9).

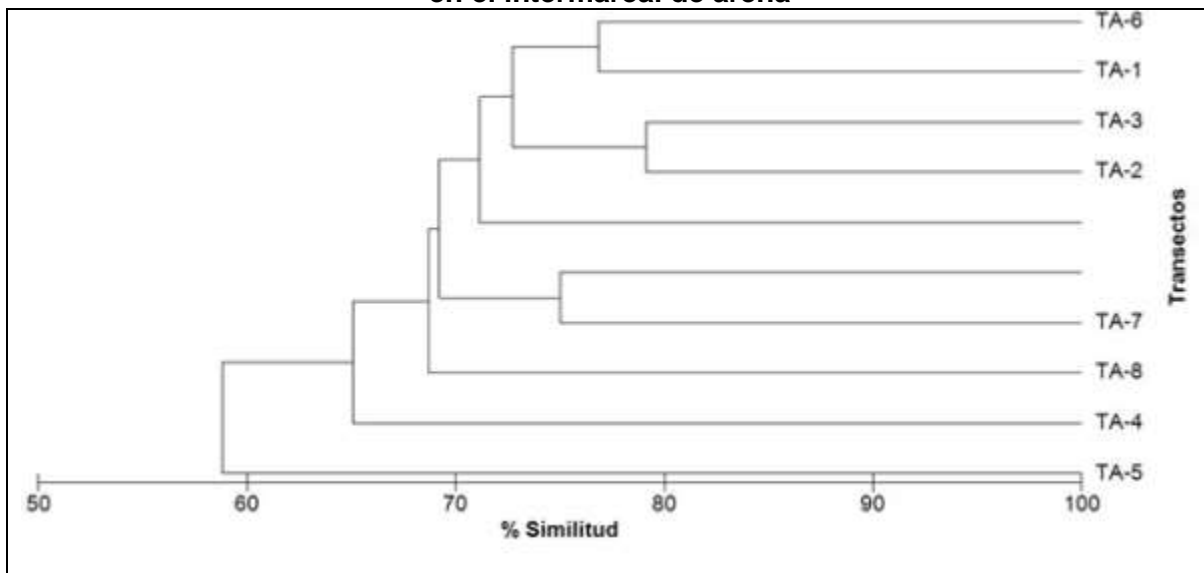
**Tabla EMB-9: Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso**

	Transectos							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
Shannon-Weaver (H')	0,11	0,07	0,05	0,11	0,15	0,05	0,4	0,27
Uniformidad (J')	0,12	0,1	0,05	0,09	0,06	0	0,42	0,39
Riqueza (S)	4	6	4	5	3	3	7	4

### Análisis de similitud

El nivel de similitud entre los distintos transectos fluctuó entre 58 y 78% siendo el transecto más disímil TA5. La mayor similitud se observó entre los transectos TA3 y TA2 con un 78% de similitud. No se observa un patrón de similitud espacial entre los transectos (Figura EMB-44).

**Figura EMB-44: Análisis de la clasificación jerárquico de las estaciones de muestreo en el intermareal de arena**



### Síntesis

El intermareal de arena, se registra una baja riqueza específica en todos los transectos evaluados. Sin embargo, esta condición se encuentra dentro de los rangos esperados para las playas del centro-norte de Chile donde se ha observado riqueza de entre 4 y 10 taxa (Jaramillo *et al.*, 1998). Los organismos observados se distribuyeron en un patrón de zonación de acuerdo a las diferentes alturas mareales de la playa, especialmente por la humedad de la arena entre el sector bajo, medio y alto de la misma. Así, la zona superior del intermareal se caracterizó por la presencia de *Orchestoidea tuberculata* y *Excirrolana braziliensis* mientras que en la zona baja dominó *Emerita analoga*. Esta última especie ha sido descrita en la literatura como uno de los mayores contribuyentes de la abundancia en playa de arena (Jaramillo *et al.*, 1996), lo que se condice con el alto aporte tanto en individuos como en biomasa.

El patrón de zonación en las distintas franjas del intermareal es muy similar, salvo algunas excepciones, a lo reportado por Thiel *et al.* (2007). Estos autores señalan que la franja baja y media del intermareal presentan una composición específica similar: *Emerita analoga*, *Nephtys impressa*, *Excirolana braziliensis*, *Excirolana hirsuticauda* y *Excirolana monodi*. Según estos autores, en la franja alta destaca la presencia del anfípodo *Orchetoidea tuberculata*, situación que se condice con observado en el presente estudio.

Las pocas diferencias observadas en este estudio respecto de lo reportado en la literatura científica disponible en cuanto a la composición específica, se deberían más que nada a factores físicos propios de la marcada dinámica de estos ambientes costeros. En este sentido McLachan *et al.*, (1993), señalan que la riqueza específica parece ser controlada principalmente por el medioambiente físico, esta se incrementaría en playas disipativas (i.e. playa de arena de bahía Conchalí), en comparación a playas reflectivas. Finalmente, la abundancia y biomasa siguen un patrón similar pero más variable, lo que estaría relacionado principalmente a la productividad de la zona de *surf* y al aporte de algas (influenciada por la energía del oleaje).

### ➤ Invierno 2012

#### Pendiente

Las pendientes en cada uno de los transectos donde se desarrollaron los muestreos, mostraron en general poca inclinación. La mayor pendiente se observó en el transecto TA5 con un 7,0% y la menor en el transecto TA7, con un 2,9%, correspondiendo este último al perfil de mayor longitud (87 m).

#### Abundancia

En el intermareal arenoso del sector de estudio se observaron un total de 10 *taxa*, los que corresponden a los siguientes 6 grupos taxonómicos mayores: Polychaeta, Nematoda, Nemertea, Crustacea, Oligochaeta e Insecta.

Dentro de la clase Polychaeta, la mayor abundancia correspondió a la especie *Hemipodus* sp. presente en los transectos TA2, TA5 y TA6, con una densidad máxima en TA6 de 12 ind./m<sup>2</sup>. La familia Adenophorea (Nemátoda) presentó altas abundancias en el transecto TA5 con 272 ind./m<sup>2</sup>. El phylum Nemertea sólo fue registrado en un transecto (TA-5). El subphylum Crustacea fue el que presentó el mayor número de *taxa* y la mayor abundancia. Dentro de este grupo, *Emerita analoga* fue registrada en todos los transectos con una abundancia máxima de 288 ind./m<sup>2</sup> en promedio en el transecto TA3. También se observó de manera importante a *Orchestoidea tuberculata* con una abundancia máxima de 188 ind./m<sup>2</sup> en el transecto TA4 (Tabla EMB-10).

**Tabla EMB-10: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<b>Polychaeta</b>								
Glyceridae		4 (12)			4 (13)			
<i>Hemipodus</i> sp.		4 (12)			8 (25)	12 (38)		
<i>Nephtys impressa</i>							4 (12)	
<i>Euzonus</i> sp.		4 (12)			4 (12)			

Taxa	Transectos							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<b>Nematoda</b>								
Adenophorea		216 (480)	176 (291)	68 (124)	272 (587)			
<b>Nemertea</b>								
Heteronemertini					8 (17)			
<b>Crustacea</b>								
<i>Emerita analoga</i>	224 (383)	84 (189)	288 (883)	76 (118)	12 (27)	68 (121)	16 (21)	112 (236)
<i>Excirolana</i> sp.				28 (60)		20 (43)	16 (28)	
<i>Excirolana braziliensis</i>		44 (126)	32 (101)	84 (252)			140 (336)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	96 (135)		68 (125)	188 (355)			8 (25)	

( ): Desviación estándar

### Biomasa

Respecto de la biomasa, el 98% de esta fue aportada por el subphyllum Crustacea, siendo *Emerita analoga* la especie que más aporta, superando el 84% de la biomasa total. De manera importante se observa además, el aporte de *Orchestoidea tuberculata* y *Excirolana braziliensis* con un 7,7 y 5,6 % del total de biomasa respectivamente. El transecto TA2 fue el que registró la mayor biomasa con 50 g/m<sup>2</sup>, en contraste, la menor biomasa se obtuvo en el transecto TA8 (Tabla EMB-11).

**Tabla EMB-11: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<b>Polychaeta</b>								
Glyceridae		-			-			
<i>Hemipodus</i> sp.		0,1 (0,2)			0,1 (0,4)	0,2 (0,6)		
<i>Nephtys impressa</i>							0,5 (1,6)	
<i>Euzonus</i> sp.		-			-			
<b>Nematoda</b>								
Adenophorea		-	-	-	-			
<b>Nemertea</b>								
Heteronemertini					0,1 (0,3)			
<b>Crustacea</b>								
<i>Emerita analoga</i>	2,2 (3,6)	50 (115)	3,1 (9,5)	0,3 (0,5)	0,2 (0,4)	3,8 (11)	0,7 (1,2)	0,3 (0,5)
<i>Excirolana</i> sp.				0,2 (0,3)		0,1 (0,1)	0,1 (0,1)	
<i>Excirolana braziliensis</i>		1,4 (4,2)	0,4 (1,2)	0,9 (2,5)			1,3 (3,1)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	1,4 (1,7)		0,5 (0,8)	3,5 (5,7)			0,1 (0,2)	

( ): Desviación estándar

### Riqueza y diversidad

La riqueza de especies en el sector de estudio fue baja y fluctuó entre 1 y 6 *taxa* por transecto. Respecto a la diversidad (índice de Shannon-Weaver) también se observaron valores bajos, el transecto TA4 presentó el valor más alto con 0,37, mientras que el menor valor fue 0 correspondió al transecto TA8. Respecto a la uniformidad, el mayor valor también se registró en el transecto TA4 con 0,38 y el menor valor de 0 se registró en el transecto TA8 (Tabla EMB-12).

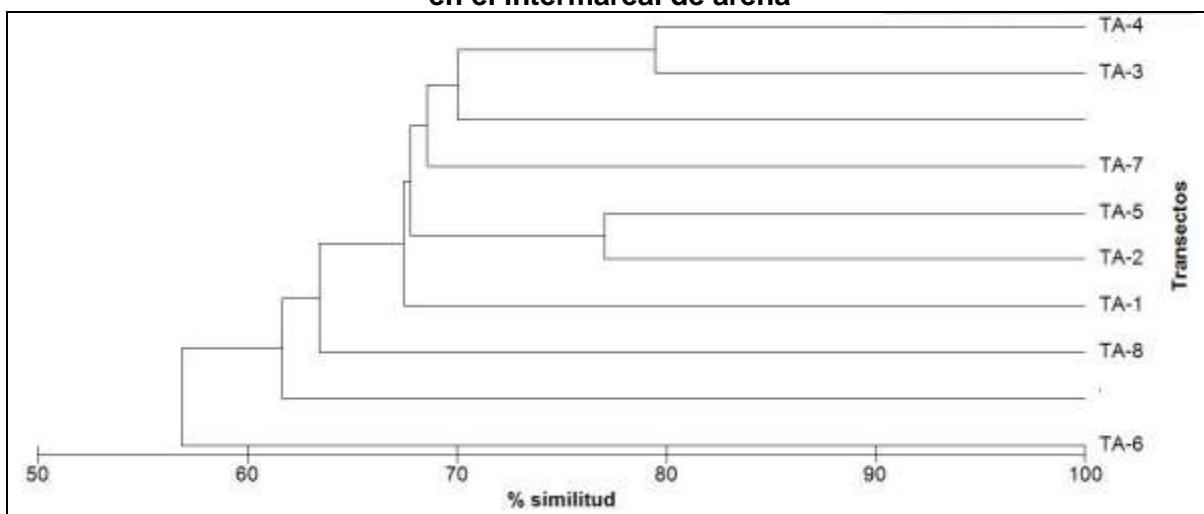
**Tabla EMB-12: Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso**

	Transectos							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<b>Shannon-Weaver (H')</b>	0,03	0,18	0,13	0,37	0,16	0,12	0,31	0
<b>Uniformidad (J')</b>	0,05	0,17	0,19	0,38	0,06	0,18	0,38	0
<b>Riqueza (S)</b>	2	6	4	5	6	3	5	1

### Análisis de similitud

El nivel de similitud entre los distintos transectos fluctuó entre 57 y 79% siendo el transecto más disímil TA6. La mayor similitud se observó entre los transectos TA3 y TA4 con un 79% de similitud. No se observa un patrón de similitud espacial entre los transectos (Figura EMB-45).

**Figura EMB-45: Análisis de la clasificación jerárquico de las estaciones de muestreo en el intermareal de arena**



### Síntesis

El intermareal de arena presentó una baja riqueza específica en todos los transectos evaluados. Sin embargo, la baja riqueza observada, se encuentra dentro de los rangos esperados para las playas del centro-norte de Chile, donde se ha observado riqueza de entre 4 y 10 *taxa* (Jaramillo *et al.*, 1998). Los organismos observados se distribuyeron en un patrón de zonación de acuerdo a las diferentes alturas mareales de la playa, especialmente por la humedad de la arena entre el sector bajo, medio y alto de la misma. Así, la zona superior del intermareal se caracteriza por la presencia de *Orchestoidea tuberculata* y *Excirrolana braziliensis*, mientras que en la zona baja domina *Emerita analoga*. Esta última especie ha sido descrita en la literatura como uno de los mayores contribuyentes de la abundancia en playa de arena (Jaramillo *et al.*, 1996), lo que se condice con el alto aporte en el número de individuos, como en biomasa observada.

Las pocas diferencias observadas en el sitio de estudio, con respecto a lo reportado por la literatura, en cuantos a la composición específica se debería más bien a factores físicos propios de la marcada dinámica de estos ambientes. En este sentido, McLachan *et al.*, (1993) señalan que la riqueza específica parece ser controlada principalmente por el medio físico, esta se incrementaría en playas disipativas (i.e. playa de arena de bahía Conchalí) en comparación a playas reflectivas. La abundancia y biomasa siguen un patrón similar, pero variable y estaría relacionado principalmente a la productividad de la zona de surf y al aporte de algas (influenciada por la energía del oleaje).

### ➤ Primavera 2012

#### Pendiente

Las pendientes en cada uno de los transectos donde se desarrollaron los muestreos, mostraron en general poca inclinación. La mayor pendiente se observó en el transecto TA8 con un 12,3% y la menor en el transecto TA6, con un 3,0%, correspondiendo este último al perfil de mayor longitud (60 m).

#### Abundancia

En el intermareal arenoso del sector de estudio se observaron un total de 12 *taxa*, los que corresponden a los siguientes 5 grupos taxonómicos mayores: Polychaeta, Nematoda, Nemertea, Crustacea y Insecta.

El crustáceo *Emerita analoga* presentó altas abundancias en el intermareal blando con un promedio de 66,5 ind./m<sup>2</sup>. Dentro de la clase Polychaeta, la mayor abundancia correspondió la familia Glyceridae registrado en los transectos TA2, TA4 y TA5 con un promedio de 14,6 ind./m<sup>2</sup>. La familia Adenophorea (Nemátoda) presentó altas abundancias (un promedio de 280 ind./m<sup>2</sup>) y se registró en seis de los diez transectos. El phylum Nemertea sólo fue registrado en el transecto TA5 con un representante *Heteronemertini* sp. El subphylum Crustacea fue el que presentó la mayor abundancia debido principalmente al decápodo *Emerita analoga* y al isópodo *Excirolana braziliensis*. *Emerita analoga* fue registrado en todos los transectos y con una abundancia promedio máxima de 108 ind./m<sup>2</sup> promedio en el transecto TA1. La clase Insecta también estuvo representado por estadios larvales de un díptero no identificado registrados en los transectos TA3 y TA4 (Tabla EMB-13).

**Tabla EMB-13: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transecto							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<b>Polychaeta</b>								
Glyceridae		20 (39)		8 (25)	16 (39)			
<i>Hemipodus</i> sp.		8 (25)			32 (77)	16 (39)		
<i>Euzonus</i> sp.		4 (13)			4 (13)		12 (27)	
<i>Nephtys impressa</i>							12 (27)	
<b>Nematoda</b>								
Adenophorea		444 (522)	600 (1.486)	60 (104)	236 (386)			20 (43)
<b>Nemertea</b>								
<i>Heteronemertini</i> sp.					8 (17)			
<b>Crustacea</b>								
<i>Emerita analoga</i>	108 (169)	60 (138)	80 (159)	56 (95)	12 (27)	100 (110)	28 (42)	88 (184)
<i>Excirolana</i> sp.				56 (107)		8 (25)	12 (27)	

Taxa	Transecto							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<i>Excirolana braziliensis</i>			200 (530)	104 (302)			244 (515)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	100 (197)		676 (1287)	204 (531)			4 (13)	
<i>Macrochiridothea</i> sp.							16 (39)	
<b>Insecta</b>								
Larva díptero			4 (12)	20 (21)				

(): Desviación estándar

### Biomasa

Respecto de la biomasa, el grupo crustacea representó los mayores porcentajes de biomasa en los transectos evaluados, los que en conjunto representaron más del 95% de la biomasa total. La especie *Emerita analoga* representó el 73,9% de toda la biomasa del sector. Es por este motivo, además del aporte de las especies *Excirolana braziliensis* y *Orchestoidea tuberculata*, que el transecto TA3 presentó la mayor cantidad de biomasa. (Tabla EMB-14).

**Tabla EMB-14: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
<b>Polychaeta</b>								
Glyceridae		0,1 (0,2)		0,02 (0,1)	0,1 (0,1)			
<i>Hemipodus</i> sp.		0,1 (0,2)			0,3 (0,7)	0,2 (0,5)		
<i>Euzonus</i> sp.		0,01 (0,03)			0,01 (0,04)			
<i>Nephtys impressa</i>							2,1 (6,3)	
<b>Nematoda</b>								
Adenophorea		0,03 (0,04)	0,02 (0,01)	0,01 (0,02)	0,2 (0,3)			0,01 (0,02)
<b>Nemertea</b>								
<i>Heteronemertini</i> sp.					0,1 (0,2)			
<b>Crustacea</b>								
<i>Emerita analoga</i>	2,2 (3,6)	0,4 (0,7)	1,6 (4,7)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	3,7 (1,2)	0,4 (0,7)	0,4 (0,6)
<i>Excirolana</i> sp.				0,4 (0,7)		0,03 (0,1)	0,1 (0,1)	
<i>Excirolana braziliensis</i>			3,9 (5,1)	1,6 (4,9)			1,6 (3,4)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	1,3 (2,6)		9,8 (6,3)	2,9 (7,4)			0,1 (0,2)	
<i>Macrochiridothea</i> sp.							0,1 (0,3)	
<b>Insecta</b>								
Larva díptero			0,1 (0,2)	0,5 (0,5)				

(): Desviación estándar

### Riqueza y diversidad

En los transectos evaluados se registró un total de 12 *taxa* distintos. Sin embargo en ninguno de ellos se registró la totalidad de los *taxa* identificados. El transecto que presentó la mayor riqueza específica (7 *taxa*) fue TA4. La menor riqueza específica (2 *taxa*) correspondió a los transectos TA1 y TA8. Respecto a la diversidad (índice de Shannon-Wiener), el transecto TA4 presentó el valor más alto (0,51) mientras que el menor valor (0) correspondió a los transectos TA1 y TA8. Respecto a la uniformidad, el mayor valor también se registró en el transecto TA4 con 0,53 y el menor valor (0) se registró en los transectos TA1 y TA8. (Tabla EMB-15)



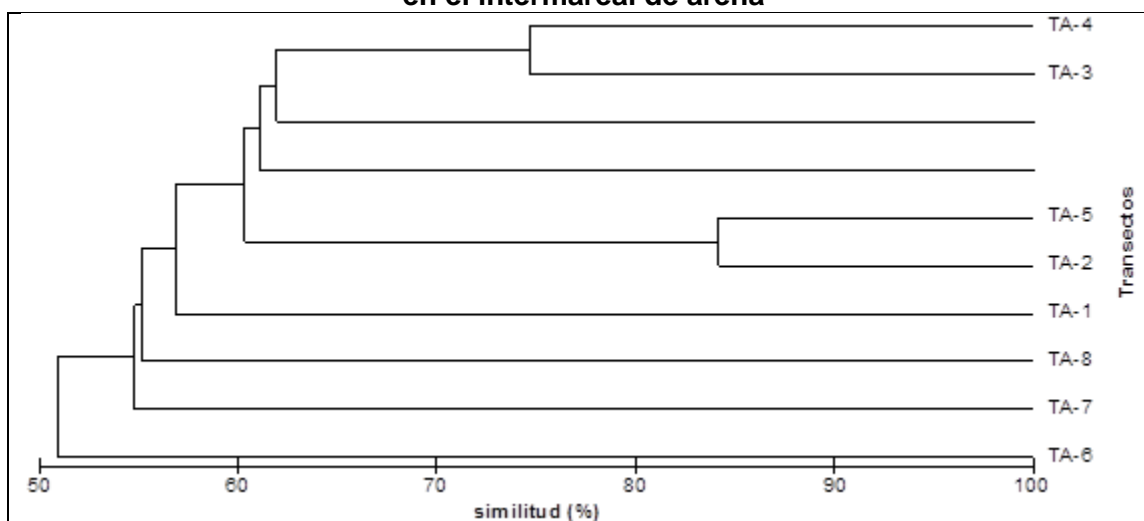
**Tabla EMB-15: Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso**

	Transectos							
	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7	TA8
Shannon-Weaver (H')	-	0,19	0,27	0,51	0,23	0,14	0,3	-
Uniformidad (J')	-	0,14	0,31	0,53	0,09	0,2	0,29	-
Riqueza (S)	2	5	5	7	6	3	6	2

### Variación espacial

El análisis de clasificación jerárquico (Figura EMB-46) basado en la abundancia de la totalidad de los *taxa* registrados en los transectos evaluados, mostró un mayor nivel de similitud entre las estaciones TA2 y TA5 con un 84,19% de similitud. Los transectos TA3 y TA4 también presentaron un alto porcentaje de similitud (74,69%). El resto de los transectos presentan porcentajes de similitud inferiores al 62%. El transecto TA6 es el que presenta la menor similitud con el resto, menos del 55%.

**Figura EMB-46: Análisis de la clasificación jerárquico de las estaciones de muestreo en el intermareal de arena**



### Síntesis

Las especies registradas y su abundancia corresponde a lo descrito en la literatura para las costas entre Arica y Chiloé. Así ha sido descrito por Jaramillo *et al.*, (1996) quien señala que *Emerita analoga* e isópodos cirolánidos son los mayores contribuyentes de la abundancia en playas de arena. En la presente campaña se observó un claro patrón de distribución respecto a la altura del intermareal, altas abundancias en los niveles más bajos y bajas abundancias en los niveles más altos. Este patrón se debería principalmente a la mayor estabilidad en las condiciones ambientales (*e.g.* menor movimiento de arena) en esta época del año lo que permite que los organismos se distribuyan en el nivel que normalmente habitan, como por ejemplo *Emerita analoga* y *Excirrolana* sp. en los niveles más bajos del intermareal.

Thiel *et al.* (2007) señala que la franja baja y media del intermareal presentan una composición específica característica: *Emerita analoga*, *Nephtys impressa*, *Excirolana braziliensis*, *Excirolana hirsuticauda* y *Excirolana monodi*, lo que en parte concuerda con lo reportado en las distintas campañas efectuadas en el sector, siendo las diferencias detectadas variaciones debidas a factores ambientales propios de estos ambientes expuestos a una dinámica muy marcada. En este sentido McLachan *et al.* (1993) señalan que la riqueza específica parece ser controlada principalmente por el medioambiente físico, esta se incrementaría en playas disipativas (e.g. playa de arena de bahía Conchalí) en comparación a playas reflectivas.

### ➤ Otoño 2014

#### Pendiente

Las pendientes en cada uno de los transectos donde se desarrollaron los muestreos, mostraron en general poca inclinación. La mayor pendiente se observó en el transecto IB-3 con un 9,2% y la menor en el transecto IB-6, con un 2,5%. El transecto de mayor longitud fue el IB-4 con 70 m.

#### Abundancia y biomasa

En el intermareal arenoso del sector de estudio se observaron un total de 10 *taxa*, los que corresponden a los siguientes 3 grupos taxonómicos mayores: Polychaeta, Crustacea y Insecta.

La especie más frecuente fue *Emerita analoga*, presente en los ocho transectos. Esta especie también fue la que aportó la mayor densidad y biomasa en todos ellos; la única excepción fue el transecto IB-6 donde el anfípodo *Orchestoidea tuberculata* fue la especie con mayor densidad. *Emerita analoga*, como es de esperar, se presentó principalmente en las estaciones más inferiores del intermareal; sin embargo, también se encontraron unos pocos ejemplares en el nivel alto de algunos transectos; esta peculiaridad puede deberse al extenso periodo de marejadas que hubo en la época de muestreo, que provocó la mezcla del sedimento y de la fauna presente en él. La mayor densidad y biomasa promedio se registró en el transecto IB-8, con 1.227 ind./m<sup>2</sup> y 38,3 g/m<sup>2</sup>. Los valores más bajos de estos parámetros se registraron en el transecto IB-5 con solo 123 ind./m<sup>2</sup> de densidad (Tabla EMB-16) y 2,0 g/m<sup>2</sup> de biomasa (Tabla EMB-17).

Se observa, como es de esperar, que la mayor densidad se concentra en los niveles medios (M) y bajos (B), gracias a la presencia, en alta abundancia, de la especie *Emerita analoga*. La mayor densidad se registró en el transecto IB-8, principalmente en el nivel medio (Tabla EMB-16).

**Tabla EMB-16: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
Taxa	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<i>Polychaeta</i>												
<i>Nephtys impressa</i>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>							10 (0,2)					
<i>Naineris chilensis</i>												

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Crustacea</b>												
<i>Excirolana hirsuticauda</i>							100				15 (7)	
Gammaridea indet.												10
<i>Cirolana</i> sp.								10			63 (45)	
<i>Emerita analoga</i>	577 (107)		10	1027 (105)			257 (276)		10	447 (191)	10	20
<i>Orchestoidea tuberculata</i>		27 (15)	157 (42)		10 (0,3)	47 (31)						160 (140)
<b>Insecta</b>												
<i>Phalerisidia maculata</i>			15 (7)									
Larva de insecto			10 (0,2)			10						10

Taxa	Transectos											
	IB-5			IB-6			IB-7			IB-8		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Polychaeta</b>												
<i>Nephtys impressa</i>											10	10
<i>Euzonus heterocirrus</i>											10	
<i>Naineris chilensis</i>											10	
<b>Crustacea</b>												
<i>Excirolana hirsuticauda</i>											20	40 (20)
Gammaridea indet.												
<i>Cirolana</i> sp.						27 (29)			60			20 (14)
<i>Emerita analoga</i>	123 (83)	190		20 (0,4)	117 (76)	10	56 (12)	177 (170)		463 (370)	1227 (228)	10
<i>Orchestoidea tuberculata</i>						170 (125)			113 (93)			
<b>Insecta</b>												
<i>Phalerisidia maculata</i>												
Larva de insecto												

(): Desviación estándar, intermareal B: Bajo, M: Medio, A: Alto

**Tabla EMB-17: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Polychaeta</b>												
<i>Nephtys impressa</i>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>							0,4 (0,3)					
<i>Naineris chilensis</i>												
<b>Crustacea</b>												
<i>Excirolana hirsuticauda</i>							0,1				0,06	
Gammaridea indet.												0,01
<i>Cirolana</i> sp.								0,1			0,32 (0,2)	
<i>Emerita analoga</i>	14,8 (5,9)		0,0	15,7 (5,3)			9,3 (2,3)		0,1	6,6 (0,2)	0,1	0,2
<i>Orchestoidea tuberculata</i>		0,3 (0,3)	1,1 (0,3)		0,1 (0,1)	0,4 (0,4)						0,4

	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
Taxa	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Insecta</b>												
<i>Phalerisidia maculata</i>			0,1 (0,1)									
Larva de insecto			0,5 (0,7)			0,02						0,03

	Transectos											
	IB-5			IB-6			IB-7			IB-8		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Polychaeta</b>												
<i>Nephtys impressa</i>											0,01	0,0
<i>Euzonus heterocirrus</i>											0,01	
<i>Naineris chilensis</i>											0,03	
<b>Crustacea</b>												
<i>Excirolana hirsuticauda</i>											0,1	0,1 (0,1)
Gammaridea indet.												
<i>Cirolana sp.</i>						0,1 (0,1)			0,2			0,1 (0,1)
<i>Emerita analoga</i>	2,0 (1,5)	2,3		0,2 (0,1)	2,9 (1,1)	0,1	4,3 (0,5)	10,6 (10,5)		30 (18,8)	38,3 (8,7)	0,1
<i>Orchestoidea tuberculata</i>						0,3 (0,2)			0,1 (0,1)			
<b>Insecta</b>												
<i>Phalerisidia maculata</i>												
Larva de insecto												

( ): Desviación estándar, intermareal B: Bajo, M: Medio, A: Alto

### Riqueza y diversidad

En la Tabla EMB-18 se tabulan los resultados de los siguientes índices ecológicos. En términos de riqueza de especies (S), se encontraron representantes macrofaunales en todos los transectos, obteniendo una riqueza total de 10 especies, oscilando entre 1 (IB-5) y 6 (IB-4 y IB-8) especies por transecto. La uniformidad (J') varió entre 0,121 y 0,829, siendo baja en 5 transectos con valores entre 0,121 y 0,526, mientras que en el transecto IB-5 no se pudo calcular el valor de J' ni de H', debido a la presencia de una sola especie. Por otra parte, los bajos valores de diversidad (H') estuvieron influenciados, tanto por la baja riqueza de especies como por la baja uniformidad en la distribución de la abundancia, entre las especies de cada transecto, presentando valores entre 0 (IB-5) y 0,9438 (IB-4).

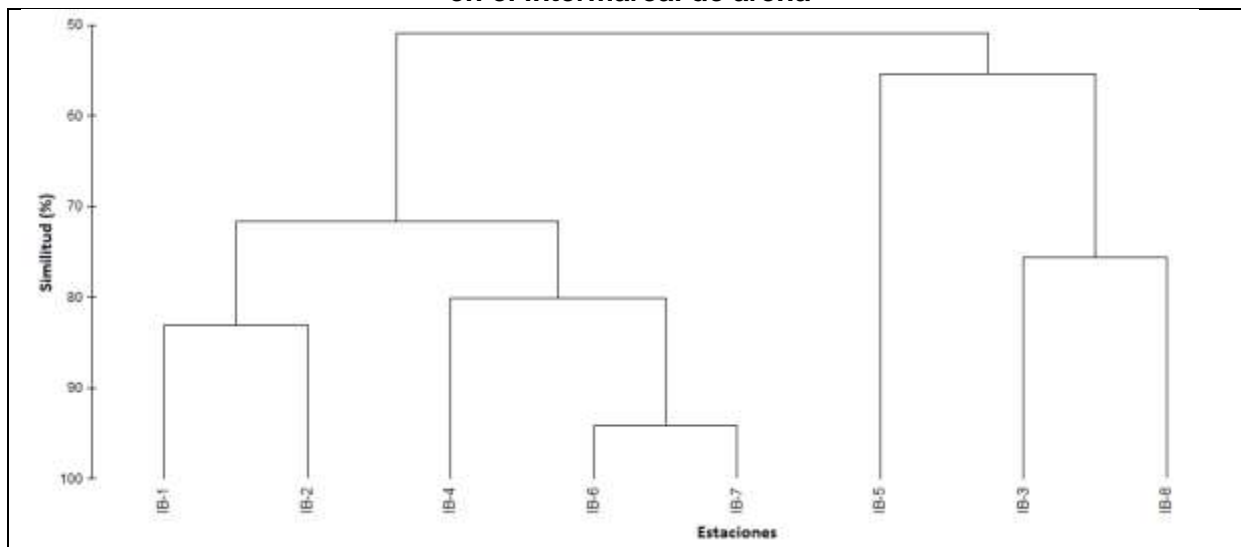
**Tabla EMB-18: Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso**

	Transectos								
	IB-1	IB-2	IB-3	IB-4	IB-5	IB-6	IB-7	IB-8	
<b>Shannon-Weaver (H')</b>	0,66	0,22	0,51	0,94	-	0,91	0,81	0,22	
<b>Uniformidad (J')</b>	0,47	0,20	0,37	0,53	-	0,83	0,74	0,12	
<b>Riqueza (S)</b>	4	3	4	6	1	3	3	6	

## Análisis de similitud

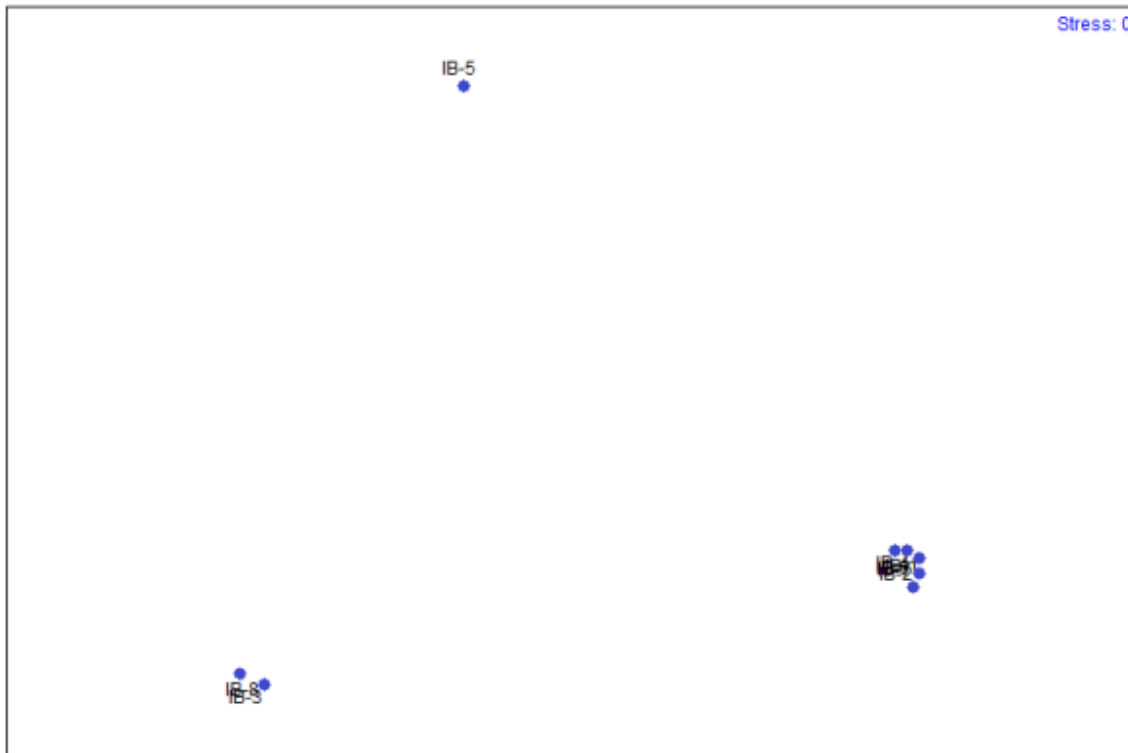
El análisis de clasificación jerárquico (Figura EMB-47), mostró dos agrupaciones de estaciones con altos porcentajes de similitud; una compuesta por los transectos IB-1, IB-2, IB-4, IB-6 e IB-7, con una similitud entre todas ellas del 71,63%. El factor determinante de su unión es la presencia y dominancia de la especie *Emerita analoga* y la presencia de *Orchestoidea tuberculata*, especie que no se registró en ninguna de las estaciones de la otra agrupación. La otra agrupación está formada por los transectos IB-3 e IB-8, debido a su similar composición de especies, ya que las 4 especies de IB-3 se encontraron en IB-8; a ellas se une IB-5 con una similitud del 55,37%. Ambas agrupaciones tienen una similitud del 50,84%.

**Figura EMB- 47: Análisis de la clasificación jerárquico de las estaciones de muestreo en el intermareal de arena**



El método de escalamiento no-métrico multidimensional (ENM, Figura EMB-48) muestra, a diferencia del análisis de clasificación anterior, una mayor lejanía del transecto IB-5; esto se debe principalmente a su baja riqueza de especies (1 especie). Las otras estaciones forman dos agrupaciones de dos y cinco estaciones muy cercanas entre sí. La representación de todos los transectos entrega un valor de estrés de 0, que según Clarke & Warwick (2001) se interpreta como una excelente representación.

**Figura EMB-48: Ordenación espacial de los ocho transectos de playa arenosa**



### Síntesis

En el presente estudio de comunidades intermareales de playas arenosas, artrópodos (crustáceos e insectos) fue el grupo faunístico más representativo, con 7 de las 10 especies presentes en la totalidad de los ocho transectos muestreados. La mayor densidad y biomasa se registró en el transecto IB-8. Los valores más bajos de estos parámetros se obtuvieron en el transecto IB-5, debido a que presentó varias estaciones defaunadas. La especie más frecuente fue el crustáceo decápodo *Emerita analoga*, presente en los ocho transectos. Esta especie también fue la que registró la mayor densidad y biomasa. Los valores de riqueza, uniformidad y diversidad específica, fueron bajos, sin embargo, tanto la riqueza de especies como sus abundancias, son los típicos de zonas intermareales de playas arenosas del área biogeográfica equivalentes a la playa de Los Vilos.

En términos generales los resultados obtenidos concuerdan con la de una playa disipativa a intermedia, ya que estudios indican que la riqueza, abundancia y biomasa, se incrementan desde una playa reflectiva a una disipativa (McLachlan *et al.*, 1993), tal como fue comprobado por Jaramillo & McLachlan (1993) en playas de la costa de Valdivia y por Jaramillo *et al.* (2000) en un estudio realizado en playas de Chiloé, donde en un área de playa totalmente disipativa la riqueza fue de 11 especies, mientras que en una playa totalmente reflectiva se obtuvo solo 3 *taxa*. En playas intermedias la riqueza varió entre 4 y 9 especies.

El análisis de clasificación y ordenación fue determinado por la densidad de la especie *Emerita analoga* y por la presencia o no de *Orchestoidea tuberculata*, en cada una de los transectos, formándose dos grupos. El transecto IB-5 fue el más diferente con respecto de

los otros siete, debido a que presentó una sola especie y con la más baja densidad. En este estudio, tanto las especies encontradas, como su distribución en el intermareal blando fue muy similar a lo obtenido por Jaramillo & McLachlan (1993), en playas de Chiloé, y por Brazeiro *et al.* (1998), en playa San Carlos en la quinta región. Cinco especies señaladas de estos trabajos están presentes también en el intermareal blando, con representantes de isópodos, poliquetos, insectos, anfípodos y decápodos, de los cuales destacan, en abundancia el anfípodo *Orchestoidea tuberculata* en el intermareal medio y el decápodo *Emerita analoga* en el intermareal inferior.

### ➤ Invierno 2014

#### Pendiente

Las pendientes en cada uno de los transectos donde se desarrollaron los muestreos, mostraron en general poca inclinación. La mayor pendiente se observó en el transecto IB-3 con un 10,2% y la menor en el transecto IB-6, con un 2,8 %, correspondiendo este último al perfil de mayor longitud (40,7 m).

#### Abundancia y Biomasa

En el intermareal arenoso del sector de estudio se observaron un total de 8 *taxa*, los que corresponden a los siguientes 3 grupos taxonómicos mayores: Polychaeta, Crustacea y Insecta.

Las especies más frecuentes fueron *Emerita analoga* y *Orchestoidea tuberculata*, presentes en ocho y siete transectos, respectivamente (Tabla EMB-19 y Tabla EMB-20). *Emerita analoga* fue, en general, la especie que aportó la mayor densidad y biomasa en cada transecto; las únicas excepciones fueron los transectos IB-1 e IB-7 donde el anfípodo *Orchestoidea tuberculata* y el isópodo *Excirolana hirsuticauda*, respectivamente, presentaron la mayor densidad. *Emerita analoga*, se presentó principalmente en las estaciones más inferiores del intermareal; sin embargo, también se encontraron ejemplares en el nivel alto de algunos transectos; esta peculiaridad puede deberse al periodo de marejadas que hubo en la época del muestreo, que provocó la mezcla del sedimento y de la fauna presente en él.

La mayor densidad promedio se presentó en *Orchestoidea tuberculata* en el transecto IB-1 nivel alto con 1.943 individuos/m<sup>2</sup> y la mayor biomasa promedio fue de *Emerita analoga* en el transecto IB-8 nivel medio con 37,7g/m<sup>2</sup>.

También se observa, que la mayor densidad se concentra en el nivel alto, gracias a la presencia, en alta abundancia, de la especie *Orchestoidea tuberculata* en la estación IB-1.

**Tabla EMB-19: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Polychaeta</b>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>												
<b>Malacostraca</b>												
<i>Excirolana braziliensis</i>		10						10				

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<i>Excirolana hirsuticauda</i>		10			15 (7)							
<i>Emerita analoga</i>	223 (197)			570 (367)	50 (69)		260 (80)	20		20 (10)	23 (6)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>			1943 (825)		10	563 (381)		40	140 (104)			
<b>Insecta</b>												
<i>Phalerisida maculata</i>			20									
<i>Scirpicola</i> sp.				10								
Staphylinidae indet			30									

Taxa	Transectos											
	IB-5			IB-6			IB-7			IB-8		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Polychaeta</b>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>	10											
<b>Malacostraca</b>												
<i>Excirolana braziliensis</i>			120 (35)			10			33 (32)			50
<i>Excirolana hirsuticauda</i>		106 (93)						180 (156)				307 (261)
<i>Emerita analoga</i>	633 (484)	190 (142)		270 (223)	307 (117)		20 (10)	107 (81)		170 (128)	600 (507)	10
<i>Orchestoidea tuberculata</i>			50 (10)		10	143 (31)			36 (15)		10	
<b>Insecta</b>												
<i>Phalerisida maculata</i>												
<i>Scirpicola</i> sp.												
Staphylinidae indet												

( ): Desviación estándar, intermareal B: Bajo, M: Medio, A: Alto

**Tabla EMB-20: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Polychaeta</b>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>												
<b>Malacostraca</b>												
<i>Excirolana braziliensis</i>		0,4						0,1				
<i>Excirolana hirsuticauda</i>		0,1			0,1 (0,1)							
<i>Emerita analoga</i>	6,6 (7,5)			15,2 (18,3)	0,2 (0,2)		6,2 (3,5)	0,1		1,4 (2,0)	1,2 (0,6)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>			24,5 (12,5)		0,1 (0,1)	9,2 (6,9)		0,2	1,4 (0,5)			
<b>Insecta</b>												
<i>Phalerisida maculata</i>			0,3									
<i>Scirpicola</i> sp.				0,4								
Staphylinidae indet			0,0									

Taxa	Transectos											
	IB-5			IB-6			IB-7			IB-8		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Polychaeta</b>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>	0,1											
<b>Malacostraca</b>												



Taxa	Trassectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<i>Exciorolana braziliensis</i>			0,7 (0,1)			0,1 (0,1)			0,2 (0,3)			0,5
<i>Exciorolana hirsuticauda</i>		0,4 (0,3)						0,4 (0,3)				1,2 (0,9)
<i>Emerita analoga</i>	16,2 (17,2)	1,0 (1,0)		17,4 (16,1)	5,8 (2,9)		0,4 (0,2)	3,9 (3,8)		10,3 (3,6)	37,7 (31,7)	0,8
<i>Orchestoidea tuberculata</i>			0,1 (0,1)		0,1	0,4 (0,1)			0,1 (0,1)			0,0
<b>Insecta</b>												
<i>Phalerisida maculata</i>												
<i>Scirpicola</i> sp.												
Staphylinidae indet												

( ): Desviación estándar, intermareal B: Bajo, M: Medio, A: Alto

### Riqueza y diversidad

En la Tabla EMB-21 se tabulan los resultados de los siguientes índices ecológicos: diversidad específica, uniformidad y riqueza de especies, para cada transecto intermareal muestreado. Se encontraron representantes macrofaunales en todos los transectos, obteniendo una riqueza total de 8 especies, oscilando entre 1 (IB-4) y 6 (IB-1) especies por transecto.

La uniformidad varió entre 0,22 y 0,84, siendo baja en 5 transectos, mientras que en el transecto IB-4 no se pudo calcular el valor de J', debido a la presencia de una sola especie. Los bajos valores de uniformidad fueron producto de la dominancia de *Emerita analoga* y *Orchestoidea tuberculata*. Por otra parte, los bajos valores de diversidad (H') estuvieron influenciados, tanto por la baja riqueza de especies como por la baja uniformidad en la distribución de la abundancia, entre las especies de cada transecto, presentando valores entre 0 (IB-4) y 1,16 (IB-7).

**Tabla EMB-21: Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso**

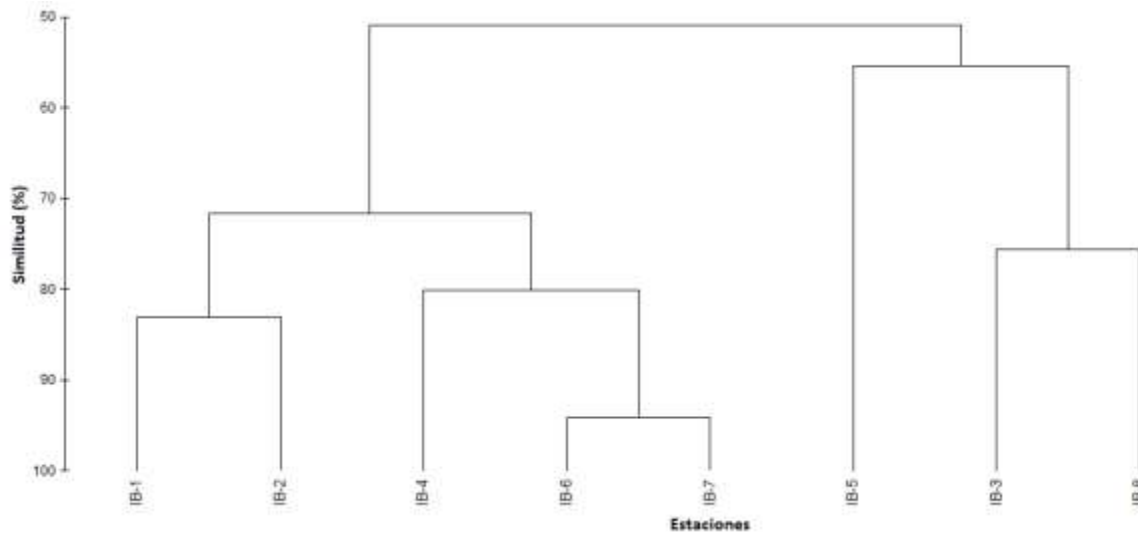
	IB-1	IB-2	IB-3	IB-4	IB-5	IB-6	IB-7	IB-8
<b>Shannon-Weaver (H')</b>	0,40	0,75	0,70	-	0,84	0,55	1,16	0,69
<b>Uniformidad (J')</b>	0,22	0,54	0,63	-	0,52	0,50	0,84	0,49
<b>Riqueza (S)</b>	6	4	3	1	5	3	4	4

### Variación espacial

El análisis de cluster (Figura EMB-49), mostró dos agrupaciones de estaciones con altos porcentajes de similitud y una estación que se aleja del grupo. Una agrupación está conformada por los transectos IB-5, IB-7 e IB-8 con una similitud de 80,9%, gracias a su similar valor de riqueza (5, 4 y 4 taxa, respectivamente), similar composición de especies, ya que comparten 4 taxa y a la baja densidad de una de las especies más recurrente, *Orchestoidea tuberculata*. Mientras que la otra agrupación está conformada por los transectos IB-1, IB-2, IB-3 e IB-6 con una similitud entre ellas del 73,5%, cuyo factor determinante en su unión es alto valor de densidad de la especie *Orchestoidea tuberculata*. El transecto con menor porcentaje de similitud fue IB-4 con un 36% con respecto de las otras

estaciones, debido a la presencia de una sola especie, *Emerita analoga* y en baja densidad, y, por la ausencia de la otra especie más recurrente y abundante *Orchestoidea tuberculata*.

**Figura EMB-49: Dendrograma clasificatorio de los ocho transectos de la playa arenosa, invierno 2014**



El método de escalamiento no-métrico multidimensional (ENM, Figura EMB-50) muestra un resultado similar al análisis de clasificación anterior, solo detalla con más precisión la mayor distancia del transecto IB-1 y IB-4 con respecto a su agrupación; esto se debe principalmente a que este transecto presentó riqueza extremas (6 y 1 especies, respectivamente) con respecto a los transectos de su grupo, además de poseer un valor de densidad más alto. La representación de todos los transectos entrega un valor de estrés de 0,01 que según Clarke & Warwick (2001) se interpreta como una excelente representación.

**Figura EMB-50: Ordenación espacial de los ocho transectos de la playa arenosa, invierno 2014**



### Síntesis

En la presente campaña las comunidades intermareales de una playa arenosa, los artrópodos (crustáceos e insectos) fue el grupo faunístico más representativo, con 7 de las 8 especies presentes en la totalidad de los ocho transectos muestreados. La mayor densidad se registró en el transecto IB-1 y la mayor biomasa en el transecto IB-8. Los valores más bajos para ambos parámetros se obtuvieron en el transecto IB-4, debido a que presentó varias estaciones defaunadas o con una sola especie. Las especies más frecuentes fueron el crustáceo decápodo *Emerita analoga* y el anfípodo *Orchestoidea tuberculata* presentes en 8 y 7 transectos, respectivamente. *Emerita analoga* también fue la especie que registró, en general, la mayor densidad y biomasa.

Los valores de riqueza, uniformidad y diversidad específica, fueron bajos, sin embargo, tanto el número de especies como sus abundancias, parámetro que influye en los cálculos de J' y H', son los típicos de la zona intermareal de playas arenosas del área biogeográfica en la que se encuentra el área de estudio.

El análisis de clasificación y ordenación arrojó dos grupos, de 3 y 4 transectos, con altos porcentajes de similitud entre ellos, siendo los factores de agrupación: la composición de especies y la densidad de *Emerita analoga* y de *Orchestoidea tuberculata* en cada uno de los transectos.

En esta campaña, tanto las especies encontradas, como su distribución en el intermareal blando fue muy similar a lo obtenido por Jaramillo & McLachlan (1993), en playas de Chiloé, y por Brazeiro *et al.* (1998), en la playa de San Carlos en la región de Valparaíso. Cinco de las especies señaladas en estos trabajos estuvieron presentes también en el intermareal blando, con representantes de isópodos, poliquetos, insectos, anfípodos y decápodos, entre

los cuales destacaron en abundancia el anfípodo *Orchestoidea tuberculata*, en el intermareal alto, y el decápodo *Emerita analoga*, en el intermareal inferior.

### ➤ Primavera 2014

#### Pendiente

Las pendientes en cada uno de los transectos donde se desarrollaron los muestreos, mostraron en general poca inclinación. La mayor pendiente se observó en el transecto IB-5 con un 11,3 % y la menor en el transecto IB-7, con un 2,2 %, correspondiendo este último al perfil de mayor longitud (46,5 m).

#### Abundancia y Biomasa

En las siguientes tablas presenta los valores de densidad (Tabla EMB-22) y biomasa (Tabla EMB-23) de cada especie encontrada en promedio de los 3 niveles del intermareal arenoso de los ocho transectos. En cuatro de los ocho transectos se obtuvieron representantes macrofaunales en todas las estaciones muestreadas de cada nivel, mientras que en el transecto IB-5 solo se encontró la especie *Emerita analoga* en las tres estaciones de los niveles inferiores, presentando los niveles medio y superior defaunados.

Las especies más frecuentes fueron *Emerita analoga* y *Orchestoidea tuberculata*, presentes en ocho y siete transectos, respectivamente. *Emerita analoga*, en general, fue la especie que aportó la mayor densidad y biomasa en cada transecto; la única excepción fue en el transecto IB-4 donde el anfípodo *Orchestoidea tuberculata* presentó la mayor densidad. *Emerita analoga* se encontró principalmente en las estaciones más inferiores del intermareal; sin embargo, también se encontraron ejemplares en los niveles medios y altos de algunos transectos; esto pudo deberse a marejadas durante la época del muestreo, las cuales provocan la mezcla del sedimento y de la fauna presente en él.

La mayor densidad promedio se presentó en el transecto IB-5 con 550 ind./m<sup>2</sup> y la mayor biomasa promedio en el transecto IB-8 con 26,8 g/m<sup>2</sup>. Los valores más bajos de estos parámetros se registraron en el transecto IB-6 con solo 48,9 ind./m<sup>2</sup> de densidad y 0,3 g/m<sup>2</sup> de biomasa.

También se observa, que la mayor densidad se concentra en el nivel bajo (B), gracias a la presencia, en alta abundancia, de la especie *Emerita analoga*.

**Tabla EMB-22: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Polychaeta</b>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>				60 (40 4)								
<i>Nephtys impressa</i>												
<b>Malacostraca</b>												
<i>Excirolana braziliensis</i>		10				10						123(31)
<i>Excirolana hirsuticauda</i>					15(7)						50	
<i>Emerita analoga</i>	1.447 (1.176)		30	413 (218)	30 (14)		277 (127)	43(23)	10	60 (78)	93 (35)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>		15 (7)	50		77(42)	20(10)	10		10		10	213(123)

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A

Taxa	Transectos											
	IB-5			IB-6			IB-7			IB-8		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Polychaeta</b>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>				40	30(28)							
<i>Nephtys impressa</i>				10			10					
<b>Malacostraca</b>												
<i>Excirolana braziliensis</i>						20			40(52)			10
<i>Excirolana hirsuticauda</i>					17(6)			33(12)			10	30
<i>Emerita analoga</i>	1.650 (1.223)			50(20)			90(36)	40(42)		1.523 (426)		
<i>Orchestoidea tuberculata</i>						37(6)			27(15)			10

( ): Desviación estándar, intermareal B: Bajo, M: Medio, A: Alto

**Tabla EMB-23: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Polychaeta</b>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>				0,04 (0,02)								
<i>Nephtys impressa</i>												
<b>Malacostraca</b>												
<i>Excirolana braziliensis</i>		0,09				0,03						0,27 (0,01)
<i>Excirolana hirsuticauda</i>					0,04 (0,01)						0,05 (0,02)	
<i>Emerita analoga</i>	24,58 (36,51)		0,07	6,08 (5,26)	0,03 (0,01)		5,85 (3,39)	2,2 (1,95)	0,04	1,39 (1,95)	0,16 (0,05)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>		0,06 (0,04)	0,09		0,05	0,05 (0,01)	0,10		0,04		0,01	0,39 (0,42)

Taxa	Transecto											
	IB-5			IB-6			IB-7			IB-8		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
<b>Polychaeta</b>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>				0,01	0,01 (0,01)							
<i>Nephtys impressa</i>				0,00			0,01					
<b>Malacostraca</b>												
<i>Excirolana braziliensis</i>						0,08			0,14 (0,18)			0,03
<i>Excirolana hirsuticauda</i>					0,05 (0,01)			0,03			0,02 (0,01)	0,05
<i>Emerita analoga</i>	58,33 (55,32)			0,65 (0,22)			2,86 (1,94)	0,05 (0,07)		80,50 (22,83)		
<i>Orchestoidea tuberculata</i>						0,13 (0,02)			0,04 (0,02)			0,19

( ): Desviación estándar, intermareal B: Bajo, M: Medio, A: Alto

## Riqueza y diversidad

En la Tabla EMB-24 se tabulan los resultados de los siguientes índices ecológicos: diversidad específica ( $H'$ ), uniformidad ( $J'$ ) y riqueza de especies ( $S$ ), para cada transecto intermareal muestreado. Se encontraron representantes macrofaunales en todos los transectos, obteniendo una riqueza total de 6 especies, variando entre 1 (IB-5) y 6 (IB-6) especies por transecto.

La riqueza total obtenida en los transectos analizados se aproxima a la de una playa intermedia. Diversos estudios indican que la riqueza, abundancia y biomasa, se incrementan desde una playa reflectiva a una disipativa (McLachlan *et al.*, 1993), tal como fue comprobado por Jaramillo & McLachlan (1993) en playas de la costa de Valdivia y por Jaramillo *et al.* (2000) en un estudio realizado en playas de Chiloé, donde en un área de playa totalmente disipativa la riqueza fue de 11 especies, mientras que en una playa totalmente reflectiva se obtuvo solo 3 *taxa*. En playas intermedias la riqueza varió entre 4 y 9 especies.

La uniformidad varió entre 0,07 y 0,89, siendo baja en 4. En el transecto IB-5 no se pudo calcular el valor de  $J'$ , debido a la presencia de una sola especie. Los bajos valores de uniformidad fueron producto de la dominancia de *Emerita analoga*. Por otra parte, los bajos valores de diversidad ( $H'$ ) estuvieron influenciados, tanto por la baja riqueza de especies como por la baja uniformidad en la distribución de la abundancia, entre las especies de cada transecto, presentando valores entre 0 (Transecto IB-5) y 1,52 (Transecto IB-6).

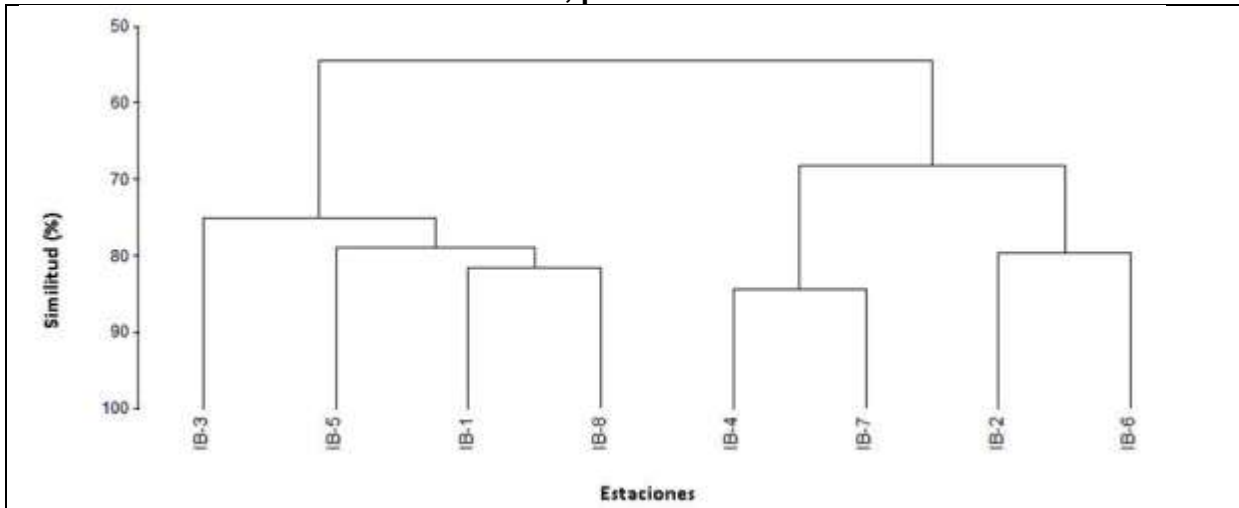
**Tabla EMB-24: Índices de diversidad Shannon-Weaver ( $H'$ ), de uniformidad de Pielou ( $J'$ ) y riqueza específica ( $S$ ) para la comunidad del intermareal arenoso**

	Transectos							
	IB-1	IB-2	IB-3	IB-4	IB-5	IB-6	IB-7	IB-8
<b>Shannon-Weaver (<math>H'</math>)</b>	0,11	0,86	0,10	1,24	-	1,52	1,25	0,09
<b>Uniformidad (<math>J'</math>)</b>	0,10	0,53	0,14	0,89	-	0,85	0,78	0,07
<b>Riqueza (<math>S</math>)</b>	3	5	2	4	1	6	5	4

## Análisis de similitud

El análisis de clasificación o cluster (Figura EMB-51), mostró dos agrupaciones de estaciones con altos porcentajes de similitud. Una agrupación estuvo conformada por los transectos IB-1, IB-8, IB-5 e IB-3 con una similitud de 75,01%, debido a su bajo valor de riqueza (3, 4, 1 y 2 *taxa*, respectivamente), similar composición de especies, compartiendo las mayores densidades de *Emerita analoga* y similares densidades de *Orchestoidea tuberculata*. Mientras que la otra agrupación estuvo conformada por los transectos IB-4, IB-7, IB-2 e IB-6 con una similitud entre ellas del 68,28%, debido a su alto valor de riqueza (4, 5, 5 y 6 *taxa*, respectivamente) y las similares densidades de sus especies, destacando los valores bajos de la especie *Emerita analoga*.

**Figura EMB-51: Dendrograma clasificatorio de los ocho transectos de la playa arenosa, primavera 2014**



El método de escalamiento no-métrico multidimensional (ENM, Figura EMB-52) muestra un resultado similar al del análisis de clasificación, detallando con más precisión la mayor similitud de los transectos IB-4 e IB-7 y IB-1 e IB-8, además de la similitud con respecto a sus agrupaciones. Esto se debe principalmente a que estos transectos presentan mayor similitud con respecto a la riqueza de especies y las densidades de éstas. La representación de todos los transectos entrega un valor de estrés de 0,01 que según Clarke & Warwick (2001) se interpreta como una excelente representación.

**Figura EMB-52: Ordenación espacial de los ocho transectos de la playa arenosa, primavera 2014**



## Síntesis

En el presente estudio de las comunidades intermareales de playas arenosas, los artrópodos (crustáceos) fue el grupo faunístico más representativo, con 4 de las 6 especies encontradas en la totalidad de los ocho transectos muestreados.

La mayor densidad (ind./m<sup>2</sup>) se registró en el transecto IB-5 y la mayor biomasa (g/m<sup>2</sup>) en el transecto IB-8. Los valores más bajos para ambos parámetros se obtuvieron en el transecto IB-6, que si bien presentó la totalidad de las especies encontradas (6) las densidades de cada una de ellas fueron muy bajas.

Las especies más frecuentes en los transectos fueron el crustáceo decápodo *Emerita analoga* y el anfípodo *Orchestoidea tuberculata* presentes en 8 y en 7 transectos, respectivamente. *Emerita analoga* también fue la especie que presentó, en general, la mayor densidad y biomasa.

Los valores de riqueza, uniformidad y diversidad específica, fueron en general bajos, sin embargo, tanto el número de especies como sus abundancias, parámetro que influye en los cálculos de J' y H', son los típicos de las zonas intermareales de playas arenosas del área biogeográfica en la que se ubica el área del presente estudio.

El análisis de clasificación y el de ordenación arrojó dos grupos, respectivamente, cada uno de 4 transectos, con altos porcentajes de similitud entre ellos, siendo los factores determinantes de la agrupación la composición y la densidad de las especies presentes en cada uno de los transectos.

Tanto las especies encontradas, como su distribución en el intermareal blando fueron muy similares a lo obtenido por Jaramillo & McLachlan (1993), en playas de Chiloé, y por Brazeiro *et al.*, (1998), en la playa San Carlos (V Región). Cinco de las especies señaladas en estos trabajos también estuvieron presentes en este estudio (poliquetos, anfípodos, isópodos y decápodos), de las cuales destacan por su abundancia el anfípodo *Orchestoidea tuberculata* en el intermareal alto y el decápodo *Emerita analoga* en el intermareal inferior.

### ➤ **Verano 2015**

## Pendiente

Las pendientes en cada uno de los transectos donde se desarrollaron los muestreos, mostraron en general poca inclinación. La mayor pendiente se observó en el transecto IB-4 con un 10,5 % y la menor en el transecto IB-7, con un 2,5 %, correspondiendo este último al perfil de mayor longitud (48 m).

## Abundancia y Biomasa

La Tabla EMB-25 presenta los valores de densidad y la Tabla EMB-26 muestra la biomasa de cada especie encontrada en cada una de las estaciones de los 3 niveles del intermareal arenoso de los ocho transectos. Durante esta campaña, en los ocho transectos se obtuvieron representantes macrofaunales y en todas las estaciones muestreadas de cada nivel.



Las especies más frecuentes fueron *Emerita analoga* y *Orchestoidea tuberculata*, presentes en los ocho transectos, y la especie *Excirolana hirsuticauda* presente en siete transectos. *Emerita analoga* y *Orchestoidea tuberculata*, fueron las especies que aportaron la mayor densidad y biomasa en cada transecto. *Emerita analoga* se encontró principalmente en las estaciones más inferiores del intermareal sin embargo, también se encontraron ejemplares en los niveles medios y altos de algunos transectos.

La mayor densidad promedio (Tabla EMB-25) se presentó en *Emerita analoga* en el transecto IB-8 nivel bajo con 537 ind./m<sup>2</sup> y la mayor biomasa promedio (Tabla EMB-26) en el transecto IB-1 con 3,4 g/m<sup>2</sup> correspondiente al gastrópodo *Olivia peruviana*.

**Tabla EMB-25: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M
<b>Polychaeta</b>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>			55 (35,3)	10								75 (63,6)
<b>Malacostraca</b>												
<i>Excirolana braziliensis</i>						13 (5,7)						
<i>Excirolana hirsuticauda</i>			10						27 (15,3)			30 (10)
<i>Lepidopa chilensis</i>								10				
<i>Macrochiridothea setifer</i>					10							
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	45 (7,1)			97 (55,1)	10	57 (37,9)	67 (30,5)		15 (7,1)	187 (204,3)		
<i>Emerita analoga</i>	10	117 (30,5)	260 (142)		123 (89,6)	10		467 (292)	285 (21,2)	10	90 (87,2)	30 (26,5)
<b>Gastrópoda</b>												
<i>Olivia peruviana</i>	10											
<b>Insecta</b>												
<i>Phalerisida maculata</i>				20								
<i>Phalerisida maculata</i> (larva)				10								

Taxa	Transectos											
	IB-5			IB-6			IB-7			IB-8		
	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M
<b>Polychaeta</b>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>					10	180			13 (5,7)			
<b>Malacostraca</b>												
<i>Excirolana braziliensis</i>						70						
<i>Excirolana hirsuticauda</i>			10			400 (518)			67 (55,1)			30
<i>Lepidopa chilensis</i>												
<i>Macrochiridothea setifer</i>												
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	50			203 (334)		10	30 (10)		10	55 (49,5)		10

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M
<i>Emerita analoga</i>		460 (661)	110 (26,5)		57 (5,8)	10		103 (113,7)	20 (14,1)		537 (785)	
<b>Gastrópoda</b>												
<i>Oliva peruviana</i>												
<b>Insecta</b>												
<i>Phalerisida maculata</i>				10								
<i>Phalerisida maculata</i> (larva)												

( ): Desviación estándar, intermareal B: Bajo, M: Medio, A: Alto

**Tabla EMB-26: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M
<b>Polychaeta</b>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>			0,35 (0,2)	0,06								0,23 (0,3)
<b>Malacostraca</b>												
<i>Excirolana braziliensis</i>						0,07 (0,02)						
<i>Excirolana hirsuticauda</i>			0,12						0,21 (0,16)			0,03 (0,02)
<i>Lepidopa chilensis</i>								17,80				
<i>Macrochiridothea setifer</i>					0,17							
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	0,27 (0,3)			0,21 (0,2)	0,01	0,03 (0,03)	0,31		0,01 (0,01)	1,5 (1,8)		
<i>Emerita analoga</i>	0,03	0,64 (0,2)	2,23 (3,2)		0,36 (0,07)	0,02		2,88 (2,6)	1,39 (0,9)	0,13	0,96 (0,8)	0,37 (0,5)
<b>Gastrópoda</b>												
<i>Oliva peruviana</i>	34,21											
<b>Insecta</b>												
<i>Phalerisida maculata</i>				0,10								
<i>Phalerisida maculata</i> (larva)				0,06								

Taxa	Transectos											
	IB-5			IB-6			IB-7			IB-8		
	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M
<b>Polychaeta</b>												
<i>Euzonus heterocirrus</i>					0,01	0,17			0,001 (0,001)			
<b>Malacostraca</b>												
<i>Excirolana braziliensis</i>						0,04						
<i>Excirolana hirsuticauda</i>			0,00			0,29 (0,3)			0,05 (0,02)			0,02 (0,01)
<i>Lepidopa chilensis</i>												

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M
<i>Macrochiridothea setifer</i>												
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	0,08			1,08 (1,8)		0,04 (0,4)	0,15 (1,3)		0,01	0,08 (0,08)		0,01
<i>Emerita analoga</i>		9,59 (14,8)	2,59 (1,3)		0,53 (0,3)	0,05		0,95 (1,2)	0,3 (0,17)		13,7 (22,4)	
<b>Gastrópoda</b>												
<i>Oliva peruviana</i>												
<b>Insecta</b>												
<i>Phalerisida maculata</i>				0,01								
<i>Phalerisida maculata</i> (larva)												

( ): Desviación estándar, intermareal B: Bajo, M: Medio, A: Alto

### Riqueza y diversidad

En la Tabla EMB-27 se tabulan los resultados de los siguientes índices ecológicos: diversidad específica, uniformidad y riqueza de especies, para cada transecto intermareal muestreado. Se encontraron representantes macrofaunales en todos los transectos, con una riqueza total de 10 especies, variando entre 3 (IB-5 e IB-8) y 7 (IB-2) especies por transecto.

La riqueza total que se obtuvo en el intermareal blando durante la campaña de verano 2015 se aproximó a la de una playa intermedia. Diversos estudios indican que la riqueza, abundancia y biomasa, se incrementan desde una playa reflectiva a una disipativa (McLachlan *et al.*, 1993), tal como fue comprobado por Jaramillo & McLachlan (1993) en playas de la costa de Valdivia y por Jaramillo *et al.* (2000) en un estudio realizado en playas de Chiloé, donde en una playa totalmente disipativa la riqueza fue de 11 especies, mientras que en una playa totalmente reflectiva se obtuvo solo 3 especies. En playas intermedias la riqueza varió entre 4 y 9 especies.

La uniformidad varió entre 0,15 (Transecto IB-5) y 0,85 (Transecto IB-4), siendo baja en 4 transectos. Los valores bajos de uniformidad en estos transectos fueron producto de la dominancia de la especie *Emerita analoga*. Por otra parte, la diversidad presentó valores que variaron entre 0,16 (Transecto IB-5) y 1,23 (Transecto IB-6). Los valores bajos de diversidad estuvieron influenciados, tanto por la baja riqueza de especies como por la baja uniformidad en la distribución de la abundancia entre las especies de cada transecto.

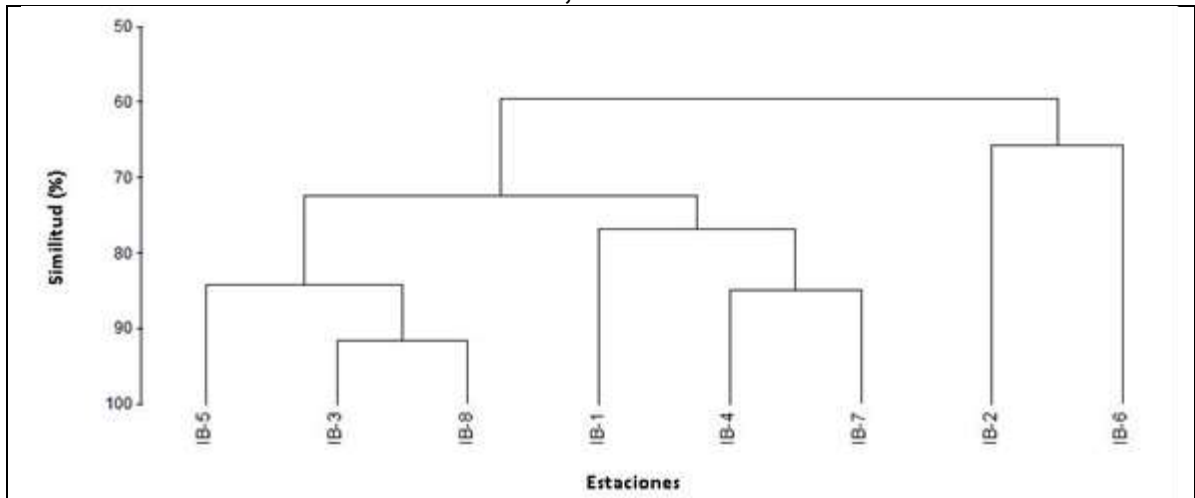
**Tabla EMB-27: Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso**

	Transectos							
	IB-1	IB-2	IB-3	IB-4	IB-5	IB-6	IB-7	IB-8
<b>Shannon-Weaver (H')</b>	0,60	1,07	0,50	1,18	0,16	1,23	1,15	0,39
<b>Uniformidad (J')</b>	0,37	0,55	0,36	0,85	0,15	0,69	0,83	0,36
<b>Riqueza (S)</b>	5	7	4	4	3	6	4	3

## Análisis de similitud

El análisis de clasificación o análisis de cluster (Figura EMB-53), mostró tres agrupaciones de estaciones, dos de las cuales presentaron altos porcentajes de similitud. Una agrupación estuvo conformada por los transectos IB-3, IB-5, e IB-8 con una similitud del 84,2%, debido a su bajo valor de riqueza (4, 3. y 3 especies, respectivamente), similar composición de especies, compartiendo las mayores densidades de *Emerita analoga* y similares densidades de *Orchestoidea tuberculata* y *Excirolana hirsuticauda*. Otra agrupación estuvo conformada por los transectos IB-1, IB-4, e IB-7 con una similitud entre ellas del 76,8%, debido a su similar valor de riqueza (5, 4 y 4 especies, respectivamente) y las similares densidades de sus especies, destacando los valores medios de la especie *Emerita analoga*. La tercera agrupación estuvo conformada por dos transectos, IB-2 e IB-6, con una similitud del 59,6%, debido a su alto valor de riqueza (7 y 6 especies, respectivamente), similar composición y densidad de especies y los bajos valores de densidad de la especie *Emerita analoga*.

**Figura EMB-53: Dendrograma clasificatorio de los ocho transectos de la playa arenosa, verano 2015**



El método de escalamiento no-métrico multidimensional (ENM, Figura EMB-54) muestra un resultado similar al del análisis de clasificación, destacando con más precisión la mayor similitud de los transectos IB3 e IB-8 con IB-5 y los transectos IB-4 e IB-7, además de la similitud con respecto a sus agrupaciones. Esto se debe principalmente a que estos transectos presentan mayor similitud con respecto a la riqueza de especies y las densidades de éstas. La representación de todos los transectos entrega un valor de estrés de 0,03 que según Clarke & Warwick (2001) se interpreta como una excelente representación.

**Figura EMB-54: Ordenación espacial de los ocho transectos de la playa arenosa, verano 2015**



### Síntesis

En el presente estudio de las comunidades intermareales de playas arenosas en el sector de punta Chungo, durante la Campaña de verano, los artrópodos (crustáceos) fue el grupo faunístico más representativo, con 8 de las 10 especies encontradas en la totalidad de los ocho transectos muestreados.

La mayor densidad (ind/m<sup>2</sup>) se registró en el transecto IB-3 y la mayor biomasa (g/m<sup>2</sup>) en el transecto IB-1. Los valores más bajos de ambos parámetros se obtuvieron en los transectos IB-7 e IB-2, respectivamente.

Las especies más frecuentes en los transectos fueron el crustáceo decápodo *Emerita analoga* y el anfípodo *Orchestoidea tuberculata*, que estuvieron presentes en los 8 transectos, y el isópodo *Excirolana hirsuticauda* presente en 7 transectos. *Emerita analoga* también fue la especie que presentó, en general, la mayor densidad y biomasa.

Los valores de riqueza, uniformidad y diversidad específica, fueron en general bajos, sin embargo, tanto el número de especies como sus abundancias, parámetro que influye en los cálculos de J' y H', son los típicos para las zonas intermareales de playas arenosas del área biogeográfica en la que se ubica el área del presente estudio.

Los análisis de clasificación y de ordenación arrojaron tres grupos, con altos porcentajes de similitud entre ellos, siendo los factores determinantes de estas agrupaciones la composición y la densidad de las especies presentes en cada uno de los transectos.

Tanto las especies encontradas, como su distribución en el intermareal blando fueron muy similares a lo obtenido por Brazeiro *et al.* (1998), en la playa San Carlos (región de Valparaíso) y por Jaramillo & McLachlan (1993), en playas de Chiloé. Seis de las especies señaladas en esos trabajos también estuvieron presentes en el intermareal blando en esta campaña (poliquetos, anfípodos, isópodos, decápodos e insectos), de las cuales destacan por su abundancia el anfípodo *Orchestoidea tuberculata* en el intermareal superior, el isópodo *Excirolana hirsuticauda* en el intermareal medio y el decápodo *Emerita analoga* en el intermareal inferior.

### ➤ Invierno 2015

#### Pendiente

Las pendientes en cada uno de los transectos donde se desarrollaron los muestreos, mostraron en general poca inclinación. La mayor pendiente se observó en el transecto IB-5 con un 9,7 % y la menor en el transecto IB-7, con un 3,3 %, correspondiendo este último al perfil de mayor longitud (41 m).

#### Abundancia y Biomasa

La Tabla EMB-28 presenta los valores de densidad promedio y la Tabla EMB-29 muestra la biomasa promedio, de cada especie encontrada en cada una de las estaciones de los 3 niveles del intermareal arenoso de los ocho transectos realizados. En los ocho transectos muestreados se obtuvieron organismos macrofaunales en la mayoría de las estaciones analizadas de cada nivel, con excepción de los transectos IB-5 e IB-8 donde cada uno presentó una estación defaunada.

Las especies más frecuentes fueron *Emerita analoga*, presente en los ocho transectos, y la especie *Orchestoidea tuberculata* presente en siete transectos. *Emerita analoga* fue la especie que aportó la mayor densidad y biomasa en cada transecto, encontrándose principalmente en las estaciones más inferiores del intermareal; sin embargo, también se encontraron ejemplares en los niveles medios y altos de algunos transectos y en cantidades de densidad y biomasa considerables; esto pudo deberse a marejadas durante la época del muestreo, las cuales provocan la mezcla del sedimento y de la fauna presente.

Los mayores valores de densidad promedio (Tabla EMB-28) y biomasa promedio (Tabla EMB-29) se presentaron en el transecto IB-4 nivel bajo, con un valor de densidad promedio en *Emerita analoga* de 1000 ind/m<sup>2</sup> y de biomasa promedio de IB-6 nivel medio de 22,3 g/m<sup>2</sup>.

**Tabla EMB-28: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos											
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4		
	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M
<b>Malacostraca</b>												
<i>Emerita analoga</i>		400 (615)	27 (5,8)		553 (156)		10	470 (144)	17 (5,8)	20	1000 (548)	350 (125)
<i>Excirolana braziliensis</i>					55 (49,5)				53 (20,8)			
<i>Excirolana hirsuticauda</i>			187 (95)		10					10		83 (92,4)

Taxa	Transectos												
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4			
	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	257 (129)			470	10	95 (119)	87 (11,5)			37 (15,5)	317 (90,2)		
<b>Insecta</b>													
<i>Phalerisidia maculata</i>	10			15 (7,1)		10	20			10			

Taxa	Transectos												
	IB-5			IB-6			IB-7			IB-8			
	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	
<b>Malacostraca</b>													
<i>Emerita analoga</i>		43 (41,6)	100 (52)		227 (28,9)	460 (20)		40 (30)	100 (102)	35 (35,4)	185 (7,1)	283 (274)	
<i>Excirolana braziliensis</i>							50 (26,5)						
<i>Excirolana hirsuticauda</i>							20			267 (196)			
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	10			73 (15,3)			10			20			
<b>Insecta</b>													
<i>Phalerisidia maculata</i>				10									

(): Desviación estándar, intermareal B: Bajo, M: Medio, A: Alto

**Tabla EMB-29: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de especie del intermareal arenoso**

Taxa	Transectos												
	IB-1			IB-2			IB-3			IB-4			
	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	
<b>Malacostraca</b>													
<i>Emerita analoga</i>		11,9 (17,6)	2,3 (1,5)		11,9 (2,8)		0,1	8,9 (2,9)	0,1 (0,1)	0,4	16,7 (8,8)	14,1 (5)	
<i>Excirolana braziliensis</i>						0,5 (0,3)			0,2 (0,1)				
<i>Excirolana hirsuticauda</i>			1,1 (0,5)		0,1					0,1		0,3 (0,2)	
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	2,1 (1,2)			6,3 (0,3)	0,0	0,7 (0,1)	0,4 (0,1)		0,1 (0,1)	2,5 (0,5)			
<b>Insecta</b>													
<i>Phalerisidia maculata</i>	0,2			0,1 (0,1)		0,1	0,2		0,1				

Taxa	Transecto												
	IB-5			IB-6			IB-7			IB-8			
	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	
<b>Malacostraca</b>													
<i>Emerita analoga</i>		2,3 (2,7)	3,1 (2,1)		10,3 (2,3)	22,3 (1,6)		2,1 (1,3)	5,3 (6,7)	0,4 (0,4)	2,6 (0,8)	5,4 (5,9)	
<i>Excirolana braziliensis</i>							0,2 (0,1)						
<i>Excirolana hirsuticauda</i>							0,1			0,6 (0,4)			

Taxa	Transectos										
	IB-1		IB-2			IB-3		IB-4			
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	0,1 (0,1)			0,7 (0,3)			0,3		0,2		
<b>Insecta</b>											
<i>Phalerisidia maculata</i>				0,01 (0,1)							

(): Desviación estándar, intermareal B: Bajo, M: Medio, A: Alto

### Riqueza y diversidad

En la Tabla EMB-30 se tabulan los resultados de los siguientes índices ecológicos: diversidad específica (H'), uniformidad (J') y riqueza de especies (S), para cada transecto intermareal muestreado. Se encontraron representantes macrofaunales en todos los transectos, con una riqueza total de 5 especies, oscilando entre 2 (IB-5 e IB-8) y 5 (IB-2) especies por transecto.

La riqueza total que se obtuvo se aproxima a la de una playa intermedia. Diversos estudios indican que la riqueza, abundancia y biomasa, se incrementan desde una playa reflectiva a una disipativa (McLachlan *et al.*, 1993), tal como fue comprobado por Jaramillo & McLachlan (1993) en playas de la costa de Valdivia y por Jaramillo *et al.*, (2000) en un estudio realizado en playas de Chiloé, donde en una playa totalmente disipativa la riqueza fue de 11 especies, mientras que en una playa totalmente reflectiva se obtuvo solo 3 especies. En playas intermedias la riqueza varió entre 4 y 9 especies.

La equitatividad varió entre 0,26 (Transecto IB-5) y 0,96 (Transecto IB-8), siendo baja en 2 transectos. Los valores bajos de equitatividad en estos transectos fueron producto de la dominancia de la especie *Emerita analoga*. Por otra parte, la diversidad presentó valores que variaron entre 0,18 (Transecto IB-5) y 1,06 (Transecto IB-1). Los valores bajos de diversidad estuvieron influenciados, tanto por la baja riqueza de especies como por la baja equitatividad o sea una desigual distribución de las abundancias entre las especies de cada transecto.

**Tabla EMB-30: Índices de diversidad Shannon-Weaver (H'), de uniformidad de Pielou (J') y riqueza específica (S) para la comunidad del intermareal arenoso**

	Transectos							
	IB-1	IB-2	IB-3	IB-4	IB-5	IB-6	IB-7	IB-8
<b>Shannon-Weaver (H')</b>	1,06	0,89	0,81	0,66	0,18	0,36	0,86	0,67
<b>Uniformidad (J')</b>	0,77	0,55	0,58	0,60	0,26	0,33	0,62	0,96
<b>Riqueza (S)</b>	4	5	4	3	2	3	4	2

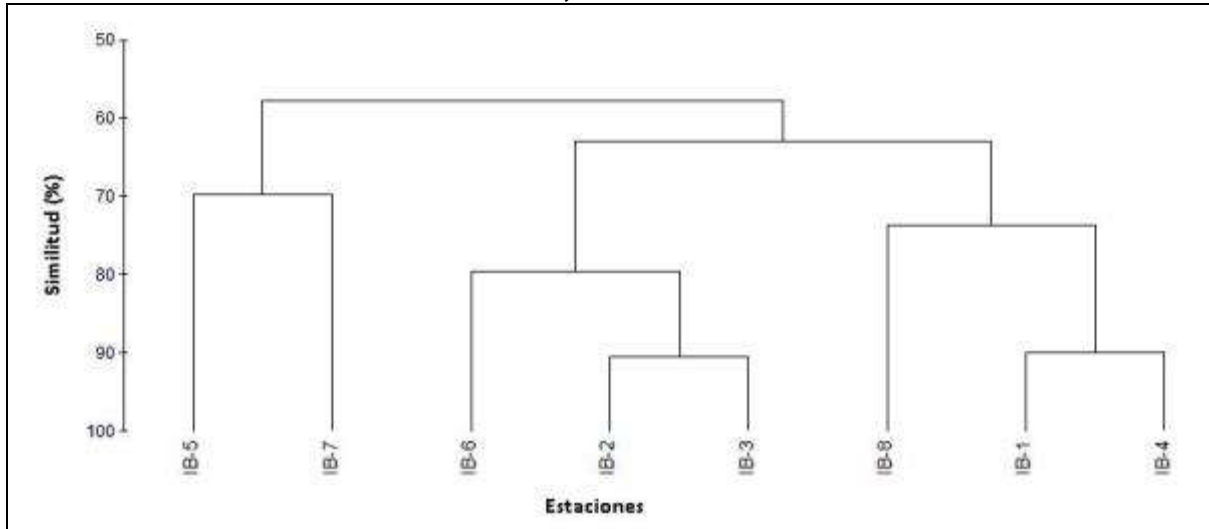
### Variación espacial

El análisis de clasificación o análisis de cluster (Figura EMB-55), mostró tres agrupaciones de estaciones, dos de las cuales presentaron altos porcentajes de similitud. Una agrupación estuvo conformada por los transectos IB-2, IB-3 e IB-6 con una similitud del 79,65%, debido a su valor de riqueza (5, 4. y 3 especies, respectivamente), una similar composición de especies, compartiendo densidades y biomasa similares de 3 especies presentes: *Emerita analoga*, *Orchestoidea tuberculata* y *Phalerisidia maculata*. Otra agrupación estuvo conformada por los transectos IB-1, IB-4, e IB-8 con una similitud entre ellas del 73,7%,



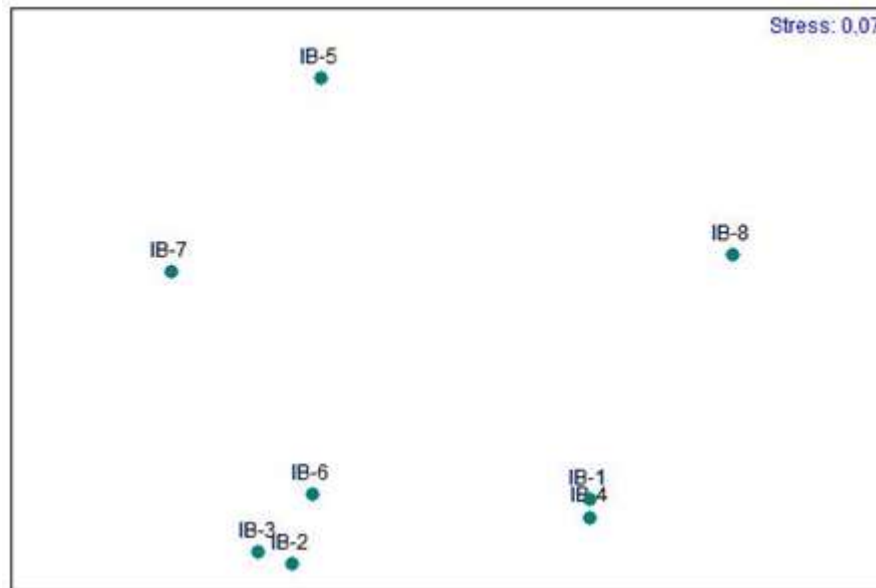
debido principalmente a sus similares valores en la densidad de 2 especies presentes: *Excirrolana hirsuticauda* y *Emerita analoga*. La tercera agrupación estuvo conformada por dos transectos, IB-5 e IB-7, con una similitud del 69,8%, debido a su similar valor en la densidad de especies, presentando los valores más bajos de las especies *Emerita analoga* y *Orchestoidea tuberculata*.

**Figura EMB-55: Dendrograma clasificatorio de los ocho transectos de la playa arenosa, invierno 2015**



El método de escalamiento no-métrico multidimensional (ENM, Figura EMB-56) muestra un resultado similar al del análisis de clasificación, destacando con más precisión la mayor similitud de los transectos IB-2, IB-3 e IB-6, y de los transectos IB-1 e IB-4 con el transecto IB-8, además de la similitud con respecto a sus agrupaciones. Esto se debe principalmente a las similares densidades de las 2 principales especies presentes, *Emerita analoga* y *Orchestoidea tuberculata*. La representación de todos los transectos entrega un valor de estrés de 0,07 que según Clarke & Warwick (2001) se interpreta como una buena ordenación.

**Figura EMB-56: Ordenación espacial de los ocho transectos de la playa arenosa, invierno 2015**



### Síntesis

En la presente campaña, las comunidades intermareales de la playa de arena estuvieron representadas sólo de artrópodos (crustáceos e insectos), con solo 5 especies encontradas en la totalidad de los ocho transectos muestreados.

Los mayores valores de densidad ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) y biomasa ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) se registraron en el transecto IB-4. Los valores más bajos de ambos parámetros se obtuvieron en el transecto IB-5.

Las especies más frecuentes en los transectos fueron el crustáceo decápodo *Emerita analoga* presente en los 8 transectos y el anfípodo *Orchestoidea tuberculata* presente en 7 transectos. *Emerita analoga* también fue la especie que presentó la mayor densidad y biomasa.

Los valores de riqueza, equitatividad y diversidad específica, fueron en general bajos, sin embargo, tanto el número de especies como sus abundancias, son los típicos para las zonas intermareales de playas de arena del área biogeográfica en la que se ubica el área del presente estudio.

Los análisis de clasificación y de ordenación arrojaron tres grupos, con altos porcentajes de similitud entre ellos, siendo el factor determinante de estas agrupaciones la densidad de las especies presentes en cada uno de los transectos.

Tanto las especies encontradas, como su distribución en el intermareal blando fueron muy similares a lo obtenido por Brazeiro *et al.* (1998), en la playa San Carlos (V Región) y por Jaramillo & McLachlan (1993), en playas de Chiloé. Cinco de las especies señaladas en esos trabajos también estuvieron presentes en el intermareal blando, en invierno 2015 (anfípodos, isópodos, decápodos e insectos). De las cuales destacan por su abundancia el anfípodo *Orchestoidea tuberculata* en el intermareal superior, el isópodo *Excirrolana*

*hirsuticauda* en el intermareal medio y el decápodo *Emerita analoga* en el intermareal inferior.

Hay que destacar que se encontraron ejemplares de *Emerita analoga* en los niveles medios y altos de algunos transectos y en grandes cantidades, con densidades y biomásas considerables, que no es habitual. Esto podría haber sido causado por marejadas durante la época del muestreo, las cuales habrían provocado la mezcla del sedimento y de la fauna presente en él transportado a los animales a las zonas altas y medias del intermareal.

#### - Síntesis de resultados del intermareal de fondo blando

La playa de Los Vilos es de tipo disipativa según la clasificación de Short (2000), ya que tiene un bajo gradiente que varió entre 12,3% a un 1,8%, posee una zona amplia de resaca, con varias líneas de rompiente y olas tipo derrame.

En todas las campañas realizadas tanto el 2012, el 2014 y el 2015, la riqueza de especies varió entre 5 y 12 *taxa*, con tres especies que estuvieron presentes en todos los muestreos (*Orchestoidea tuberculata*, *Excirrolana hirsuticauda* y *Emerita analoga*) (Tabla EMB-31). Este resultado se encuentra dentro de los rangos esperados para las playas del centro-norte de Chile donde se ha observado riqueza de entre 4 y 10 *taxa* (Jaramillo *et al.*, 1998). Los organismos observados se distribuyeron en un patrón de zonación de acuerdo a las diferentes alturas mareales de la playa, especialmente por la humedad de la arena entre el sector bajo, medio y alto de la misma. Como norma general las campañas del 2014 y 2015 se encontró que la zona superior del intermareal estuvo caracterizada por la presencia de *Orchestoidea tuberculata* y *Excirrolana sp.* mientras que en la zona baja dominó *Emerita analoga*. Esta última especie fue la que mostró en la gran mayoría de las campañas, una mayor abundancia en el sector y ha sido descrita en la literatura como uno de los mayores contribuyentes de la abundancia en playa de arena (Jaramillo *et al.*, 1996). También, tanto las especies encontradas, como su distribución fue muy similar a lo obtenido por Jaramillo & McLachlan (1993), en playas de Chiloé, y por Brazeiro *et al.*, (1998) en la playa de San Carlos en la Región de Valparaíso.

**Tabla EMB-31: Clasificación taxonómica y presencia de especies encontradas en las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015**

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA				2012				2014			2015		
Phylum	Clase	Familia	Especie	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Invierno	
Arthropoda	Malacostraca	Albuneidae	<i>Lepidopa chilensis</i>								X		
		Cirolanidae	<i>Cirolana sp.</i>					X					
			<i>Excirrolana braziliensis</i>	X	X	X	X		X	X	X	X	X
			<i>Excirrolana hirsuticauda</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Gammaridae	<i>Gammaridea</i> indet.					X					
		Hippidae	<i>Emerita analoga</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Idotheidae	<i>Macrochiridothea sp.</i>	X			X					X	
	Talitridae	<i>Orchestoidea tuberculata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Insecta	Tenebrionidae	<i>Phalerisidia maculata</i>						X	X		X	X
		-	Larva de insecto	X	X		X	X					
Curculionidae		<i>Scirpicola sp.</i>							X				
Staphylinidae		Staphylinidae indet							X				

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA				2012				2014			2015	
Phylum	Clase	Familia	Especie	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Invierno
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	<i>Nephtys impressa</i>	X		X	X	X		X		
		Opheliidae	<i>Euzonus heterocirrus</i>			X	X	X	X	X	X	
		Orbiniidae	<i>Naineris chilensis</i>					X				
		Glyceridae	<i>Glyceridae</i> indet.	X	X	X	X					
	<i>Hemipodus</i> sp.		X	X	X	X						
	Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta indet.		X							
	Nematoda	Adenophorea	Adenophorea indet.	X	X	X	X					
Nemertea	Nemertea	<i>Heteronemertini</i> sp.	X	X	X	X						
Mollusca	Bivalvia	Mitilidae	<i>Semimytilus algosus</i>	X								
	Gastrópoda	Olividae	<i>Oliva peruviana</i>								X	
Total				12	10	10	12	10	8	6	8	5

Respecto al análisis de clasificación y ordenación, en todos los transectos durante todas las campañas hubo una similitud de 50 % o mayor, los cuales fue determinado por la densidad de la especie *Emerita analoga* y por la presencia o la ausencia de *Orchestoidea tuberculata*, Algunos transectos por tener solamente una especie y/o una baja densidad fueron más diferente con respecto de los otros, en dichos casos la similitud del resto de los transectos fue mayor, llegando a un 70% de similitud. Por lo tanto, el sector estudiado de la playa de Los Vilos en términos de abundancia y biomasa es homogéneo.

Las pocas diferencias observadas entre todas las campañas y en comparación a lo observado en la literatura en relación a la composición específica, se deberían más que nada a factores físicos propios de la marcada dinámica de estos ambientes. En este sentido McLachan *et al.* (1993) señalan que la riqueza específica parece ser controlada principalmente por el medioambiente físico, la cual se incrementaría en playas disipativas (como es la playa de Los Vilos) en comparación a playas reflectivas. La abundancia y biomasa siguen un patrón similar pero más variable y estarían relacionados principalmente a la productividad de la zona de *surf* y al aporte de algas (influenciada por la energía del oleaje). En general esto significa que la morfodinámica de la zona intermareal está asociada a una serie de variables físicas altamente correlacionadas como el tipo de sedimento, pendiente de la playa, tipo de oleaje y clima de marea (Brazeiro *et al.*, 1998), lo que constituye un factor clave en la distribución y densidad de la macrofauna intermareal afectando la presencia de ciertas especies y modificando la diversidad y riqueza de la playa.

- **Comunidades intermareales de fondo rocoso**

- **Materiales y Métodos**

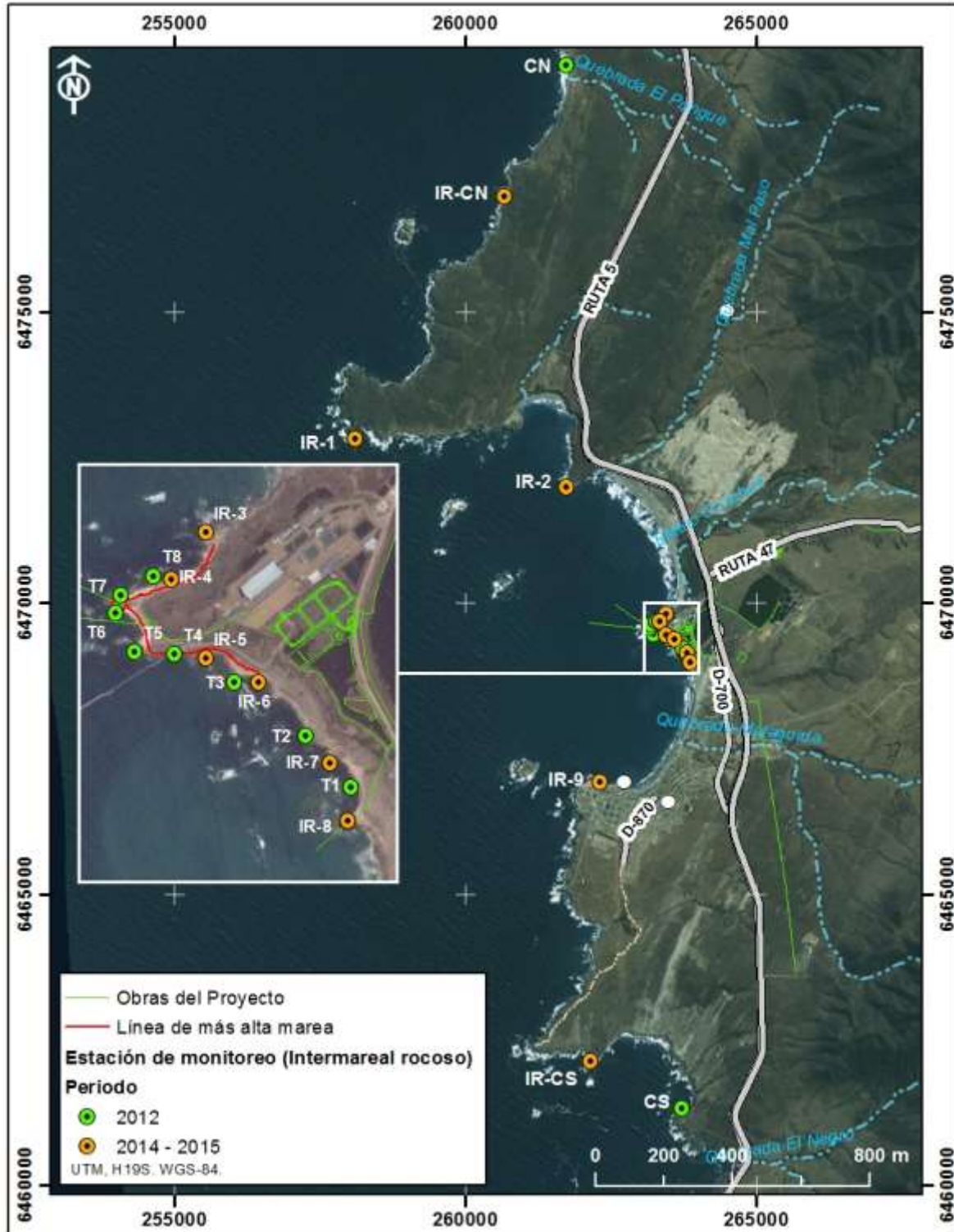
En año 2012, se definieron 8 transectos de muestreo para caracterizar las comunidades del intermareal rocoso del área de influencia. El sitio se caracterizó por presentar un borde costero rocoso, formado por bolones y macizo rocosos los que propician la existencia de muchos canalones y grietas, con una baja exposición al oleaje. Además se establecieron dos estaciones o transectos controles (CS y CN) ubicadas fuera de la bahía Conchalí que correspondió a macizos rocosos. (Tabla EMB-32 y Figura EMB-57).

En las campañas llevadas a cabo durante los años 2014 y 2015, se complementó el esfuerzo de muestreo, con 9 transectos al interior del área de influencia y dos transectos control. Seis transectos (IR-3 a IR-8) se ubicaron en la zona rocosa de Punta Chungo (Tabla EMB-32 y Figura EMB-57), que corresponde a un sector rodeado por playas de arena. El sitio se caracterizó por presentar un borde costero rocoso, formado por bolones, macizos rocosos y plataformas rocosas los que propician la existencia de canalones y grietas, con una baja exposición al oleaje y de poca pendiente. Además se establecieron dos transectos en los extremos norte de la bahía Conchalí (IR-1 y IR-2) y un transecto control al norte de la bahía Conchalí (IR-ECN), estos transectos tienen una mayor exposición al oleaje y una pendiente pronunciada. También, se estableció un transecto semi-protegido al lado sur de la bahía (SR-9) con una leve pendiente.

**Tabla EMB-32: Coordenadas en UTM (WGS84) de las estaciones o transectos de muestreo del intermareal rocoso**

Estación/Transecto	Este (m)	Norte (m)	Año
T1	263.626	6.469.069	2012
T2	263.735	6.469.221	2012
T3	263.526	6.469.378	2012
T4	263.352	6.469.459	2012
T5	263.236	6.469.465	2012
T6	263.181	6.469.579	2012
T7	263.196	6.469.632	2012
T8	263.292	6.469.688	2012
CN	261.727	6.479.246	2012
CS	263.727	6.461.317	2012
IR-1	258.098	6.472.826	2014 - 2015
IR-2	261.727	6.471.994	2014 - 2015
IR-3	263.445	6.469.815	2014 - 2015
IR-4	263.345	6.469.676	2014 - 2015
IR-5	263.445	6.469.448	2014 - 2015
IR-6	263.599	6.469.377	2014 - 2015
IR-7	263.806	6.469.141	2014 - 2015
IR-8	263.857	6.468.973	2014 - 2015
IR-9	262.318	6.466.927	2014 - 2015
IR-CN	260.668	6.476.985	2014 - 2015
IR-CS	262.155	6.462.113	2014 - 2015

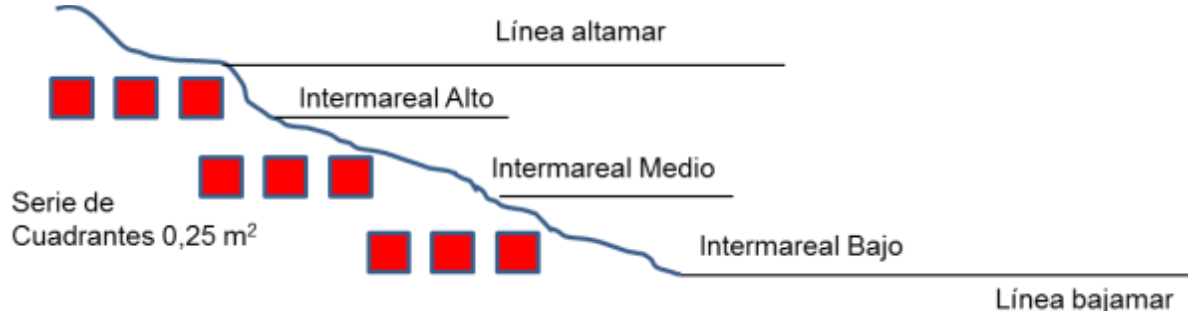
Figura EMB-57: Ubicación de los transectos de muestreo del intermareal rocoso realizados durante las campañas 2012, 2014 y 2015



## Caracterización comunitaria del intermareal rocoso 2012, 2014 y 2015

La evaluación de la comunidad se realizó dividiendo el intermareal en tres zonas: a) alto, b) medio y c) bajo (Figura EMB-58). En cada una de las tres zonas se dispuso, en forma azarosa, tres cuadrantes de 0,25 m<sup>2</sup>. En cada cuadrante se contabilizó la totalidad de los individuos de las especies móviles presentes. Para evaluar los organismos sésiles, el cuadrante contó con una grilla de 100 puntos de intersección con los que se determinó el porcentaje de cobertura de cada una de las especies encontradas en este sustrato.

**Figura EMB-58: Esquema de la disposición de los cuadrantes para la evaluación de la biota intermareal rocoso en las distintas zonas**



### Índices de diversidad

Para cada estación (o transectos) se determinó el valor del índice de riqueza específica (S') y de Shannon-Weaver (H') para cada zona del intermareal, separando las especies sésiles (cobertura) y especies móviles (densidad).

#### - Resultados

##### ➤ Verano 2012

### Descripción estructura comunitaria

Durante el verano 2012, el intermareal alto presentó el mayor porcentaje de sustrato libre (roca), en el que dominaron los pequeños moluscos de los géneros *Echinolittorina* y *Scurria*. La zona media se caracterizó por la presencia de algas foliosas pertenecientes principalmente a los géneros *Mazaella*, *Ulva* y parches de otras algas como *Gelidium* y *Hildenbrandia*. El intermareal bajo presentó una comunidad dominada por algas crustosas calcáreas y no calcáreas.

A continuación se describe el patrón de zonación del intermareal rocoso observado:

**Intermareal alto** (Tabla EMB-33): Esta franja presentó, en promedio, cerca de un 78% de roca descubierta y se registró un total 15 *taxa*, siendo esta la riqueza específica más baja de la zona intermareal. El sustrato cubierto estuvo dominado principalmente por algas crustosas, tales como *Ralfsia* sp. y *Hildembrandia* sp. y por la presencia de *Pyropia columbina*, especialmente en el transecto control norte donde alcanzó coberturas de un 76%. También se observó de manera importante a *Jehlius cirratus*, el cual se encontró en todos los transectos entorno a Punta Chungo con una cobertura máxima de 21% en T1. Dentro del

grupo de los invertebrados móviles, el pequeño caracol *Echinolittorina araucana* presentó la mayor abundancia en el transecto T4 con un promedio de 532 ind./m<sup>2</sup>.

**Intermareal medio** (Tabla EMB-34): Esta franja presentó, en promedio, un 11,4% de sustrato descubierto y registró un total de 31 *taxa*. Las macroalgas presentaron importantes porcentajes de cobertura, destacando *Mazaella laminarioides*, la que se observó en todos los transectos y con una cobertura máxima de 83,7% en el transecto T2. También, destacó la presencia del alga verde *Ulva* sp., que estuvo presente a lo largo de todos los transectos. En el grupo de los invertebrados sésiles, destacó la presencia de *Jehlius cirratus* y *Perumytilus purpuratus* en 80% de los transectos, registrándose sus mayores coberturas en el transecto T7, donde alcanzaron valores promedio de 8,7 y 24,7% respectivamente. Los invertebrados móviles estuvieron representados principalmente por moluscos, destacando por su abundancia la presencia de varias especies del género *Scurria* y *Siphonaria lessonii*. La mayor abundancia se registró en el transecto CS con un promedio de 38,7 ind./m<sup>2</sup> de *Siphonaria lessonii*.

**Intermareal bajo** (Tabla EMB-35): Esta franja registró 34 *taxa* y presentó bajos porcentajes de sustrato descubierto, debido a la alta cobertura de algas. El sustrato estuvo dominado principalmente por algas crustosas calcáreas de color rosado, probablemente de los géneros *Mesophyllum* o *Lithothamnion*, esta dominancia se presentó principalmente en la zona baja del infralitoral. Además, destacó la cobertura del alga crustosa no calcárea *Hildenbrandia* sp., que en el transecto T6 alcanzó el 61% de cobertura. Entre las algas foliosas, destacó la presencia de *Ulva* sp., presente en todos los transectos estudiados y *Mazaella laminarioides* con cobertura máxima sobre el 45% en T2 y T5. El cinturón de algas pardas que limita a esta franja con el submareal somero, sólo se observó en los transectos T3, T5, T7 y CS, compuesto por *Lessonia spicata*. Los ejemplares detectados de esta alga no fueron de gran tamaño, más bien se trataba de ejemplares juveniles y se observaron en densidades de entre 2,7 y 7 ind/m<sup>2</sup>. En esta franja se observaron cinco especies de invertebrados sésiles, todos con coberturas bajas no superando el 5%. En cuanto a los invertebrados móviles la especie que presentó la mayor abundancia fue *Diloma nigerrina* en los transectos T1 y T2 con 32 y 12 ind/m<sup>2</sup>, respectivamente. También destacó la abundancia *Prisogaster niger* en el transecto T1, en donde se registró una abundancia promedio de 6,7 ind./m<sup>2</sup>.

**Tabla EMB-33: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, verano 2012**

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
<b>Coberturas%</b>											
Macroalgas	<i>Ralfsia</i> sp.			4,33	0,7	1,3	1,7			5	
	<i>Pyropia columbina</i>		1,33	6		0,3	1,7	11	2		76
	<i>Hildenbrandia</i> sp.					1,3	5,7	3	0,67	6	
	<i>Mazaella laminarioides</i>		0,33		0,3						
Liquen	<i>Thelidium litoral</i>		17		0,3	5,7	4,7	1	2,33	3	
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	21	11,3	0,33	0,7	1,7	7,3	3	8,67		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	4,3	0,67				0,7	0,67	0,33		
Sustrato libre	Roca desnuda	75	69,3	89,3	98	90	78	81,3	86	86	24
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Scurria zebrina</i>				6,7				1,33	1,3	6
	<i>Scurria plana</i>				2,7						4
	<i>Scurria cecilinana</i>	12	1,33		1,3	1,3			2,67		
	<i>Scurria viridula</i>	1,3								1,3	
	<i>Lottia</i> sp.				8			1,33			



Estaciones	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
<i>Siphonaria lessonii</i>	15			9,3		1,3			12	9,33
<i>Echinolittorina peruviana</i>	312	127	12	12	105	16	50,7	123	168	24
<i>Austrolittorina araucana</i>	15	45,3	1,33	532	24	92	44,3	40	200	4

**Tabla EMB-34: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, verano 2012**

Estaciones	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN	
<b>Coberturas%</b>											
Macroalgas	<i>Crustosa calcárea rosada</i>	6,3	1		0,7		0,3		1	17	
	<i>Corallina officinalis</i>					0,3		0,7	13		
	<i>Codium dimorphum</i>	6,3	1	0,3		0,7				18,3	
	<i>Polysiphonia sp.</i>									3,7	
	<i>Gelidium chilense</i>	2,3		4,7	33	16	1,6			4,3	
	<i>Gelidium sp.</i>							19,3	7		
	<i>Gelidium lingulatum</i>					0,3					
	<i>Ralfsia sp.</i>	0,3	2,3	1	1,7		0,3				
	<i>Pyropia columbina</i>									3,7	
	<i>Hildenbrandia sp.</i>	1	2,7	5,7			24	2	7	20	5
	<i>Ulva sp.</i>	23	2,7	1	1,7	5	6	6,7	5,3	20	2,3
	<i>Ulvella sp.</i>						2,7				1
	<i>Montemaria horridula</i>	1						3,7	2,3		
	<i>Ceramium rubrum</i>					0,6	1				
	<i>Ceramium sp.</i>					5,3					
<i>Mazaella laminariodes</i>	44	83,7	77,7	54	63	52	48,7	16,7	21	10,7	
Invertebrados	<i>Notochthamalus scabrosus</i>		0,3								
	<i>Jhelius cirratus</i>	3,3	1,7	2,7	0,3	1,3	1,7	8,7	26		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	4	0,7	2	0,3	0,3		24,7			
Sustrato libre	Roca	7,7	4	5	8	7,3	10	4,7	21,7	2	51
	Conchuela							1			
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Scurria zebrina</i>	20	3,7	2,7		4	2,7	2,7		1,3	
	<i>Scurria plana</i>	1,3		0,3						2,7	
	<i>Scurria ceciliana</i>	13	1,3			5,3	1,3	1,3		2,7	
	<i>Scurria viridula</i>					1,3				1,3	
	<i>Lottia sp.</i>					1,3				2,7	
	<i>Scurria plana</i>										
	<i>Heliasther helianthus</i>						1,3				
	<i>Diloma nigerrina</i>		2,7								
	<i>Chiton granosus</i>		1,3					1,3		1,3	
	<i>Fissurella costata</i>						1,3				
	<i>Siphonaria lessonii</i>	36	4	5,3		25	2,7	4		8	38,7
	<i>Echinolittorina peruviana</i>								1,3		

**Tabla EMB-35: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal, verano 2012**

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
		<b>Coberturas%</b>									
Macroalgas	<i>Crustosa calcárea rosada</i>	29	13,3	2,7	0,7	3,3	4,7	7,3	0,3	79	9,3
	<i>Corallina officinalis</i>	0,3		0,3	1,3			1		6	
	<i>Codium dimorphum</i>	0,7		39	31	22	2,3	37,7		7,3	
	<i>Polysiphonia sp.</i>									1	
	<i>Chondrus canaliculatus</i>	1	0,7	3,7	2,7			1,3			
	<i>Gelidium chilense</i>	1		2,3	15	5,7	0,3	11	2	1	14
	<i>Gelidium sp.</i>					0,3					
	<i>Ralfsia sp.</i>	2,3	0,7								
	<i>Hildenbrandia sp.</i>	29	10	19	2,3	1,7	61	4	32	0,7	34
	<i>Ulva sp.</i>	26	14,3	8	12	5,7	6	20,3	19,3	0,3	27,7
	<i>Ulvella sp.</i>	0,7				2,7	5,7			2	
	<i>Montemaria sp.</i>			1,3	2,7	4,7	0,7	2,7	5,3		
	<i>Gastroclonium cylindricum</i>							0,7			
	<i>Ceramium rubrum</i>								1,3		
<i>Mazaella laminaroides</i>	5,7	45,3	20	9,7	49	10	7,7	27,7	0,3		
Invertebrados	<i>Phragmatopoma sp.</i>	0,3	1,3								1
	<i>Notochthamalus scabrosus</i>	1,7	0,7	2,7			0,3				
	<i>Jhelius cirratus</i>		0,3				3	2,3	2,3		5,3
	<i>Pyura chilensis</i>								0,3		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>			0,7		0,7		1			
<b>Sustrato libre</b>	Roca	1,7	13,3	0,3	23	4,3	6	3	9,3	2,7	9
		<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>									
Invertebrados	<i>Scurria zebrina</i>	4	6,7		0,3				4	4	
	<i>Scurria plana</i>		0,3								
	<i>Scurria viridula</i>							0,3			
	<i>Acanthopleura echinata</i>					1,3				1,3	
	<i>Scurria plana</i>									1,3	
	<i>Heliasther helianthus</i>	2,7	1,3	1,3				1,3		1,3	
	<i>Diloma nigerrina</i>	32	12								
	<i>Prisogaster niger</i>	6,7									
	<i>Chiton granosus</i>				1,3						
	<i>Concholepas concholepas</i>						1,3				
	<i>Fissurella crassa</i>							1,3			
	<i>Siphonaria lessonii</i>								2,7		
Macroalgas	<i>Acanthina monodon</i>	1,3									16
	<i>Lessonia spicata</i>			5,3		4		2,7		7	

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza total específica del intermareal en el intermareal rocoso se registró en los transectos T1 con 38 *taxa*, mientras que la menor riqueza se registró en el transecto ubicado en el CN con 28 *taxa* (Tabla EMB-36). Entre los niveles de zonación del intermareal se registraron diferencias en la riqueza, donde el intermareal bajo presentó la mayor riqueza de especies, seguido por el intermareal medio y por último el intermareal alto.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Weaver, la cobertura de los organismos sésiles en el intermareal alto y medio fue menos diversa que el intermareal bajo. La estación CS en el intermareal medio presentó la mayor diversidad con 2,49 y la menor fue en T1 en el

intermareal alto (0,66). Respecto a los organismos móviles, la diversidad mayor fue de 2,23 en T6 del intermareal medio y en T8 del intermareal medio solo se encontró un organismo.

**Tabla EMB-36: Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, verano 2012**

Intermareal	Tipo	Índices	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
Alto	Cobertura	Diversidad (H')	0,66	1,39	1,15	1,88	1,8	2,25	1,7	1,6	1,53	-
		Riqueza (S')	2	5	3	4	5	6	5	5	3	1
	Densidad	Diversidad (H')	0,75	0,89	0,47	0,53	0,77	0,69	1,09	0,97	1,22	1,94
		Riqueza (S')	5	3	2	7	3	3	3	4	5	5
Medio	Cobertura	Diversidad (H')	2,21	0,91	1,12	1,3	1,55	1,62	1,89	2,37	2,49	2,54
		Riqueza (S')	10	9	8	7	10	9	6	8	6	8
	Densidad	Diversidad (H')	1,57	2,18	1,11	-	1,46	2,23	1,84	-	-	1,38
		Riqueza (S')	4	5	3	0	5	5	4	1	1	7
Bajo	Cobertura	Diversidad (H')	2,3	1,98	2,48	2,43	2,18	1,87	2,66	2,17	1,13	2,3
		Riqueza (S')	12	9	11	9	10	10	12	9	9	6
	Densidad	Diversidad (H')	1,46	1,32	0,72	0,7	0,8	-	1,71	0,97	1,94	-
		Riqueza (S')	5	4	2	2	2	1	4	2	5	1
Riqueza Total			38	35	29	29	35	34	34	29	29	28

### Síntesis campaña verano 2012

El intermareal rocoso observado en el sector de Punta Chungo (área de influencia) y en los sectores control emplazados fuera de Bahía Conchalí, presentó un patrón de zonación vertical comúnmente observado en el centro norte de Chile (Broitman *et al.*, 2001; Santelices, 1988). Las especies observadas en cada una de las franjas del intermareal, coinciden con las especies observadas en otros estudios realizados en la región de Coquimbo. Por ejemplo, Vásquez & Vega (2004), para el sector costero del Parque Nacional Fray Jorge, describen el intermareal alto dominado por parches de cirrípedos, especialmente *Jhelius cirratus* y *Balanus laevis* y la presencia de herbívoros pastoreadores tales como *Scurria viridula*, *Echinolittorina araucana*, *Austrolittorina peruviana* y *Siphonaria lessoni* entre otras. Estos autores, reportan también la presencia estacional de parches de *Pyropia columbina* y de costras no-calcáreas identificadas como el alga *Hildenbrandia* sp. Todas las especies anteriormente señaladas fueron registradas en el presente estudio. Si bien se observó una variación espacial en la cobertura y densidad de los distintos *taxa* reportados, esta se debe principalmente a las distintas características propias de los transectos de muestreo, como por ejemplo, la mayor exposición al oleaje que presentaron los transectos control.

El intermareal medio, por su parte, estuvo dominado por algas erectas y parches de algas calcáreas, composición similar a la descrita por Broitman *et al.* (2001) para esta zona. Para la costa de la región de Coquimbo, Vásquez y Vega (2004) describen en esta zona la presencia de *Corallina officinalis*, parches de *Gelidium chilense*, *Ceramium rubrum*, *Ulva* sp. y *Hildenbrandia* sp., además del mitílido *Perumytilus purpuratus*. Todas estas especies fueron registradas en intermareal medio y bajo del sector Punta Chungo y transectos control. Las especies dominantes observadas en el sector bajo del intermareal, por su parte, fueron principalmente algas crustosas calcáreas y, en algunos transectos, algas de *Lessonia spicata*, lo cual condice con lo descrito por Broitman *et al.*, (2001). El cinturón de *Lessonia spicata*, comúnmente observado en el intermareal bajo, sólo se observó de manera intermitente en el sector de estudio.

➤ **Otoño 2012**

Descripción estructura comunitaria

A continuación se describe el patrón de zonación del intermareal rocoso observado en el sector de estudio:

**Intermareal alto** (Tabla EMB-37): la franja superior del intermareal rocoso se caracterizó por presentar el sustrato descubierto casi en su totalidad, llegando incluso a observarse un 100% de roca desnuda en T4. Sólo en la estación CN, se observó el sustrato dominado por *Pyropia columbina*. En el resto de los transectos, la presencia de algas fue menor y correspondió a algas crustosas (*Ralfsia* sp. y *Hildembrandia* sp.), y algunos parches menores de *Gelidium rex* y *Ulva* sp. Dentro de los invertebrados observados, destaca la presencia del cirrípedo *Jehlius cirratus*, especialmente en el sector de Punta Chungo con coberturas máximas de 5,6% en los transectos T7 y T8. La fauna móvil estuvo dominada por los caracoles de pequeño tamaño característicos del supralitoral, *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina araucana*.

**Intermareal medio** (Tabla EMB-38): el sustrato descubierto varió entre 10 y 50,3% en los transectos T3 y T5 respectivamente. En esta franja se observó un total de 30 *taxa* entre los que dominan las algas de tipo erecto, donde destacó, al igual que en la campaña estival, *Mazzaella laminarioides*. Esta alga se observa en todos los transectos, excepto en T7 y con una cobertura máxima de 60% en T1. Destaca también, la presencia de las algas *Ulva* sp., *Ulvella* sp. y *Hildembrandia* sp. con coberturas máximas sobre el 40% en los transectos T3, T6 y T4, respectivamente. En el grupo de los invertebrados sésiles, destacó la presencia de *Jehlius cirratus* y *Perumytilus purpuratus* aunque en baja cobertura, excepto para *Perumytilus purpuratus* en T7 donde se observa en una cobertura de 26,7%. Los invertebrados móviles estuvieron representados por moluscos, destacando por su abundancia la presencia de varias especies del género *Scurria* y *Siphonaria lessonii*.

**Intermareal bajo** (Tabla EMB-39): esta franja registró 39 *taxa* y presentó bajos porcentajes de sustrato descubierto, debido a la alta cobertura de algas. El sustrato estuvo dominado principalmente por algas crustosas calcáreas de color rosado, probablemente de los géneros *Mesophyllum* o *Lithothamnion*, esta dominancia se presentó principalmente en la zona baja del infralitoral. Además, destacó la cobertura del alga crustosa no calcárea *Hildenbrandia* sp., que en la estación T1 alcanzó el 40,7% de cobertura. Entre las algas foliosas, destacó la presencia de *Ulva* sp. en todos los transectos excepto en el control sur y *Gelidium chilense* con cobertura máxima de 34,4 % en T4. El cinturón de *Lessonia spicata* que limita a esta franja con el submareal somero, sólo se observó, en algunos transectos (T4, T5, T7, T8 y CS). La densidad de esta alga varió entre 4 y 9,3 ind./m<sup>2</sup> en los transectos T5 y T4 respectivamente.

**Tabla EMB-37: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, otoño 2012**

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
<b>Cobertura (%)</b>											
Macroalgas	<i>Gelidium rex</i>					0,3					
	<i>Hildenbrandia</i> sp.			0,3			0,3				1,3
	<i>Pyropia columbina</i>	0,3	0,3	5,3				1,0	0,7	64,0	
	<i>Ralfsia</i> sp.									11,0	
	<i>Ulva</i> sp.		0,3								0,3
Liquen	<i>Thelidium litorale</i>	0,7	0,7	0,3		1,0		0,7		0,7	1,7
Invertebrados	<i>Jhelius cirratus</i>	3,0	15,3	5,0	0,3	0,3	1,3	5,7	5,7		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>		0,3				4,7	0,7			
Sustrato libre	Roca	96,0	83,0	89,0	99,7	98,3	93,3	92,0	93,7	24,3	96,7
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Heliaster helianthus</i>					1,3					
	<i>Austrolittorina araucana</i>		146,6	108,0	610,6	110,6	113,3	90,7	16,0		64,0
	<i>Echinolittorina peruviana</i>	301,3	10,7	49,3		30,7	17,3	102,6	313,3	166,6	117,3
	<i>Lottia</i> sp.	2,7			22,7	5,3					
	<i>Scurria cecilians</i>	9,3	2,7	1,3				8,0	5,3		1,3
	<i>Scurria plana</i>					1,3				1,3	
	<i>Scurria</i> sp.										1,3
	<i>Scurria zebrina</i>					2,7	1,3	2,7		12,0	17,3
	<i>Siphonaria lessoni</i>	6,7					22,7		2,7	9,3	

**Tabla EMB-38: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, otoño 2012**

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
<b>Cobertura (%)</b>											
Macroalgas	<i>Ceramium</i> sp.									4,0	
	<i>Codium dimorphum</i>		19,3		0,7						10,7
	<i>Corallina officinalis</i>	1,0								9,3	0,3
	Crustosa rosada	4,3	6,3			0,7				33,0	4,0
	<i>Chaetomorpha firma</i>			0,3		1,7					0,3
	<i>Gelidium chilense</i>		1,7			6,3			0,7		6,3
	<i>Gelidium</i> sp.	0,3					4,3			7,0	
	<i>Hildenbrandia</i> sp.	12,3	0,7	17,7	42,3	4,3	4,7		15,7	15,3	11,3
	<i>Mazzaella laminarioides</i>	60,0	14,0	13,3	13,0	30,0	12,7		6,3	17,0	27,0
	<i>Polysiphonia</i> sp.					3,7					
	<i>Pyropia columbina</i>		2,0	12,7			3,0	35,7	27,7		7,3
	<i>Ralfsia</i> sp.					0,3	4,7				
	<i>Ulva</i> sp.	8,7	13,3	46,0	1,0	2,0		7,0	4,7	14,3	
	<i>Ulvela</i> sp.	0,3	1,0		3,7		49,0				3,3
Invertebrados	<i>Nothochthamalus scabrosus</i>	0,3									
	<i>Jhelius cirratus</i>	1,7	2,3		0,3	0,7	1,7	4,0	19,3		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>						0,7	26,7	1,0		
Sustrato libre	Roca	11,0	39,3	10,0	39,0	50,3	19,3	26,7	24,7		29,3
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Anemonia alicemartinae</i>						1,3				
	<i>Chiton granosus</i>	1,3	1,3		2,7				1,3		
	<i>Diloma nigerrima</i>	2,7					1,3				
	<i>Fissurella crassa</i>					1,3					
	<i>Heliaster helianthus</i>			1,3		1,3				1,3	
	<i>Lottia</i> sp.				66,7	2,7					

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
		<b>Cobertura (%)</b>									
	<i>Phymactis papillosa</i>					1,3					
	<i>Scurria cecilians</i>	1,3	4,0		2,7	2,7		5,3		8,0	1,3
	<i>Scurria plana</i>				2,7					1,3	
	<i>Scurria viridula</i>				1,3						1,3
	<i>Scurria zebrina</i>	6,7	12,0		4,0	4,0	2,7	4,0	5,3	2,7	5,3
	<i>Siphonaria lessoni</i>	2,7				1,3		14,7		2,7	16,0
	<i>Tegula luctuosa</i>		2,7								

**Tabla EMB-39: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, otoño 2012**

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
		<b>Cobertura (%)</b>									
Macroalgas	<i>Ahnfeltiopsis furcellata</i>		19,0								
	<i>Ceramium rubrum</i>							1,3	1,0		
	<i>Chondrus crispus</i>		0,3	4,0	0,3	0,3		0,7	1,3		
	<i>Codium dimorphum</i>	2,7		23,3	4,0	68,3		7,3	2,0		27,0
	<i>Corallina officinalis</i>		0,7					1,7			
	<i>Crustosa rosada</i>	15,0	48,7	8,3	5,3	0,7	12,3	14,7	27,0	15,0	57,3
	<i>Gelidium chilense</i>		2,3	4,0	34,3	11,3		5,3	1,0	7,3	4,7
	<i>Gelidium sp.</i>	0,3									
	<i>Gymnogongrus sp.</i>			2,3	0,7			5,0			
	<i>Hildenbrandia sp.</i>	40,7	9,3	2,7	14,0	1,3	38,0	22,3	38,0	20,7	
	<i>Mazzaella laminarioides</i>	16,0			0,7		0,7	0,7			4,3
	<i>Polysiphonia sp.</i>						1,3	0,3	2,0		
	<i>Rhodomenia skottsbergii</i>			48,3		3,7			4,0		
	<i>Ulva sp.</i>	15,7	13,7	2,7	2,7	1,3	37,7	29,0	16,0	29,0	
<i>Ulvella sp.</i>	1,0					3,7					
Invertebrados	<i>Phragmatopoma sp.</i>			1,0						10,7	
	<i>Nothochthamalus scabrosus</i>	0,7				0,7	0,7	0,3	2,3		
	<i>Jhelius cirratus</i>			0,7			0,3	0,3		11,3	
	<i>Balanus laevis</i>	0,3									
	<i>Perumytilus purpuratus</i>				0,3			3,3	1,3		
Sustrato libre	Roca	7,7	6,0	2,7	37,7	12,3	5,3	7,7	4,0	6,0	6,7
		<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>									
Invertebrados	<i>Acanthopleura echinata</i>									1,3	
	<i>Acanthina monodon</i>									8,0	
	<i>Anemonia alicemartinae</i>						12,0				
	<i>Chiton granosus</i>								2,7		
	<i>Concholepas concholepas</i>							1,3			
	<i>Diloma nigerrima</i>	1,3						1,3			
	<i>Fissurella costata</i>		1,3	1,3			2,7	2,7	2,7		
	<i>Fissurella crassa</i>								1,3		
	<i>Heliaster helianthus</i>		1,3	1,3			1,3		1,3	1,3	
	<i>Athyonidium chilensis</i>		2,7								
	<i>Scurria cecilians</i>				9,3						1,3
	<i>Scurria plana</i>				12,0		1,3	1,3	4,0	2,7	
	<i>Scurria sp.</i>			2,7	9,3						
	<i>Scurria zebrina</i>	4,0			1,3		2,7	2,7	1,3	6,7	
	<i>Siphonaria lessoni</i>						9,3	5,3			
<i>Tegula atra</i>		1,3	2,7								
<i>Tegula luctuosa</i>		17,3									

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
		Cobertura (%)									
	<i>Tegula tridentata</i>			2,7							
Macroalgas	<i>Lessonia spicata</i>				9,3	4,0		5,3	1,3		5,3

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza total específica del intermareal se registró en el transecto T7 con 36 *taxa*, mientras que la menor riqueza se registró en el transecto ubicado en el CN con 27 *taxa* (Tabla EMB-40). Entre los niveles de zonación del intermareal se registraron diferencias en la riqueza, donde el intermareal bajo presentó la mayor riqueza de especies, seguido por el intermareal medio y por último el intermareal alto.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Weaver, la cobertura de los organismos sésiles en el intermareal alto y medio fue menos diverso que el intermareal bajo. La estación CS en el intermareal medio presentó la mayor diversidad con 2,6 y la menor fue en T2 en el intermareal alto (0,6). Respecto a los organismos móviles, la diversidad mayor fue de 2,7 en T5 del intermareal medio y en T4 del intermareal bajo solo se encontró un organismo.

**Tabla EMB-40: Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, otoño 2012**

Intermareal	Tipo	Índices	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
Alto	Cobertura	Diversidad (H')	1,0	0,6	1,3	-	1,4	1,0	1,3	0,5	0,7	1,4
		Riqueza (S')	3	5	4	1	3	3	4	2	3	3
	Densidad	Diversidad (H')	0,4	0,5	1,0	0,2	1,2	1,1	1,3	0,5	0,7	1,4
		Riqueza (S')	4	3	3	2	6	4	4	4	4	5
Medio	Cobertura	Diversidad (H')	1,6	2,5	1,8	1,3	2,0	1,9	1,6	2,2	2,6	2,5
		Riqueza (S')	9	9	5	6	9	8	4	7	7	9
	Densidad	Diversidad (H')	2,0	1,6	-	1,0	2,7	1,5	1,3	0,7	2,0	1,3
		Riqueza (S')	5	4	1	6	7	3	3	2	5	4
Bajo	Cobertura	Diversidad (H')	2,1	1,9	2,2	1,9	1,2	1,8	2,8	2,3	2,4	1,4
		Riqueza (S')	9	7	10	9	8	8	14	11	6	4
	Densidad	Diversidad (H')	0,8	1,4	2,2	2,1	-	2,1	2,6	2,7	2,0	0,7
		Riqueza (S')	2	5	5	5	1	6	7	7	5	2
		Riqueza Total	32	33	28	29	34	32	36	33	30	27

### Síntesis campaña otoño 2012

Las comunidades del intermareal rocoso observadas durante la campaña de otoño, fueron similares a las observadas durante la época estival, manteniéndose una marcada zonación vertical, la cual es característica del centro norte de Chile (Broitman *et al.*, 2001; Broitman *et al.*, 2011; Santelices, 1988). Las especies observadas en cada una de las franjas del intermareal, se corresponden con las especies observadas en otros estudios realizados en la región de Coquimbo. Por ejemplo, Vásquez & Vega (2004), para el sector costero del parque nacional Fray Jorge, describen el supralitoral dominado por parches de cirripedos, especialmente *Jehlius cirratus* y *Balanus laevis* y la presencia de herbívoros pastoreadores tales como *Scurria viridula*, *Austrolittorina araucana*, *Austrolittorina araucana* (actualmente *Echinolittorina peruviana*) y *Siphonaria lessoni*, entre otras. Se reporta también la presencia estacional de parches de *Pyopia columbina* y de costras no-calcáreas identificadas como el alga *Hildenbrandia* sp. Todas las especies anteriormente señaladas fueron registradas en el

presente estudio. Si bien se observó una variación espacial en la cobertura y densidad de los distintos *taxa* reportados, esta se debe principalmente a las distintas características propias de los transectos de muestreo, como por ejemplo, la mayor exposición al oleaje que presentaron los transectos CN y CS.

El intermareal medio por su parte, estuvo dominada por algas erectas y parches de algas calcáreas, composición similar a la descrita por Broitman *et al.*, (2001) para esta franja. Para la costa de la IV región, Vásquez y Vega (2004) describen en esta franja la presencia de *Corallina officinalis*, parches de *Gelidium chilense*, *Ceramium rubrum*, *Ulva* sp. y *Hildenbrandia* sp., además del mitílido *Perumytilus purpuratus*. Todas estas especies fueron registradas en el intermareal medio y bajo del sector Punta Chungo y transectos controles. Las especies dominantes observadas en el sector bajo del intermareal por su parte, fueron principalmente algas crustosas calcáreas y en algunos transectos *Lessonia spicata*, lo cual se condice con lo descrito por Broitman *et al.* (2001). El cinturón de *Lessonia spicata*, comúnmente observado en el intermareal bajo del intermareal, sólo se observó de manera intermitente en el sector de estudio.

### ➤ Invierno 2012

#### Descripción estructura comunitaria

A continuación se describe el patrón de zonación del intermareal rocoso observado en el sector de estudio:

**Intermareal alto** (Tabla EMB-41): la franja superior del intermareal rocoso se caracterizó por presentar el substrato descubierto casi en su totalidad, llegando incluso a observarse un 100% de roca desnuda en el control CS y un 99% en el transecto T4. Sólo en el transecto T7, se observó el substrato dominado por *Pyropia columbina*. En el resto de los transectos, la presencia de algas fue menor y correspondió a algas crustosas no calcáreas como *Ralfsia* sp. y *Hildembrandia* sp. y algunos parches menores de *Ulva* sp. y del líquen *Thelidium litorale*. Dentro de los invertebrados observados, destaca la presencia del cirrípedo *Jehlius cirratus*, especialmente en el sector de Punta Chungo con coberturas máximas de 8%, 9,7% y 6,3% en los transectos T1, T2 y T8 respectivamente. La fauna móvil estuvo dominada por los caracoles característicos del supralitoral, *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana* con densidades de 139,3 y 55,3 ind./m<sup>2</sup> respectivamente.

**Intermareal medio** (Tabla EMB-42): el sustrato libre varió entre 1,7 y 85% en los transectos T3 y T4 respectivamente. En esta franja se observó un total de 28 *taxa* entre los que dominan las algas de tipo erecto, donde destacó *Ulva* sp., *Pyropia columbina* y *Mazzaella laminarioides*. De estas algas, se observó un aumento en la cobertura de *Pyropia columbina* respecto a las campañas anteriores, alcanzando coberturas de 60% en T3. Destacó también, la disminución de *Ulvella* sp. con respecto a lo observado con anterioridad. En el grupo de los invertebrados sésiles, destacó la presencia de *Jehlius cirratus* y *Perumytilus purpuratus* aunque en baja cobertura, excepto para *Perumytilus purpuratus* en los transectos T7 y T8 donde se observaron coberturas de 28% y 20% respectivamente. Al igual que para las campañas anteriores, los invertebrados móviles estuvieron representados por moluscos, destacando por su abundancia la presencia de varias especies del género *Scurria* y *Siphonaria lessoni*.



**Intermareal bajo** (Tabla EMB-43): esta franja registró 30 taxa y presentó bajos porcentajes de sustrato descubierto a excepción de los transectos T7 y control CS con un 34 y 43,7% respectivamente. El sustrato estuvo dominado principalmente por algas crustosas calcáreas de color rosado, probablemente de los géneros *Mesophylum* o *Lithothamnion*. Esta dominancia se observó principalmente en la zona baja del infralitoral. Además, destacó la cobertura del alga crustosa no calcárea *Hildenbrandia* sp., que en la estación CN alcanzó el 37,3% de cobertura. Entre las algas foliosas, destaca la presencia de *Ulva* sp., presente en todos los transectos excepto en el CS y T4 y *Gelidium chilense* con cobertura máxima de 33 % en T5. El cinturón de *Lessonia spicata* que limita a esta franja con el submareal somero, sólo se observó, al igual que durante las campañas anteriores, en algunos transectos (T4, T5 y T7). La densidad de esta alga varió entre 2,3 y 7,6 ind./m<sup>2</sup> en los transectos T4 y T7 respectivamente.

**Tabla EMB-41: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, invierno 2012**

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
		<b>Cobertura (%)</b>									
Macroalgas	<i>Hildenbrandia</i> sp.		0,3				0,3				
	<i>Pyropia columbina</i>	5,3		2,3				33	1,7	7,3	
	<i>Ralfsia</i> sp.						5		2,7		
	<i>Ulva</i> sp.	0,7							0,7		
Liquen	<i>Thelidium litorale</i>	2,7			0,7	9,3	3,3	1,3			
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	8	9,7	1,3	0,3	2,7	0,7	2,7	6,3		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>		0,3	0,3				0,7	0,7		
Sustrato libre	Roca	83	90	96	99	88	91	62	88	93	100
		<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>									
Invertebrados	<i>Scurria cecilians</i>	0,3	2				1,3	0,7			1
	<i>Scurria zebrina</i>	0,3	1,5					0,3	0,7		
	<i>Austrolittorina araucana</i>	113	39	7,3	139	24	18	3,7		35	4,3
	<i>Echinolittorina peruviana</i>	55	11		2	16	2,3	28	65	7	23
	<i>Lottia orbigny</i>			4							
	<i>Scurria</i> sp.								1,3		
	<i>Siphonaria lessoni</i>		1,7		0,3	1	1		0,3		

**Tabla EMB-42: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, invierno 2012**

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
		<b>Cobertura (%)</b>									
Macroalgas	<i>Chondrus crispus</i>					0,3			2,3		
	<i>Codium dimorphum</i>		2,3		0,3					19	
	<i>Corallina officinalis</i>			0,7					0,7		
	<i>Crustosa rosada</i>		1,7		1,3	2,3	0,3	2,3		6	
	<i>Gelidium chilense</i>			0,7	4,3	6,7		2	0,7		
	<i>Gelidium rex</i>								2,3		
	<i>Gelidium</i> sp.		4,3				1				
	<i>Gymnogongrus</i> sp.					7,7			1,7		
	<i>Hildenbrandia</i> sp.	7,3	6	7,3		20	0,7		3	3,3	3
	<i>Mazzaella laminarioides</i>	34	27	15	2	22	7	35	26		
	<i>Montemaria horridula</i>										
	<i>Polysiphonia</i> sp.			0,3					0,7	1	
	<i>Pyropia columbina</i>			14				52	10	2,3	33
<i>Ralfsia</i> sp.				1					1	10	

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
	<i>Ulva sp.</i>	50	41	60		30	12	13	29	17	
	<i>Ulvella sp.</i>			0,3	4						0,7
	<i>Endarachne binghamiae</i>				0,3						
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>				1,7	0,3	3	1,3	2,3		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>					3,7		28	20		
Sustrato libre	Roca	9	18	1,7	85	7	24	8	7,7	12	43
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Anemonia alicemartinae</i>	0,7									
	<i>Chiton granosus</i>							0,3			
	<i>Scurria ceciliana</i>	0,3					2	4,7			
	<i>Scurria zebrina</i>					1,7	0,3	1,7			
	<i>Diloma nigerrima</i>				0,3						
	<i>Heliaster helianthus</i>	0,3				0,3					
	<i>Lottia orbigny</i>	0,3			7,7						
	<i>Scurria plana</i>				0,7		0,3				
	<i>Siphonaria lessoni</i>		0,7		0,3	1,7	1,3	3	0,7		

**Tabla EMB-43: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, invierno 2012**

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
<b>Cobertura (%)</b>											
Macroalgas	<i>Chondrus crispus</i>			3,7					20		
	<i>Codium dimorphum</i>				37	27		38	2,7		28
	<i>Corallina officinalis</i>		0,3		0,7		0,7	3,7			
	<i>Crustosa rosada</i>	12	61	2,7	23	1	6,7	21	9,7	9,3	
	<i>Gelidium chilense</i>	1		5	1,7	30	1,3		2		
	<i>Gelidium rex</i>								2,3		
	<i>Gelidium sp.</i>		4			0,7		2,7		4,7	
	<i>Gymnogongrus sp.</i>			1,3	0,7		0,7	2,7	0,3		
	<i>Hildenbrandia sp.</i>	15	9,7	5	0,3	5,3	29	2,3	28	37	24
	<i>Mazzaella laminarioides</i>	2			0,3	3	0,3	2,3			
	<i>Montemaria horridula</i>				0,7						
	<i>Polysiphonia sp.</i>						0,3	4	0,3		
	<i>Pyropia columbina</i>					0,3		0,3			
	<i>Ralfsia sp.</i>			0,7		0,3					
	<i>Ulva sp.</i>	36	23	14		8	24	8,7	11	5,3	
	<i>Ulvella sp.</i>		1,3	1,3	2		1,7			27	4,3
	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	28		65	10	20			22		
<i>Chaetomorpha firma</i>										0,3	
<i>Lessonia spicata</i>				16	0,3		11				
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	0,3					1	1	1,3	6,7	
Sustrato libre	Roca	5,3	0,3		8	4,3	34	2,7		10	43
	Ripio			1							
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Macroalgas	<i>Lessonia spicata</i>				2,3	7,7		1			
	Invertebrados										
	<i>Anemonia alicemartinae</i>						1				
	<i>Acanthina monodon</i>									1,3	
	<i>Scurria ceciliana</i>	1									
	<i>Scurria zebrina</i>	0,7			1			0,3			0,3
	<i>Diloma nigerrima</i>	0,3									
	<i>Fissurella costata</i>		1,3								

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
		Cobertura (%)									
	<i>Heliaster helianthus</i>		0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	1		
	<i>Scurria plana</i>							1			
	<i>Scurria viridula</i>										0,3
	<i>Siphonaria lessoni</i>				2,3			0,3			

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza total específica del intermareal se registró en el transecto T7 con 37 *taxa*, mientras que la menor riqueza se registró en el transecto ubicado en el CN con 12 *taxa* (Tabla EMB-44). Entre los niveles de zonación del intermareal se registraron diferencias en la riqueza, donde el intermareal bajo presentó la mayor riqueza de especies, seguido por el intermareal medio y por último el intermareal alto.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Weaver, la cobertura de los organismos sésiles en el intermareal alto y medio fue menos diverso que el intermareal bajo. La estación T7 en el intermareal bajo presentó la mayor diversidad con 2,7 y en CS en el intermareal alto (solo se encontró una especie. Respecto a los organismos móviles, la diversidad mayor fue de 1,9 en T1 del intermareal medio y la menor diversidad se presentó en T3, T8 y T9 del intermareal bajo solo se encontró un organismo.

**Tabla EMB-44: Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, invierno 2012**

Intermareal	Tipo	Índices	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
Alto	Cobertura	Diversidad (H')	1,7	0,4	1,3	0,9	0,8	1,5	0,7	1,8	-	-
		Riqueza (S')	4	3	3	2	2	4	4	5	1	0
	Densidad	Diversidad (H')	0,9	1,3	0,9	0,1	1,1	1,0	0,7	0,3	0,7	0,8
		Riqueza (S')	4	5	2	3	3	4	4	4	2	3
Medio	Cobertura	Diversidad (H')	1,3	1,8	1,7	2,6	2,4	1,5	2,2	2,6	2,3	0,4
		Riqueza (S')	3	6	8	8	9	7	8	13	6	3
	Densidad	Diversidad (H')	1,9	-	-	0,8	1,3	1,6	1,6	-	-	-
		Riqueza (S')	4	1	0	4	3	4	4	1	0	0
Bajo	Cobertura	Diversidad (H')	2,1	1,5	1,8	2,3	2,3	1,9	2,7	2,6	2,1	1,4
		Riqueza (S')	7	6	9	11	11	10	12	11	6	4
	Densidad	Diversidad (H')	1,4	0,7	-	1,7	0,3	0,8	2,1	-	-	1,0
		Riqueza (S')	3	2	1	4	2	2	5	1	1	2
		Riqueza Total	25	23	23	32	30	31	37	35	16	12

### Síntesis campaña invierno 2012

Las comunidades del intermareal rocoso observadas durante la campaña de invierno, fueron similares a las observadas durante las campañas de verano y otoño, manteniéndose una marcada zonación vertical, la cual es característica del centro norte de Chile (Santelices, 1988; Broitman *et al.*, 2001; Broitman *et al.*, 2011). Las especies observadas en cada una de las franjas del intermareal, se corresponden con las especies observadas en otros estudios realizados en la Región de Coquimbo. Por ejemplo, Vásquez & Vega (2004), para el sector costero del Parque Nacional Fray Jorge, describen el supralitoral dominado por parches de cirrípodos, especialmente *Jehlius cirratus* y *Balanus laevis* en baja cobertura y la presencia de herbívoros pastoreadores tales como *Scurria viridula*, *Echinolittorina peruviana*, *Austrolittorina araucana* y *Siphonaria lessoni* entre otras. Se reporta también la presencia

estacional de parches de *Pyropia columbina* y de costras no-calcáreas identificadas como el alga *Hildenbrandia* sp. Todas las especies anteriormente señaladas fueron registradas en el presente estudio durante las tres campañas. Si bien, se observó una variación espacial en la cobertura y densidad de los distintos *taxa* reportados, esta se debe principalmente a las distintas características propias de la estacionalidad y los transectos de muestreo, como por ejemplo, la mayor exposición al oleaje que presentaron los transectos control.

El intermareal medio por su parte, estuvo dominada por algas erectas y parches de algas crustosas, composición similar a la descrita por Broitman *et al.*, (2001) para esta zona. Para la costa de la Región de Coquimbo, Vásquez y Vega (2004) describen en esta zona la presencia de *Corallina officinalis*, parches de *Gelidium chilense*, *Ceramium rubrum*, *Ulva* sp., y *Hildenbrandia* sp., además del mitílido *Perumytilus purpuratus*. Todas estas especies fueron registradas en el intermareal medio y bajo del sector Punta Chungo y transectos control durante las tres campañas desarrolladas en el 2012 (verano, otoño e invierno). Las especies dominantes observadas en el sector bajo del intermareal por su parte, fueron principalmente algas crustosas calcáreas y en algunos transectos *Lessonia spicata*, formando el característico cinturón de algas paradas que divide el intermareal del submareal somero, lo cual se condice con lo descrito por Broitman *et al.*, (2001). Es importante aclarar que el cinturón de *Lessonia spicata*, comúnmente observado en el intermareal bajo del intermareal, sólo se observó de manera intermitente en el sector de estudio.

#### ➤ Primavera 2012

##### Descripción estructura comunitaria

El intermareal de fondos duros presento en la zona superior los más altos porcentajes de sustrato descubierto y se observó la presencia de alta abundancia de pequeños caracoles de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana*. La zona media se caracterizó por la presencia del alga roja *Mazzaella laminarioides* además de algas verdes pertenecientes al género *Ulva* entre otras. El intermareal bajo presentó una comunidad dominada por algas foliosas además de algunos sectores con presencia del alga de interés comercial *Lessonia spicata*.

A continuación se describe el patrón de zonación del intermareal rocoso:

**Intermareal alto** (Tabla EMB-45): esta franja presentó, en promedio, cerca de un 94% de roca descubierta. Se registró un total de 12 *taxa* entre macroalgas, líquenes e invertebrados. Las macroalgas sólo estuvieron representadas por 3 especies, de estas *Pyropia columbina* fue la que presentó los mayores porcentajes de cobertura (un 8,33% en el transecto CN). Los invertebrados sésiles fueron registrados en la mayoría de los transectos (con excepción de los transectos controles) siendo el cirrípedo *Jehlius cirratus* la más importante respecto a los porcentajes de cobertura. Dentro del grupo de los invertebrados móviles, los pequeños caracoles de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana* presentaron las mayores abundancias con 179 y 114 ind./m<sup>2</sup> promedio respectivamente. La mayor abundancia se registró en el transecto T4 con 672 ind./m<sup>2</sup> pertenecientes a la especie *Austrolittorina araucana*.

**Intermareal medio** (Tabla EMB-46): esta franja presentó, en promedio, cerca de un 19% de sustrato descubierto y se registraron en total de 28 *taxa*. Las macroalgas presentaron importantes porcentajes de cobertura, siendo la especie *Mazzaella laminarioides* la que

presentó los mayores porcentajes promedio y con un máximo de 77,67% en el transecto T8. Entre los invertebrados sésiles, *Perumytilus purpuratus* presentó los mayores porcentajes de cobertura, aunque sólo se registró en 3 transectos y su mayor cobertura (31,7%) se registró en el transecto T7. En el grupo de los invertebrados móviles, el molusco *Siphonaria lessoni* presentó la mayor densidad en T7 con 48 ind./m<sup>2</sup>. No se registraron invertebrados móviles en el transecto control norte.

**Intermareal bajo** (Tabla EMB-47): en esta franja se registró la mayor diversidad específica con un total de 31 *taxa* y además presentó los menores porcentajes de sustrato descubierto (con excepción del transecto CS). En esta franja fue abundante *Ulva* sp. observándose el mayor porcentaje de cobertura (71%) en el transecto T3. También se registraron porcentajes importantes de cobertura del alga de interés comercial *Lessonia spicata* aunque sólo se registró en los transectos T4, T5, T7 y CS. Respecto a los invertebrados móviles, la mayor densidad correspondió (al igual que en la intermareal medio) al molusco *Siphonaria lessoni* con un promedio de 26,7 ind./m<sup>2</sup>, aunque sólo registrado en el transecto T6.

**Tabla EMB-45: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, primavera 2012**

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
<b>Cobertura (%)</b>											
Macroalgas	<i>Hildenbrandia</i> sp.				5,7						
	<i>Mazzaella laminarioides</i>				0,7						
	<i>Pyropia columbina</i>	0,3					0,7	1	1	8,3	5
Liquen	<i>Thelidium litorale</i>	1,7	0,3	7,7	0,7	0,3	8	0,7	1		1,3
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	0,7	0,3	0,3	1	0,7	0,7	2,3	5,3		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	0,3	0,3					0,3	0,3		
Substrato libre	Roca	97	99	92	92	99	91	96	92	92	94
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Scurria ceciliana</i>				2,7			6,7	1,3		
	<i>Scurria zebrina</i>				4			2,7			
	<i>Austrolittorina araucana</i>	345	87		672	43	89	75	96	111	96
	<i>Echinolittorina peruviana</i>	520	223	8	4	37	11	63	175	43	57
	<i>Lottia</i> sp.				25						
	<i>Siphonaria lessoni</i>				21		5,3				

**Tabla EMB-46: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, primavera 2012**

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
<b>Cobertura (%)</b>											
Macroalgas	<i>Ceramium rubrum</i>		1					0,3			
	<i>Codium dimorphum</i>					0,3				7,7	
	<i>Corallina officinalis</i>						0,7				
	<i>Crustosa rosada</i>	0,3	0,3		0,7				0,7	6,7	
	<i>Gelidium chilense</i>		1		0,7	30	3	5	8,7		0,3
	<i>Gelidium lingulatum</i>		1		17	0,3					
	<i>Gelidium</i> sp.			1,7	1,3						
	<i>Gastroclonium cylindricum</i>			1,7	0,3						
	<i>Hildenbrandia</i> sp.	24	14	18	21	3		0,3		16	
	<i>Mazzaella laminarioides</i>	65	54	8,3	17	44	28	14	78		0,3
	<i>Montemaria horridula</i>			1,7		3					
	<i>Polysiphonia mollis</i>		6,3				1	0,3			
	<i>Pyropia columbina</i>	0,7	1		11	1		5	0,7	25	0,7

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
<b>Cobertura (%)</b>											
	<i>Ralfsia</i> sp.									8,3	
	<i>Ulva</i> sp.	5	12	38	1,7	13	55	30	2	25	0,7
	<i>Ulvella</i> sp.				0,7						
	<i>Enteromorpha</i> sp.	0,7		12	4						
	<i>Chaetomorpha</i> sp.		0,3								
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	1	2	1		0,7	1,7	6,3	1		0,3
	<i>Perumytilus purpuratus</i>		0,3					32	3		
	<i>Notochthamalus scabrosus</i>							0,7	1		
Substrato libre	Roca	3,7	7,3	18	25	5	11	6	5,3	11	98
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Anthopleura hermaphroditica</i>	1,3									
	<i>Scurria cecilians</i>							21			
	<i>Scurria zebrina</i>		2,7					1,3			8
	<i>Lottia</i> sp.				5,3						
	<i>Scurria viridula</i>										13
	<i>Siphonaria lessoni</i>	6,7	8		2,7		8	48	2,7		12
	<i>Scurria araucana</i>				1,3						1,3

**Tabla EMB-47: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, primavera 2012**

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
<b>Cobertura (%)</b>											
Macroalgas	<i>Asparogopsis armata</i>		0,3	6,7							
	<i>Chondrus</i> sp.	8		0,7					2		
	<i>Codium dimorphum</i>			0,3	6,7	56	4,7	38	1	14	20
	<i>Corallina officinalis</i>			1,7	1			0,3			
	<i>Crustosa rosada</i>	8,3	3,3	0,7	4	0,3	7	22	7,7	14	7,3
	<i>Gelidium chilense</i>	0,7	0,3	4,7	15	14	0,3	3,7	21		11
	<i>Gelidium lingulatum</i>					2,7					
	<i>Gelidium</i> sp.								11		
	<i>Gastroclonium cylindricum</i>			6,3			0,7	1	0,3		1,3
	<i>Hildenbrandia</i> sp.	39	30	4,7	2,7	1	27	4,3	6,3	20	3
	<i>Mazzaella laminarioides</i>	0,7					3,7	0,7	4,7		5,7
	<i>Montemaria horridula</i>				1,3				0,3		
	<i>Polysiphonia mollis</i>				0,7	3	3,3	1,3			
	<i>Pyropia columbina</i>							0,3			
	<i>Ulva</i> sp.	42	64	71	1,3	6	53	6,7	28	15	2,3
	<i>Ulvella</i> sp.					0,3				16	
	<i>Dendrimenia</i> sp.			2,3	3	10		0,3	15		
	<i>Endarachne binghamiae</i>							0,7			
<i>Lessonia spicata</i>				60	4		18			10	
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	1	0,7				0,3		1	12	
	<i>Perumytilus purpuratus</i>							0,7			
	<i>Notochthamalus scabrosus</i>	0,3	0,5			0,3					
Substrato libre	Roca		1	1	4	2		1,3	0,7	9	39
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Anemonia alicemartinae</i>	1,3									
	<i>Scurria zebrina</i>						6,7				1,3
	<i>Diloma nigerrina</i>			1,3							
	<i>Fissurella costata</i>								1,3		
	<i>Heliaster helianthus</i>					2,7	1,3				

Estaciones		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
<b>Cobertura (%)</b>											
	<i>Prisogaster niger</i>		1,3	2,7							
	<i>Scurria plana</i>		2,7						1,3		
	<i>Siphonaria lessoni</i>						27				
	<i>Stichaster striatus</i>	1,3						1,3			

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza total específica del intermareal duro se registró en el transecto T7 con 36 *taxa*, mientras que la menor riqueza se registró en el transecto ubicado en el CS con 15 *taxa* (Tabla EMB-48). Entre los niveles de zonación del intermareal se registraron diferencias en la riqueza, donde el intermareal bajo presentó la mayor riqueza de especies, seguido por el intermareal medio y por último el intermareal alto.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Weaver, la cobertura de los organismos sésiles en el intermareal alto y medio fue menos diverso que el intermareal bajo. La estación T4 en el intermareal medio presentó la mayor diversidad con 2,56 y en CS en el intermareal alto solo se encontró un organismo. Respecto a los organismos móviles, la diversidad mayor fue de 1,48 en T5 del intermareal medio y en diversos transectos solo se encontró un organismo.

**Tabla EMB-48: Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, primavera 2012**

Intermareal	Tipo	Índices	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
Alto	Cobertura	Diversidad (H')	1,62	1,59	0,23	1,34	0,88	0,76	1,67	1,32	-	0,73
		Riqueza (S')	4	3	2	4	2	3	4	4	4	1
	Densidad	Diversidad (H')	0,97	0,86	-	0,54	1,00	0,76	1,33	0,98	0,85	0,95
		Riqueza (S')	2	2	1	6	2	3	4	3	2	2
Medio	Cobertura	Diversidad (H')	1,30	1,99	2,16	2,56	1,92	1,36	2,31	1,07	2,38	2,20
		Riqueza (S')	7	12	8	11	9	6	10	8	6	5
	Densidad	Diversidad (H')	0,64	0,82	-	1,38	-	0,01	1,00	0,01	-	1,73
		Riqueza (S')	2	2	-	3	-	1	3	1	-	4
Bajo	Cobertura	Diversidad (H')	1,84	1,23	1,63	1,89	2,08	1,91	2,48	2,81	2,57	2,61
		Riqueza (S')	8	7	10	10	11	9	14	12	6	8
	Densidad	Diversidad (H')	1,00	0,91	0,91	-	0,01	0,92	0,01	1,00	-	0,01
		Riqueza (S')	2	2	2	-	1	3	1	2	-	1
		Riqueza Total	25	28	23	34	25	25	36	30	15	22

### Síntesis campaña primavera 2012

El intermareal de fondos duros se caracterizó por la presencia de bolones y macizo rocoso de gran tamaño. Este tipo de fondo es característico del intermareal rocoso de la costa centro-norte de Chile. En forma general este tramo de costa se caracteriza por un intermareal compuesto por rocas graníticas macizas que penetran hacia el submareal en forma de plataformas cortas que se sumergen a los pocos metros desde la costa. Los transectos controles presentaron características propias de fondos rocoso expuestos: presentan una pendiente alta a moderada, y son interrumpidos por playas de bolones de pequeña extensión (Vásquez & Vega, 2004).

Vásquez & Vega (2004) señalan que en la Intermareal alto del intermareal presenta parches de cirrípedos *Jehlius cirratus* y *Balanus laevis*. En el presente estudio se registró las mayores coberturas de la especie *J. cirratus* en la Intermareal alto lo que concuerda con lo descrito en la literatura. La variabilidad entre transectos, en la cobertura y densidad de los distintos *taxa* reportados, se debe principalmente a las distintas características locales lo cual es apreciable en los transectos controles las cuales están ubicadas fuera de la bahía Conchalí.

El intermareal medio y bajo presentaron especies características de esa zona intermareal. En este contexto es importante señalar que estas especies han sido descritas en zonas con baja influencia antropogénica como lo es el intermareal del Parque Nacional Bosque Fray Jorge. En ese lugar se han registrado las algas *Corallina officinalis*, parches de *Gelidium chilense*, *Ulva* sp. y *Hildenbrandia* sp., además del mitílido *Perumytilus purpuratus*. Todas estas especies fueron registradas en el intermareal medio y bajo del sector Punta Chungo y transecto control. Los organismos, así como sus respectivas abundancias, registrados en el sector Punta Chungo concuerdan con lo señalado en la literatura para esta zona, este patrón se mantiene conservadoramente en la costa comprendida entre Arica y Chiloé (Santelices, 1988). Temporalmente, la composición de las comunidades del intermareal de Punta Chungo se ha mantenido en el tiempo y sólo se han verificado cambios en algunas especies debido a cambios estacionales de su abundancia.

#### ➤ Otoño 2014

#### Descripción estructura comunitaria

La zona superior del intermareal rocoso presentó los más altos porcentajes de sustrato descubierto y se observó la presencia de alta abundancia de pequeños caracoles de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana*. La zona media se caracterizó por la presencia de parches del alga roja *Mazzaella laminarioides*, algas verdes pertenecientes al género *Ulva* y algas rojas del género *Hildenbrandia*. El intermareal bajo presentó una comunidad dominada *Ulvas* sp. y corallinales.

A continuación se describe el patrón de zonación del intermareal rocoso:

**Intermareal alto** (Tabla EMB-49): esta franja presentó, en promedio, cerca de un 79% de roca descubierta, tanto en Punta Chungo (IR-3 al IR-8) como en el resto de los transectos del área de estudio. Se registró un total de 18 *taxa* entre macroalgas e invertebrados. Las macroalgas sólo estuvieron representadas por 4 especies, de estas *Pyropia columbina* fue la que presentó los mayores porcentajes de cobertura (un máximo de 14% en el transecto IR-9). Los invertebrados sésiles fueron registrados en todos los transectos, siendo el molusco *Perumytilus purpuratus*, con un máximo de 28,3% en IR-7, el más importante respecto a los porcentajes de cobertura, seguido del cirrípedo *Jehlius cirratus* (máximo de 14,3% en IR-2). Dentro del grupo de los invertebrados móviles, los pequeños caracoles de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana* presentaron las mayores abundancias en todos los transectos con un máximo en IR-7 de 2614,7 y 1134,7 ind./m<sup>2</sup> respectivamente.

**Intermareal medio** (Tabla EMB-50): esta franja presentó, en promedio, cerca de un 34% de sustrato descubierto y se registraron en total de 37 *taxa*. Las macroalgas presentaron importantes porcentajes de cobertura, mostrando un mosaico de parches siendo *Hildenbrandia* sp. y *Ulva* sp. las que predominaron en el sector de Punta Chungo (IR-3 al IR-8), a excepción de *Mazzaella laminarioides* en el transecto IR-4. Entre los invertebrados



sésiles, los pequeños cirrípedos estuvieron presentes en todos los transectos con un alto porcentaje (máximo 12% de *Jehlius cirratus* en IR-2), mientras que *Perumytilus purpuratus* presentó elevados porcentajes de cobertura (máximos 7,3% en IR-7), aunque sólo se registró en 3 transectos. En el grupo de los invertebrados móviles, el molusco *Prisogaster niger* presentó las mayores densidad en Punta Chungo (50,7 ind./m<sup>2</sup> en IR-3, 25,3 ind./m<sup>2</sup> en IR-4 y 70,7 ind./m<sup>2</sup> en IR-8).

**Intermareal bajo** (Tabla EMB-51): esta franja registró la mayor diversidad específica con un total de 41 *taxa*, eliminado el sustrato descubierto. El sector de Punta Chungo mostró parches de algas verdes tales como *Codium dimorfum* (14,1%), *Ulva* sp. (14,4%) y las algas rojas corallinales (26,4%). En el resto de esta franja dominaron las algas rojas corallinales. Respecto a los invertebrados móviles, la mayor densidad en Punta Chungo correspondió al molusco *Prisogaster niger* con un máximo de 33,3 ind./m<sup>2</sup> en IR-3. Mientras que en los demás transectos presentaron una alta riqueza y diversidad de especies, pero baja abundancia.

**Tabla EMB-49: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, otoño 2014**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
		<b>Cobertura (%)</b>									
Sustrato	Roca	86,7	87,7	77,0	84,3	73,3	89,7	69,0	81,3	52,7	91,3
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>		10,3	14,3	8,0	3,7		2,7	5,3	3,0	7,3
	<i>Balanus laevis</i>	3,0					0,7				
	<i>Balanus flosculus</i>						1,3				
	<i>Perumytilus purpuratus</i>		2,0	7,7	5,7	16,0	5,7	28,3	10,7	1,7	1,3
Macroalgas	<i>Pyropia columbina</i>	10,3		1,0	0,3	7,0	0,3		0,3	14,0	
	<i>Enteromorpha</i> sp.								1,7		
	<i>Hildenbrandia</i> sp.				1,7		2,3		0,7	19,3	
	<i>Ulva</i> sp.									9,3	
		<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>									
Invertebrados	<i>Austrolittorina araucana</i>	6,7	949,7	112,0	1.924,0	130,7	641,3	2.614,7	986,7	408,0	788,0
	<i>Echinolittorina peruviana</i>	22,7	228,3	101,3	652,0	14,6	38,7	1.134,7	46,7	47,3	518,0
	<i>Diloma nigerrima</i>						4,0				
	<i>Prisogaster niger</i>			12,3		4,0		1,3	16,0		
	<i>Scurria</i> sp.	21,3		4,0				1,3	12,0		0,7
	<i>Scurria variabilis</i>							2,7			0,3
	<i>Scurria viridula</i>	1,7				2,7				2,7	
	<i>Siphonaria lessoni</i>	9,3									
	<i>Scurria araucana</i>									0,3	
	Actiniaria					2,7					

**Tabla EMB-50: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, otoño 2014**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
		<b>Cobertura (%)</b>									
Sustrato	Sustrato Disponible	24,7	26,7	56,3	2,0	53,3	19,7	48,7	86,0	18,3	7,7
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>		12,7	6,3		0,7	1,0	8,3	0,7		
	<i>Balanus laevis</i>			0,7							
	<i>Balanus flosculus</i>	5,0		2,0	1,0					1,3	
	Polychaeta indet.					1,3					
	<i>Perumytilus purpuratus</i>			2,7				7,3		2,3	
	<i>Pyura chilensis</i>		2,0								

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
Macroalgas	<i>Pyropia columbina</i>		4,0	2,3		6,0	10,3	0,3		8,3	16,0
	<i>Hildenbrandia sp.</i>	2,3	38,3	26,7	7,0	5,7	44,3			11,7	23,3
	<i>Corallina officinalis</i>		0,3								
	<i>Corallina sp.</i>	3,3								3,3	
	<i>Ulva sp.</i>		9,7	1,7	32,0	31,7	12,0	12,7	13,3	10,0	40,3
	<i>Codium dimorfum</i>		2,7							3,3	1,7
	Corallinales	51,7	2,7	0,3							
	Gelidiales		1,0	0,7						26,0	6,0
	<i>Mazzaella laminarioides</i>				58,0	1,3		18,7		15,3	5,0
	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	4,7									
	<i>Lessonia spicata</i>	8,3									
Chlorophyta indet.			0,3			12,7	4,0				
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Austrolittorina araucana</i>			17,3							
	<i>Lottia orbigny</i>			1,3							
	<i>Diloma nigerrima</i>			10,7							
	<i>Fissurella crassa</i>	1,7								1,0	
	<i>Prisogaster niger</i>			50,7	25,3				70,7		
	<i>Scurria sp.</i>		1,7	2,7							3,3
	<i>Scurria variabilis</i>					2,7		2,7		2,0	
	<i>Scurria viridula</i>							4,0		4,7	
	<i>Scurria plana</i>				1,3						
	<i>Siphonaria lessoni</i>					1,3		2,7		10,0	
	<i>Scurria araucana</i>									9,3	
	<i>Chiton granosus</i>	1,3								0,7	
	<i>Heliaster helianthus</i>	1,3	1,3			0,7	0,3			0,3	1,3
	<i>Stichaster striatus</i>	1,3									
	<i>Leptograpsus variegatus</i>										0,7
	Actinaria			25,3	20,0			1,3			
	<i>Anthothoe chilensis</i>		0,3								
<i>Phymanthea pluvia</i>	3,7										
<i>Phymactis papillosa</i>			1,3								

**Tabla EMB-51: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, otoño 2014**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
<b>Cobertura (%)</b>											
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	2,3	3,3	30,7		4,7	0,7	3,0	1,7	1,0	31,7
	<i>Balanus laevis</i>			21,3				5,7			
	<i>Balanus flosculus</i>	2,7							1,0		
	<i>Phragmatopoma sp.</i>								2,0		1,7
	<i>Perumytilus purpuratus</i>			1,7				1,3	1,0		
	<i>Pyura chilensis</i>								0,7		
Macroalgas	<i>Hildenbrandia sp.</i>	1,7	17,0			11,3	5,0		4,3	2,7	6,7
	<i>Corallina officinalis</i>		7,7				3,3				
	<i>Corallina sp.</i>	14,7							2,3		
	<i>Ulva sp.</i>			6,7	8,3	44,7	3,3	4,7	18,7	12,0	27,7
	<i>Codium dimorfum</i>		17,0		25,3	8,3	16,7	5,3	15,0	19,0	20,3
	Ceramiales				0,7		1,7				
	Corallinales	70,3	36,7	3,0	46,7	18,0	58,3	16,7	15,7	60,0	10,3
	Gelidiales								11,0	3,7	1,7
<i>Caulerpa</i>								1,7			

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
	<i>Mazzaella laminarioides</i>		2,0	36,7	0,7	4,0		63,3	1,0		
	<i>Rhodomenia</i> sp.									1,7	
	<i>Ralfsia verrucosa</i>					4,0	2,7				
	<i>Lessonia spicata</i>	8,3	16,3		18,3	5,0	8,3		24,0		
		<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>									
Invertebrados	<i>Diloma nigerrima</i>			9,3				2,3			
	<i>Concholepas concholepas</i>	2,7									
	<i>Fissurella</i> sp.		0,7								
	<i>Fissurella costata</i>								0,3		
	<i>Fissurella crassa</i>	3,7	2,7				0,7			1,3	0,7
	<i>Nacella</i> sp.			2,7							
	<i>Prisogaster niger</i>		1,0	33,3		9,3		2,7		3,3	
	<i>Scurria</i> sp.		2,3	1,3		0,3					
	<i>Scurria variabilis</i>		1,0						1,3		
	<i>Scurria viridula</i>			1,3					0,3	4,0	
	<i>Siphonaria lessoni</i>								3,3	0,7	
	<i>Scurria araucana</i>								0,7	2,7	
	<i>Tegula atra</i>	4,0									
	<i>Achanthopleura echinata</i>	3,7									
	<i>Chiton granosus</i>	4,3		1,3						2,0	2,0
	<i>Enoplochiton niger</i>		5,0		4,0		4,0				1,0
	<i>Loxechinus albus</i>	0,7									
	<i>Heliaster helianthus</i>	0,7	1,0		1,3	0,7	0,3		0,7	0,3	1,7
	<i>Stichaster striatus</i>	1,7	1,3								
<i>Pachycheles barbiger</i>	1,3										
<i>Phymanthea pluvia</i>	1,3									1,0	
<i>Phymactis papillosa</i>										0,3	

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza total específica del intermareal se registró en el transecto IR-9 con 39 *taxa*, mientras que la menor riqueza se registró en el transecto ubicado en el IR-4 con 21 *taxa* (Tabla EMB-52). Entre los niveles de zonación del intermareal se registraron diferencias en la riqueza, siendo el intermareal alto menos rico en número de especies que las zonas medio y bajo del intermareal.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Weaver, la cobertura de los organismos sésiles en estrato del intermareal alto y medio fue menos diversa en comparación con el intermareal bajo. El transecto IR-8 del intermareal bajo presentó la mayor diversidad con 3,0 y la menor fue en el intermareal alto en IR-2 con 0,6. Respecto a los organismos móviles, la diversidad mayor fue de 3,1 en IR-1 del intermareal bajo y en el intermareal alto en el transecto IR-6 e IR-8 solo se encontró un organismo

**Tabla EMB-52: Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, otoño 2014**

Intermareal	Tipo	Índices	IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
Alto	Cobertura	Diversidad (H')	0,8	0,6	1,2	1,5	1,3	1,7	0,4	1,6	1,9	0,6
		Riqueza (S')	2	2	3	4	3	5	2	5	5	2
	Densidad	Diversidad (H')	2,0	0,7	1,4	0,8	0,9	0,4	0,9	0,5	0,5	1,0
		Riqueza (S')	5	2	4	2	6	4	5	4	4	4
Medio	Cobertura	Diversidad (H')	1,6	2,2	2,0	1,3	1,5	1,8	2,2	0,3	2,7	2,1

Intermareal	Tipo	Índices	IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
	Densidad	Riqueza (S')	6	9	10	4	6	5	6	2	9	6
		Diversidad (H')	2,2	1,3	2,0	1,1	1,4	-	1,9	-	2,1	1,3
		Riqueza (S')	5	3	7	3	3	1	4	1	7	3
Bajo	Cobertura	Diversidad (H')	1,4	2,4	2,0	1,9	2,4	2,0	1,8	3,0	1,7	2,3
		Riqueza (S')	6	7	6	6	8	9	7	14	7	7
	Densidad	Diversidad (H')	3,1	2,7	1,5	0,8	0,6	0,9	1,0	2,4	2,5	2,2
		Riqueza (S')	10	8	6	2	3	3	2	7	7	5
		Riqueza Total	34	31	36	21	29	27	26	33	39	27

### Síntesis campaña otoño 2014

El intermareal de fondos duros se caracterizó por la presencia de bolones, macizo rocoso de gran tamaño y plataformas rocosas. Este tipo de fondo es característico del intermareal rocoso de la costa centro-norte de Chile (Vásquez & Vega, 2004). En forma general este tramo de costa se caracteriza por un intermareal compuesto por rocas graníticas macizas que penetran hacia el submareal en forma de plataformas cortas que se sumergen a los pocos metros desde la costa (Santelices, 1988). Los transectos en Punta Chungo (IR-3 a IR-8) se ubican en una zona levemente expuesta al oleaje, presentando conjuntos de bolones, macizos y plataformas rocosas con baja pendiente. Mientras que los transectos IR-1, IR-2 e IR-ECN presentaron características propias de fondos rocosos de mayor exposición, con una pendiente alta a moderada.

Vásquez & Vega (2004) señalan que el intermareal alto presenta parches de cirrípedos *Jehlius cirratus* y *Balanus laevis*. En el presente estudio se registró las mayores coberturas de la especie *Jehlius cirratus* como también de *Perumytilus purpuratus* en el intermareal alto lo que se asemeja a lo descrito en la literatura. La variabilidad entre transectos, en cobertura y densidad de los distintos *taxa* reportados como también en la variación de los índices ecológicos, se debe principalmente a las distintas características locales, lo cual es apreciable en los transectos que están ubicadas fuera de Punta Chungo.

El intermareal medio y bajo presentaron especies características de esa zona intermareal para la zona (López & Stotz, 1997). En este contexto es importante señalar que estas especies también han sido descritas en zonas con baja influencia antropogénica como lo es el intermareal del Parque Nacional Bosque Fray Jorge (Vásquez & Vega, 2004). En ese lugar se han registrado las algas *Corallina officinalis*, parches de *Gelidium chilense*, *Ulva* sp. y *Hildenbrandia* sp., además del mitílido *Perumytilus purpuratus*. Todas estas especies fueron registradas en el intermareal medio y bajo del sector Punta Chungo y en el resto de los transectos.

Los organismos presentes, así como la distribución de estos en los distintos niveles del intermareal rocoso registrados, concuerdan con lo señalado en la literatura para esta zona (López & Stotz, 1997). Así como también este patrón se mantiene conservadoramente en la costa comprendida entre Arica y Chiloé (Santelices, 1988).

➤ **Invierno 2014**

Descripción estructura comunitaria

La zona superior del intermareal rocoso presentó los más altos porcentajes de sustrato descubierto y se observó la presencia de alta abundancia de pequeños caracoles de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana*. La zona media se caracterizó por la presencia de parches del alga verdes *Ulva* sp. y *Codium dimorfum* y el alga parda *Mazzaella laminarioides*. El intermareal bajo presentó una comunidad dominada algas verdes y corallinales.

A continuación se describe el patrón de zonación del intermareal rocoso:

**Intermareal alto** (Tabla EMB-53): esta franja presentó, en promedio, cerca de un 58% de roca descubierta, tanto en Punta Chungo (IR-3 al IR-8) como en el resto de los transectos del área de estudio. Se registró un total de 23 *taxa* entre macroalgas e invertebrados. Las macroalgas sólo estuvieron representadas por 8 especies, de estas *Pyropia columbina* estuvo presente en gran abundancia en todos los transectos, salvo en IR-ECN. Los invertebrados sésiles fueron registrados en todos los transectos, el cirrípedo *Jehlius cirratus* fue el más importante respecto a los porcentajes de cobertura (máximo de 35,7% en IR-3), seguido por el molusco *Perumytilus purpuratus*, con un máximo de 28,3% en IR-7. Dentro del grupo de los invertebrados móviles, los pequeños caracoles de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana* presentaron las mayores abundancias en todos los transectos con un máximo en IR-7 de 636 ind./m<sup>2</sup> y en IR-8 de 543,3 ind./m<sup>2</sup> respectivamente.

**Intermareal medio** (Tabla EMB-54): esta franja presentó, en promedio, cerca de un 16% de sustrato descubierto y se registraron en total de 41 *taxa*. Las macroalgas presentaron importantes porcentajes de cobertura, mostrando un mosaico de parches siendo *Ulva* sp., *Codium dimorfum* las con mayor cobertura y en menor medida *Mazzaella laminarioides* las que predominaron en el sector de Punta Chungo (IR-3 al IR-8). Entre los invertebrados sésiles, los pequeños cirrípedos estuvieron presentes en todos los transectos con un bajo porcentaje (máximo 5% de *Balanus laevis* en IR-2), mientras que *Perumytilus purpuratus* presentó también bajos porcentajes de cobertura (máximos 4,7% en IR-5). En el grupo de los invertebrados móviles, el molusco *Scurria* sp. presentó la mayor densidad en Punta Chungo (347,3 ind./m<sup>2</sup> en IR-3 y 21,3 ind./m<sup>2</sup> en IR-7).

**Intermareal bajo** (Tabla EMB-55): esta franja registró la mayor diversidad específica con un total de 57 *taxa*, donde se eliminó el sustrato descubierto en algunos transectos y en los demás transectos se disminuyó a bajos porcentajes. El sector de Punta Chungo mostró parches de algas verdes tales como *Codium dimorfum* (16,4%) y *Ulva* sp. (17,6%), además de algas rojas ceramiales (20,7%) y corallinales (22,2%), también se encontró en dos transectos *Lessonia spicata*. En el resto de esta franja dominaron las algas rojas ceramiales y corallinales, y en menor porcentaje *Lessonia spicata*. Respecto a los invertebrados móviles, la mayor densidad en Punta Chungo correspondió al molusco *Prisogaster niger* con un máximo de 357,3 ind./m<sup>2</sup> en IR-3 y 293,3 ind./m<sup>2</sup> en IR-7, como también *Scurria* sp. con un máximo de 347,3 ind./m<sup>2</sup> en IR-7. Mientras que en los demás transectos presentaron una alta riqueza y diversidad de especies, pero baja abundancia.

**Tabla EMB-53: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, invierno 2014**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
<b>Cobertura (%)</b>											
Sustrato	Roca	40,0	81,3	52,0	85,3	62,3	52,7	32,3	40,3	65,7	74,7
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	1,3	5,3	35,7	0,3	8,7	3,0	34,3	12,3	1,3	2,0
	<i>Perumytilus purpuratus</i>			6,0	8,0	5,0		4,3	10,0	1,3	3,3
Macroalgas	<i>Pyopia columbina</i>	6,3	10,3	2,7	5,0	14,7	31,0	20,0	26,0	8,7	
	<i>Hildenbrandia sp.</i>	38,0		2,7		7,3		6,7	6,3	17,0	20,0
	<i>Corallina officinalis</i>	0,7									
	<i>Ulva sp.</i>	13,7		1,0		2,0		1,3		6,0	
	Ceramiales				1,3				5,0		
	<i>Caulerpales</i>						8,7				
	<i>Mazzaella laminarioides</i>						2,0				
	<i>Rhodomenia skottsbergii</i>		3,0				2,7				
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Austrolittorina araucana</i>	26,7	1,7	118,7	59,3	3,7		636,0	37,0	569,3	234,3
	<i>Echinolittorina peruviana</i>	502,7	5,7		123,3	6,0	10,7	9,3	543,3	291,7	0,3
	<i>Lottia orbigny</i>				4,0			1,3	0,3	0,3	
	<i>Diloma nigerrima</i>				8,0						
	<i>Onchidella sp.</i>										1,7
	<i>Prisogaster niger</i>					0,3			4,0		
	<i>Scurria sp.</i>	2,7	4,7					49,3			
	<i>Scurria plana</i>				20,0		5,3				
	<i>Scurria parasitica</i>			12,0							
	<i>Siphonaria lessoni</i>								1,3	2,7	
	<i>Scurria ceciliana</i>								0,7		
	<i>Scurria araucana</i>									0,3	
		<i>Chiton granosus</i>		2,3							

**Tabla EMB-54: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, invierno 2014**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
<b>Cobertura (%)</b>											
Sustrato	Roca	14,3	24,3	8,3	23,3	22,7	20,3	12,7	7,3	10,3	16,7
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	1,0		1,3	1,3	1,0		1,3	2,0		1,3
	<i>Balanus laevis</i>		5,0								
	<i>Balanus flosculus</i>		1,3				0,3	2,7	4,7	1,3	
	<i>Phragmatopoma sp.</i>			6,3							
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	0,3		0,7		4,7	2,0	2,0	1,3	4,0	2,0
Macroalgas	<i>Pyopia columbina</i>							1,7	1,0	3,3	39,0
	<i>Chaetomorpha sp.</i>	5,0									
	<i>Hildenbrandia sp.</i>	24,3	3,7	2,3	6,3	19,3		6,7	26,7	8,3	12,3
	<i>Corallina officinalis</i>	0,7	3,3								
	<i>Ulva sp.</i>	1,0	1,0	27,7	57,3	14,7	63,0	35,7	8,3	14,7	16,0
	<i>Codium dimorfum</i>	34,0				28,0		15,3		3,3	1,0
	<i>Colpomenia sp.</i>							0,7			
	Ceramiales		3,0	1,7	1,3			1,7	6,7		1,0
	Corallinales	10,0	50,0		0,7	7,7		3,7	11,3	9,7	9,7
	Gelidiales	9,3		3,7			3,7	4,0	9,0	22,7	
	<i>Mazzaella laminarioides</i>			47,0	9,7	2,0	4,0	9,3	21,7	22,3	
	<i>Rhodomenia skottsbergii</i>							2,7			
	<i>Ralfsia verrucosa</i>			1,0			6,7				

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
	<i>Lessonia spicata</i>		8,3								
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Echinolittorina peruviana</i>										2,7
	<i>Lottia orbigny</i>				1,3					0,3	
	<i>Acanthina monodon</i>			0,3							
	<i>Fissurella sp.</i>		1,3								
	<i>Fissurella crassa</i>	2,0	0,7					0,3		0,7	
	<i>Onchidella sp.</i>										7,3
	<i>Prisogaster niger</i>			5,3		1,3			14,0		
	<i>Scurria sp.</i>	21,3						347,3			
	<i>Scurria variabilis</i>					1,3				1,3	
	<i>Scurria viridula</i>					1,0				4,0	
	<i>Scurria plana</i>			1,3	1,3		8,0				
	<i>Siphonaria lessoni</i>					4,0				2,7	
	<i>Scurria cecilians</i>								2,0		
	<i>Scurria araucana</i>									8,0	
	<i>Tegula atra</i>					0,7					
	<i>Achanthopleura echinata</i>										0,7
	<i>Chiton granosus</i>	11,3	0,3	0,7		2,0	1,7	1,3	1,0		
	<i>Loxechinus albus</i>		1,7								
<i>Heliaster helianthus</i>		1,3		0,7	0,3		2,0	0,3			
<i>Stichaster striatus</i>		0,3									
<i>Anthothoe chilensis</i>							26,7				
<i>Phymactis papillosa</i>				0,3							

**Tabla EMB-55: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, invierno 2014**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
<b>Cobertura (%)</b>											
Sustrato	Roca	4,0	2,3	32,7		12,7		6,7		0,7	31,3
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>					0,7		16,0			
	<i>Balanus laevis</i>		0,3								
	<i>Balanus flosculus</i>		2,3						3,3	0,7	
	<i>Austromegabalanus pssittacus</i>			0,3							
	<i>Phragmatopoma sp.</i>			10,3			4,0	10,7	5,0		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>						3,3		0,3		
	<i>Pyura chilensis</i>			1,3							
Macroalgas	<i>Chaetomorpha sp.</i>	1,0									
	<i>Hildenbrandia sp.</i>	2,7	1,7	7,0	22,0	1,3		3,0	2,7	4,0	
	<i>Corallina officinalis</i>	8,0	14,7								2,0
	<i>Corallina sp.</i>			3,0			10,0		2,3		
	<i>Ulva sp.</i>			11,0	31,7	0,3	3,7	49,0	10,0	12,7	0,7
	<i>Codium dimorfum</i>	1,0		1,0	18,7	17,3	2,7		42,3	19,0	23,3
	Ceramiales			7,0	3,0	52,0					25,0
	Corallinales	64,0	63,3	17,0	20,7	15,7	59,3	8,3	12,3	60,0	4,3
	Gelidiales			8,7					9,3	2,0	
	<i>Gelidium sp.</i>	7,0									
	Caulerpales			0,7	4,0						
	<i>Mazzaella laminarioides</i>								2,7		
	<i>Plocamium cartilagineum</i>						0,7	0,3			
	<i>Rhodomenia skottsbergii</i>						0,3	4,3			
	<i>Rhodomenia sp.</i>									1,0	
<i>Ralfsia verrucosa</i>						1,7	1,7			13,3	
<i>Lessonia spicata</i>	12,3	15,3				14,3		9,7			
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Concholepas concholepas</i>		1,7				1,7				

Estaciones	IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
<i>Fissurella</i> sp.		0,7		1,0						
<i>Fissurella latimarginata</i>						0,3				2,0
<i>Fissurella costata</i>						4,3	2,7	0,3		0,3
<i>Fissurella maxima</i>								0,3		
<i>Fissurella crassa</i>	0,7	1,7				0,7	2,7		0,7	
<i>Nassarius</i> sp.										9,3
<i>Prisogaster niger</i>			357,3				293,3	4,7		
<i>Scurria</i> sp.			1,0	1,0			347,3			
<i>Scurria variabilis</i>					1,0			2,0	1,0	
<i>Scurria viridula</i>					3,7	4,0	1,3			3,3
<i>Siphonaria lessoni</i>								1,3	0,7	
<i>Scurria araucana</i>									4,0	
<i>Tegula atra</i>		1,0		4,0						
<i>Tegula tridentata</i>					4,7					
<i>Xanthochorus</i> sp.										7,3
<i>Achanthopleura echinata</i>		1,3				5,3	2,3			2,0
<i>Chiton cumingsi</i>				0,3						
<i>Chiton granosus</i>	7,0	3,3			1,0		1,3	1,7	2,0	
<i>Enoplochiton niger</i>	0,7									
<i>Loxechinus albus</i>		0,7				4,0				
<i>Tetrapygyus niger</i>						6,0				
<i>Heliaster helianthus</i>		0,7		1,0	0,7	0,7	1,3	0,3	1,3	
<i>Meyenaster gelatinosus</i>				0,3			0,7			
<i>Stichaster striatus</i>		0,7								
<i>Athyonidium chilensis</i>							0,3			
<i>Pachycheles barbiger</i>		0,3								
<i>Leptograpsus variegatus</i>				0,3						
<i>Talipeus dentatus</i>				0,7						
<i>Anemonia alicemartinae</i>					0,7					
<i>Anthothoe chilensis</i>				7,0			26,7			
<i>Phymanthea pluvia</i>							1,3			
<i>Phymactis papillosa</i>	0,7					2,7	1,3			

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza total específica del intermareal se registró en el transecto IR-7 con 48 *taxa*, mientras que la menor riqueza se registró en el transecto ubicado en el IR-1 con 31 *taxa* (Tabla EMB-56). Entre los niveles de zonación del intermareal se registraron diferencias en la riqueza de especies, donde el intermareal bajo presentó la mayor riqueza de especies, seguido por el intermareal medio y por último el intermareal alto.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Weaver, la cobertura de los organismos sésiles en estrato del intermareal alto y bajo fueron menos diversos en comparación con el intermareal medio. El transecto IR-8 del intermareal medio presentó la mayor diversidad con 3,0 y la menor fue en el intermareal alto en IR-ECN con 0,9. Respecto a los organismos móviles, la diversidad mayor diversidad fue de 3,0 en IR-2 e IR-6 del intermareal bajo y la menor diversidad se presentó en el intermareal alto en el transecto IR-1 con 0,3.



**Tabla EMB-56: Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, invierno 2014**

Intermareal	Tipo	Índices	IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
Alto	Cobertura	Diversidad (H')	1,4	1,4	1,3	1,4	2,1	1,5	1,7	2,1	1,8	0,9
		Riqueza (S')	5	3	5	4	5	5	5	5	5	3
	Densidad	Diversidad (H')	0,3	1,8	0,4	1,6	1,1	0,9	0,5	0,4	1,0	0,1
		Riqueza (S')	3	4	2	5	3	2	4	6	5	3
Medio	Cobertura	Diversidad (H')	2,5	2,1	2,2	1,7	2,5	1,6	3,0	3,0	2,9	2,4
		Riqueza (S')	9	8	9	6	7	6	13	10	9	8
	Densidad	Diversidad (H')	1,2	2,3	1,3	1,8	2,5	0,7	0,5	0,9	2,0	1,1
		Riqueza (S')	3	6	4	4	7	2	5	4	6	3
Bajo	Cobertura	Diversidad (H')	1,6	1,5	2,9	2,3	1,5	2,0	2,1	2,7	1,7	2,0
		Riqueza (S')	7	6	11	6	6	10	8	11	7	6
	Densidad	Diversidad (H')	1,1	3,0	0,1	2,3	2,1	3,0	1,4	2,2	2,5	1,8
		Riqueza (S')	4	10	2	9	6	10	13	7	7	5
Riqueza Total			31	37	33	34	34	35	48	43	39	28

#### Síntesis campaña invierno 2014

El intermareal de fondos duros se caracterizó por la presencia de bolones, macizo rocoso de gran tamaño y plataformas rocosas. Este tipo de fondo es característico del intermareal rocoso de la costa centro-norte de Chile (Vásquez & Vega, 2004). En forma general este tramo de costa se caracteriza por un intermareal compuesto por rocas graníticas macizas que penetran hacia el submareal en forma de plataformas cortas que se sumergen a los pocos metros desde la costa (Santelices, 1988). Los transectos en Punta Chungo (IR-3 a IR-8) se ubican en una zona levemente expuesta al oleaje, presentando conjuntos de bolones, macizos y plataformas rocosas con baja pendiente. Mientras que los transectos IR-1, IR-2 e IR-ECN presentaron características propias de fondos rocosos de mayor exposición, con una pendiente alta a moderada.

Vásquez & Vega (2004) señalan que el intermareal alto presenta parches de cirrípedos *Jehlius cirratus* y *Balanus laevis*. En el presente estudio se registró las mayores coberturas de la especie *Jehlius cirratus* como también de *Perumytilus purpuratus* en el intermareal alto lo que se asemeja a lo descrito en la literatura. La variabilidad entre transectos, en cobertura y densidad de los distintos *taxa* reportados como también en la variación de los índices ecológicos, se debe principalmente a las distintas características locales, lo cual es apreciable en los transectos que están ubicadas fuera de Punta Chungo.

El intermareal medio y bajo presentaron especies características de esa zona intermareal para la zona (López & Stotz, 1997). En este contexto es importante señalar que estas especies también han sido descritas en zonas con baja influencia antropogénica como lo es el intermareal del Parque Nacional Bosque Fray Jorge (Vásquez & Vega, 2004). En ese lugar se han registrado las algas *Corallina officinalis*, parches de *Gelidium chilense*, *Ulva* sp. y *Hildenbrandia* sp. además del mitílido *Perumytilus purpuratus*. Todas estas especies fueron registradas en el intermareal medio y bajo del sector Punta Chungo y en el resto de los transectos del área de estudio.

Los organismos presentes, así como la distribución de estos en los distintos niveles del intermareal rocoso registrados, concuerdan con lo señalado en la literatura para esta zona (López & Stotz, 1997). Así como también este patrón se mantiene conservadoramente en la costa comprendida entre Arica y Chiloé (Santelices, 1988).

➤ **Primavera 2014**

Descripción estructura comunitaria

La zona superior del intermareal rocoso presentó los más altos porcentajes de sustrato descubierto y se observó la presencia de alta abundancia de pequeños caracoles de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana*. La zona media se caracterizó por la presencia de parches de *Mazzaella laminarioides* la con mayor cobertura, seguido por *Ulva* sp. y *Hildenbrandia* sp.. El intermareal bajo presentó una comunidad dominada algas verdes y corallinales.

A continuación se describe el patrón de zonación del intermareal rocoso:

**Intermareal alto** (Tabla EMB-57): esta franja presentó, en promedio, cerca de un 57% de roca descubierta, tanto en Punta Chungo (IR-3 al IR-8) como en el resto de los transectos del área de estudio. Se registró un total de 22 *taxa* entre macroalgas e invertebrados. Las macroalgas sólo estuvieron representadas por 7 especies, de estas *Pyropia columbina* estuvo presente en gran abundancia en todos los transectos, salvo en IR-ECN. Los invertebrados sésiles fueron registrados en todos los transectos, el cirrípedo *Jehlius cirratus* fue el más importante respecto a los porcentajes de cobertura (máximo de 45,3% en IR-3), seguido por el molusco *Perumytilus purpuratus*, con un máximo de 18% en IR-8. Dentro del grupo de los invertebrados móviles, los pequeños caracoles de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana* presentaron las mayores abundancias en todos los transectos con un máximo en IR-1 de 489 ind./m<sup>2</sup> y en IR-7 de 1173 ind./m<sup>2</sup> respectivamente.

**Intermareal medio** (Tabla EMB-58): esta franja presentó, en promedio, cerca de un 28% de sustrato descubierto y se registraron en total de 34 *taxa*. Las macroalgas presentaron importantes porcentajes de cobertura, mostrando un mosaico de parches siendo *Mazzaella laminarioides* la con mayor cobertura, seguido por *Ulva* sp. y *Hildenbrandia* sp. en el sector de Punta Chungo (IR-3 al IR-8). Entre los invertebrados sésiles, los pequeños cirrípedos estuvieron presentes en todos los transectos con un bajo porcentaje (máximo 9,7% de *Jehlius cirratus* en IR-6), mientras que *Perumytilus purpuratus* tuvo mayor presencia fuera de la zona de Punta Chungo. En el grupo de los invertebrados móviles, el molusco *Tegula atra* mostró la mayor abundancia con 40 ind./m<sup>2</sup> en IR-3, el cual fue seguido por los moluscos del género *Scurria* y *Prisogaster niger* en Punta Chungo. Los pequeños caracoles *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana* exhibieron grandes densidades en la estación IR-ECN.

**Intermareal bajo** (Tabla EMB-59): esta franja registró la mayor diversidad específica con un total de 41 *taxa*, donde se eliminó el sustrato descubierto en algunos transectos y en los demás transectos se disminuyó a bajos porcentajes. El sector de Punta Chungo mostró parches de algas verdes tales como *Codium dimorfum* (18,2%) y *Ulva* sp. (16,5%), además de algas rojas corallinales (10,4%), también se encontró en tres transectos *Lessonia spicata* y en dos transectos altas coberturas de *Mazzaella laminarioides* (máximo de 49,7% en IR-7). En el resto de esta franja dominaron las algas rojas ceramiales y corallinales, y en menor porcentaje *Lessonia spicata*. Respecto a los invertebrados móviles, la mayor densidad en Punta Chungo correspondió al molusco *Prisogaster niger* con un máximo de 34,7 ind./m<sup>2</sup> en IR-3. Mientras que en los demás transectos presentaron una alta riqueza y diversidad de especies, pero baja abundancia.

**Tabla EMB-57: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, primavera 2014**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
		<b>Cobertura (%)</b>									
Sustrato	Roca	38,0	56,3	59,3	39,7	79,7	55,3	71,7	33,0	52,0	88,3
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	1,0	20,3	22,7	45,3	4,0	6,3	9,0	32,7	1,3	4,0
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	7,0	6,3	7,0	1,3	5,3	1,7	6,0	18,0	1,0	7,7
Macroalgas	<i>Pyropia columbina</i>	4,3	3,0	9,7	10,7	0,7	33,7	6,3	9,3	23,7	
	<i>Hildenbrandia</i> sp.	34,0	14,0	1,3		8,3	0,7	6,7	3,0	17,0	
	<i>Corallina</i> sp.					2,0	1,3				
	<i>Ulva</i> sp.	15,7			3,0		1,0			5,0	
	<i>Colpomenia</i> sp.								0,3		
	Ceramiales								3,7		
	Gelidiales							0,3			
		<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>									
Invertebrados	<i>Austrolittorina araucana</i>	489,0	244,3		156,0	133,7	6,7	244,3	97,7	391,0	
	<i>Echinolittorina peruviana</i>	99,7	1124,3	36,7	1102,7	4,0		1173,0	782,3	440,0	
	<i>Lottia orbigny</i>						17,3	6,7	1,3	1,3	
	<i>Diloma nigerrima</i>					8,0					
	<i>Onchidella</i>									1,3	
	<i>Prisogaster niger</i>						10,7		17,3		
	<i>Scurria</i> sp.	1,7									
	<i>Scurria viridula</i>				6,7					4,0	
	<i>Siphonaria lessoni</i>			1,3	9,3			1,3	21,3	4,7	
	<i>Scurria cecilian</i>					4,0			6,7		
	<i>Scurria araucana</i>						1,3			2,7	
Actiniaria								1,3			

**Tabla EMB-58: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, primavera 2014**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
		<b>Cobertura (%)</b>									
Sustrato	Roca	63,7	45,3	38,0	11,3	7,7	5,7	11,7	40,0	29,7	28,3
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>		6,7	3,0	0,7		9,7	1,3	4,0		0,7
	<i>Balanus flosculus</i>					0,3			0,7	1,3	
	<i>Phragmatopoma</i> sp.			2,7							
	<i>Perumytilus purpuratus</i>							0,3		4,7	4,0
Macroalgas	<i>Pyropia columbina</i>	9,7	1,7							4,0	25,7
	<i>Hildenbrandia</i> sp.	17,7	26,7	6,0	0,7	22,0	10,0	18,3	23,3	8,3	13,3
	<i>Corallina</i> sp.				0,3			2,3			
	<i>Ulva</i> sp.	4,0	16,3	9,3	9,7	34,0	41,0	5,7	7,0	4,0	15,3
	<i>Codium dimorfum</i>	2,3			0,7		0,3			3,3	2,7
	Ceramiales								6,7		
	Corallinales	1,0			2,3	1,7					2,3
	Gelidiales	1,7	3,3	3,7	2,0	1,7				29,3	7,7
	<i>Mazzaella laminarioides</i>			34,0	58,7	32,7	33,3	60,3	18,3	15,3	
	<i>Rhodymenia</i> sp.			3,3	13,7						
		<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>									
Invertebrados	<i>Austrolittorina araucana</i>										831,3
	<i>Echinolittorina peruviana</i>										1906,7
	<i>Lottia orbigny</i>							5,3	1,3		
	<i>Acanthina monodon</i>			4,0							
	<i>Fissurella crassa</i>	2,7	4,7							1,3	8,7

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
	<i>Prisogaster niger</i>			2,7			21,3		6,7		
	<i>Scurria</i> sp.	7,7	5,3								1,3
	<i>Scurria variabilis</i>	1,3	2,7							4,0	
	<i>Scurria viridula</i>					2,7				14,7	8,0
	<i>Siphonaria lessoni</i>		6,7			2,7	5,3		1,3	37,3	4,0
	<i>Scurria cecilians</i>		5,3	4,0			22,7	2,0	5,3		12,0
	<i>Scurria araucana</i>	8,0					5,3	5,3		20,0	9,3
	<i>Tegula atra</i>			40,0							
	<i>Chiton cumingsi</i>		0,7			1,3					
	<i>Chiton granosus</i>								1,3	6,0	
	<i>Chiton magnificus</i>									1,3	
	<i>Chaetopleura</i> sp.									1,3	
	<i>Tetrapygyus niger</i>					1,0					
	<i>Heliaster helianthus</i>		3,3	0,3	0,3		0,3	0,3	0,7	0,3	0,3

**Tabla EMB-59: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, primavera 2014**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
		<b>Cobertura (%)</b>									
Sustrato	Roca		11,7	28,0	0,3	3,0	1,3	5,7		2,7	1,7
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>		2,7	4,3							
	<i>Balanus laevis</i>			0,7							
	<i>Balanus flosculus</i>						0,3	0,7	2,0		
	<i>Phragmatopoma</i> sp.			20,3		0,3	8,7		1,3		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>								1,0		
	<i>Pyura chilensis</i>		2,0	1,3					0,7		
Macralgas	<i>Chaetomorpha</i> sp.	2,0									
	<i>Hildenbrandia</i> sp.	4,0	6,7	5,0	20,3	5,7	9,0	7,3	2,7	4,0	3,0
	<i>Corallina officinalis</i>			1,7							
	<i>Corallina</i> sp.	18,7	11,3				5,7		0,3		7,7
	<i>Dictyota kunthii</i>						2,0				
	<i>Ulva</i> sp.			13,3	17,0	31,3	4,0	26,7	6,7	12,7	9,7
	<i>Codium dimorfum</i>	29,0	18,3		8,3	4,3	33,7	2,3	42,3	19,0	17,3
	Corallinales	16,0	25,7	6,0	22,7	6,7	7,0	7,7	11,7	60,0	44,3
	Gelidiales	3,7	2,0	0,3	2,7	5,7	3,7		9,3		3,0
	<i>Mazzaella laminarioides</i>			19,0				49,7	1,0		
	<i>Rhodomenia skottsbergii</i>					43,0					
	<i>Rhodomenia</i> sp.				26,0		14,3			1,7	
<i>Lessonia spicata</i>	26,7	19,7		2,7		10,3		21,0		13,3	
		<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>									
Invertebrados	<i>Concholepas concholepas</i>						1,3				
	<i>Acanthina monodon</i>			8,0							
	<i>Fissurella limbata</i>								1,0		
	<i>Fissurella</i> sp.	8,0			1,3						
	<i>Fissurella costata</i>				2,0	1,3	5,3				10,3
	<i>Fissurella crassa</i>	4,0	7,0								
	<i>Fissurella pulchra</i>			1,3			1,3				
	<i>Prisogaster niger</i>			34,7							
	<i>Scurria</i> sp.	2,7			4,0						2,7
	<i>Scurria variabilis</i>	2,7	1,3						2,7		
	<i>Scurria viridula</i>									10,7	
<i>Scurria plana</i>						1,3					

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
		<b>Cobertura (%)</b>									
Sustrato	Roca		11,7	28,0	0,3	3,0	1,3	5,7		2,7	1,7
	<i>Siphonaria lessoni</i>		2,7					0,3	4,0		
	<i>Scurria cecilians</i>			2,7		1,3	21,3				
	<i>Scurria araucana</i>	9,3								14,7	
	<i>Tegula atra</i>			4,0							8,0
	<i>Acanthopleura echinata</i>	2,7									
	<i>Chiton granosus</i>	13,3	17,3						1,3	1,3	
	<i>Tetrapyrgus niger</i>					1,3					
	<i>Heliaster helianthus</i>		2,3	0,7	1,0		1,0	0,3	2,3	1,3	2,7
	<i>Stichaster striatus</i>					1,3					
	<i>Antholoba achates</i>					1,3					

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza total específica del intermareal se registró en el transecto IR-8 con 42 *taxa*, mientras que la menor riqueza se registró en el transecto ubicado en el IR-4 con 30 *taxa* (Tabla EMB-60). Entre los niveles de zonación del intermareal se registraron diferencias en la riqueza de especies, donde el intermareal bajo presentó la mayor riqueza de especies, seguido por el intermareal medio y por último el intermareal alto.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Weaver, la cobertura de los organismos sésiles en estrato del intermareal alto y medio fueron menos diversos en comparación con el intermareal bajo. El transecto IR-6 del intermareal bajo presentó la mayor diversidad con 2,9 y la menor fue en el intermareal alto en IR-ECN con 0,9. Respecto a los organismos móviles, la diversidad mayor diversidad fue de 2,5 en IR-1 del intermareal bajo y la menor diversidad se presentó en el intermareal alto en el transecto IR-3 con 0,2.

**Tabla EMB-60: Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, primavera 2014**

Intermareal	Tipo	Índices	IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
Alto	Cobertura	Diversidad (H')	1,7	1,7	1,6	1,1	2,0	1,3	2,0	1,9	1,6	0,9
		Riqueza (S')	5	4	4	4	5	6	5	6	5	2
	Densidad	Diversidad (H')	0,7	0,7	0,2	0,6	0,7	1,7	0,7	0,9	1,1	-
		Riqueza (S')	3	2	2	4	4	4	4	7	7	-
Medio	Cobertura	Diversidad (H')	2,0	1,8	2,1	1,6	1,8	1,8	1,4	2,1	2,4	2,4
		Riqueza (S')	6	5	7	9	6	5	6	6	8	8
	Densidad	Diversidad (H')	1,7	2,6	1,1	0,8	1,9	1,7	1,6	2,1	2,2	1,0
		Riqueza (S')	4	7	5	-	4	5	4	6	9	9
Bajo	Cobertura	Diversidad (H')	2,4	2,5	2,6	2,5	2,0	2,9	1,8	2,5	1,6	2,3
		Riqueza (S')	7	9	11	8	8	12	7	12	6	8
	Densidad	Diversidad (H')	2,5	1,7	1,5	1,8	2,3	1,5	1,0	2,2	1,4	1,8
		Riqueza (S')	7	5	6	4	5	6	2	5	4	4
		Riqueza Total	32	32	35	30	32	38	28	42	39	31

## Síntesis campaña primavera 2014

El intermareal de fondos duros se caracterizó por la presencia de bolones, macizo rocoso de gran tamaño y plataformas rocosas. Este tipo de fondo es característico del intermareal rocoso de la costa centro-norte de Chile (Vásquez & Vega, 2004). En forma general este tramo de costa se caracteriza por un intermareal compuesto por rocas graníticas macizas que penetran hacia el submareal en forma de plataformas cortas que se sumergen a los pocos metros desde la costa (Santelices, 1988). Los transectos en Punta Chungo (IR-3 a IR-8) se ubican en una zona levemente expuesta al oleaje, presentando conjuntos de bolones, macizos y plataformas rocosas con baja pendiente. Mientras que los transectos IR-1, IR-2 e IR-ECN presentaron características propias de fondos rocosos de mayor exposición, con una pendiente alta a moderada.

Vásquez & Vega (2004) señalan que el intermareal alto presenta parches de cirrípedos *Jehlius cirratus* y *Balanus laevis*. En el presente estudio se registró las mayores coberturas de la especie *Jehlius cirratus* como también de *Perumytilus purpuratus* en el intermareal alto lo que se asemeja a lo descrito en la literatura. La variabilidad entre transectos, en cobertura y densidad de los distintos *taxa* reportados como también en la variación de los índices ecológicos, se debe principalmente a las distintas características locales, lo cual es apreciable en los transectos que están ubicadas fuera de Punta Chungo.

El intermareal medio y bajo presentaron especies características de esa zona intermareal para la zona (López & Stotz, 1997). En este contexto es importante señalar que estas especies también han sido descritas en zonas con baja influencia antropogénica como lo es el intermareal del Parque Nacional Bosque Fray Jorge (Vásquez & Vega, 2004). En ese lugar se han registrado las algas *Corallina officinalis*, parches de *Gelidium chilense*, *Ulva* sp. y *Hildenbrandia* sp., además del mitílido *Perumytilus purpuratus*. Todas estas especies fueron registradas en el intermareal medio y bajo del sector Punta Chungo y en el resto de los transectos del área de estudio.

Los organismos presentes, así como la distribución de estos en los distintos niveles del intermareal rocoso registrados, concuerdan con lo señalado en la literatura para esta zona (López & Stotz, 1997). Así como también este patrón se mantiene conservadoramente en la costa comprendida entre Arica y Chiloé (Santelices, 1988).

### ➤ **Verano 2015**

#### Descripción estructura comunitaria

La zona superior del intermareal rocoso presentó los más altos porcentajes de sustrato descubierto y se observó la presencia de alta abundancia de pequeños caracoles de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana*. La zona media se caracterizó por la presencia de parches de *Mazzaella laminarioides* y *Ulva* sp., seguido por pequeños parches de *Codium dimorfum* y *Hildenbrandia* sp. El intermareal bajo presentó una comunidad dominada algas verdes y corallinales.

A continuación se describe el patrón de zonación del intermareal rocoso:

**Intermareal alto** (Tabla EMB-61): esta franja presentó, en promedio, cerca de un 50,9% de roca descubierta, tanto en Punta Chungo (IR-3 al IR-8) como en el resto de los transectos del área de estudio, el máximo porcentaje de roca descubierta se observó en el transecto IR-1 (73,3%). Se registró un total de 5 *taxa* de macroalgas y 18 *taxa* de invertebrados. Las coberturas de macroalgas presentaron parches intercalados de *Hildenbrandia* sp y *Ulva* sp. en la mayoría de los transectos. Se registraron invertebrados sésiles en todos los transectos, el cirrípedo *Jehlius cirratus* fue el más importante respecto a los porcentajes de cobertura (máximo de 49,3% en IR-3), seguido por el molusco *Perumytilus purpuratus*, con un máximo de 18% en IR-8. Dentro del grupo de los invertebrados móviles, los pequeños caracoles de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana* presentaron las mayores abundancias en todos los transectos con un máximo en IR-5 de 993 ind./m<sup>2</sup> y en IR-4 de 735 ind./m<sup>2</sup> respectivamente. Además, se registraron la presencia de esporádicos moluscos

**Intermareal medio** (Tabla EMB-62): esta franja presentó, en promedio, cerca de un 26,7% de sustrato descubierta y se registraron en total de 37 *taxa*. Las macroalgas presentaron importantes porcentajes de cobertura, mostrando un mosaico de parches siendo *Mazzaella laminarioides* la con mayor cobertura, seguido por *Ulva* sp. y *Hildenbrandia* sp. en el sector de Punta Chungo (IR-3 al IR-8). Entre los invertebrados sésiles, los pequeños cirrípedos estuvieron presentes en casi todos los transectos con un bajo porcentaje (máximo 8,7% de *Jehlius cirratus* en IR-6). Mientras que *Perumytilus purpuratus* tuvo muy baja presencia, solo en tres transectos, en el área de Punta Chungo y se observó con mayor fuerza fuera de la zona de Punta Chungo. En el grupo de los invertebrados móviles, el molusco *Prisogaster niger* mostró la mayor abundancia con 48 ind./m<sup>2</sup> en IR-3, el cual fue seguido en dominancia de los moluscos de género *Scurria* y grandes abundancia de *Siphonaria lessoni* y *Diloma nigerrima* con 32 ind./m<sup>2</sup> y 28 ind./m<sup>2</sup> en IR-6, respectivamente en Punta Chungo. En transecto IR-9 presentó 9 individuos, siendo el mayor número de especies de invertebrados móviles.

**Intermareal bajo** (Tabla EMB-63): esta franja registró la mayor diversidad específica con un total de 52 *taxa*, donde el sustrato descubierta es mínimo en casi todos los transectos, salvo en IR-8 que fue se detectó sustrato descubierta. El sector de Punta Chungo se registraron parches de algas verdes intercaladas, por ejemplo donde se observó *Codium dimorfum* (30% en IR-6) la presencia de *Ulva* sp. fue mínima, y en los transectos donde dominó *Ulva* sp. (74% en IR-4, 26% en IR-5 y 27% en IR-7) la presencia de *Codium dimorfum* fue baja. Además en estos parches se mezclan con de algas rojas corallinales y *Hildenbrandia* sp.. También se encontró en dos transectos *Lessonia spicata* (9% en IR-6 y 21% en IR-8) y en un transectos altas coberturas de *Mazzaella laminarioides* (49,7% en IR-7). Cabe destacar el alto porcentaje del poliqueto invertebrado *Phragmatopoma* sp. en IR-3 con un 73%. En el resto del intermareal blandodominaron las algas rojas ceramiales y corallinales, y en con una porcentaje medio *Lessonia spicata* en IR-2 (41%). Respecto a los invertebrados móviles, se observó una alta riqueza con 18 especies en Punta Chungo, los mayores porcentajes fueron *Scurria ceciliania* (28% en IR-6, *Prisogaster niger* (24% en IR-3) y *Diloma nigerrima* (24% en IR-3). Mientras que en los demás transectos en general presentaron una alta riqueza y diversidad de especies, pero baja abundancia.

**Tabla EMB-61: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, verano 2015**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
		<b>Cobertura (%)</b>									
Sustrato	Roca	73,3	63,7	32,7	65,7	55,7	29,3	72,7	29	42	45
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	1,5	18	49,3	26	5,3	37,7	9	32,7	1,3	11,7
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	3	6,5	9	1	9	16	9	18	1,5	13,5
	<i>Porphyra columbina</i>	11,7	9	2,5	7,7	14,7	1,7	6,3	9,3	22,7	5,7
Macroalgas	<i>Hildenbrandia</i> sp.	5	3			3		2	4,5	24,5	
	<i>Ulva</i> sp.	5		6,5			15			7,5	8
	<i>Colpomenia</i> sp.								1		
	Ceramiales								5,5		
	Gelidiales							1			16,1
	Chlorophyta indet.					12,5					
		<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>									
Invertebrados	<i>Austrolittorina araucana</i>	218,0	161,3	32,0	113,3	992,7	85,5	244,3	293,0	127,0	55,0
	<i>Echinolittorina peruviana</i>	518,0	684,3	11,0	734,7	190,5		1173,0	129,5	308,0	83,7
	<i>Lottia orbigny</i>						4,0	2,0	4,0	4,0	3,0
	<i>Onchidella</i>									4,0	
	<i>Prisogaster niger</i>								52,0		1,0
	<i>Scurria</i> sp.	298,0									1,0
	<i>Scurria viridula</i>		1,0		4,0					12,0	
	<i>Siphonaria lessoni</i>		30,0	23,0	17,3		12,0	4,0	21,3	2,5	4,3
	<i>Scurria ceciliana</i>								2,0		
	<i>Scurria araucana</i>									4,0	
	<i>Scurria zebrina</i>		8,0								
	<i>Chiton granosus</i>								12,0		
	<i>Nacella</i> sp.		4,0								
	<i>Heliaster helianthus</i>										1,0
	Actiniaria								4,0		

**Tabla EMB-62: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, verano 2015**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
		<b>Cobertura (%)</b>									
Sustrato	Roca	20,3	35,7	34	4,7	23,5	15	5,7	45	42,7	40,4
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	1	4	3,3	2	2	8,7	2	4		9,7
	<i>Balanus flosculus</i>		2		1				2	4	
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	1		5			1	1		4,7	4,5
Urocordado	<i>Pyura chilensis</i>		1								
Cnidario	Demospongiae				2						
Macroalgas	<i>Porphyra columbina</i>	12								6	1
	<i>Chaetomorpha</i> sp.	3				3					
	<i>Hildenbrandia</i> sp.	29	17,3		27,3	4,7	5	18,3	23,3	8,3	14,7
	<i>Corallina officinalis</i>		15								
	<i>Corallina</i> sp.							7			
	<i>Ulva</i> sp.	7,5		1	55,3	17,7	9,7	5,7	2	4	14
	<i>Codium dimorfum</i>	14,3	11,7				4			1	15,7
Ceramiales	6	8		5,7	4,7	4		5			



Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
		<b>Cobertura (%)</b>									
	Corallinales	4	5,7		2	2	2				
	Gelidiales	1								14,3	
	<i>Mazzaella laminarioides</i>			57		42	47,3	60,3	18,3	15,3	
	<i>Ralfsia verrucosa</i>						3				
	<i>Lessonia spicata</i>	1									
		<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>									
Invertebrados	<i>Anemonia alicemartinae</i>					4,0					
	<i>Meyenaster gelatinosus</i>				1,0	1,0	2,0				
	<i>Heliaster helianthus</i>		1,7					1,0	1,0	1,0	
	<i>Chiton granosus</i>	1,0		4,3					4,0	18,0	
	<i>Chiton magnificus</i>				4,0	4,0	4,0			4,0	
	<i>Chaetopleura sp.</i>									4,0	
	<i>Scurria parasitica zebrina</i>		8,0								
	<i>Scurria viridula</i>		2,5	20,0	8,0	1,0	12,0			22,0	1,3
	<i>Scurria araucana</i>								8,0	14,0	
	<i>Scurria ceciliana</i>	13,0							6,0	8,0	
	<i>Scurria variabilis</i>									6,0	
	<i>Scurria parasitica</i>	4,0									
	<i>Scurria sp.</i>	21,0									
	<i>Siphonaria lessoni</i>		12,0					32,0		4,0	37,3
	<i>Nacella sp.</i>	12,0									
	<i>Prisogaster niger</i>			48,0						10,0	
	<i>Fissurella crassa</i>	2,5	5,7							4,0	3,0
<i>Diloma nigerrima</i>							28,0				
<i>Lottia orbigny</i>								16,0	4,0		

**Tabla EMB-63: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, verano 2015**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
		<b>Cobertura (%)</b>									
Sustrato	Roca	5,5	1,7	9	4,6	15	4	2,7		9	10,7
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>			7,5							2,5
	<i>Balanus flosculus</i>		3,5		1,5		1	2	2		2
	<i>Phragmatopoma sp.</i>			64		6	13		4		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>			1					3		
	Vermetidae	4									
Urocordado	<i>Pyura chilensis</i>		3						2		
Macroalgas	<i>Enteromorpha sp.</i>										7
	<i>Chaetomorpha sp.</i>	1									
	<i>Hildenbrandia sp.</i>	4,3	6,3	7	6,7	11,7	22	4,3	4	12	7,3
	<i>Corallina officinalis</i>		5,5								
	<i>Corallina sp.</i>	8,3				6	9,5		1		
	<i>Dictyota kunthii</i>						6				
	<i>Ulva sp.</i>			8	72,7	26	1	26,7	6,7	12,7	6
	<i>Codium dimorfum</i>	12				13	20,3	7	32,5	4	12,7
	Ceramiales	2			7,5	2	4				
	Corallinales	48	42		6	8,3	5	7,7	17,5	60	20,3

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
	Gelidiales		4		1	2	5,5		3,3		11,7
	<i>Gelidium</i> sp.	14									
	<i>Mazzaella laminarioides</i>			3,5				49,7	3		
	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>					10					
	<i>Rhodymenia</i> sp.						5			2,5	
	<i>Ralfsia verrucosa</i>										12,7
	<i>Lessonia spicata</i>	1	34				4		21		
	Chlorophyta indet.										7
		<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>									
Invertebrados	<i>Concholepas concholepas</i>	2,0	4,0				1,0				
	<i>Tegula atra</i>	48,0	4,0								8,0
	<i>Phymactis papillosa</i>				4,0	1,0					1,0
	<i>Antholoba achates</i>					2,0					
	<i>Acanthocyclus</i> sp.		4,0								
	<i>Paraxanthus barbiger</i>	1,0									
	<i>Stichaster striatus</i>		3,0			4,0					
	<i>Meyenaster gelatinosus</i>				2,0						
	<i>Heliaster helianthus</i>		4,0				1,5	1,0	3,5	2,0	1,0
	<i>Acanthopleura echinata</i>		1,0								
	<i>Chiton granosus</i>	3,0	1,0	1,0					4,0	4,0	
	<i>Tetrapygyus niger</i>		2,5			3,0					
	<i>Chiton magnificus</i>	4,0									
	<i>Loxechinus albus</i>		1,0								
	<i>Tetrapygyus niger</i>	1,0									
	<i>Scurria viridula</i>			14,0	8,0		4,0			16,0	2,3
	<i>Scurria araucana</i>									14,7	
	<i>Scurria plana</i>		4,0		4,0						
	<i>Scurria ceciliania</i>					8,0	28,0				
	<i>Scurria variabilis</i>								8,0		
	<i>Scurria</i> sp.										1,0
	<i>Siphonaria lessoni</i>				8,0			1,0	12,0		2,0
	<i>Prisogaster niger</i>			24,0							
<i>Fissurella pulchra</i>						1,0					
<i>Fissurella crassa</i>	2,0	10,3		1,0						2,0	
<i>Fissurella costata</i>	1,0				2,0	3,0					
<i>Fissurella limbata</i>								3,0			
<i>Diloma nigerrima</i>			24,0								

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza total específica del intermareal se registró en el transecto IR-8 con 43 *taxa*, mientras que la menor riqueza se registró en el transecto ubicado en el IR-3 con 24 *taxa* (Tabla EMB-64). Entre los niveles de zonación del intermareal se registraron diferencias en la riqueza de especies, donde el intermareal bajo presentó la mayor riqueza de especies, seguido por el intermareal medio y por último el intermareal alto.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Weaver, la cobertura de los organismos sésiles en estrato del intermareal alto y medio fueron menos diversos en comparación con el intermareal bajo. En términos de cobertura el transecto IR-6 del intermareal bajo presentó la mayor diversidad con 3,1 y la menor fue en el intermareal medio en IR-3 con 0,8. Respecto a

los organismos móviles, la diversidad mayor diversidad fue de 3,1 en IR-2 del intermareal bajo y la menor diversidad se presentó en el intermareal alto en el transecto IR-5 con 0,6.

**Tabla EMB-64: Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, verano 2015**

Intermareal	Tipo	Índices	IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
Alto	Cobertura	Diversidad (H')	2	1,7	1,2	0,9	2,1	1,5	2	2	1,7	2,2
		Riqueza (S')	5	4	4	3	5	4	5	6	5	5
	Densidad	Diversidad (H')	1,5	1	1,5	0,7	0,6	0,8	0,7	1,8	1,3	1,4
		Riqueza (S')	3	6	3	4	2	3	4	8	7	7
Medio	Cobertura	Diversidad (H')	2,8	2,6	0,8	1,6	1,9	2,2	1,6	2,2	2,7	2,3
		Riqueza (S')	11	8	4	7	7	9	6	6	8	6
	Densidad	Diversidad (H')	2,1	2	1,1	1,2	1,7	1,8	1,6	2,3	2,6	0,9
		Riqueza (S')	6	5	3	3	4	5	4	6	9	2
Bajo	Cobertura	Diversidad (H')	2,2	1,9	1,4	1,3	2,8	3,1	1,9	2,7	1,5	3,1
		Riqueza (S')	9	7	6	6	9	12	6	12	5	10
	Densidad	Diversidad (H')	1,4	3,1	1,6	2,3	2,3	1,4	1	2,1	1,6	2,3
		Riqueza (S')	8	11	4	6	6	6	2	5	4	7
Riqueza Total			42	41	24	29	33	39	27	43	38	37

### Síntesis campaña verano 2015

El intermareal de fondos duros se caracterizó por la presencia de bolones, macizo rocoso de gran tamaño y plataformas rocosas. Este tipo de fondo es característico del intermareal rocoso de la costa centro-norte de Chile (Vásquez & Vega, 2004). En forma general este tramo de costa se caracteriza por un intermareal compuesto por rocas graníticas macizas que penetran hacia el submareal en forma de plataformas cortas que se sumergen a los pocos metros desde la costa (Santelices, 1988). Los transectos en Punta Chungo (IR-3 a IR-8) se ubican en una zona levemente expuesta al oleaje, presentando conjuntos de bolones, macizos y plataformas rocosas con baja pendiente. Mientras que los transectos IR-1, IR-2 e IR-ECN presentaron características propias de fondos rocosos de mayor exposición, con una pendiente alta a moderada.

Vásquez & Vega (2004) señalan que el intermareal alto presenta parches de cirrípedos *Jehlius cirratus* y *Balanus laevis*. En el presente estudio se registró las mayores coberturas de la especie *Jehlius cirratus* como también de *Perumytilus purpuratus* en el intermareal alto lo que se asemeja a lo descrito en la literatura. La variabilidad entre transectos, en cobertura y densidad de los distintos *taxa* reportados como también en la variación de los índices ecológicos, se debe principalmente a las distintas características locales, lo cual es apreciable en los transectos que están ubicadas fuera de Punta Chungo.

El intermareal medio y bajo presentaron especies características de esa zona intermareal para la zona (López & Stotz, 1997). En este contexto es importante señalar que estas especies también han sido descritas en zonas con baja influencia antropogénica como lo es el intermareal del Parque Nacional Bosque Fray Jorge (Vásquez & Vega, 2004). En ese lugar se han registrado las algas *Corallina officinalis*, parches de *Gelidium chilense*, *Ulva* sp. y *Hildenbrandia* sp., además del mitílido *Perumytilus purpuratus*. Todas estas especies fueron registradas en el intermareal medio y bajo del sector Punta Chungo y en el resto de los transectos.

Los organismos presentes, así como la distribución de estos en los distintos niveles del intermareal rocoso registrados, concuerdan con lo señalado en la literatura para esta zona (López & Stotz, 1997). Así como también este patrón se mantiene conservadoramente en la costa comprendida entre Arica y Chiloé (Santelices, 1988).

### ➤ Invierno 2015

#### Descripción estructura comunitaria

La zona superior del intermareal rocoso, y en menor medida el intermareal medio, presentaron los más altos porcentajes de sustrato descubierto. En el intermareal alto se observó alta abundancia de pequeños caracoles de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana*. La zona media se caracterizó por la presencia de parches de *Mazzaella laminarioides* y *Ulva* sp., seguido por pequeños parches de *Hildenbrandia* sp, como también invertebrados del género *Scurria*. El intermareal bajo presentó una comunidad dominada por corallinales y parches de *Codium dimorfum*.

A continuación se describe el patrón de zonación del intermareal rocoso:

**Intermareal alto** (Tabla EMB-65): esta franja presentó, en promedio, cerca de un 56,4% de roca descubierta, tanto en Punta Chungo (IR-3 al IR-8) como en el resto de los transectos del área de estudio, el máximo porcentaje de roca descubierta se observó en el transecto IR-7 (86,7%). Se registró un total de 2 *taxa* de invertebrados y 8 *taxa* de macroalgas. Las coberturas de macroalgas presentaron parches intercalados de *Porfira columbina* y *Ulva* sp. en la mayoría de los transectos. Se registraron invertebrados sésiles en todos los transectos, el cirrípedo *Jehlius cirratus* fue el más importante respecto a los porcentajes de cobertura (máximo de 12,3% en IR-2 y IR-3), seguido por el molusco *Perumytilus purpuratus*, con un máximo de 20,5% en IR-8. Dentro del grupo de los invertebrados móviles, los pequeños caracoles de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana* presentaron las mayores abundancias en todos los transectos, menos en IR-8, con un máximo en IR-6 de 2.610 ind./m<sup>2</sup> y en IR-9 de 293 ind./m<sup>2</sup> respectivamente. Además, se registraron la presencia de esporádicos moluscos *Siphonaria lessoni*.

**Intermareal medio** (Tabla EMB-66): esta franja presentó, en promedio, cerca de un 26% de sustrato descubierto y se registraron en total de 36 *taxa*. Las macroalgas presentaron importantes porcentajes de cobertura, mostrando un mosaico de parches siendo *Mazzaella laminarioides* la con mayor cobertura, seguido por *Hildenbrandia* sp. y *Ulva* sp. no se encontró dichas especies en los transectos IR-5 e IR-6 en el sector de Punta Chungo (IR-3 al IR-8). Entre los invertebrados sésiles, los pequeños cirrípedos estuvieron presentes en casi todos los transectos (excluyendo IR-1, IR-5 e IR-6) con un bajo porcentaje (máximo 7% de *Jehlius cirratus* en IR-4). Mientras que *Perumytilus purpuratus* tuvo muy baja presencia, solo en cuatro transectos, en el área de Punta Chungo. Solo en el transecto IR-E-CN se registraron de las especies *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana* con 831 y 1906 ind./m<sup>2</sup>, respectivamente. En el grupo de los invertebrados móviles, el molusco *Prisogaster niger* mostró la mayor abundancia con 74 ind./m<sup>2</sup> en IR-3 y 64 ind./m<sup>2</sup> en IR-6, el cual fue seguido en dominancia de los moluscos de género *Scurria*, *Siphonaria lessoni* y chitones, también se observó baja abundancia en casi todos los transectos de el sol de mar (*Heliaster helianthus*) en Punta Chungo. El transecto IR-9 presentó 6 individuos, destacando la presencia de *Fisurellas crassa* y el Chitón (*Onchidella* sp.).

**Intermareal bajo** (Tabla EMB-67): esta franja registró la mayor diversidad específica con un total de 48 *taxa*, donde el sustrato descubierto es mínimo en casi todos los transectos, con un mayor porcentaje en IR-5 (20%). El sector de Punta Chungo se registraron parches de algas verdes intercaladas, por ejemplo donde se observó *Codium dimorfum* (50,5% en IR-6) la presencia de *Ulva* sp. fue mínima, y en los transectos donde dominó *Ulva* sp. (IR-4 y IR-7) la presencia de *Codium dimorfum* fue baja. Además en estos parches se mezclan con algas rojas crustosas como corallinales y *Hildenbrandia* sp. También se encontró *Lessonia spicata* (11,7% en IR-6 y 16,9% en IR-8), al igual que en los transectos fuera de Punta Chungo (IR-1 con 24,7%, IR-2 con 37,3% e IR-E-CN con 15%), y en un transectos altas coberturas de *Mazzaella laminarioides* (39% en IR-7). Cabe destacar la presencia del poliqueto invertebrado *Phragmatopoma* sp. en IR-3 con un 18,5% e IR-6 con un 10,9%. Respecto a los invertebrados móviles, se observó una alta riqueza con 29 especies en Punta Chungo, Con un excepcional numero de 214 ind./m<sup>2</sup> de *Diloma nigerrima* en el transectos IR-3, la abundancia mayor que siguió fue de *Scurria cecilians* (64 ind./m<sup>2</sup> en IR-6). Mientras que en los demás transectos en general presentaron una alta riqueza y diversidad de especies, pero baja abundancia.

**Tabla EMB-65: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal alto, invierno 2015**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
		<b>Cobertura (%)</b>									
Sustrato	Roca	20,0	51,0	21,7	62,7	75,5	69,5	86,7	64,5	72,5	68,8
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>	3,0	12,3	12,3	11,3	6,0	5,7	6,3	11,0	3,3	4,0
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	7,2	8,7	9,3	4,7	7,5	2,5		20,5	3,5	5,5
Macroalgas	<i>Porphyra columbina</i>	4,3	7,3	48,7	3,3	3,0	6,0	1,0	1,0	17,7	14,7
	<i>Hildenbrandia</i> sp.	42,0				2,0	9,3	2,0		1,0	
	<i>Corallina</i> sp.										5,0
	<i>Ulva</i> sp.	13,5	2,0	8,0	18,0	6,0	7,0	1,0	3,0	2,0	
	Ceramiales	10,0									
	<i>Mazzaella laminarioides</i>							3,0			2,0
	<i>Ralfsia verrucosa</i>		17,7								
	<i>Scytosiphon</i> sp.		1,0								
		<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>									
Invertebrados	<i>Austrolittorina araucana</i>	1467,0	110,3	685,7	1320,0	258,3	2610,0	314,7		386,0	98,3
	<i>Echinolittorina peruviana</i>	149,5	37,0		147,0	170,0	37,0	246,0		293,0	37,0
	<i>Lottia orbigny</i>		1,0		6,0	3,5		14,0			
	<i>Diloma nigerrima</i>					2,0	3,0	1,5			1,0
	<i>Prisogaster niger</i>			196,0					22,0		
	<i>Scurria</i> sp.	5,0									
	<i>Scurria variabilis</i>								44,0		
	<i>Scurria viridula</i>				12,0					4,0	
	<i>Siphonaria lessoni</i>		10,0	24,0	22,0				12,0	20,0	3,5
	<i>Scurria araucana</i>		4,0						18,0	8,0	
	<i>Scurria zebrina</i>		1,0								
	<i>Chiton granosus</i>			20,0							5,0

**Tabla EMB-66: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal medio, invierno 2015**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
<b>Cobertura (%)</b>											
Sustrato	Sustrato Disponible	49,3	18,3	25,3	34,3			10,0	43,0	5,5	23,5
Invertebrados	<i>Jehlius cirratus</i>		4,3	3,0	7,0			2,0	4,0	1,0	2,0
	<i>Balanus flosculus</i>					1,0			2,0		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>		2,3	6,5	1,0			1,0		11,7	4,0
Macroalgas	<i>Porphyra columbina</i>	10,5									21,0
	<i>Hildenbrandia</i> sp.	17,7	38,0	5,5	10,3			14,0	23,3	6,5	12,7
	<i>Corallina officinalis</i>										2,0
	<i>Corallina</i> sp.							7,0		2,0	
	<i>Ulva</i> sp.	6,0	9,5	2,0	13,3			5,7	7,0	34,3	15,3
	<i>Codium dimorfum</i>	3,5	14,5				1,0				4,5
	Ceramiales	5,0		2,0	7,7				9,4		
	Corallinales	3,0		1,0		5,0					3,5
	Gelidiales	5,0	8,0			1,7				25,0	11,5
	<i>Mazzaella laminarioides</i>		5,0	50,7	26,3	32,7	33,3	60,3	11,3	12,0	
	<i>Ralfsia verrucosa</i>			4,0							
	<i>Scytosiphon</i> sp.									2,0	
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Austrolittorina araucana</i>										831,3
	<i>Echinolittorina peruviana</i>										1.906,7
	<i>Lottia orbigny</i>							16,0	4,0		
	<i>Diloma nigerrima</i>			4,0							
	<i>Fissurella</i> sp.		1,0								
	<i>Fissurella crassa</i>	4,0	2,7							7,0	8,7
	<i>Prisogaster niger</i>			74,0			64,0		10,0		
	<i>Scurria</i> sp.	11,5	1,0	4,0							4,0
	<i>Scurria variabilis</i>	4,0									
	<i>Scurria viridula</i>		1,0	8,0		8,0					12,0
	<i>Siphonaria lessoni</i>		9,0		4,0	4,0	8,0		4,0	16,0	6,0
	<i>Scurria cecilian</i>						34,0	6,0	8,0		18,0
	<i>Scurria araucana</i>	12,0	5,5	14,0	9,3		8,0	8,0		17,3	14,0
	<i>Scurria zebrina</i>			8,0							8,0
	<i>Onchidella</i> sp.										36,0
	<i>Chiton cumingsi</i>					4,0					
	<i>Chiton granosus</i>		4,0	22,0	12,0				4,0	11,0	
	<i>Tetrapyrgus niger</i>					1,0					
	<i>Heliaster helianthus</i>		1,5	1,0	4,0		1,0	1,0	1,0		1,0
	<i>Acanthocyclus</i> sp.		1,0	4,0	4,0						
Actiniaria			16,0								

**Tabla EMB-67: Cobertura (%) y densidad (ind./m<sup>2</sup>) de macroalgas e invertebrados en el intermareal bajo, invierno 2015**

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
<b>Cobertura (%)</b>											
Sustrato	Sustrato Disponible		9,3	17,7	6,0	20,0		3,0		5,0	2,5
Invertebrados	<i>Balanus flosculus</i>						1,0		2,0		
	<i>Phragmatopoma</i> sp.			18,5		11,7	10,9		4,0		
	<i>Perumytilus purpuratus</i>								3,0	2,0	
	<i>Pyura chilensis</i>		1,0						2,0		
	Demospongiae				6,1						

Estaciones		IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
Macroalgas	<i>Chaetomorpha</i> sp.	3,0									
	<i>Hildenbrandia</i> sp.	3,2	5,3	3,0	4,3			16,0	4,0	5,3	2,4
	<i>Corallina officinalis</i>										2,0
	<i>Corallina</i> sp.	17,0	13,0				5,7		1,0	62,7	5,0
	<i>Dictyota kunthii</i>						1,0				
	<i>Ulva</i> sp.			5,5	15,6			27,0	6,7	5,0	8,5
	<i>Codium dimorfum</i>	25,7	7,7		14,0	13,0	50,5		42,3	13,5	21,3
	Ceramiales			40,0	3,0						
	Corallinales	21,0	21,3	6,3	25,7	6,7	7,0	7,0	9,5		34,3
	Gelidiales	5,5	5,0			5,7	5,5	8,0	5,6	6,5	9,0
	<i>Mazzaella laminarioides</i>			5,0	11,3			39,0	3,0		
	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>					43,0					
	<i>Rhodymenia</i> sp.			4,0	14,0		6,7				
	<i>Lessonia spicata</i>	24,7	37,3				11,7		16,9		15,0
<b>Densidad (ind./m<sup>2</sup>)</b>											
Invertebrados	<i>Diloma nigerrima</i>			214,0							
	<i>Concholepas concholepas</i>						4,0				
	<i>Acanthina monodon</i>			4,0							
	<i>Fissurella limbata</i>				8,0				3,0		
	<i>Fissurella</i> sp.	8,0								5,0	
	<i>Fissurella costata</i>		1,0		4,0	4,0	16,0	3,0		3,0	10,3
	<i>Fissurella crassa</i>	6,0	2,0								
	<i>Fissurella pulchra</i>						4,0				
	<i>Prisogaster niger</i>				4,0						
	<i>Scurria</i> sp.	8,0		4,0							8,0
	<i>Scurria variabilis</i>	8,0							8,0		
	<i>Scurria viridula</i>		1,0		4,0					8,0	
	<i>Scurria plana</i>						4,0				
	<i>Siphonaria lessoni</i>								12,0	4,0	
	<i>Scurria ceciliana</i>					4,0	64,0				
	<i>Scurria araucana</i>	14,0			4,0			8,0			
	<i>Scurria zebrina</i>									6,7	
	<i>Tegula atra</i>							4,0		20,0	24,0
	<i>Diaulula variolata</i>				4,0						
	<i>Acanthopleura echinata</i>	8,0	1,5					1,0			
	<i>Chiton cumingsi</i>										
	<i>Chiton granosus</i>	40,0	12,0	6,0	9,0				4,0		
	<i>Tetrapygyus niger</i>					4,0					
<i>Heliaster helianthus</i>		1,7	1,0	4,0		1,5	1,0	3,5	1,0	4,0	
<i>Stichaster striatus</i>		1,0			4,0						
<i>Acanthocyclus</i> sp.									4,0		
Actiniaria			44,0	36,0							
<i>Antholoba achates</i>					4,0						
<i>Phymactis papillosa</i>		2,0									

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza total específica del intermareal se registró en el transecto IR-2 con 43 *taxa*, mientras que la menor riqueza se registró en el transecto ubicado en el IR-6 con 26 *taxa*, aportando con 18 *taxa* el intermareal medio (Tabla EMB-68). Entre los niveles de zonación del intermareal se registraron diferencias en la riqueza de especies, donde el intermareal

bajo presento la mayor riqueza de especies, seguido casi por igual número de especies por intermareal medio y por último con un bajo número de especies el intermareal alto.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Weaver, la cobertura de los organismos sésiles en estrato del intermareal alto, medio fueron menos diversos en comparación con el intermareal bajo. En términos de cobertura el transecto IR-8 del intermareal bajo presentó la mayor diversidad con 2,8 y la menor fue en el intermareal medio en IR-6 con 0,2, por la dominancia de una especie (*Mazzaella laminarioides*). Respecto a los organismos móviles, la diversidad mayor diversidad fue de 2,7 en IR-2 del intermareal medio y la menor diversidad se presentó en el intermareal bajo en el transecto IR-3 con 0,1, explicado por la gran abundancia de una especie (*Diloma nigerrima*).

**Tabla EMB-68: Índices de riqueza específica S y de diversidad Shannon-Weaver H' para las diez estaciones o transectos del intermareal, invierno 2015**

Intermareal	Tipo	Índices	IR-1	IR-2	IR-3	IR-4	IR-5	IR-6	IR-7	IR-8	IR-9	IR-ECN
Alto	Cobertura	Diversidad (H')	2,1	2,2	1,5	1,8	2,2	2,2	2	1,4	1,6	2,01
		Riqueza (S')	6	6	4	4	5	5	5	4	5	5
	Densidad	Diversidad (H')	0,5	1,3	1,1	0,7	1,1	0,1	1,2	1,8	1,3	1,1
		Riqueza (S')	3	6	4	5	4	3	4	4	6	4
Medio	Cobertura	Diversidad (H')	2,5	2,3	1,6	2,2	0,9	0,2	1,6	2,2	2,3	2,7
		Riqueza (S')	7	7	8	6	4	2	6	6	8	9
	Densidad	Diversidad (H')	1,8	2,7	2,5	2,1	1,7	1,6	1,6	2,3	2,3	1,1
		Riqueza (S')	4	9	10	5	4	5	4	6	6	9
Bajo	Cobertura	Diversidad (H')	2,5	2,4	2,1	2,7	1,6	2,6	2,2	2,8	1,8	2,5
		Riqueza (S')	7	7	7	8	5	9	5	12	6	8
	Densidad	Diversidad (H')	2,4	2,3	1	2,5	2,3	1,5	1,9	2,1	2,6	1,7
		Riqueza (S')	7	8	6	9	5	6	5	5	8	4
		Riqueza Total	34	43	39	37	27	30	29	37	39	39

### Síntesis campaña invierno 2015

El intermareal de fondos duros se caracterizó por la presencia de bolones, macizo rocoso de gran tamaño y plataformas rocosas. Este tipo de fondo es característico del intermareal rocoso de la costa centro-norte de Chile (Vásquez & Vega, 2004). En forma general este tramo de costa se caracteriza por un intermareal compuesto por rocas graníticas macizas que penetran hacia el submareal en forma de plataformas cortas que se sumergen a los pocos metros desde la costa (Santelices, 1988). Los transectos en Punta Chungo (IR-3 a IR-8) se ubican en una zona levemente expuesta al oleaje, presentando conjuntos de bolones, macizos y plataformas rocosas con baja pendiente. Mientras que los transectos IR-1, IR-2 e IR-ECN presentaron características propias de fondos rocosos de mayor exposición, con una pendiente alta a moderada.

Vásquez & Vega (2004) señalan que el intermareal alto presenta parches de cirrípedos *Jehlius cirratus* y *Balanus laevis*. En la presente campaña se registró las mayores coberturas de la especie *Jehlius cirratus* como también de *Perumytilus purpuratus* en el intermareal alto lo que se asemeja a lo descrito en la literatura. La variabilidad entre transectos, en cobertura y densidad de los distintos *taxa* reportados como también en la variación de los índices ecológicos, se debe principalmente a las distintas características locales, lo cual es apreciable en los transectos que están ubicadas fuera de Punta Chungo (mayor pendiente y exposición al oleaje).



El intermareal medio y bajo presentaron especies características de esa zona intermareal para la zona (López & Stotz, 1997). En este contexto es importante señalar que estas especies también han sido descritas en zonas con baja influencia antropogénica como lo es el intermareal del Parque Nacional Bosque Fray Jorge (Vásquez & Vega, 2004). En ese lugar se han registrado las algas *Corallina officinalis*, parches de *Gelidium chilense*, *Ulva* sp. y *Hildenbrandia* sp. además del mitílido *Perumytilus purpuratus*. Todas estas especies fueron registradas en el intermareal medio y bajo del sector Punta Chungo y en el resto de los transectos.

Los organismos presentes, así como la distribución de estos en los distintos niveles del intermareal rocoso registrados, concuerdan con lo señalado en la literatura para esta zona (López & Stotz, 1997). Así como también este patrón se mantiene conservadoramente en la costa comprendida entre Arica y Chiloé (Santelices, 1988).

#### - Síntesis de resultados del intermareal rocoso

El intermareal rocoso en el sector de Punta Chungo analizado el 2012, 2014 y 2015 mostró las características propias del centro norte de Chile, conservando una marcada zonación vertical. Por lo tanto, en términos generales, la comunidad del intermareal rocoso en Punta Chungo se mantuvo similar presentando un patrón estratificado general dominado por cobertura y distribución de especies características de cada nivel.

El intermareal alto estuvo dominado en su mayoría por sustrato descubierto, entrelazado con cobertura compuesta por pequeños cirrípedo y parches de algas verdes y algas rojas crustosas, además de pequeños moluscos móviles.

El intermareal medio, presentó bajos porcentajes de sustrato descubierto, debido a la alta cobertura de algas, las cuales variaron estacionalmente en porcentaje de utilización del sustrato disponible, mostrando parches de algas rojas crustosas, algas verdes tales como *Ulva* sp. y *Codium dimorfum* y algas pardas como *Mazzaella laminarioides*. Además de presentar invertebrados sésiles, los cuales también variaron estacionalmente en cobertura, como los cirrípedos (e.g. *Jehlius cirratus*) y el molusco *Perumytilus purpuratus*. El grupo de los invertebrados móviles presentó una marcada variación estacional en términos de abundancia, probablemente por cambios en la tasa reclutamiento de cada especie. Sin embargo, cabe destacar que los moluscos del género *Scurria* y *Prisogaster niger* presentaron las mayores densidades en todas las campañas de muestreo (2012, 2014 y 2015).

El intermareal bajo, exhibió la mayor cantidad de *taxa* en todas las campañas de muestreo. Solamente en algunos transectos se reportó sustrato descubierto pero en general dominó la alta cobertura de especies. Las algas que dominaron fueron las algas rojas crustosas en codominancia con algunas algas pardas como *Mazzaella laminarioides* y *Lessonia spicata* encontrada en el límite inferior de algunos transectos. En relación a los invertebrados móviles, en todas las campañas se observó una dominancia de algún molusco (e.g. *Prisogaster niger*), compartiendo con variadas y diversas especies con baja abundancias.

Si bien la zonación de intermareal rocoso está claramente definida se observaron variaciones espaciales en términos de coberturas y densidades entre cada campaña de muestreo. Lo que se debe principalmente a las características propias de cada estacionalidad, influenciados por efectos físicos, como por ejemplo, la mayor exposición al

oleaje y/o radiación solar. Que a su vez, dichos cambios, están ligados a procesos ecológicos como por ejemplo la competencia por espacios, depredación y reclutamiento.

- **Aves y mamíferos hidrobiológicos**

#### Antecedentes previos

Chile cuenta con una gran riqueza de especies hidrobiológicas, entendiéndose como tales aquellas especies de organismos que en cualquier fase de desarrollo tengan el agua como su medio normal o más frecuente de vida, encontrándolos en el mar, ríos, lagos o bien en estuarios. Las especies hidrobiológicas que se utilizan para explotación comercial son denominadas recursos hidrobiológicos y están regulados por medidas administrativas dictadas por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) con el fin de asegurar su uso sustentable, pudiendo ser explotadas directamente por el sector artesanal o industrial o a través de cultivos acuícolas. Otras especies hidrobiológicas existentes en nuestro país, son aquellas que gozan de protección nacional o internacional, como las aves, tortugas y mamíferos marinos, las que están resguardadas por medidas de administración o planes de acción elaborados por esta Subsecretaría. En este contexto, se debe indicar que para el presente informe se consideraron exclusivamente las especies hidrobiológicas de mamíferos y aves listadas en el art. 24 y 89 de la Ley de Caza y su Reglamento (D.S 5/1998) que identifica las especies de cetáceos (mayores y menores), mustélidos pertenecientes al género *Lontra*, pinnípedos (Familias Phocidae y Otariidae), así como pingüinos (Familia Spheniscidae).

Objetivos:

- Elaborar un catastro de las especies hidrobiológicas (mamíferos y aves) presentes en los distintos biotopos de la zona estudiada.
- Caracterizar las poblaciones de especies hidrobiológicas (mamíferos y aves) de acuerdo a su riqueza específica, abundancias, densidad, biodiversidad, origen geográfico, endemismo y estado de conservación.
- Establecer la presencia de áreas o hábitat sensibles debido a la concentración de fauna, de especies amenazadas o sitios de nidificación.

- **Materiales y Métodos**

#### Revisión bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica para determinar la fauna potencial y el marco biogeográfico en el que se enmarca el área de prospección.

La consulta bibliográfica incluyó las siguientes referencias:

- Para aves: Jaramillo (2009), Martínez y González (2004), Rottman (1995).
- Para mamíferos: Iriarte (2008), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009), Sielfeld (1989).

Adicionalmente, tomando en consideración las exigencias establecidas por la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley N° 20.417, en particular con el artículo 12, se establece que “la descripción de la línea de base, deberá considerar

todos los proyectos que cuenten con Resolución de Calificación Ambiental, aun cuando no se encuentren operando”, se revisaron los documentos relativos a estudios previos desarrollados cerca del presente Proyecto. Los principales estudios revisados, que actualmente no se encuentran aprobados, se muestran a continuación:

- i) Tamaño poblacional de *Spheniscus humboldti* (pingüino de humboldt) en el islote Totoralillo norte, Informe consolidado terrenos de caracterización reproductiva y época de muda, 2013-2014. Proyecto “Dominga” Región de Coquimbo, Andes IRON.
- ii) Complemento Línea Base Medio Marino, Informe Consolidado Campañas Cetáceos, Proyecto “Dominga” Región De Coquimbo, Andes IRON.

### Campaña de Terreno

Para el desarrollo de la presenta Línea de Base se llevaron a cabo cuatro campañas de terreno el 2012 y tres campañas el 2014 y dos campañas el 2015 realizadas acorde a la estacionalidad (Tabla EMB-69), las cuales, contaron con la participación de dos especialistas en animales silvestres (fauna). A continuación se describen las fechas y estacionalidad de cada campaña:

**Tabla EMB-69: Caracterización de las campañas de terreno realizadas**

Año	Fecha	N° profesionales	Temporada
2012	1-4 marzo	2	Verano
2012	18-20 mayo	2	Otoño
2012	10-12 agosto	2	Invierno
2012	14-18 noviembre	2	Primavera
2014	5 -6 junio	2	Otoño
2014	13-14 agosto	2	Invierno
2014	15-17 diciembre	2	Primavera
2015	20-23 febrero	2	Verano
2015	19-21 agosto	2	Invierno

### Determinación de ambientes

En función de la potencialidad de uso del medio ambiente para los vertebrados a prospectar se determinaron dos ambientes: Sector Insular y Borde Costero (Figura EMB-59). El primero, compuesto por tres islas que se encuentran frente a la línea costera donde se emplaza el Proyecto (Figura EMB-60), y corresponden a:

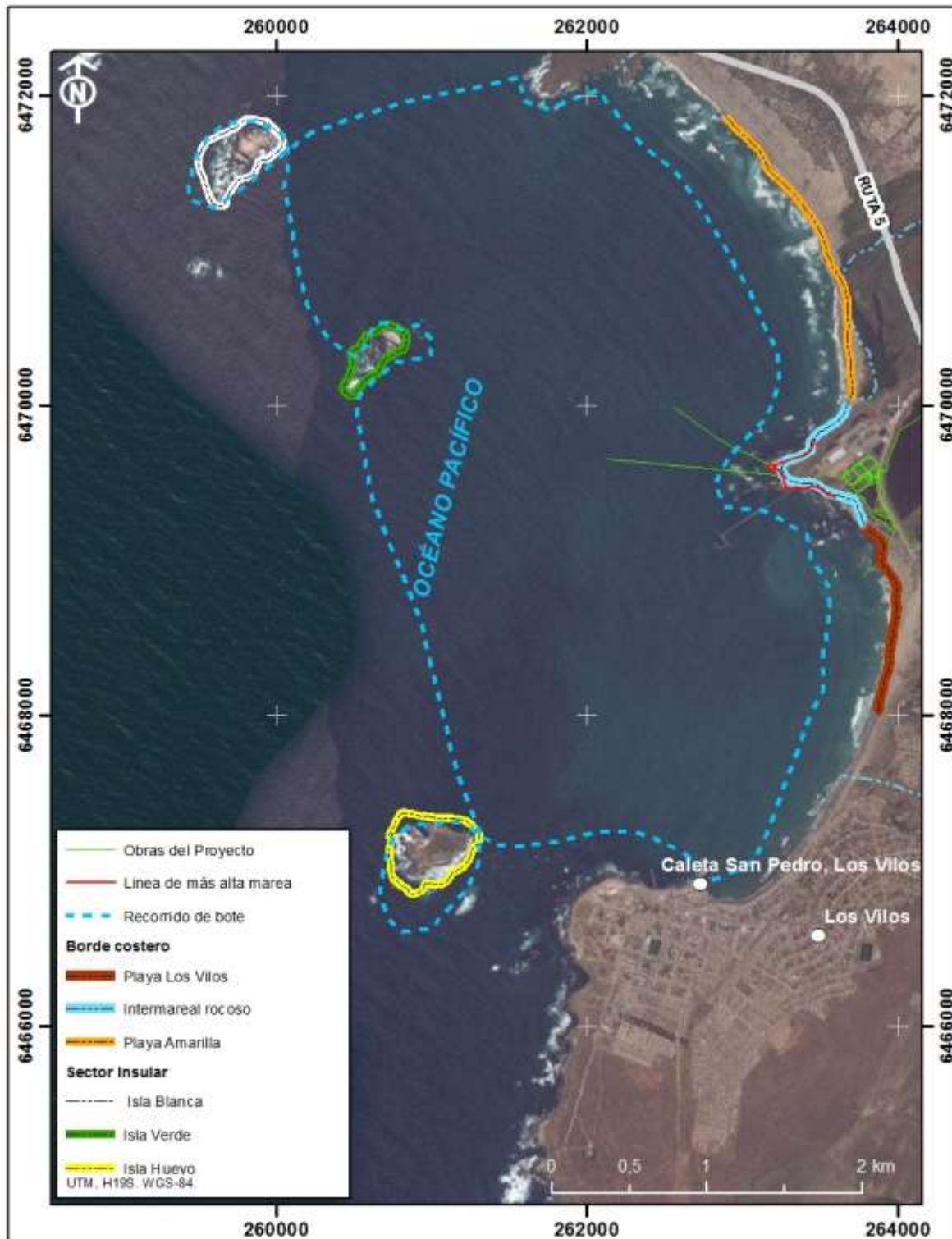
- Isla Huevos: Ubicada a unos 800 m del borde costero, en coordenadas UTM 261.037 m E – 6.467.135 m N, datum WGS84.
- Isla Blanca: Se encuentra un poco más al norte de Isla Huevos. La isla tiene como punto central las coordenadas UTM 260.733 m E – 6.470.412 m N, datum WGS84.

- Isla Verde: Es la isla que se encuentra más alejada hacia el norte de la bahía Conchalí. Se ubica en coordenadas UTM 259.824 m E – 6.471.658 m N, datum WGS84.

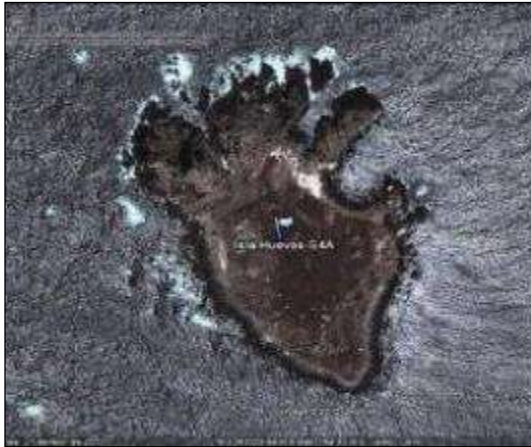
El segundo corresponde al Borde Costero, el cual tiene una franja aproximada de 1.000 de metros aguas adentro desde la línea de agua, así como los primeros 50 metros de playa. Por razones prácticas, este ambiente incluye tres zonas determinadas:

- Playa Los Vilos: Área de la Playa de Los Vilos, ubicada inmediatamente hacia al norte de la Caleta San Pedro.
- Borde intermareal rocoso: Donde se ubica el Puerto Punta Chungo.
- Playa Amarilla: Comprende la playa que se encuentra hacia el norte de Puerto Punta Chungo, conocida como Playa Amarilla.

**Figura EMB-59: Sector Insular y Borde Costero, más recorrido en bote de observación en bahía Conchalí**



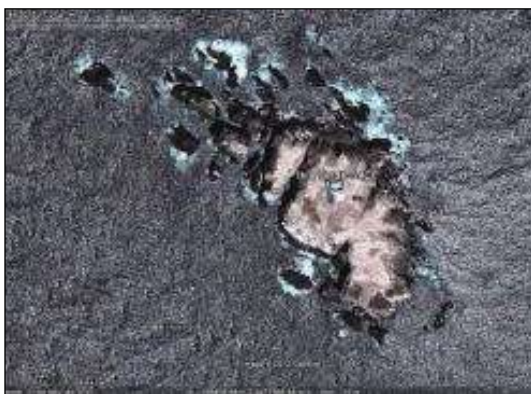
**Figura EMB-60: Vista general y satelital del Sector Insular que incluyen las diferentes islas al interior de la bahía Conchalí**



**Isla Huevo**



**Isla Blanca**



**Isla Verde**



## Registro de fauna

Debido a que el área prospectada durante todas las campañas es netamente marina, y a las características de las especies de interés (e.g. petreles, albatros, pingüinos, lobos de mar, nutrias, cetáceos), la metodología escogida se basó en la implementación de embarcaciones arrendadas a pescadores locales. La metodología aplicada se rigió por lo establecido en D.S 38/2011 del Reglamento General para la observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del registro de avistamiento de cetáceos.

Para establecer el catastro de especies presentes en las áreas de prospección se utilizaron diferentes metodologías, de acuerdo a la naturaleza de los grupos taxonómicos considerados.

En cada uno de los ambientes previamente definidos (Sector Insular y Borde Costero), los registros de especies se efectuaron por medio de avistamientos directos, empleando para ello binoculares y registros fotográficos para su identificación taxonómica. Las coordenadas de registros de especies con problemas de conservación u otro antecedente relevante del área de estudio, fueron georreferenciadas por medio de un instrumento de posicionamiento global (GPS), en coordenadas UTM - HUSO 19 y utilizando como Datum el WGS 84.

A continuación se describe la metodología específica para cada grupo de vertebrados prospectados; para determinar su abundancia y densidad, así como el estado de conservación de cada especie:

### *Clase Aves:*

La metodología empleada para el recuento de las aves marinas fue por medio de recorridos perimetrales alrededor de las islas y del borde costero en una embarcación local, constituyendo transectos de un ancho de 200 metros para cada lado, a una baja velocidad (< 2 kilómetros/hora). Para el correcto recuento de las especies más numerosas (e.g. pingüinos), se consideró fotografiar desde la embarcación el borde costero de cada isla para corroborar el recuento de aves. Se mantuvo una distancia mínima de 50 metros considerándose para ello el ejemplar más próximo. En todo momento se evitó interferir con los animales que se estaban alimentando, en reposo, en reproducción o en tránsito.

### *Clase Mammalia:*

Para la detección de mamíferos marinos, al igual que en el caso anterior, se realizaron transectos perimetrales con embarcaciones locales en los dos ambientes definidos previamente. Estos recorridos se llevaron a cabo por dos profesionales a baja velocidad (< 2 kilómetros/hora) en los que se registraron las especies de mamíferos encontrados a lo largo de la línea costera y alrededor de las islas Verde, Blanca y Huevos. Tal como lo señala el Reglamento General de observación de especies hidrobiológicas, para la observación de otáridos y mustélidos se mantuvo una distancia mínima de 50 metros, considerándose para ello el ejemplar más próximo. Durante la prospección se evitó cualquier tipo de perturbación del comportamiento de los animales. También se realizaron puntos de observación durante el recorrido a la línea costera y entre las islas, con el fin de detectar individuos desplazándose en este sector, como cetáceos, pingüinos o nutrias.

En el análisis de datos, se estimó la abundancia total de las especies. La abundancia total del tramo en estudio corresponde a la suma del número de individuos registrados en todos los horarios y días de muestreo por especie del trazado costero. La abundancia fue expresada en (%) cuando se considera la contribución porcentual del número total de individuos de cada especie en el tramo de estudio. La riqueza de especies (S) corresponde al número total de especies registradas. La diversidad de especies se estimó utilizando el índice de Shannon-Weaver (H'), el cual informa de la diversidad al expresar la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de cada sitio (valores mayores a cero dan cuenta de sitios de mayor diversidad). Los datos obtenidos estacionalmente, fueron comparados igualmente mediante H'. A continuación se explica en detalle estas metodologías:

### *Mamíferos y Aves – Transectos*

La densidad de individuos expresada como ejemplares por área muestreada (individuos/hectárea) se determinó de la siguiente manera:

$$D = \left( \frac{N}{2 L a} \right) \times 10.000$$

Donde,

D: densidad expresada en individuos de cada especie por hectárea

N: número de ejemplares observados de cada especie en el transecto

L: longitud del transecto expresada en metros

a: ancho de la faja hacia cada lado expresado en metros

### *Índice de Diversidad y Equidad de especies*

El índice de Shannon – Weaver (H') es el más utilizado para medir diversidad biológica. Se expresa como un número positivo que se incrementa al aumentar el valor de la diversidad de especies y normalmente varía entre 1 y 5, aunque teóricamente puede ser mucho mayor. La fórmula de este índice es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \times \ln(p_i)$$

Donde,

$p_i$ : es la proporción del número de individuos de la especie  $i$  con respecto al total de individuos de todas las especies ( $n_i/N$ )

N: Total de especies

$n_i$ : N° de Individuos de la especie  $i$

$\ln$ : Logaritmo natural

De esta forma el índice contempla la cantidad de especies (riqueza) y la cantidad relativa de individuos en cada una de estas especies (abundancia). Mientras mayor sea el H', mayor es la diversidad de especies. La calificación se da en los siguientes rangos (Tabla EMB-70).



**Tabla EMB-70: Rangos de índice de diversidad de especies**

0	Mínima diversidad
0,1 a 1,5	Baja diversidad
1,6 a 3	Mediana diversidad
>3	Alta diversidad

Fuente: Elaboración propia basada en: Khan (2006), Santa *et al.*, (2009) y Turkmen & Kazanci (2010)

Para establecer cuán similares son las abundancias de las especies dentro de una comunidad (o muestra) se utilizó el Índice de Pielou ( $J'$ ). Este índice fue calculado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Siendo:

$H'$ : índice de diversidad

$H'_{max}$ : diversidad máxima

Si  $J'$  tiende a 1, la diversidad de la comunidad ( $H'$ ) se asemeja a la diversidad máxima ( $H'_{max}$ ), y por lo tanto, las abundancias de las especies dentro de la comunidad son similares.

Si  $J'$  tiende a 0, la diversidad de la comunidad es muy pequeña en relación a su diversidad máxima teórica, y por lo tanto, esto indica que las abundancias de las especies son muy desiguales, con algunas muy abundantes y otras poco abundantes

#### Criterios de categorización de especies hidrobiológicas

Para determinar los Estados de Conservación (EC) de las especies de vertebrados hidrobiológicos en aves y mamíferos identificados se utilizaron los lineamientos estipulados en la Ley 20.417, el Reglamento del SEIA (D.S. 40/2012 del MMA, así como el Reglamento de Clasificación de especies, RCE (D.S. 29/2012 del MMA).

En el marco del RCE, los procesos de clasificación de especies más recientes corresponden a:

- Decreto Supremo 151, del año 2007, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que oficializa la primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).
- Decreto Supremo 50, del año 2008, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).
- Decreto Supremo 51, del año 2008, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que aprueba y oficializa la nómina para el tercer proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).
- Decreto Supremo 23, del año 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).

- Decreto Supremo 33, del año 2012, del Ministerio del Medioambiente, que aprueba y oficializa nómina para el quinto proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).
- Decreto Supremo 41 del año 2012, del Ministerio del Medioambiente, que aprueba y oficializa nómina para el sexto proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).
- Decreto Supremo 42 del año 2012, del Ministerio del Medioambiente, que aprueba y oficializa nómina para el séptimo proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).
- Decreto Supremo 19 del año 2013, del Ministerio del Medioambiente, que aprueba y oficializa nómina para el octavo proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).
- Decreto Supremo 13 del año 2013, del Ministerio del Medioambiente, que aprueba y oficializa nómina para el noveno proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).
- Decreto Supremo 52 del año 2014, del Ministerio del Medioambiente, que aprueba y oficializa nómina para el decimo proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).
- Decreto Supremo 38 del año 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba y oficializa nómina para el undecimo proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).

Se consultaron además los criterios de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). Ambos tipos de clasificaciones tienen validez científica pero no aplicación legal o rango jurídico, y permiten reunir antecedentes para la valoración técnica de la diversidad de una zona, en este caso particular, la comunidad de fauna vertebrada. Así como también es necesario considerar de forma referencial, las restricciones específicas que presentan algunas especies a través de la declaración de Monumentos Nacionales (e.g. cetáceos) y a la valoración regional propuesta a través de las Estrategias Regionales de Biodiversidad; las clasificaciones regionales de los Libros Rojos y las clasificaciones internacionales (UICN).

También, se siguió lo informado por Decreto Supremo N° 225/9 de 9 de noviembre de 1995, el cual protege a las especies marinas con una veda extractiva por 30 años, hasta el 9 de noviembre de 2025. Se siguieron también los criterios de la Ley de Pesca 18.892 (MINECOM 1991, 1995). Las metodologías aplicadas durante las prospecciones en bote para las especies marinas, consideró lo propuesto en el Decreto Supremo N°38/2012 del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (MEFT 2012), en relación al Reglamento General de Observación de Mamíferos, Reptiles y Aves Hidrobiológicas y del Registro de Avistamiento de Cetáceos (D.S 38/2011).

En este punto conviene destacar que la legislación vigente establece que todas las aves, cetáceos y reptiles marinos se encuentran protegidos. Así, está prohibida en forma permanente la captura de todas las especies de cetáceos que tengan distribución en aguas jurisdiccionales nacionales, entre ellas todas las especies de grandes ballenas y todos los delfines. Además, otros decretos establecen vedas para otros mamíferos marinos, reptiles marinos y aves marinas, que tienen distribución nacional.

### Categorías de conservación

Como ya se mencionó anteriormente, para determinar los estados de conservación (EC) de las especies de vertebrados terrestres, se consideraron los listados oficiales de especies amparados por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (D.S. N°75/2005 y D.S. N°29/2012), que incluye los decretos supremos N° 151/2007, D.S. N° 50/2008, D.S. N° 51/2008, D.S. N° 23/2009, D.S. N°33/2012, D.S. N° 41/2012, D.S. N°42/2012, D.S. N°19/2013, D.S. 13/2013, D.S. 52/2014 y D.S. 38/2015. Las categorías de conservación definidas son Extinta en Estado Silvestre, En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, Casi Amenazada, Preocupación Menor y Datos Insuficientes, las que se definen a continuación.

Una especie se considerará "Extinta" cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente de dicha especie ha muerto. Se presume que una especie está Extinta cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida de la especie. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "EX".

Una especie se considerará "Extinta en Estado Silvestre" cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se presume que una especie está Extinta en Estado Silvestre cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en periodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida de la especie. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "EW".

Una especie se considerará "En Peligro Crítico" cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "CR".

Una especie se considerará "En Peligro" cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "EN".

Una especie se considerará "Vulnerable" cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "VU".

Una especie se considerará "Casi Amenazada" cuando ha sido evaluada y no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios de estos últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "NT".

Una especie se considerará "Preocupación Menor" cuando, habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazada. Se incluyen en esta categoría especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "LC".

Una especie se considerará en la categoría de "Datos Insuficientes" cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "DD".

Además de lo anterior, se tomó como precedente el Estado de Conservación de la Fauna de la Zona Norte, según lo informado en el reglamento de la Ley de Caza (D.S N° 5/1998), las cuales son en Peligro de extinción, Vulnerable, Rara, Inadecuadamente conocida y Fuera de Peligro.

Una especie de fauna silvestre se considera en "Peligro de extinción" cuando está expuesta a la amenaza de desaparecer, a corto o mediano plazo del patrimonio fáunico nacional.

Una especie de fauna silvestre se considera "Vulnerable" cuando por ser objeto de caza o captura intensiva, deterioro o destrucción del hábitat natural y/o contaminación, están experimentando un constante retroceso numérico que puede conducirlos al peligro de extinción.

Una especie de fauna silvestre se considera "Rara" cuando sus poblaciones, ya sea por tener distribución geográfica muy restringida encontrándose en un proceso de extinción natural, son y han sido escasas desde tiempos inmemoriales.

Una especie de fauna silvestre se considera "Inadecuadamente conocida" cuando solo se dispone de conocimientos científicos rudimentarios e incompletos para determinar su correcto estado de conservación.

Una especie se considerará "Fuera de peligro" cuando haya estado incluida en alguna de las categorías señaladas y en la actualidad se la considere relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración que la amenaza que existía ha cesado.

También se tomó en consideración la reunión de trabajo de especialistas en mamíferos marinos acuáticos para categorización de especies según estado de conservación, publicada en una nota mensual del Museo de Historia Natural de Chile (Yáñez, 1997).

## - Resultados

### Características del área de prospección

El ambiente de Borde Costero presenta condiciones geográficas particulares que permiten establecer tres zonas bastante diferenciadas. En primer lugar está Playa Amarilla con playas arenosas y donde la pendiente es suave; en segundo lugar está la zona de Punta Chungo, la cual resalta por su carácter y geomorfología rocosa, donde se aprecian numerosas especies asociadas como equinodermos, peces, algas, etc. Y finalmente se encuentra Playa Los Vilos, la cual, si bien presenta formaciones arenosas, estas están cubiertas con mayor cantidad de vegetación, principalmente un matorral con especies esclerófilas.

Por su parte, el ambiente de Sector Insular corresponde a afloramientos rocosos, con bordes escarpados y algunos sectores más o menos planos en el centro. Debido a ello, existen numerosas cuevas y oquedades dispersas en cada isla. En general presentan escasa vegetación, aunque la Isla de Huevo es una de las que presenta una mayor cobertura vegetal en especial algunas cactáceas.

### Áreas de protección

Cerca del área de prospección del Proyecto se encuentra el Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí. Este santuario es además sitio Ramsar y pertenece a la Red de Humedales Costeros de la Región de Coquimbo. Se incluye dentro de un rango de coordenadas este-oeste entre los 263.459 E y 263.904 E aproximadamente y norte-sur entre los 6.470.033 N y 6.470.173 N (sistema de coordenadas UTM, Datum WGS 84, Huso 19), con una extensión longitudinal de alrededor de 720 m. Se considera como una zona de alto endemismo, riqueza y diversidad de especies, además de encontrarse fauna En peligro y Vulnerable según el Reglamento de la Ley de Caza (CONAMA 2002c).

La Laguna de Conchalí corresponde a un humedal léntico, de alimentación mixta, continental y litoral, que constituye un hábitat altamente singular para el establecimiento y desarrollo de biota terrestre y acuática en la costa norte de Chile central. Constituye un importante sitio de nidificación para numerosas especies de ambientes acuáticos, además de brindar alimentación y refugio a aquellas especies que migran a lo largo de la costa de Chile y constituye el límite septentrional de distribución de dos especies de aves En peligro según el Reglamento de la Ley de Caza, el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) y el cuervo de pantano (*Plegadis chihí*) (Ramsar 2004).

En términos generales, los Santuarios de la Naturaleza se encuentran establecidos en la Ley N° 17.288, de 1970, sobre Monumentos Nacionales (Praus *et al.*, 2011). En consecuencia, esta categoría de protección tiene una consagración jurídica formal, de rango legal. Específicamente el art. 31 de la Ley de Monumentos Nacionales indica que “son Santuarios de la Naturaleza todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios o investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de

interés para la ciencia o para el Estado”. También se indica que la custodia de estos ambientes protegidos corresponde al Ministerio de Medio Ambiente.

### Corredores biológicos o rutas de vuelo

No se detectó la existencia de corredores biológicos o rutas de desplazamiento específicas, pese a que en aguas más alejadas (mar adentro) es posible que los cetáceos se desplacen en busca de alimento o descanso de forma paralela a la costa.

### Revisión bibliográfica de la fauna potencial

De acuerdo a los antecedentes bibliográficos recopilados, se conformó un inventario de las especies de aves y mamíferos hidrobiológicos potenciales para el área de estudio. Para generar este catastro, se efectuó una revisión de la literatura publicada sobre fauna de la región y específica en relación a la zona de estudio. En la siguiente tabla hay un listado de las especies potenciales del área prospectada (Tabla EMB-71).

**Tabla EMB-71: Fauna potencial de especies de aves y mamíferos hidrobiológicas**

Familia	Nombre Común	Nombre Científico	Categoría	Fuente de Categoría
Balaenopteridae	Ballena azul	<i>Balaenoptera musculus</i>	EN	D.S. 23/2009 4 <sup>to</sup> RCE
Balaenopteridae	Ballena de aleta, rorcual común	<i>Balaenoptera physalus</i>	CR	D.S. 42/2011 8 <sup>vo</sup> RCE
Balaenidae	Ballena franca austral	<i>Eubalaena australis</i>	EN	D.S. 23/2009 4 <sup>to</sup> RCE
Balaenopteridae	Ballena jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>	EN	D.S. 23/2009 4 <sup>to</sup> RCE
Ziphiidae	Ballena picuda de Cuvier	<i>Ziphius cavirostris</i>	EN	Yáñez, 1997
Physeteridae	Cachalote enano de cabeza corta o pigmeo	<i>Kogia breviceps</i>	LC	Yáñez, 1997
Physeteridae	Cachalote enano dentado	<i>Kogia sima</i>	LC	Yáñez, 1997
Delphinidae	Calderón negro	<i>Globicephala melas</i>	NT	Yáñez, 1997
Delphinidae	Delfín	<i>Delphinus capensis</i>	IC	Yáñez, 1997
Delphinidae	Delfín austral	<i>Lagenorhynchus australis</i>	FP	Yáñez, 1997
Delphinidae	Delfín común	<i>Delphinus delphis</i>	R	Yáñez, 1997
Delphinidae	Delfín nariz de botella	<i>Tursiops truncatus</i>	EN	D.S. 42/2011 8 <sup>vo</sup> RCE
Delphinidae	Delfín oscuro	<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	R	Yáñez, 1997
Delphinidae	Falsa orca	<i>Pseudorca crassidens</i>	IC	Yáñez, 1997
Delphinidae	Falso calderón	<i>Grampus griseus</i>	EN	Yáñez, 1997
Delphinidae	Orca	<i>Orcinus orca</i>	VU	Yáñez, 1997
Phocoenidae	Marsopa espinosa	<i>Phocoena spinipinnis</i>	EN	Yáñez, 1997
Otariidae	Lobo marino común	<i>Otaria flavescens</i>	R	D.S. 13/2013 9 <sup>no</sup> RCE
Mustelidae	Chungungo	<i>Lontra felina</i>	NT	D.S. 42/2011 8 <sup>vo</sup> RCE
Spheniscidae	Pingüino de Humboldt	<i>Spheniscus humboldti</i>	EN(VI-VII), VU(VIII-XII)	D.S. 51/2008 3 <sup>er</sup> RCE
Procellariiformes	Albatros de Buller	<i>Thalassarche bulleri</i>	NT	

Como aspecto inicial conviene volver a destacar que en la tabla anterior de especies potenciales sólo hace referencia a las especies hidrobiológicas de mamíferos y aves que se incluyen en el artículo 24 y 89 de la Ley de Caza y su Reglamento. Por este motivo, muchas

especies de aves y mamíferos vinculadas al medio marino no se mencionan. Sin embargo, estas se encuentran incluidas en el informe Línea de Base del componente de Animales Silvestres, debido a que se rigen por la Ley de Caza (D.S N° 5/1998).

Otro aspecto importante a tomar en consideración es que las especies potenciales no necesariamente están presentes en el área de prospección del Proyecto debido, por un lado, a que en la extensión de esta área, no necesariamente incluyen todos los microhábitats o los recursos potenciales, necesarios o de interés para la presencia de muchas de las especies potenciales. Por otro lado, la fauna potencial se ve reducida debido al grado de intervención antrópica que presentan las áreas prospectadas. También hay que tomar en consideración que las variaciones geográficas y climáticas locales afectan y determinan la distribución de la fauna. Debido a lo antes expuesto, el listado de especies potenciales es mucho mayor a lo que cabría esperar sólo para el área de prospección del presente Proyecto.

El análisis integrado de las especies de mamíferos y aves hidrobiológicas potenciales para el área de prospección fue de veinte (20) especies (19 mamíferos y un ave).

### Registro de fauna campañas 2012, 2014 y 2015

#### Esfuerzo de muestreo por ambiente

A continuación se presenta un resumen del esfuerzo de muestreo utilizado en el área de prospección para los dos ambientes definidos previamente, Sector Insular y Borde Costero (Tabla EMB-72).

**Tabla EMB-72: Esfuerzo de muestreo de las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015**

Año	Ambientes	Campañas	Transecto en Bote	Puntos de Observación	Horas/Hombre
2012	Borde Costero	Verano	1	3	4
		Otoño	1	3	4
		Invierno	1	3	4
		Primavera	1	3	4
	Sector Insular	Verano	1	3	4
		Otoño	1	6	4
		Invierno	1	6	4
		Primavera	1	6	4
2014	Borde Costero	Otoño	1	3	4
		Invierno	1	3	4
		Primavera	1	3	4
	Sector Insular	Otoño	1	6	4
		Invierno	1	6	4
		Primavera	1	6	4
2015	Borde Costero	Verano	1	3	4
		Invierno	1	3	4
	Sector Insular	Verano	1	6	4
		Invierno	1	6	4

El esfuerzo total fue de 32 horas/hombre en las campañas del 2012, 24 horas/hombre en las campañas del 2014 y 16 horas/hombre en las campañas del 2015 repartidas en un esfuerzo por campaña de 4 horas-hombre.

### Fauna presente

Como se aprecia en las siguientes tablas (Tabla EMB-73 y Tabla EMB-74), durante las campañas de terreno llevadas a cabo, se pudo constatar la presencia de un total de tres especies de mamíferos y aves hidrobiológicas, pertenecientes a las mencionadas dos clases de vertebrados.

**Tabla EMB-73: Número de especies, géneros, familias y órdenes de aves y mamíferos hidrobiológicos**

Nivel Taxonómico	Clase		Total
	Aves	Mamíferos	
Órdenes	1	1	2
Familias	1	3	4
Géneros	1	3	4
Especies	1	3	4

**Tabla EMB-74: Especies registradas en todas las campañas de muestreo**

Clase	Orden	Familia	Especie	Categoría Conservación
Aves	Sphenisciformes	Spheniscidae	<i>Spheniscus humboldti</i> (Pingüino de Humboldt)	Vulnerable (VU) D.S. 51/2008
Mamíferos	Carnivora	Otariidae	<i>Otaria flavescens</i> (Lobo Marino Común)	Preocupación Menor (LC) D.S. 13/2013
Mamíferos	Carnivora	Mustelidae	<i>Lontra felina</i> (Chungungo)	Vulnerable (VU) D.S. 42/2011
Mamíferos	Cetartiodactyla	Balaenidae	<i>Eubalaena australis</i> (Ballena Franca Austral)	Vulnerable (VU) D.S. 23/2009

Como se puede observar en la Tabla EMB-75 y Figura EMB-61, se determinó la presencia de la especie hidrobiológica de ave y mamíferos marinos en todas las campañas realizadas, a excepción de la campaña de otoño 2012.

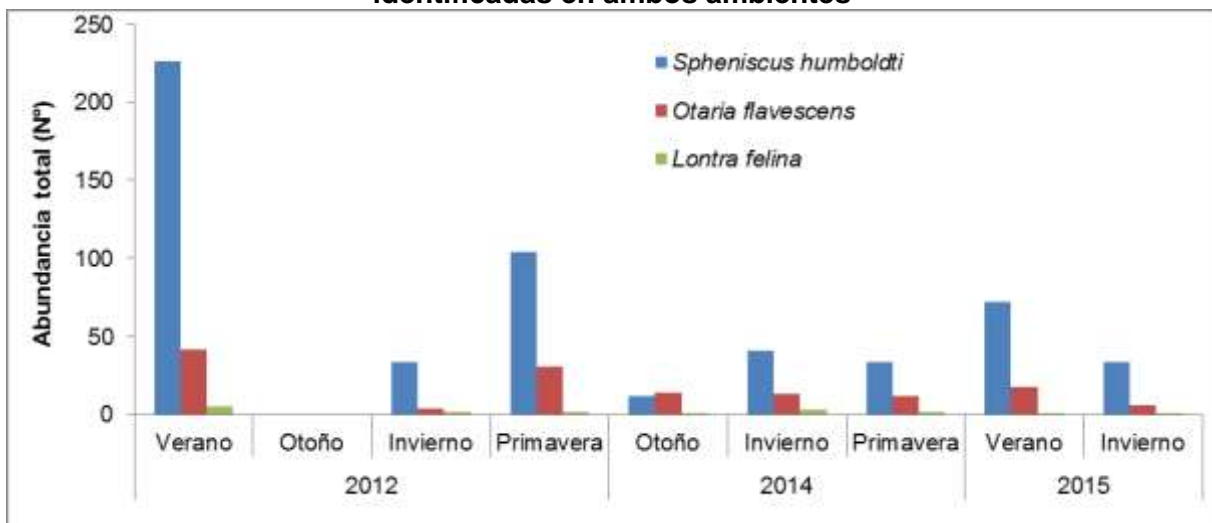
**Tabla EMB-75: Presencia de aves y mamíferos marinos hidrobiológicos**

Especies	Ambiente	2012				2014			2015	
		Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Invierno
Pingüino de Humboldt ( <i>Spheniscus humboldti</i> )	Borde Costero					x	x	x		
	Isla Verde	x		x	x		x	x		
	Isla Blanca	x		x	x		x	x	x	
	Isla Huevo	x		x	x		x	x		
Lobo Marino Común ( <i>Otaria flavescens</i> )	Borde Costero	x						x		
	Isla Verde	x		x	x				x	
	Isla Blanca			x		x	x	x	x	
	Isla Huevo	x			x	x				



Especies	Ambiente	2012				2014			2015	
		Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Invierno
Chungungo ( <i>Lontra felina</i> )	Borde Costero						x			
	Isla Verde	x		x	x					
	Isla Blanca	x		x	x	x		x		
	Isla Huevo	x		x			x		x	
Ballena Franca Austral ( <i>Eubalaena australis</i> )	Borde Costero									
	Isla Verde									
	Isla Blanca									
	Isla Huevo									x

**Figura EMB-61: Abundancia de las especies de aves y mamíferos hidrobiológicas identificadas en ambos ambientes**



En términos generales, incluyendo el Sector Insular y el Borde Costero se observó la presencia de las tres especies hidrobiológicas en diferentes abundancias. El pingüino de humboldt (*Spheniscus humboldti*) obtuvo la mayor abundancia en la gran mayoría de las campañas, seguido por la presencia del lobo marino común (*Otaria flavescens*) el cual se mantiene relativamente constante en número en todas las campañas y en escasas oportunidades se observó al chungungo (*Lontra felina*) (Figura EMB-61). Es importante mencionar que, aunque se realizaron esfuerzos por descender a las islas para llevar a cabo un mejor conteo de los individuos presentes, este descenso no fue posible debido a las condiciones climáticas y el peligro que esta actividad esgrimía.

Solamente una sola vez se pudo obtener un registro de la presencia de una ballena Franca Austral y su ballenato (*Eubalaena australis*) en la bahía Conchalí en las cercanías de la Isla Huevo. La descripción de esta especie y su importancia en el área se describe por separado al resto de las especies registradas, por ser una observación casual dentro de la realización de la línea de base de Ecosistemas Marinos.

## **Fauna por ambiente:**

### **Ambiente Sector Insular**

#### **Clase Aves**

#### ***Riqueza y abundancia***

El Sector Insular prospectado está constituido por tres islas; Verde, Blanca y Huevo. Durante todas las campañas de terreno se pudo constatar la presencia de una sola especie de ave catalogada como especie hidrobiología: el pingüino de humboldt (*Spheniscus humboldti*), presente en todas las islas mencionadas previamente. La diferencia entre campañas radica principalmente en la abundancia de esta especie en cada isla. A continuación se muestra la abundancia y densidad de esta especie para este ambiente para cada una de las campañas realizadas (Tabla EMB-76).

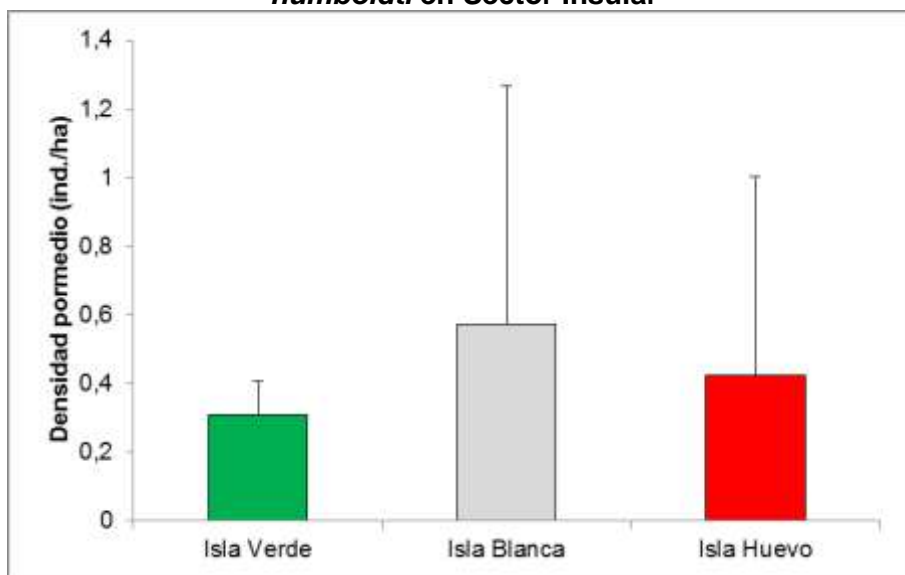
**Tabla EMB-76: Abundancia y densidad de *Spheniscus humboldti* en el ambiente de Sector Insular**

		Abundancia			Densidad (ind./ha)		
		Isla Verde	Isla Blanca	Isla Huevo	Isla Verde	Isla Blanca	Isla Huevo
2012	Verano		111	115		1,85	1,44
	Otoño						
	Invierno	1	13	20	0,17	0,22	0,25
	Primavera	17	62	25	0,28	1,03	0,3
2014	Otoño		4			0,07	
	Invierno	23	1	8	0,4	0,01	0,1
	Primavera	21	8	3	0,4	0,1	0,03
2015	Verano		72			1,2	
	Invierno	20	6		0,3	0,1	

#### ***Densidad***

Como se puede observar en la tabla anterior (Tabla EMB-76) y en el próximo gráfico (Figura EMB-62), de las tres islas estudiadas, la que registró un número mayor de ejemplares de *Spheniscus humboldti* fue la Isla Blanca, con una densidad promedio de 0,57 ind./ha. Esto puede ser debido a que la geografía de la isla tiene sitios de nidificación y descanso mejores que el resto de las islas.

**Figura EMB-62: Densidad promedio de todas la campañas estimada para *Spheniscus humboldti* en Sector Insular**



### **Estado de Conservación**

El pingüino de humboldt (Figura EMB-63) se encuentra catalogada como una especie Vulnerable, según lo determinado en el Reglamento de Clasificación de Especies durante el proceso N° 2 (D.S. N° 50/2008) y está situado en el Apéndice I de CITES, en el cual se incluyen aquellas especies de animales y plantas sobre las que pesa un mayor peligro de extinción.

El pingüino de humboldt se encuentra solamente a lo largo de la costa del Océano Pacífico en América del Sur, desde la isla Foca (5° latitud S) fuera de las costas del Perú. En Chile se distribuye entre Arica y Corral y en la isla Robinson Crusoe (archipiélago de Juan Fernández) y hasta Chiloé (isla Puñihuil, 41°55'S 74°02'W aproximadamente).

Para proteger esta especie, por Decreto Supremo N° 225 de 9 de noviembre de 1995 se estableció veda extractiva por treinta años, hasta el 9 de noviembre de 2025. Adicionalmente, se han creado diferentes áreas protegidas, pertenecientes al SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado) que le brindan protección legal. Dentro de estas áreas se encuentran: el Parque Nacional Pan de Azúcar, la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, el Monumento Natural Isla Cachagua, el Santuario de la Naturaleza Islote Pájaros Niños o el Monumento Natural Islotes de Puñihuil.

**Figura EMB-63: Ejemplares de *Spheniscus humboldti* identificados en el ambiente de Sector Insular**



### **Clase Mamíferos**

#### ***Riqueza y abundancia***

Las especies de la clase mammalia que se registraron en el ambiente insular, corresponden a *Otaria falvenscens* (lobo marino común) (Tabla EMB-77) y a *Lontra felina* (nutria de mar o chungungo) (Tabla EMB-78).

Colonias de lobo marino común se registraron en todas las campañas, pero no en todas las islas. En la isla Verde solamente en dos campañas del 2012 (verano y primavera) se registraron ejemplares de lobo de mar. En contraposición, en la isla Blanca se hallaron colonias de lobos de mar establecidas durante los 3 años en algunas de las campañas y en la isla Huevo solo se registraron lobos de mar en esporádicas estaciones el año. Este cambio en el número de ejemplares depende mucho del comportamiento de la especie y las condiciones ambientales.

Un bajo número de ejemplares de chungungos se registraron en todas las campañas, pero no en todas las islas. Durante todo el periodo de muestreo, en casi todas las campañas la isla Blanca fue la que se registraron individuos asiduamente. En invierno 2015 no se registró ningún individuo. La escurridiza conducta y el uso del hábitat del borde costero, dificulta la observación de individuos. Por lo tanto este número de individuos estaría subdimensionado y habitarían más chungungos en la Sector Insular.

**Tabla EMB-77: Abundancia y densidad del *Otaria flavescens* en el ambiente de Sector Insular**

		Abundancia			Densidad (ind./ha)		
		Isla Verde	Isla Blanca	Isla Huevo	Isla Verde	Isla Blanca	Isla Huevo
2012	Verano	34		6	0,6		0,08
	Otoño						
	Invierno		4			0,07	
	Primavera	28		3	0,5		0,04
2014	Otoño		11	3		0,2	0,03
	Invierno		13			0,2	
	Primavera		10			0,2	
2015	Verano		4	12		0,7	0,15
	Invierno		6			0,1	

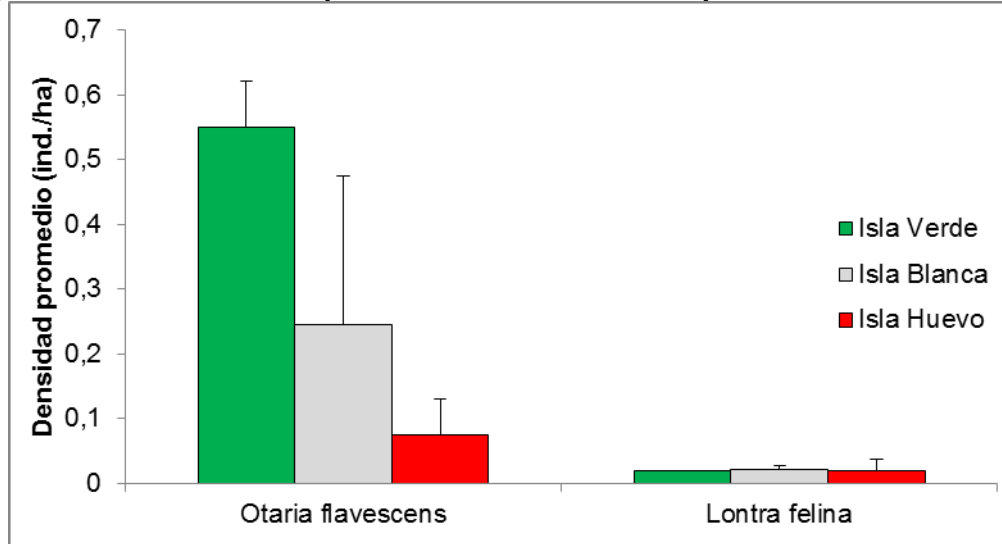
**Tabla EMB-78: Abundancia y densidad del *Lontra felina* en el ambiente de Sector Insular**

		Abundancia			Densidad (ind./ha)		
		Isla Verde	Isla Blanca	Isla Huevo	Isla Verde	Isla Blanca	Isla Huevo
2012	Verano	1	1	3	0,02	0,02	0,04
	Otoño						
	Invierno	1	1		0,02	0,02	
	Primavera	1	1		0,02	0,02	
2014	Otoño		1			0,02	
	Invierno			1			0,01
	Primavera		2			0,03	
2015	Verano			1			0,01
	Invierno						

### **Densidad**

En este ambiente, según lo que se puede observar en la tabla anterior, la especie más abundante de los mamíferos marinos detectados fue el lobo marino común (*Otaria flavescens*). Esta especie tuvo una la mayor densidad promedio de todas las campañas fue en la isla Verde (0,55 ind./ha). Por otro lado, el Chungungo, tuvo una densidad promedio de 0,02 ind./ha, en las tres islas por igual (Figura EMB-64).

**Figura EMB-64: Densidad promedio de todas las campañas en la Sector Insular**



### **Estado de Conservación**

Las dos especies de mamíferos marinos encontrados en el Sector Insular (Figura EMB-65), se encuentran catalogados según su estado de conservación por el Reglamento de Clasificación de especies (RCE). El lobo marino común (*Otaria flavescens*) se encuentra en la categoría Preocupación Menor, según lo determinado en el noveno proceso de clasificación, D.S. 13/2013 del Ministerio del Medio Ambiente. Mientras que el chungungo (*Lontra Felina*) se encuentra en la categoría Vulnerable según lo establecido D.S. 42/2012 del Ministerio del Medio Ambiente.

El chungungo habita el litoral rocoso marino desde el norte del Perú hasta las islas del Cabo de Hornos y la Isla de los Estados en Argentina. Su rango de distribución se extiende al norte hasta 6°S y por el sur hasta 53°S. Habita ambientes litorales, intermareales y submareales rocosos de la costa, restringiendo su actividad a 30 metros tierra adentro y una franja de 100 a 150 metros de ambiente marino.

Dentro de las herramientas para su conservación se encuentra situado en el Apéndice I de CITES y está categorizado en Artículo I de la Convención de Bonn para la Conservación de Especies Migratorias Silvestres o CMS. Las especies migratorias amenazadas de extinción están listadas en el apéndice I de esta Convención. Los países Parte de la Convención se esfuerzan por la más estricta protección de estos animales, conservando o restaurando los lugares donde viven, mitigando los obstáculos para la migración y controlando otros factores que puedan ponerlos en peligro. Además de establecer obligaciones para cada país Parte de la Convención, CMS promueve acciones concertadas entre los Estados Rango de muchas de estas especies



**Figura EMB-65: Ejemplares de mamíferos hidrobiológicos identificados en el ambiente de Sector Insular**



***Lontra felina***



**Ejemplares de *Otaria flavescens***

*Ambiente Borde Costero*

**Clase Aves**

***Riqueza y abundancia***

Como se aprecie en la siguiente tabla (Tabla EMB-79), la única especie de ave hidrobiológica identificada en este ambiente fue el pingüino de humboldt (*Spheniscus humboldti*).

**Tabla EMB-79: Abundancia y densidad del *Spheniscus humboldti* en el ambiente de Borde Costero**

		Abundancia	Densidad (ind./ha)
2012	Verano	2	0,01
	Otoño		
	Invierno		
	Primavera		
2014	Otoño	8	0,1
	Invierno	9	0,1
	Primavera	2	0,01
2015	Verano		
	Invierno	7	0,05

### **Densidad**

En este ambiente borde costero, la densidad promedio de esta especie (0,054 ind./ha) fue menor en comparación con la densidad promedio máxima en el ambiente Sector Insular correspondiente a la isla Blanca (0,57 ind./ha). Esto se debe a una mayor cantidad de individuos visualizados en la Sector Insular en comparación con el Borde Costero. Por otro lado dentro de este ambiente y tomado en consideración los pocos registros, se observó una disminución de la densidad de pingüinos durante la campaña de primavera y verano. La razón de esta disminución podría ser por el comienzo de la época de muda de esta especie. La muda es un aspecto clave de la historia de vida del pingüino de Humboldt. A diferencia de otras aves, los pingüinos cambian la totalidad de las plumas al mismo tiempo y durante este proceso, los individuos llegan a la costa (playas, islas e islotes) donde ayunan hasta completar el proceso. Debido al gran gasto energético utilizado en este proceso, sumado al ayuno que realizan los individuos, durante el proceso de la muda, los pingüinos son susceptibles a sufrir altos niveles de stress por acción antrópica o presencia de depredadores ya que no pueden escapar al agua pues no poseen el plumaje completo e impermeabilizado

### **Estado de conservación**

Para Chile, esta especie se encuentra en la categoría de Vulnerable (D.S. (MINSEGPRES) N° 50 del 24 de abril de 2008). No obstante lo anterior, hoy en día las colonias de nidificación de esta especie se encuentran cada vez más afectadas por disturbios de origen antropogénico. Además, en Chile, la caza y captura de la especie está regulada por la Ley N° 18.892, General de Pesca y Acuicultura, de acuerdo al D.S. (MINAGRI) N° 5 del 7 de diciembre de 1998, por considerarse a los pingüinos un "recurso hidrobiológico". El D.S. (MINECOM) N° 225 del 11 de noviembre de 1995, establece una veda extractiva para la especie por 30 años (Iriarte, 1999).

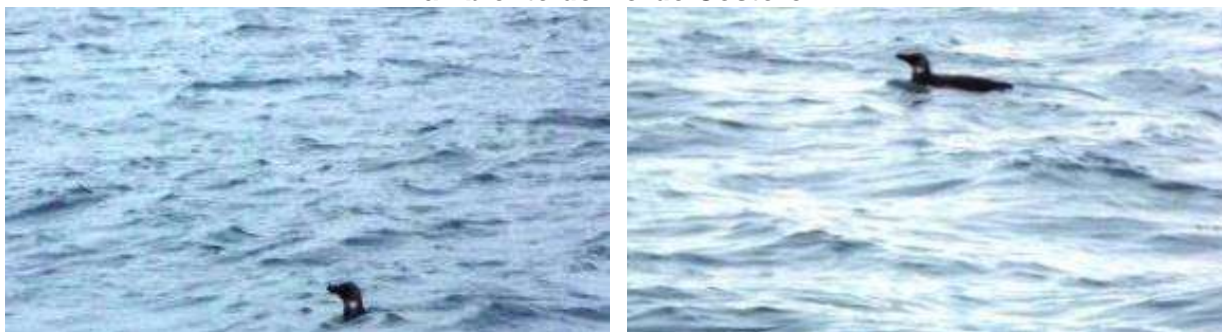
Actualmente, el pingüino de humboldt (Figura EMB-66) es considerado como una especie en estado Vulnerable por la International Union for the Conservation of Nature (IUCN, 2009) y Birdlife International.

Esta especie está situado en el Apéndice I de CITES. En el Apéndice I figuran las especies de animales y plantas sobre las que pesa un mayor peligro de extinción. Están amenazadas



de extinción y CITES prohíbe generalmente el intercambio y comercio internacional de especímenes de estas especies. No obstante puede autorizarse el intercambio o comercio de las mismas en condiciones excepcionales, por ejemplo para investigación científica.

**Figura EMB-66: Ejemplares de pingüino de humboldt (*S. humboldti*) identificados en el ambiente de Borde Costero**



### Clase Mamíferos

#### *Riqueza y abundancia*

Al igual que lo indicado para el ambiente insular, se identificaron únicamente dos especies hidrobiológicas de mamíferos. A continuación se muestran sus respectivas abundancias y densidades (Tabla EMB-80). Respecto a la abundancia existieron diferencias notorias en comparación con el Sector Insular. En el Borde Costero en todas las campañas realizadas solo se registraron dos ejemplares de lobos marinos en primavera del 2014 y dos ejemplares de chungungos en invierno 2014

**Tabla EMB-80: Abundancias y densidades de mamíferos identificados en el ambiente de borde costero**

		Lobo Marino Común		Chungungo	
		<i>Otaria flavescens</i>		<i>Lontra felina</i>	
		Abundancia	Densidad (ind./ha)	Abundancia	Densidad (ind./ha)
2012	Verano				
	Otoño				
	Invierno				
	Primavera				
2014	Otoño				
	Invierno			2	0,01
	Primavera	2	0,01		
2015	Verano				
	Invierno			1	0,01

### **Densidad**

La densidad de las especies detectadas en el ambiente Borde Costero, fue de 0,01 ind./ha. para ambos mamíferos marinos, el lobo marino común (*Otaria flavescens*) y el chungungo (*Lontra felina*).

### **Estado de conservación**

Ambas especies (Figura EMB-67) han sido categorizadas según su estado de conservación por el reglamento de clasificación de especies (RCE). El lobo marino común (*Otaria flavescens*), en la categoría de preocupación menor LC, según las abreviaciones en inglés) y el chungungo (*Lontra felina*) como una especie Vulnerable.

**Figura EMB-67: Ejemplares de mamíferos hidrobiológicos identificados en el ambiente de Borde Costero**



***Otaria flavescens***



***Lontra felina***

Además, ambas especies se encuentran incorporadas en convenciones. El chungungo en el apéndice I de CITES, y el lobo marino, está incluida en el apéndice II de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres, conocida como Convención de Bonn o CMS (en inglés), de la cual Chile es parte desde 1983.

El lobo marino común (*Otaria flavescens*) se distribuye en todo el litoral austral de Sudamérica, por el Pacífico se extiende desde Ecuador (00°35' LS) hasta las Islas Diego Ramírez (56°30' LS) en el extremo austral de Chile, y en la costa Atlántica, se distribuye desde Isla de Torres en Brasil (29°20'LS), hasta el extremo sur de Argentina.

### Índices de diversidad de especies

Antes de analizar los resultados obtenidos para el índice de equidad, conviene recordar que los índices de diversidad están basados en la teoría de la información y por tanto toman en consideración dos componentes, por un lado la riqueza o número de especies presentes en un ambiente dado y por otro lado el grado de incertidumbre que existe respecto a un individuo seleccionado al azar, es decir, la proporción relativa de individuos de cada especie. Por lo tanto, la diversidad de especies dentro de un ambiente será mayor cuando presente un mayor número de especies (riqueza) y cuando esas especies tengan cantidades similares de individuos. Así, existe un valor máximo de diversidad teórico (en el cual todas las especies tienen el mismo número de individuos) que sirve de referencia para evaluar cuán homogéneo es un ambiente (Downing, 1987).

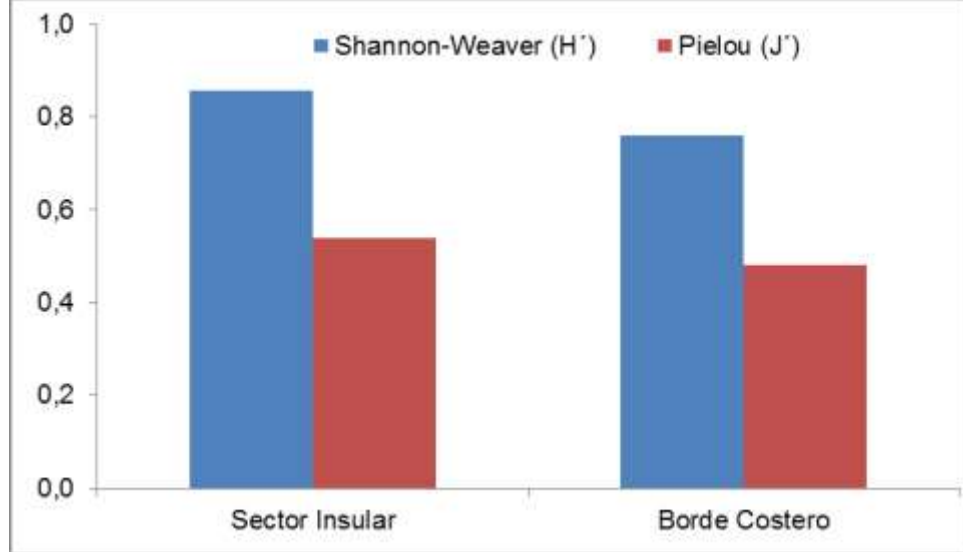
El valor estimado para el índice de diversidad de especies de Shannon-Weaver para ambos ambientes identificados fue bajo con valores de 0,86 para la Sector Insular y 0,76 para el Borde Costero. Dichos valores estimados de  $H'$  son inferiores a 1,5 y superiores a 0,1. Esta baja diversidad de especies se explica por la presencia solamente de tres especies hidrobiológicas en los ecosistemas marinos.

Al evaluar los valores obtenidos con el índice de Equidad de Pielou  $J'$  (Tabla EMB-81 y Figura EMB-68) se tiene que para el ambiente de la Sector Insular y para la zona del Borde Costero el valor fue medio (0,54 y 0,48, respectivamente). Por lo tanto, de las especies incluidas en el análisis son similares en terminos de equidad, con una leve tendencia a homogeneidad en la Sector Insular. Sin embargo, estos valores no son representativos de toda la fauna presente (e.g. aves marinas y costeras), debido a que solo se tomaron en consideración las especies hidrobiológicas.

**Tabla EMB-81: Índice de diversidad de especies ( $H'$ ) y de Equidad ( $J'$ )**

Índice	Sector Insular	Borde Costero
Shannon-Weaver ( $H'$ )	0,86	0,76
Pielou ( $J'$ )	0,54	0,48

**Figura EMB-68: Índice de diversidad de especies ( $H'$ ) y de Equidad ( $J'$ )**

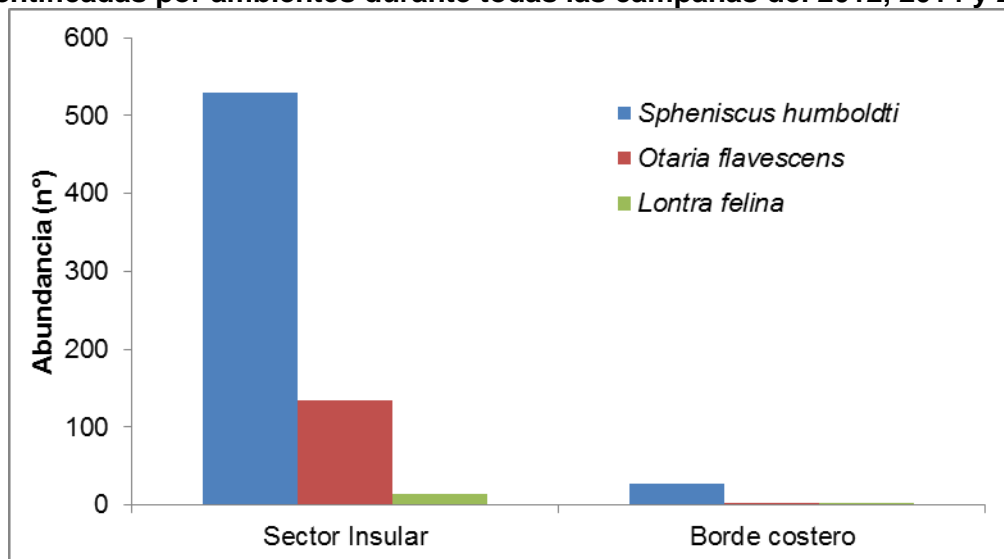


#### Análisis por ambiente

Al analizar el registro del número de especies por cada grupo taxonómico para los diferentes ambientes prospectados (Figura EMB-69), se aprecia en primera instancia que se contabilizaron un mayor número de ejemplares, tanto en general como para cada una de las especies hidrobiológicas, para el ambiente de Sector Insular. Esto se debe a que este tipo de ambiente es utilizado como áreas de refugio, descanso e incluso de reproducción. Por lo tanto constituyen zonas de concentración de ejemplares y por ende se pueden ver más individuos que en el Borde Costero, donde los individuos se dispersan para buscar alimento. Tomando en consideración lo anterior se aprecia que el ambiente de Sector Insular presenta un ámbito de hogar importante para las especies hidrobiológicas.

Sin desmedro de lo anterior, la calidad del ambiente del Borde Costero también presenta una importancia ya que ahí se encuentra es un zona de desplazamiento y alimentación las especies hidrobiológicas.

**Figura EMB-69: Abundancia de las especies de aves y mamíferos hidrobiológicas identificadas por ambientes durante todas las campañas del 2012, 2014 y 2015**



#### Registro de ballena franca austral y su ballenato en la bahía Conchalí

Se registró la presencia de una ballena franca austral y su ballenato (*Eubalaena australis*) en la bahía Conchalí el 27 de agosto del 2015, en el marco de la realización de la línea de base de Ecosistemas Marino, fuera de la campaña de invierno de observación de Aves y Mamíferos Marinos Hidrobiológicos. La observación duró 20 minutos, respetando todas las normas de observación de cetáceos propuesta por la el DS 38/2012 del MINECON llamado “Reglamento General de Observación Mamíferos, Reptiles y Aves Hidrobiológicas y del Registro de Observación de Cetáceos”. Se pudo observar claramente un comportamiento pasivo o de descanso de la ballena franca austral con su ballenato, moviéndose lentamente en el interior de la bahía (Figura EMB-70). Por las características físicas y batimétricas de baja profundidad de la bahía Conchalí probablemente esta especie con su cría estuvieron en alguna etapa de crianza o bien descansando de su ruta migratoria, permaneciendo posiblemente un par de días en la zona. Este registro fue el único que se realizó en la bahía Conchalí con embarcación de pescadores artesanales, no se registró otra embarcación realizando el avistamiento de los cetáceos.

#### **Estado de Conservación**

Esta especie es la única representante de la familia Balaenidae que se distribuye en las aguas del hemisferio sur, desplazándose estacionalmente desde las áreas de alimentación situadas en aguas de altas latitudes hacia las áreas de reproducción localizadas en aguas de latitudes medias. Esta especie habita principalmente en aguas costeras durante la reproducción y crianza aunque durante sus migraciones puede desplazarse en aguas pelágicas (Aguayo-Lobo, *et al.*, 2008).

Las poblaciones de ballenas francas del sur fueron cazadas por diversas comunidades locales, y de manera extensiva desde el siglo XVIII y XIX por flotas balleneras estadounidenses y francesas, y en el siglo XX por flotas chilenas. A lo largo de estos tres siglos se estima que al menos 8.961 ejemplares fueron capturados, lo que puede estar sobre

estimado por la confiabilidad de los registros (Aguayo-Lobo, *et al.*, 2008) No obstante, aparentemente la población del Pacífico Sur Oriental no ha mostrado los mismos signos de recuperación que el de las otras poblaciones del hemisferio sur (Argentina, África del Sur, Australia y Nueva Zelanda). Por lo tanto esta población es actualmente categorizada como 'En Peligro Crítico' por la IUCN. El último trabajo científico documentó 124 avistamientos con 232 ejemplares incluyendo a 39 crías en aguas chilenas entre los años 1964 y 2008 (Aguayo-Lobo, *et al.*, 2008).

En Chile la ballena franca austral está clasificada "En Peligro" por DS 23/2009 MINSEGPRES, del cuatro proceso de RCE. Además el DS N° 230/2008 del MINECON declara a todas las especies de cetáceos como 'Monumento Nacional'; también el Decreto 179/2008 de la Subpesca prohíbe en forma permanente la captura y retención de los cetáceos vivos en las aguas de jurisdicción nacional de modo de proveer condiciones que favorezcan la conservación de ellas; y Ley N° 20.293/2008 declara a las aguas jurisdiccionales chilenas como zona libre de caza de cetáceos.



**Figura EMB-70: Registro de ballena franca austral y su ballenato (*Eubalaena australis*) en bahía Conchalí el 27 de agosto del 2015**



- **Síntesis de resultados de aves y mamíferos hidrobiológicos**

En cada una de las campañas realizadas el 2012, el 2014 y el 2015, se registraron las mismas especies hidrobiológicas, con excepción de otoño 2012 que no se registró ninguna especie hidrobiológica. Estas fueron, el pingüino de humboldt (*Spheniscus humboldti*), el chungongo (*Lontra Felina*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

Las tres especies hidrobiológicas identificadas presentan alguna categoría de conservación, dos catalogadas como Vulnerables (*S. humboldti* y *L. felina*) y otra como Preocupación Menor (*O. flavescens*).

Tanto el ambiente en la Sector Insular como el ambiente del Borde Costero son muy importantes para las especies hidrobiológicas identificadas, ya que utilizan los ambientes por ejemplo para transitar, y como zonas de descanso. El ambiente de Sector Insular presentó la el mayor numero de especies hidrobiológicas (115 ejemplares de *S. humboldti*) y la mayor densidad (valor máximo de 1,85 ind./ha de *S. humboldti*).

En el Sector Insular todas las especies identificadas presentan un patrón de distribución distinto en cada campaña del 2012, 2014 y 2015. Por lo tanto, estas ocuparían de igual forma las tres islas presentes, cambiando sus abundancias debido a comportamientos referentes a periodos reproductivos, bio-ecología de cada especie y zonas de descanso.

Adicionalmente, se pudo observar la presencia de una ballena franca austral con su ballenato (*Eubalaena australis*) en una oportunidad en invierno 2015, mostrando un comportamiento pasivo posiblemente de crianza en la bahía Conchalí, esta especie tiene una categoría de conservación En Peligro.

#### 7.1.4.3.3 Comunidades Submareales

- **Comunidades submareal de fondos blandos**

- **Materiales y Métodos**

Para el estudio de las comunidades macrobentónicas de fondo blando las metodologías utilizadas durante las campañas del 2012, 2014 y 2015 son similares y comparables entre ellas.

Durante el 2012 se muestreó un total de diez estaciones, en las inmediaciones del borde costero de Bahía Conchalí. Las estaciones se denominaron de B1 a B8 mas dos controles B9 (CS) y B10 (CN) (Figura EMB-71), y corresponden a las mismas empleadas para la caracterización de la calidad del agua y sedimentos marinos (ver cordenadas en Tabla EMQ-1). Durante el 2014 y 2015 se muestreó un total de doce estaciones abarcando gran parte de la bahía Conchalí y las inmediaciones del borde costero. Las estaciones se denominaron de E-1 a E10, más E-CS (Control Sur) y E-CN (Control Norte) (Figura EMB-71) y que corresponden a las mismas empleadas para la caracterización de la calidad del agua y sedimentos marinos.

Las muestras de sedimento fueron obtenidas mediante buceo autónomo utilizando un muestreador estándar (core) que permite extraer el sedimento de un área de 0,06 m<sup>2</sup>. Se extrajo 3 réplicas en cada estación. En las estaciones sobre 30 m de profundidad, se utilizó una grada Van Veen. El sedimento se guardó en bolsas de polietileno debidamente etiquetadas y se fijó con alcohol al 96%.

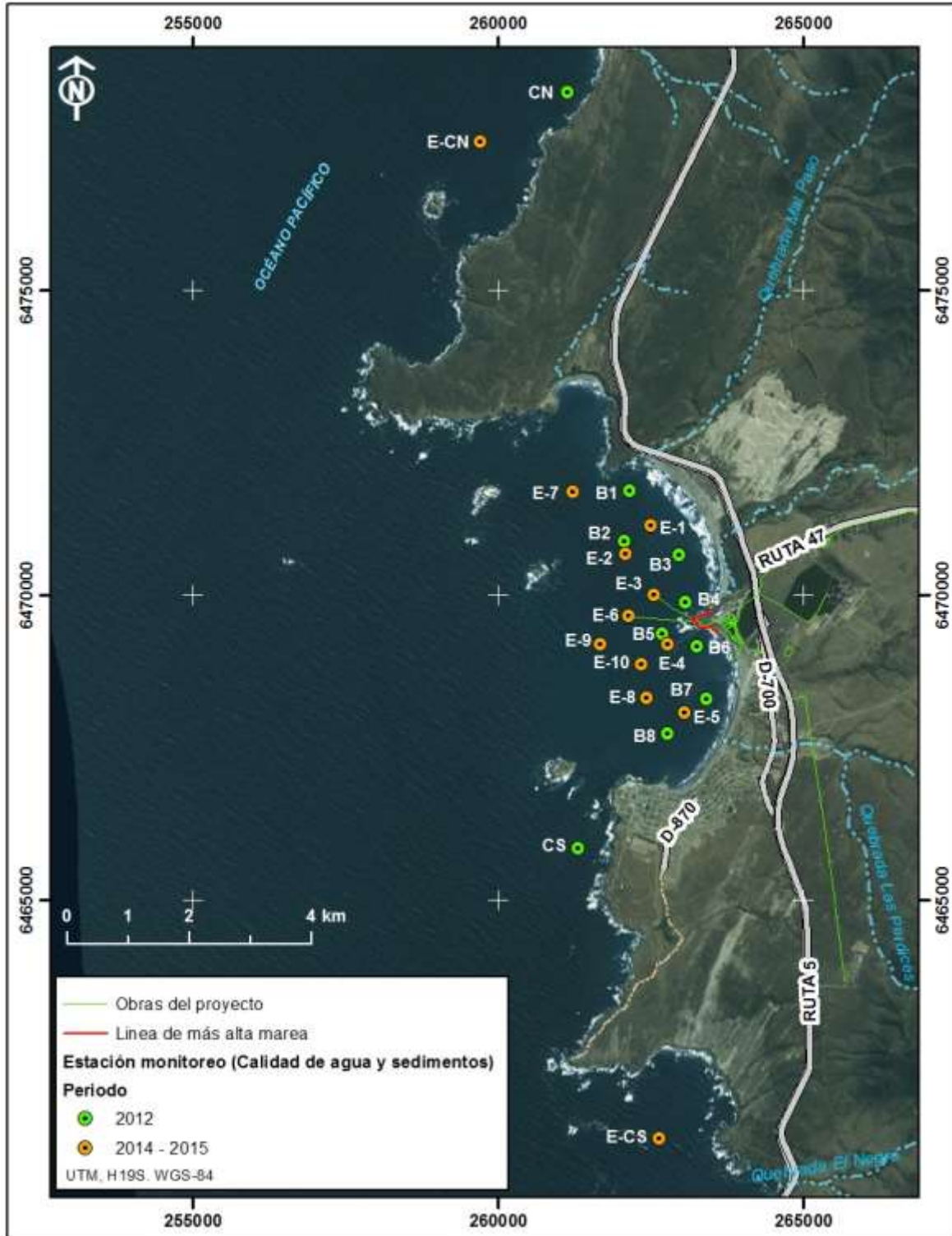
En el laboratorio especializado las muestras fueron tamizadas en un cernidor de abertura de malla de 0,5 mm y todo el material retenido en el tamiz se fijó en alcohol al 75%. Para la separación de los organismos del sedimento e identificación de las muestras se utilizó una lupa binocular Wild y un microscopio óptico Leitz.



Una vez identificados los distintos *taxa* se realizó el cálculo de la densidad promedio ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) de cada uno. A continuación se procedió a secar los ejemplares a temperatura ambiente para luego calcinarlos en un horno mufla a  $500^\circ\text{C}$  para la obtención de la biomasa ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) expresada como peso seco libre de cenizas.

Con las matrices de datos obtenidas anteriormente se realizó los análisis que a continuación se detallan y que son los recomendados por la autoridad marítima en la Guía Metodológica de Revisión Técnica Sectorial de estudios de impacto ambiental en el medio ambiente acuático, de jurisdicción nacional para proyectos que contemplan "descargas de residuos líquidos, de puertos y terminales marítimos u otros".

Figura EMB-71: Estaciones de extracción de sedimentos para análisis de infauna submareal realizados en las campañas durante el 2012, 2014 y 2015



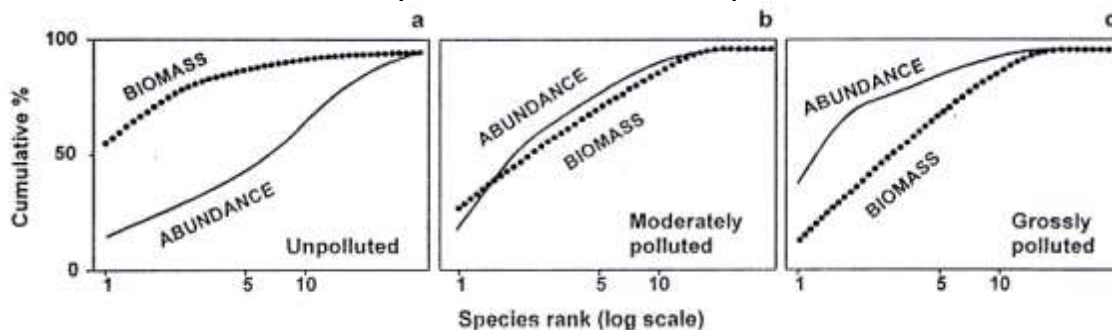
## Índices ecológicos

Se determinó con los datos obtenidos los índices ecológicos de Diversidad específica ( $H'$ ) según Shannon-Weaver (1963), índice de equidad ( $J'$ ) según Pielou (1966) y riqueza de especies ( $S$ ).

### Curvas ABC: Relación abundancia/biomasa

Mediante este método, descrito originalmente por Warwick (1986), se trazan curvas K-dominantes a partir de la distribución de la abundancia de las especies y los valores de biomasa de estas, en porcentajes acumulados, graficados en el eje y, contra el logaritmo del ranking de las especies en el eje x. Este método facilita la determinación de los niveles de perturbación (contaminación inducida o de otro tipo) de las comunidades macrobentónicas. Así, bajo diferentes condiciones de perturbación, las comunidades macrobentónicas pueden presentar especies *k-estrategas*, es decir, con gran tamaño corporal, larga vida, numéricamente poco dominantes, pero que son relevantes en términos de biomasa, y/o especies *r-estrategas* (especies oportunistas), que se caracterizan por ser de pequeño tamaño corporal, baja biomasa, de vida corta y abundantes numéricamente. De este modo, cuando una comunidad está perturbada por contaminación, las especies K-estrategas están en desventaja con respecto a las especies oportunistas, cambiando la distribución de la abundancia de los individuos, y por lo tanto la distribución de la biomasa. Así, cuando una comunidad presenta perturbación o polución no detectable, la curva de la biomasa yace sobre la curva de abundancia, es decir, existen más especies K-estrategas. Cuando ambas curvas coinciden, aproximadamente, se habla de comunidades con perturbación o polución moderada. En cambio, cuando la curva de la abundancia se encuentra sobre la de biomasa se dice que la comunidad presenta perturbación o polución severa (Figura EMB-72, según Clarke & Warwick, 2001).

**Figura EMB-72: Curvas ABC hipotéticas para abundancia y biomasa de especies (Clarke & Warwick, 2001)**



### Análisis de clasificación por estaciones (Cluster)

Esta metodología consiste, en primer lugar, en el cálculo de una matriz de similitud, y que es la base de muchos métodos multivariados. De las numerosas medidas de similitud que han sido sugeridas, por muchos años, una que es particularmente común en ecología es conocida como el coeficiente de Bray-Curtis. El análisis de Cluster tiene como objetivo encontrar agrupaciones naturales de las muestras (estaciones), de tal manera que las muestras dentro de un determinado grupo sean, en general, más similares entre sí, que las muestras de los otros grupos. El proceso culmina con la formación de una estructura tipo árbol o dendrograma.

## Análisis de ordenación por estaciones

Para determinar la similitud entre las estaciones, en cuanto a su estructura comunitaria, se realizó un análisis de ordenación no paramétrico (escalamiento no métrico multidimensional, ENM, Kruskal & Wish, 1978). El ENM consiste en una ordenación espacial de los elementos (estaciones), en una representación gráfica de las similitudes (coeficiente de Bray-Curtis), entre estos elementos, utilizando la menor cantidad de dimensiones posibles. Así, los elementos más similares entre sí formarán grupos relacionados.

Para realizar una mejor interpretación de la ordenación resultante obtenida a partir del ENM, Clarke & Warwick (2001) desarrollaron un criterio según el valor de estrés dado en la configuración final:

- Estrés < 0,05 = Excelente representación
- Estrés < 0,1 = Buena ordenación
- Estrés < 0,2 = Potencialmente útil
- Estrés > 0,3 = Ordenación arbitraria

### - Resultados

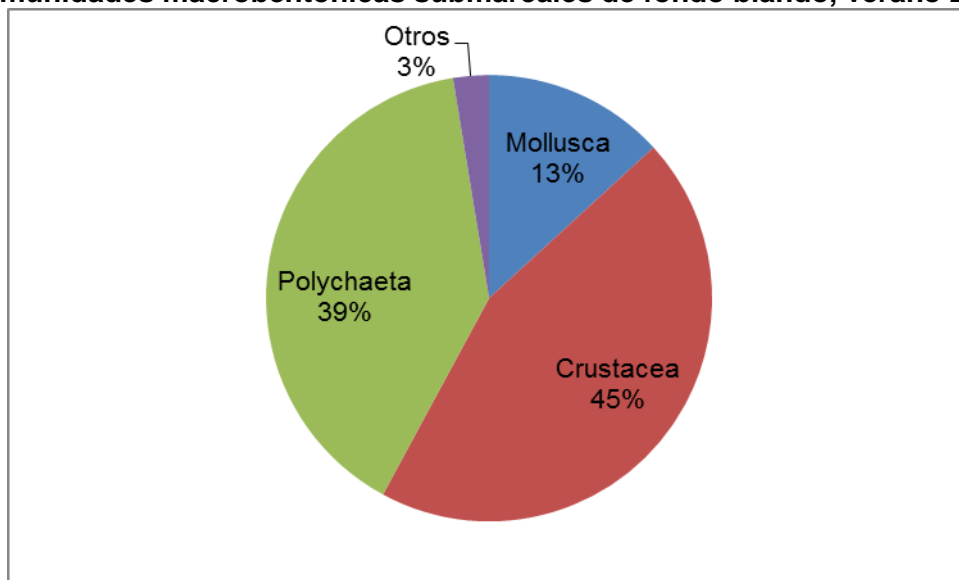
#### ➤ Verano 2012

#### Determinación taxonómica

En la presente campaña estival se registró un total de 38 especies distribuidas, porcentualmente, en un 39,5% de anélidos poliquetos, 13,2% de moluscos, 44,7% de crustáceos y 2,6% clasificados como “otros *taxa*” correspondiente a un representante del phylum Nemertea (Figura EMB-73, Tabla EMB-82).

Los crustáceos fueron el grupo que reunió el mayor número de especies (17 *taxa*), seguido de los poliquetos (15 *taxa*), cuyos representantes correspondieron, en su mayoría, a especies con estrategia trófica omnívora/carnívora (10 *taxa*), y un menor número a depositívoros, tanto superficiales como subsuperficiales (5 especies), es decir, que consumen materia orgánica (M.O.T.) depositada en los sedimentos. Zúñiga *et al.*, (1983), basados en el análisis de 237 estaciones realizadas en 10 muestreos, en bahía Mejillones, encontraron que al aumentar el porcentaje de sedimento fino y M.O.T. aumentaba el porcentaje de representación de las especies de poliquetos, obteniendo que en arena este grupo llegó a un 33,4%, en arena fangosa a 55,6% y en fango a 76,7%. En el área de influencia, bahía Conchalí, el sedimento correspondió a arenas finas, con un alto porcentaje de poliquetos (39,5%).

**Figura EMB-73: Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, verano 2012**



**Tabla EMB-82: Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, verano 2012**

Phylum	Clase	Familia	Especie
Mollusca	Bivalvia	Veneridae	<i>Venus antiqua</i>
	Gastrópoda	Mangeliidae	<i>Agathotoma ordinaria</i>
		Calyptraeidae	<i>Crucibulum quiriquinae</i>
		Olividae	<i>Oliva peruviana</i>
		Turritellidae	<i>Turritella cingulata</i>
Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i> sp.
		Blepharipodidae	<i>Blepharipoda occidentalis</i>
			Caridea indet.
		Cirolanidae	<i>Cirolana</i> sp.
		Diastylidae	Diastylidae indet.
		Gammaridae	Gammaridae indet.
		Gammaridae	<i>Gammarus</i> sp.
		Haustoriidae	Haustoriidae indet.
		Lysianassidae	Lysianassidae indet.
		Chaetiliidae	<i>Macrochiridothea setifer</i>
		Melitidae	<i>Melita</i> sp.
		Phoxocephalidae	<i>Metharpinia longirostris</i>
		Phoxocephalidae	<i>Microphoxus</i> sp.
		Oedicerotidae	Oedicerotidae indet.
		Diogenidae	<i>Paguristes widdelli</i>
Pinnotheridae	<i>Pinnixa transversalis</i>		
Uristidae	Uristidae indet.		
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	<i>Aglaophamus peruana</i>
			<i>Nephtys impressa</i>
		Hesionidae	<i>Dalhousiella ancuda</i>
		Lumbrineridae	<i>Eranno chilensis</i>
		Glyceridae	<i>Glycera</i> sp.
<i>Hemipodus</i> sp.			

Phylum	Clase	Familia	Especie
		Orbiniidae	<i>Naineris chilensis</i>
		Capitellidae	<i>Notomastus</i> sp.
		Amphinomidae	<i>Pareurythoe chilensis</i>
		Pisionidae	<i>Pisione oerstedii</i>
		Nereididae	<i>Platynereis australis</i>
		Spionidae	<i>Prionospio peruana</i>
		Saccocirridae	<i>Saccocirrus sonomacus</i>
		Opheliidae	<i>Travisia chiloensis</i>
		Syllidae	<i>Typosyllis</i> sp.
Nemertea		-	Nemertea indet.

La Tabla EMB-83 contiene la densidad promedio y biomasa de cada especie. La estación B2 fue la que presentó la mayor densidad con 796,0 ind/m<sup>2</sup>, gracias al aporte significativo de un representante del orden Amphipoda, familia Haustoriidae. Por otra parte, el menor valor de densidad se registró en la estación B7 con 74,2 ind/m<sup>2</sup>. La especie que presentó la mayor frecuencia de ocurrencia fue el poliqueto *Nephtys impressa*, encontrándose en 7 de las 10 estaciones. También en la Tabla EMB-83 se observa que la estación con mayor biomasa fue B8 con 66,31 g/m<sup>2</sup>, debido al gran aporte del molusco gasterópodo *Turritella cingulata*. Por otra parte, el menor valor de biomasa se registró en la estación B3 con 0,2 g/m<sup>2</sup>.

**Tabla EMB-83: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) y Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de fauna de submareal blando**

Especie	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> )										Biomasa (g/m <sup>2</sup> )									
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9 (CS)	B10 (CN)	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9 (CS)	B10 (CN)
<i>Venus antiqua</i>								21,2										3,716		
<i>Agathotoma ordinaria</i>										10,6										0,027
<i>Crucibulum quiriquinae</i>								10,6										0,569		
<i>Oliva peruviana</i>		10,6			10,6		10,6					3,195			0,132		3,070			
<i>Turritella cingulata</i>								138									61,965			
<i>Ampelisca</i> sp.		31,8	63,7			21,2						0,055	0,059			0,091				
<i>Blepharipoda occidentalis</i>				10,6										0,038						
Caridea indet.						116,8										0,452				
<i>Cirolana</i> sp.					10,6					10,6					0,002				0,018	
Diastylidae indet.		31,8			10,6		10,6					0,011			0,001		0,005			
Gammaridae indet.				10,6										0,001						
<i>Gammarus</i> sp.			10,6											0,001						
Haustoriidae indet.	297,2	541,4	84,9	201,7	31,8						21,273	0,104	0,033	0,051	0,001					
Lysianassidae indet.								10,6		159,2								0,012	0,082	
<i>Macrochiridothea setifer</i>								10,6										0,035		
<i>Melita</i> sp.								10,6										0,004		
<i>Metharpinia longirostris</i>		21,2			42,5			31,8				0,002			0,002			0,136		
<i>Microphoxus</i> sp.	10,6	84,9	31,8		95,5	10,6					0,001	0,017	0,017		0,011	0,018				
Oedicerotidae indet.	31,8	42,5	53,1	10,6	10,6						0,010	0,030	0,024	0,004	0,001					
<i>Paguristes widdelli</i>							10,6										0,600			
<i>Pinnixa transversalis</i>						10,6										0,024				
Uristidae indet.			10,6											0,001						
<i>Aglaophamus peruana</i>		10,6										0,298								
<i>Nephtys impressa</i>	84,9		42,5	63,7	21,2	21,2	31,8	10,6			0,041		0,018	0,151	10,629	0,010	0,151	0,028		
<i>Dalhousiella ancuda</i>										10,6									0,001	
<i>Eranno chilensis</i>		21,2										0,012								
<i>Glycera</i> sp.										31,8									0,090	
<i>Hemipodus</i> sp.			10,6										0,001							
<i>Naineris chilensis</i>					10,6										0,004					
<i>Notomastus</i> sp.	10,6		10,6								0,006		0,024							
<i>Pareurythoe chilensis</i>								233,5	10,6									0,311	0,062	
<i>Pisone oerstedii</i>								65,2										0,093		
<i>Platynereis australis</i>								10,6										0,017		
<i>Prionospio peruana</i>			42,5										0,015							
<i>Saccocirrus sonomacus</i>								31,8	31,8									0,011	0,002	
<i>Travisia chiloensis</i>										10,6									0,616	
<i>Typosyllis</i> sp.								95,5										0,080		
Nemertea indet.			10,6			10,6	10,6		10,6				0,003		0,006	0,078		0,061		
Total	435,1	796	371,5	297,2	244	191	74,2	191	500,2	275,8	21,33	3,72	0,19	0,24	10,78	0,602	3,903	66,31	0,724	0,89

## Índices ecológicos

En la Tabla EMB-84 se tabulan los resultados de los siguientes índices ecológicos: Diversidad específica, Equidad y Riqueza de especies, para cada estación de muestreo.

**Tabla EMB-84: Índices ecológicos, verano 2012. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica**

Estaciones	S	J'	H'
B1	5	0,59	0,95
B2	9	0,56	1,22
B3	11	0,89	2,13
B4	5	0,59	0,95
B-5	9	0,83	1,83
B6	6	0,71	1,27
B7	5	0,92	1,48
B8	5	0,60	0,96
B9 (CS)	9	0,73	1,61
B10 (CN)	8	0,69	1,44

- *Diversidad específica (H')*

El valor del índice de H', normalmente oscila entre 1,5 (que indica baja riqueza de especies y bajos valores de equidad) a 3,5 (lo que indica altos valores de equidad y de riqueza), aunque también se encuentran valores más allá de estos límites. Debido a que el índice de Shannon da una medida del número de especies y, la uniformidad o equidad, de su abundancia, los valores resultantes nos dan una descripción absoluta de los sitios de biodiversidad. Esto es particularmente útil cuando se comparan ecosistemas o hábitats similares, ya que puede poner en evidencia cuando un sitio es más rico que otro. Sin embargo, siempre es necesario analizar los datos o utilizar otros índices para conocer las verdaderas razones de tal diferencia.

Alcolado (1992), utilizando datos de comunidades de esponjas, presenta un diagrama en el cual, atendiendo a los valores de H', propone una clasificación de 5 estados ambientales:

- Fuerte y constantemente severo (H'= 0-1,3)
- Severo (H'= 1,3-2,0)
- Algo severo (H'= 2,0-2,5)
- Favorable (H'= 2,5-2,9)
- Muy favorable (H' > 2,9)

Otra clasificación, basada en los valores de H', fue realizada por Hendey (1977) para comunidades de diatomeas, quien propuso 4 estados ambientales:

- Polución severa (H'= 0-1)
- Polución moderada (H'= 1-2)
- Polución ligera (H'= 2-3)
- Polución no detectable (H'= 3-4)



Si se comparan los resultados de diversidad obtenidos en verano 2012 (Tabla EMB-84), con las clasificaciones anteriores, se observa que, según los estados propuestos por Alcolado (1992) cinco de las diez estaciones (B1, B2, B4, B6 y B8) se clasificarían como un ambiente fuerte y constantemente severo, cuatro (B-5, B7, B9 (CS) y B10 (CN)) como ambiente severo y solo una estación (B3) como un ambiente algo severo, mientras que según la clasificación de Hendey (1977), tres estaciones presentarían polución severa, seis polución moderada y una estación polución ligera. Los bajos valores de  $H'$  obtenidos se deben, principalmente, a los bajos valores de riqueza.

- *Índice de equidad*

Este índice expresa cuan equitativamente está distribuida la abundancia de los individuos en las distintas especies. Los valores posibles van de 0 a 1; mientras más cercano a 1 sea el valor de  $J'$ , más alta es la equidad y baja la dominancia.

Los resultados obtenidos en la presente campaña (Tabla EMB-84), muestran en general, una buena distribución de la abundancia en las distintas especies encontradas en las diez estaciones, valores que oscilaron entre  $J'=0,556$  en la estación B2 y  $J'=0,916$  en la estación B7.

- *Riqueza de especies*

Este índice indica, simplemente, el número total de especies presentes.

En la presente campaña, se obtuvo en total 38 especies en toda el área de influencia. La mayor riqueza se registró en la estación B3, con 11 *taxa* distintos, mientras que las estaciones B1, B4, B7 y B8 presentaron los valores más bajo de riqueza con solo 5 *taxa* cada una (Tabla EMB-84).

#### Curvas ABC (relación abundancia/biomasa)

El análisis de las curvas de relación abundancia/biomasa (Figura EMB-74 y Figura EMB-75), muestra que las estaciones B3, B4 y B9 (CS) se encontraron en comunidades con perturbación moderada, ya que las curvas de abundancia (en azul) y de biomasa (en rojo) coincidieron. Las estaciones B1, B2, B-5, B6, B7, B8 y B10 (CN) se encontraron en comunidades con perturbación no detectable, ya que la curva de biomasa yace sobre la de abundancia.

Algunos autores (Carrasco *et al.*, 1996) mencionan que, en estaciones con un número menor a ocho *taxa*, este método no es estadísticamente válido por encontrarse semi-defaunadas; por lo tanto, las estaciones se clasificarían como comunidades con perturbación severa. De esta manera, en el presente estudio cinco de las diez estaciones se encontrarían en esta situación. Por ello no es del todo correcto concluir el estado de las comunidades solo a través de las curvas ABC, ya que podrían inducir a conclusiones erróneas, pues es también importante considerar los otros análisis realizados a las comunidades (e.g. índices ecológicos).

**Figura EMB-74: Curvas ABC para la estación B1 a B6**

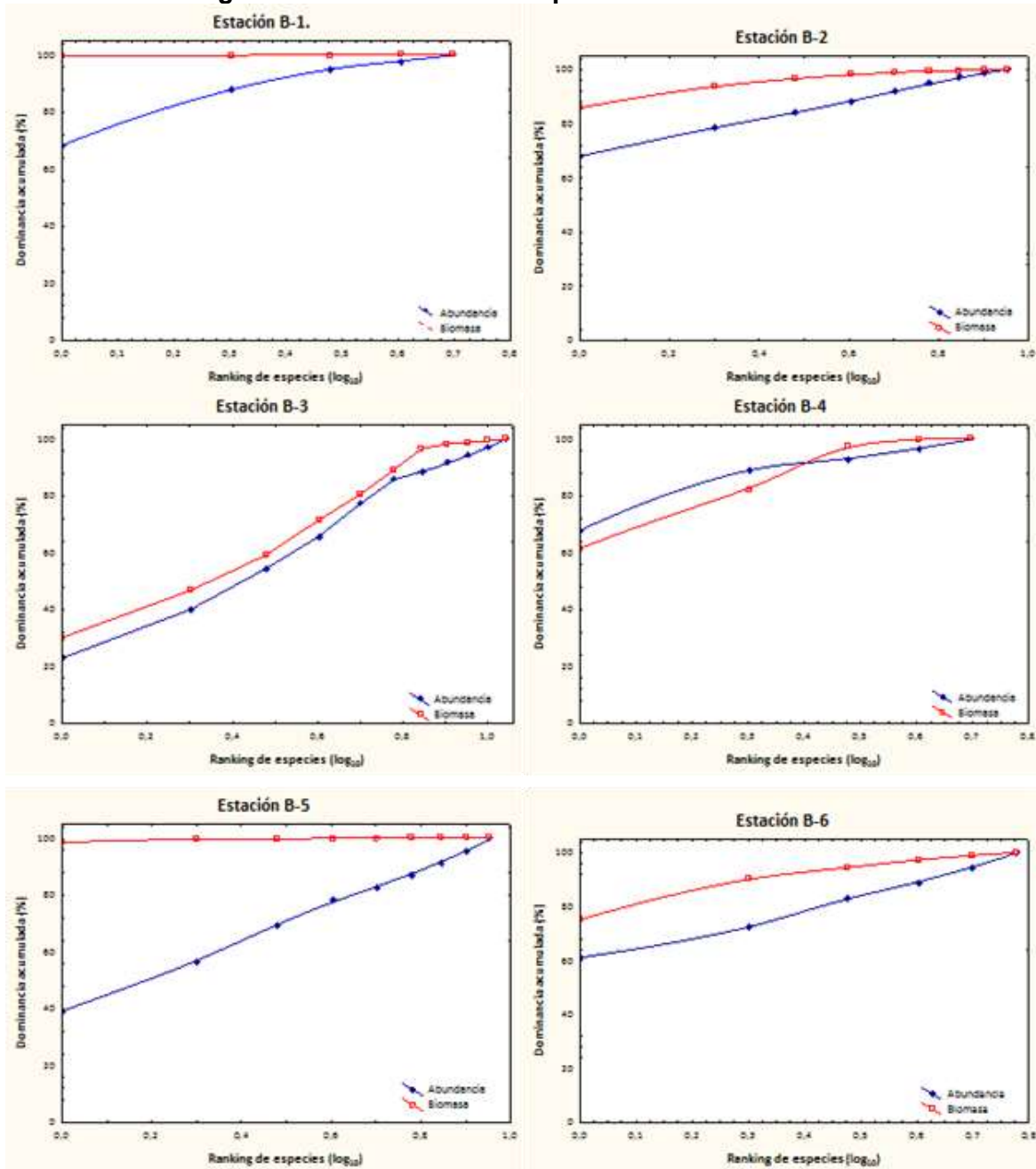
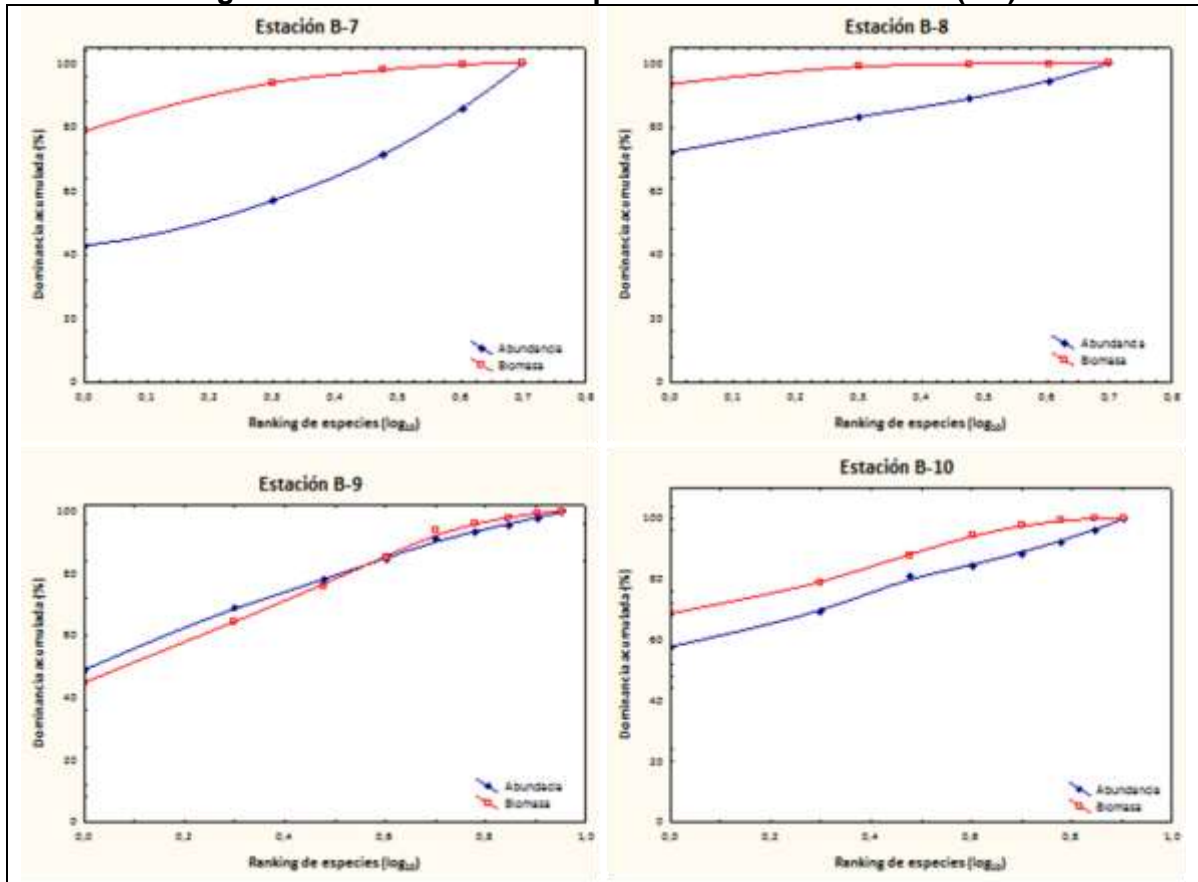


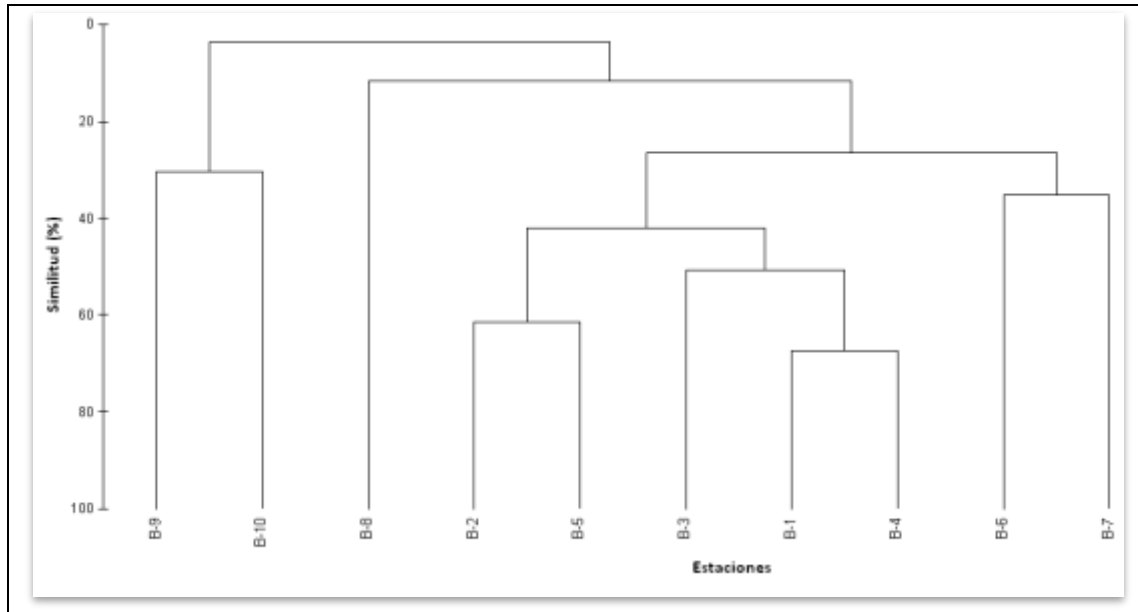
Figura EMB-75: Curvas ABC para la estación B7 a B10 (CN)



Análisis de clasificación por estaciones

El análisis de Cluster (Figura EMB-76), muestra que las estaciones B1 y B4 presentaron el porcentaje más alto de similitud en la estructura de sus comunidades con un 67,4%, seguidas de las estaciones B2 con B-5 con un 61,5% de similitud entre ellas, mientras que las estaciones B9 (CS) y B10 (CN) presentaron las mayores diferencias, con solo un 3,7% de similitud con respecto a las otras 8 estaciones. En general las estaciones son disimiles.

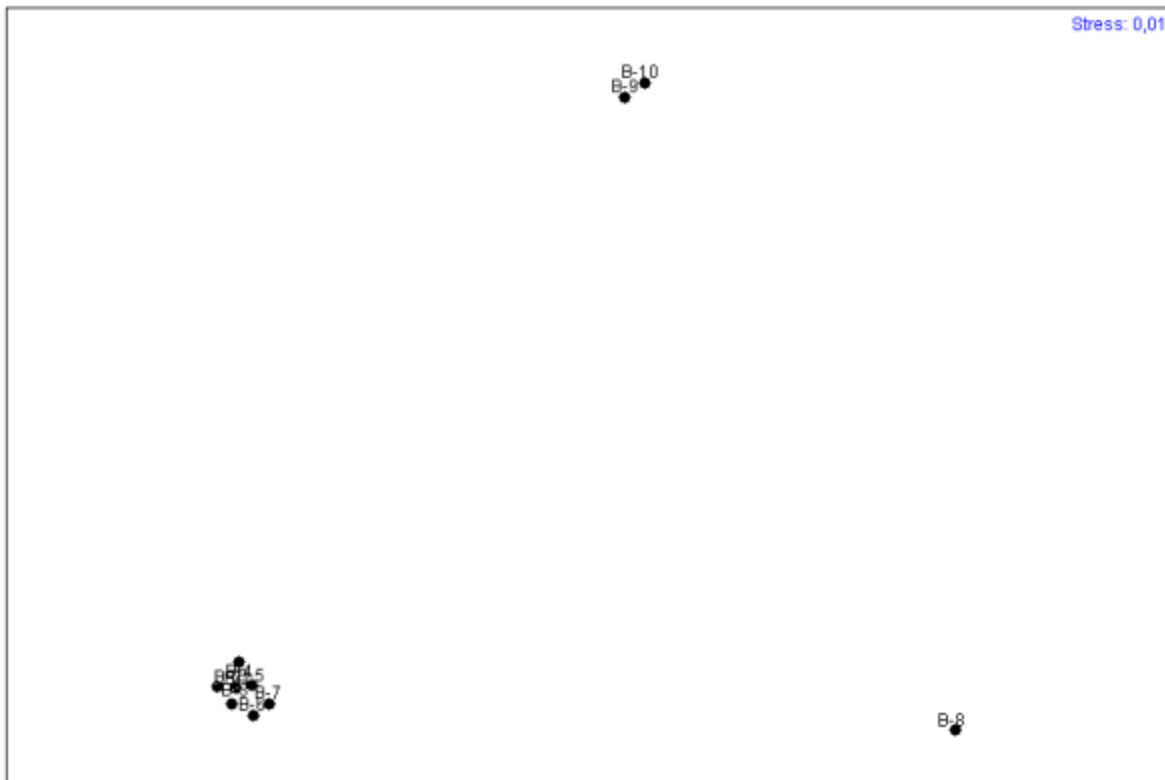
**Figura EMB-76: Dendrograma clasificatorio de las diez estaciones muestreadas, verano 2012**



#### Análisis de ordenación por estaciones

El método de escalamiento no-métrico multidimensional (ENM, Figura EMB-77), muestra claramente un grupo de siete estaciones (B1, B2, B3, B4, B-5, B6 y B7) muy próximas entre sí; mientras que, las tres estaciones restantes se encuentran más distantes, con B9 (CS) y B10 (CN) por un lado, muy cercanas, y B8 por otro, más alejada del resto. El valor de estrés obtenido (0,01), muestra una excelente representación, lo que significa que las estaciones agrupadas en el plano poseen una estructura comunitaria similar entre ellas, pero con diferencias significativas respecto de las otras estaciones más alejadas. La lejanía de la estación B8 se debe, principalmente, a su distinta composición de especies, ya que 4 de sus 5 especies no se encontraron en las otras estaciones, mientras que las siete estaciones agrupadas presentaron una composición similar de especies, compartiendo entre ellas los 3 *taxa* con la mayor frecuencia de ocurrencia, y que no se encontraron en las otras 3 estaciones.

**Figura EMB-77: Ordenación espacial de las estaciones, verano 2012**



### Síntesis

El grupo faunístico mejor representado en el presente estudio fueron los crustáceos, seguidos por los anélidos poliquetos. La mayor densidad se registró en la estación B2 y la mayor biomasa en la estación B8, mientras que los valores más bajos se obtuvieron en las estaciones B7 (en cuanto a densidad) y B3 (en cuanto a biomasa).

Considerando los valores de diversidad, al menos 3 estaciones presentaron comunidades con polución severa, 6 estaciones polución moderada y una estación polución ligera. Los bajos valores de diversidad obtenidos son producto, principalmente, del bajo número de especies encontradas en algunas estaciones. En cuanto a equidad, las diez estaciones mostraron uniformidad en la distribución de la abundancia de individuos en las distintas especies. La riqueza total de especies fue de 38 *taxa*; en cinco de las diez estaciones la riqueza fue muy baja (cinco y seis *taxa*). En la estación B3 se registró la mayor riqueza.

El método de las curvas ABC mostró perturbación no detectable en siete estaciones, y perturbación moderada en las tres restantes. No obstante, si se considera la condición de semidefaunada (< 8 especies), cinco estaciones presentarían perturbación severa.

De los análisis de clasificación y ordenación se puede concluir que, por lo menos siete estaciones poseen una estructura comunitaria muy semejante entre sí, pero a su vez muy distinta de las otras tres estaciones; esto debido principalmente a que las primeras poseen entre ellas una composición similar de especies.

Si se consideran todos los análisis realizados en verano 2012, podemos concluir que las diez estaciones presentaron evidencias de perturbación pero en distinto grado, siendo las menos alteradas las estaciones B3 y B-5 con los valores más altos de riqueza y diversidad y buena equidad, mientras que las estaciones B1, B4 y B8 presentaron más alteración con los valores de riqueza, diversidad y equidad más bajos y curvas ABC clasificadas como comunidades con perturbación severa por su condición de semidefaunadas. No se observó una relación directa entre el grado de perturbación de las estaciones con su distribución en el área de influencia, sin embargo, las estaciones B8, B9 (CS) y B10 (CN), que según los análisis de clasificación y ordenación son distintas al resto debido a su diferente composición de especies, se ubican, precisamente, más alejadas de las instalaciones del puerto de Punta chungo.

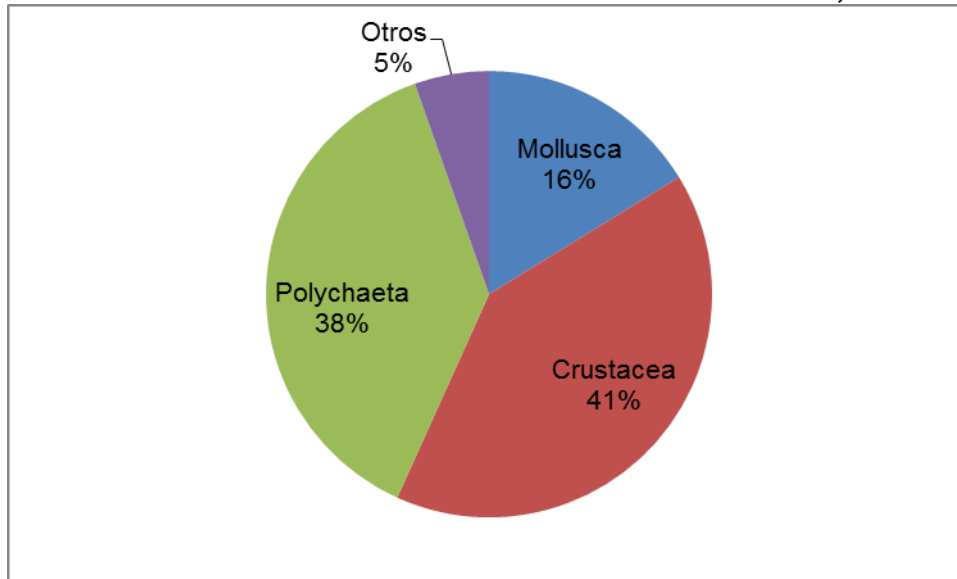
### ➤ Otoño 2012

#### Determinación taxonómica

En la campaña de otoño 2012, se obtuvo un total de 37 especies distribuidas porcentualmente de la siguiente manera: un 37,8% de anélidos poliquetos, 16,2% de moluscos, 40,5% de crustáceos y 5,4% clasificados como otros *taxa* y que corresponde a un representante de Nemertea y uno de Oligochaeta (Figura EMB-78 y Tabla EMB-85).

El grupo que reunió el mayor número de especies fue el de los crustáceos (15 *taxa*), seguido de poliquetos (14 *taxa*), cuyos representantes correspondieron en su mayoría, a especies con estrategia trófica omnívora/carnívora (8 *taxa*), y un menor número a depositívoros tanto superficiales (3 *taxa*) como subsuperficiales (3 especies), es decir, que consumen materia orgánica (M.O.T.) depositada en los sedimentos. Zúñiga *et al.*, (1983), basados en el análisis de 237 estaciones realizadas en 10 muestreos, en bahía Mejillones, encontraron que al aumentar el porcentaje de sedimento fino y M.O.T. aumentaba el porcentaje de representación de las especies de poliquetos, obteniendo que en arena este grupo alcanzara a 33,4%, en arena fangosa a 55,6% y en fango a 76,7%. En la presente campaña, el sedimento correspondió a arenas finas, con un porcentaje de poliquetos de 37,8%.

**Figura EMB-78: Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, otoño 2012**



**Tabla EMB-85: Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, otoño 2012**

Phylum	Clase	Familia	Especie
Mollusca	Bivalvia	Veneridae	<i>Retrotapes rufa</i>
	Gastrópoda	Nassariidae	<i>Nassarius gayii</i>
		Olividae	<i>Oliva peruviana</i>
		Scissurellidae	<i>Sinezona cf. rimuloides</i>
		Turbinidae	<i>Tegula euryomphala</i>
		Turritellidae	<i>Turritella cingulata</i>
Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i> sp.
		Blepharipodidae	<i>Blepharipoda occidentalis</i>
			<i>Blepharipoda spinimana</i>
		-	Caridea indet.
		Cirolanidae	<i>Cirolana</i> sp.
		Diastylidae	Diastylidae indet.
		Haustoriidae	Haustoriidae indet.
		Chaetiliidae	<i>Macrochiridothea setifer</i>
		Phoxocephalidae	<i>Metharpinia longirostris</i>
			<i>Microphoxus</i> sp.
		Oedicerotidae	Oedicerotidae indet.
		Pinnotheridae	<i>Pinnixa transversalis</i>
		Cancriidae	<i>Romaleon polyodon</i>
	Uristidae	Uristidae indet.	
Ostracoda	-	Ostracoda indet.	
Annelida	Polychaeta	Paraonidae	<i>Aricidea pigmentata</i>
		Hesionidae	<i>Dalhousiella ancuda</i>

Phylum	Clase	Familia	Especie
		Lumbrineridae	<i>Eranno chilensis</i>
		Glyceridae	<i>Hemipodus</i> sp.
		Orbiniidae	<i>Naineris chilensis</i>
		Nephtyidae	<i>Nephtys impressa</i>
		Capitellidae	<i>Notomastus chilensis</i>
Annelida	Polychaeta	Pisionidae	<i>Pisione oerstedii</i>
		Spionidae	<i>Prionospio peruana</i>
		Saccocirridae	<i>Saccocirrus sonomacus</i>
		Sigalionidae	Sigalion sp.
			<i>Sthenelais helenae</i>
		Cirratulidae	<i>Tharyx</i> sp.
	Syllidae	<i>Typosyllis</i> sp.	
Clitellata	-	Oligochaeta indet.	
Nemertea	-	-	Nemertea indet.

En la Tabla EMB-86 presenta los valores de densidad promedio y biomasa de cada especie. La estación B2 fue la que presentó la mayor densidad con 562,5 ind/m<sup>2</sup>, gracias al aporte significativo de un representante del orden Amphipoda, familia Haustoriidae. Por otra parte, el menor valor de densidad se registró en las estaciones B4, B7 y B10 (CN) con 21,2 ind/m<sup>2</sup>. Al comparar estos resultados con los obtenidos en la campaña de enero de 2012, se advierten ciertas similitudes, ya que en esa oportunidad las estaciones B2 y B7 también registraron el valor de densidad más alto y más bajo, respectivamente, además el anfípodo Haustoriidae fue el taxón más importante en abundancia en la estación B2.

La especie que presentó la mayor frecuencia de ocurrencia, al igual que en enero de 2012, fue el poliqueto *Nephtys impressa*, encontrándose en 6 de las 10 estaciones.

También se observa que la estación con mayor biomasa fue, nuevamente, B8 con 18,6 g/m<sup>2</sup>, debido al gran aporte del molusco gasterópodo *Turritella cingulata*. Por otra parte, el menor valor de biomasa se registró en la estación B-5 con 0,07 g/m<sup>2</sup>.



**Tabla EMB-86: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) y Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de fauna de submareal blando, otoño 2012**

Especie	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> )										Biomasa (g/m <sup>2</sup> )									
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9 (CS)	B10 (CN)	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9 (CS)	B10 (CN)
<i>Retrotapes rufa</i>										10,6										0,1486
<i>Nassarius gayii</i>									10,6										0,1072	
<i>Oliva peruviana</i>			10,6			10,6							16,2		1,05					
<i>Sinezona cf. rimuloides</i>							10,6											0,0011		
<i>Tegula euryomphala</i>								10,6											0,8375	
<i>Turritella cingulata</i>								180,5										18,3964		
<i>Ampelisca sp.</i>		116,8	53,1		10,6	106,2						0,14	0,1		0	0,02				
<i>Blepharipoda occidentalis</i>	10,6										0,04									
<i>Blepharipoda spinimana</i>	10,6					10,6					0,01					0				
Caridea indet.							10,6										0,1136			
<i>Cirolana sp.</i>			10,6										0,04							
Diastylidae indet.		10,6										0								
Haustoriidae indet.	21,2	297,2	21,2			63,7	10,6				0,01	0,02	0		0		0,0011			
<i>Macrochirodothea setifer</i>			10,6			10,6							0,01		0,01					
<i>Metharpinia longirostris</i>		21,2	53,1						10,6			0	0,08							0,0021
<i>Microphoxus sp.</i>		63,7				42,5						0			0					
Oedicerotidae indet.	10,6										0									
<i>Pinnixa transversalis</i>					31,8	10,6												0,0011		
<i>Romaleon polyodon</i>									10,6						0,04	0,12				
Uristidae indet.			10,6																0,1518	
Ostracoda indet.							10,6						0							
<i>Aricidea pigmentata</i>						10,6										0				
<i>Dalhousiella ancuda</i>									10,6										0,0011	
<i>Eranno chilensis</i>		10,6			10,6										0					
<i>Hemipodus sp.</i>		10,6										0,01								
<i>Naineris chilensis</i>		10,6			10,6							0			0					
<i>Nephtys impressa</i>	42,5	21,2	10,6	21,2	10,6	84,9					0,07	0,01	0,05	0,15	0,01	0,07				
<i>Notomastus chilensis</i>							21,2											0,1794		
<i>Pisione oerstedii</i>								21,2											0,0202	
<i>Prionospio peruana</i>			10,6										0							
<i>Saccocimus sonomacus</i>									10,6										0,0011	
<i>Sigalion sp.</i>	10,6										0									
<i>Sthenelais helenae</i>							10,6											0,0021		
<i>Tharyx sp.</i>					10,6										0					
<i>Typosyllis sp.</i>									10,6										0,0011	
Oligochaeta indet.								10,6										0,0011		
Nemertea indet.					21,2	10,6									0,01	0,07				
<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>562,5</b>	<b>191</b>	<b>21,2</b>	<b>106</b>	<b>360,9</b>	<b>21,2</b>	<b>244,1</b>	<b>84,8</b>	<b>21,2</b>	<b>0,13</b>	<b>0,19</b>	<b>16,5</b>	<b>0,15</b>	<b>0,07</b>	<b>1,36</b>	<b>0,1147</b>	<b>18,5812</b>	<b>1,12</b>	<b>0,151</b>

## Índices ecológicos

En la Tabla EMB-87 se muestran los resultados de los siguientes índices ecológicos: diversidad específica ( $H'$ ), equidad ( $J'$ ) y riqueza de especies ( $S$ ), obtenidos en cada estación de muestreo.

**Tabla EMB-87: Índices ecológicos, otoño 2012. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica**

Estaciones	S	J'	H'
B1	6	0,90	1,61
B2	9	0,66	1,46
B3	9	0,87	1,92
B4	1	-	-
B5	7	0,94	1,83
B6	10	0,82	1,88
B7	2	1,00	0,69
B8	6	0,55	0,98
B9 (CS)	7	0,98	1,91
B10 (CN)	2	1,00	0,69

- *Diversidad específica ( $H'$ )*

El valor del índice de diversidad ( $H'$ ), normalmente oscila entre 1,5 (que indica baja riqueza de especies y bajos valores de equidad) a 3,5 (lo que indica altos valores de equidad y de riqueza), aunque también se encuentran valores más allá de estos límites. Debido a que el índice de Shannon da una medida del número de especies y, la uniformidad o equidad, de su abundancia, los valores resultantes nos dan una descripción absoluta de los sitios de biodiversidad. Esto es particularmente útil cuando se comparan ecosistemas o hábitats similares, ya que puede poner en evidencia cuando un sitio es más rico que otro. Sin embargo, siempre es necesario analizar los datos o utilizar otros índices para conocer las verdaderas razones de tal diferencia (Tabla EMB-87).

Alcolado (1992), utilizando datos de comunidades de esponjas, presenta un diagrama en el cual, atendiendo a los valores de  $H'$ , propone una clasificación de 5 estados ambientales:

- Fuerte y constantemente severo ( $H'= 0-1,3$ )
- Severo ( $H'= 1,3-2,0$ )
- Algo severo ( $H'= 2,0-2,5$ )
- Favorable ( $H'= 2,5-2,9$ )
- Muy favorable ( $H' > 2,9$ )

Otra clasificación, basada en los valores de  $H'$ , fue realizada por Hendey (1977) para comunidades de diatomeas, quien propuso 4 estados ambientales:

- Polución severa ( $H'= 0-1$ )
- Polución moderada ( $H'= 1-2$ )
- Polución ligera ( $H'= 2-3$ )
- Polución no detectable ( $H'= 3-4$ )

Si se comparan los resultados de diversidad obtenidos en la presente campaña, tenemos que según los estados propuestos por Alcolado (1992), cuatro de las diez estaciones (B4, B7, B8 y B10 (CN)) se clasificarían como un ambiente fuerte y constantemente severo y seis (B1, B2, B3, B-5, B6 y B9 (CS)) como ambiente severo. Mientras que, según la clasificación de Hendey (1977), cuatro estaciones presentarían polución severa y seis polución moderada. Los bajos valores de  $H'$  obtenidos se explican principalmente, por los bajos valores de riqueza obtenidos.

- *Índice de equidad*

Este índice expresa cuan equitativamente está distribuida la abundancia de los individuos en las distintas especies. Los valores posibles van de 0 a 1; mientras más cercano a 1 sea el valor de  $J'$ , más alta es la equidad y baja la dominancia.

Los resultados obtenidos en la presente campaña, muestran en general, una buena distribución de la abundancia en las distintas especies encontradas en las diez estaciones, valores que oscilaron entre  $J'=0,547$  en la estación B8 y  $J'=1$  en las estaciones B7 y B10 (CN), sin embargo, se debe mencionar que en estas últimas estaciones se registraron solo 2 especies, lo que hace más factible una equidad total en la distribución de la abundancia entre las especies (Tabla EMB-87).

- *Riqueza de especies*

Este índice indica simplemente el número total de especies presentes, y es totalmente dependiente del tamaño de la muestra y del esfuerzo de muestreo.

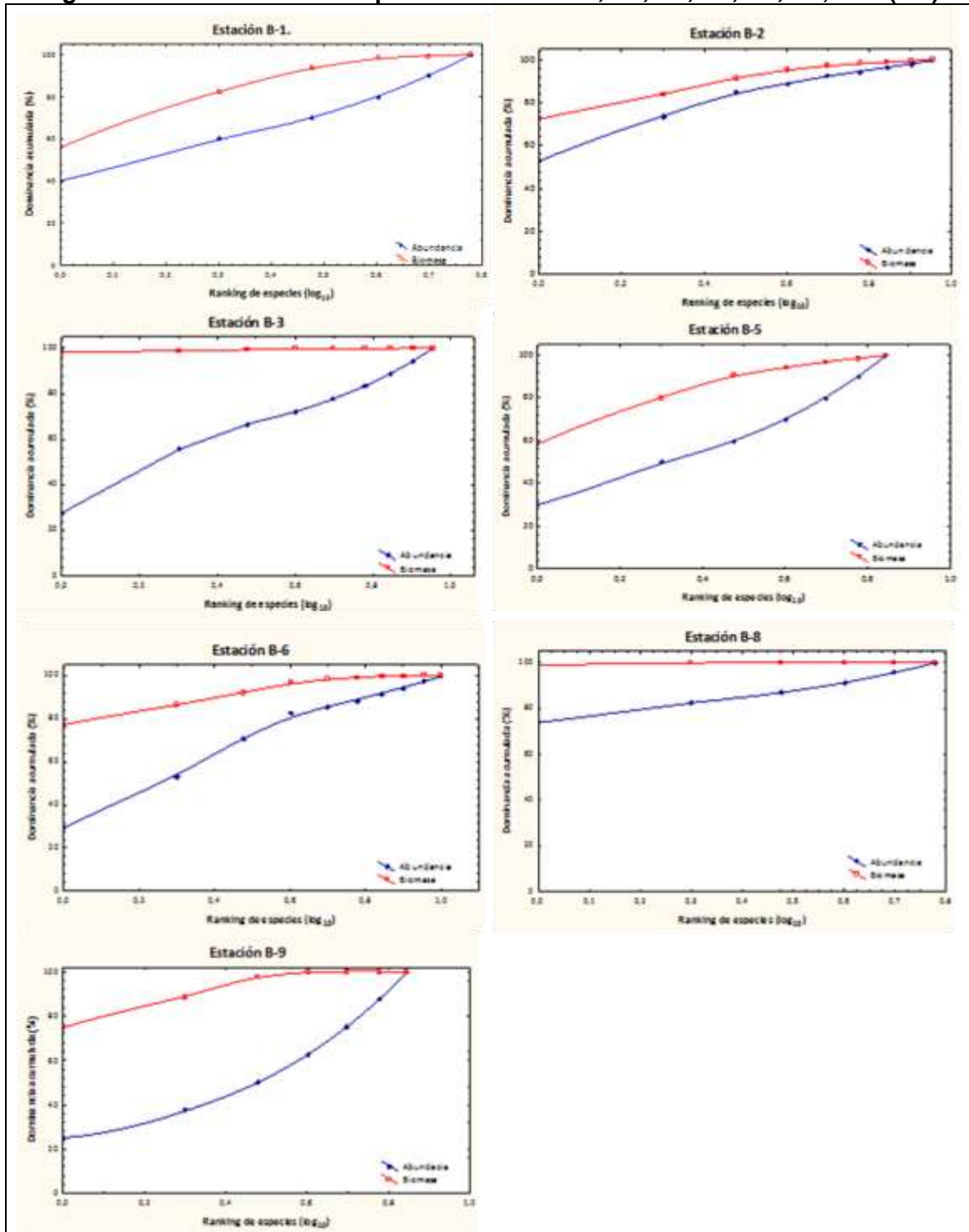
En la presente campaña se registraron en total 37 especies en toda el área de influencia. Siete de las diez estaciones presentaron bajos valores de riqueza (entre uno y siete *taxa*). La mayor riqueza se registró en la estación B6 con diez *taxa* distintos, mientras que la estación B4 presentó el valor más bajo de riqueza con un solo taxón (Tabla EMB-87).

#### Curvas ABC (relación abundancia/biomasa)

El análisis de las curvas de relación abundancia/biomasa (Figura EMB-79), muestra que en las estaciones B1, B2, B3, B-5, B6, B8 y B9 (CS) se encontraron comunidades con perturbación no detectable, ya que la curva de biomasa yace sobre la de abundancia. Las curvas de las estaciones B4, B7 y B10 (CN) no se realizaron debido a su bajo valor de especies (con uno y dos *taxa*), no siendo, por lo tanto, representativas.

Algunos autores (Carrasco *et al.*, 1996) mencionan que para estaciones con un número menor a ocho *taxa* este método no es estadísticamente válido por encontrarse semidefaunadas; por lo tanto las estaciones se clasificarían como con comunidades con perturbación severa. De esta manera, siete (B1, B4, B-5, B7, B8, B9 (CS) y B10 (CN)) de las diez estaciones se encontrarían en esta situación. Por ello no es del todo correcto concluir sobre el estado de las comunidades solo a través de las curvas ABC, ya que se podría llegar a conclusiones erróneas. Por lo tanto, también es importante considerar los otros análisis realizados a las comunidades (*e.g.* índices ecológicos).

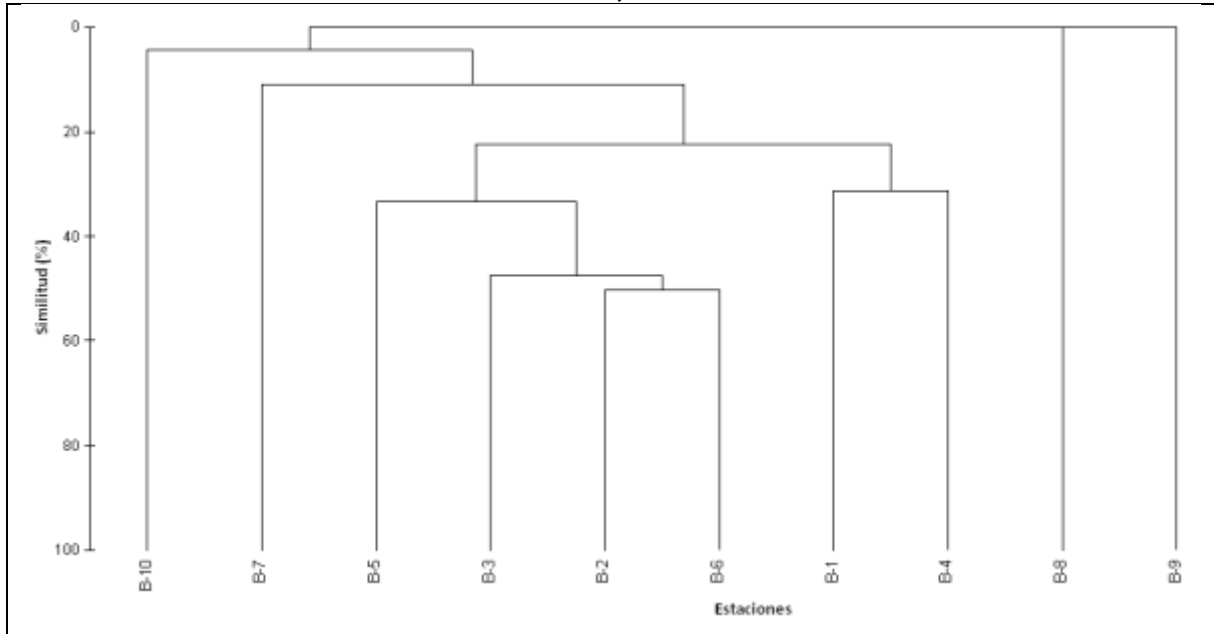
**Figura EMB-79: Curvas ABC para la estación B1, B2, B3, B5, B6, B8; B10 (CN)**



### Análisis de clasificación por estaciones

El análisis de Cluster (Figura EMB-80), muestra que las estaciones B2 y B6 presentaron el porcentaje más alto de similitud en la estructura de sus comunidades con un 50,3%. Unida a este grupo está la estación B3 con un 47,5% de similitud con ellas, mientras que las estaciones B8 y B9 (CS) presentaron las mayores diferencias, con un 0% de similitud con respecto a las otras 8 estaciones y entre ellas. En general las estaciones no son similares.

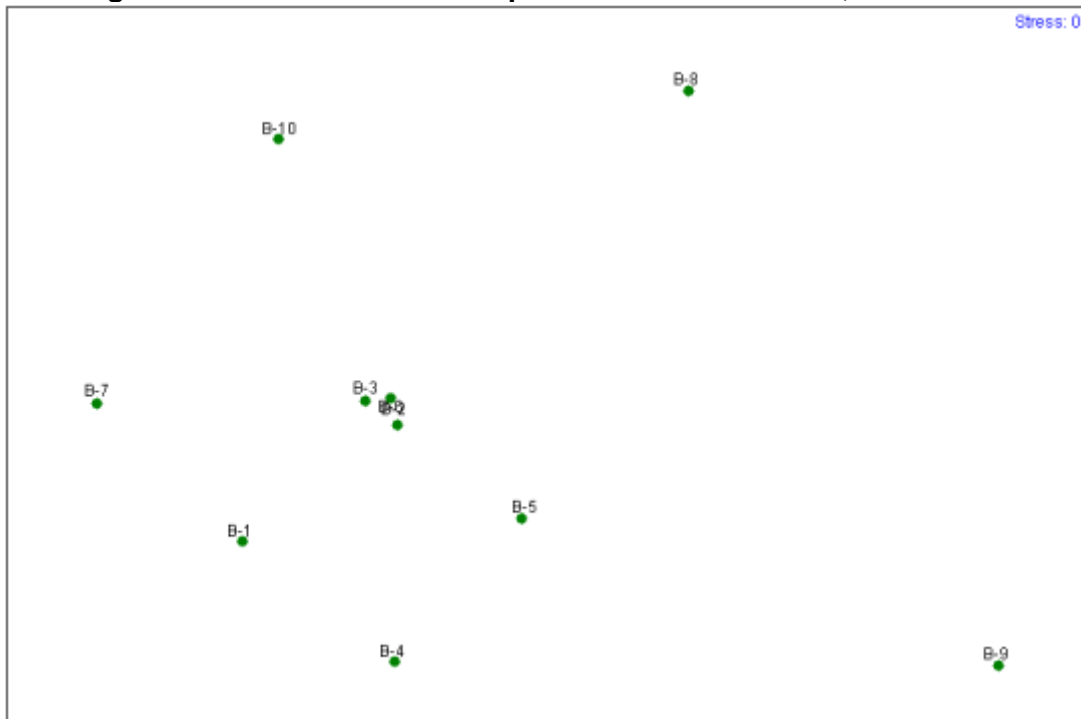
**Figura EMB-80: Dendrograma clasificatorio de las diez estaciones evaluadas en el área de influencia, otoño 2012**



### Análisis de ordenación por estaciones

El método de escalamiento no-métrico multidimensional (ENM, Figura EMB-81), muestra un grupo cercano compuesto de tres estaciones (B2, B3 y B6) muy próximas entre sí; mientras que las estaciones B8, B9 (CS) y B10 (CN) se encuentran más distantes, tanto entre ellas como con del resto de las estaciones. El valor de estrés obtenido (0,0), muestra una excelente representación, lo que significa que las estaciones agrupadas en el plano poseen una estructura comunitaria similar entre ellas, pero con diferencias significativas respecto de las otras estaciones más alejadas. La lejanía de las estaciones B8 y B9 (CS) se debe, principalmente, a su distinta composición de especies, ya que ninguna de sus seis y siete especies, respectivamente, estuvo presente en las otras estaciones, mientras que la distancia de B10 (CN) se debe a su bajo valor de especies (dos *taxa*). Las estaciones B2, B3 y B6 deben su agrupación a su composición similar de especies y a que poseen los mayores valores de riqueza de especies. En la campaña de enero de 2012 se obtuvieron resultados similares, siendo las estaciones más alejadas las B8, B9 (CS) y B10 (CN).

**Figura EMB-81: Ordenación espacial de las estaciones, otoño 2012**



### Síntesis

El grupo faunístico mejor representado en el presente estudio durante la campaña de otoño 2012, fueron los crustáceos seguidos por los anélidos poliquetos, similar a lo registrado en la campaña anterior de enero de 2012.

La mayor densidad se registró en la estación B2 y la mayor biomasa en la estación B8, mientras que los valores más bajos se obtuvieron en las estaciones B4, B7 y B10 (CN) (en cuanto a densidad) y B-5 (en cuanto a biomasa).

Considerando los valores de diversidad registrados, al menos cuatro estaciones presentaron comunidades con polución severa y seis estaciones polución moderada. Los bajos valores de diversidad obtenidos son producto, principalmente, del bajo número de especies encontradas en algunas estaciones. En cuanto a equidad, las diez estaciones mostraron uniformidad en la distribución de la abundancia de individuos en las distintas especies. La riqueza total de especies fue de 37 *taxa*; en siete de las diez estaciones la riqueza fue muy baja (de uno a siete *taxa*). En la estación B6 se registró la mayor riqueza, mientras que la estación B4 la menor.

El método de las curvas ABC mostró perturbación no detectable en siete estaciones, mientras que en las tres restantes las curvas no se realizaron debido a su bajo número de especies. Sin embargo, si se considera la condición de semidefaunada (< 8 especies), siete estaciones presentarían perturbación severa.

Se puede concluir de los análisis de clasificación y ordenación que, por lo menos tres estaciones poseen una estructura comunitaria muy semejante entre sí, pero a su vez muy

distinta de las otras estaciones; esto ocurre debido principalmente a que las primeras poseen, entre ellas, una composición similar de especies junto con los valores más altos de riqueza de especies. Otras tres estaciones están más alejadas por poseer una composición de especies distinta del resto de las estaciones y también distinta entre ellas.

Si se consideran todos los análisis realizados en este estudio, podemos concluir que las diez estaciones presentaron evidencias de perturbación, pero en distinto grado. Las estaciones menos alteradas fueron B2, B3 y B6, con los valores más altos de riqueza y diversidad y buena equidad, mientras que las estaciones B4, B7, B8 y B10 (CN) presentaron una mayor alteración con valores de riqueza, diversidad y equidad más bajos, y curvas ABC clasificadas como con comunidades con perturbación severa por su condición de semidefaunadas. No se observó una relación directa entre el grado de perturbación de las estaciones con su distribución en el área de influencia. Sin embargo, las estaciones B8, B9 (CS) y B10 (CN), que según los análisis de clasificación y ordenación son distintas al resto debido a su diferente composición de especies, se ubican, precisamente, más alejadas de las instalaciones del puerto de Punta Chungo.

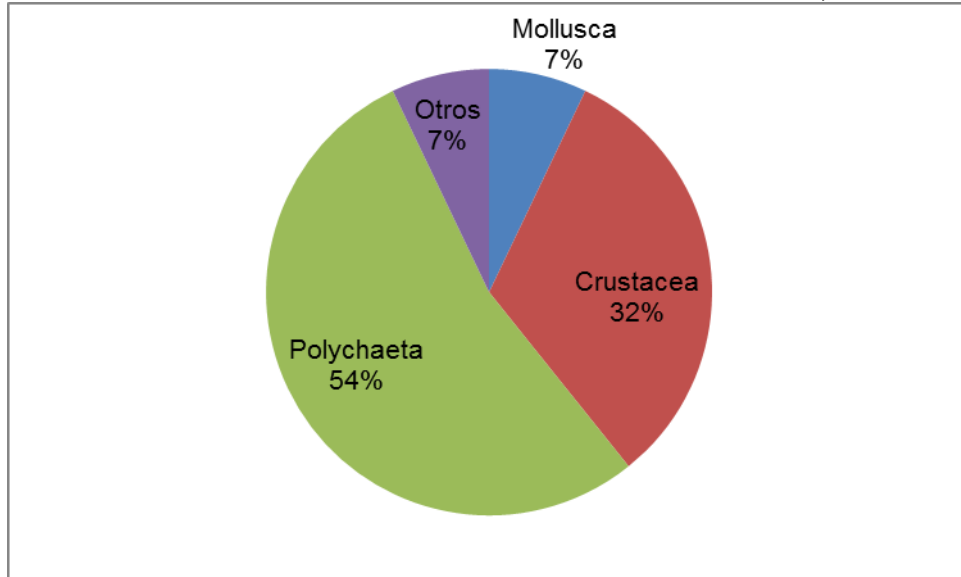
### ➤ Invierno 2012

#### Determinación taxonómica

En la presente campaña, de julio de 2012, se obtuvo un total de 28 especies distribuidas porcentualmente, en un 53,6% de anélidos poliquetos, 7,1% de moluscos, 32,1% de crustáceos y 7,1% clasificados como otros *taxa* y que corresponde a un representante de Nemertea y uno de Ophiuroidea (Figura EMB-82 y Tabla EMB-88).

Poliquetos fue el grupo que reunió el mayor número de especies (15 *taxa*), cuyos representantes correspondieron, en su mayoría, a especies con estrategia trófica omnívora/carnívora (8 especies), y un número levemente menor a depositívoros, tanto superficiales (2 especies) como subsuperficiales (5 especies), es decir, que consumen materia orgánica (M.O.T.) depositada en los sedimentos. Zúñiga *et al.*, (1983), basados en el análisis de 237 estaciones realizadas en 10 muestreos, en bahía Mejillones, encontraron que cuando aumentaba el porcentaje de sedimento fino y M.O.T. aumentaba el porcentaje de representación de las especies de poliquetos, obteniendo que en arena llegara a 33,4%, en arena fangosa a 55,6% y en fango a 76,7%. En la presente campaña, el porcentaje de poliquetos (53,6%) correspondió al de una zona de sedimentos del tipo arena fangosa.

**Figura EMB-82: Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, invierno 2012**



**Tabla EMB-88: Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, otoño 2012**

Phylum	Clase	Familia	Especie
Mollusca	Gastrópoda	Nassariidae	<i>Nassarius gayii</i>
		Turritellidae	<i>Turritella cingulata</i>
Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i> sp.
		Blepharipodidae	<i>Blepharipoda occidentalis</i>
		Cirolanidae	<i>Cirolana</i> sp.
		Gammaridae	<i>Gammarus</i> sp.
		Haustoriidae	Haustoriidae indet.
		Albuneidae	<i>Lepidopa chilensis</i>
		Phoxocephalidae	<i>Metharpinia longirostris</i>
		Oedicerotidae	Oedicerotidae indet.
	Ostracoda	-	Ostracoda indet.
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	<i>Aglaophamus peruana</i>
			<i>Nephtys impressa</i>
		Paraonidae	<i>Aricidea pigmentata</i>
		Hesionidae	<i>Dalhousiella ancuda</i>
		Lumbrineridae	<i>Eranno chilensis</i>
		Glyceridae	<i>Hemipodus</i> sp.
		Orbiniidae	<i>Naineris chilensis</i>
			<i>Scoloplos (Leodamas)</i> sp.
		Capitellidae	<i>Notomastus</i> sp.
		Amphinomidae	<i>Pareurythoe chilensis</i>
Pisionidae	<i>Pisione oerstedii</i>		
Spionidae	<i>Prionospio orensanzii</i>		



Phylum	Clase	Familia	Especie
		Saccocirridae	<i>Saccocirrus sonomacus</i>
		Syllidae	Syllidae indet.
			<i>Typosyllis</i> sp.
Nemertea	-	-	Nemertea indet.
Echinodermata	-	-	Ophiuroidea indet.

En la Tabla EMB-89 se presenta de densidad y biomasa promedio de cada especie. La estación B9 (CS) fue la que presentó la mayor densidad con 1.369,4 ind/m<sup>2</sup>, gracias al aporte significativo del anélido poliqueto *Saccocirrus sonomacus*. Por otra parte, el menor valor de densidad se registró en la estación B7 con 31,8 ind/m<sup>2</sup>. Al comparar estos resultados con lo obtenido en las campañas de enero y mayo de 2012 se advierten algunas diferencias, ya que en tales oportunidades en las estaciones B2 y B7 se registró, respectivamente, el valor más alto y el más bajo. Además, un *Amphipodo Haustoriidae* fue el taxón que aportó la mayor abundancia en la estación B2.

Las especies que presentaron la mayor frecuencia de ocurrencia fueron *Metharpinia longirostris* y *Nephtys impressa*, encontrándose en 7 de las 10 estaciones. *N. impressa* también fue la especie más recurrente en las campañas de enero y mayo de 2012.

También se observa que la estación con mayor biomasa fue B4, con 45,2 g/m<sup>2</sup>, debido al gran aporte del crustáceo *Blepharipoda occidentalis*; le sigue la estación B8 con 35,2 g/m<sup>2</sup>, donde el molusco *Turritella cingulata* fue el que realizó el mayor aporte en biomasa. Por otra parte, el menor valor de biomasa se registró en la estación B7 y fue de 0,0064 g/m<sup>2</sup>.

**Tabla EMB-89: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) y Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de fauna de submareal blando , invierno 2012**

Especie	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> )										Biomasa (g/m <sup>2</sup> )									
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9 (CS)	B10 (CN)	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9 (CS)	B10 (CN)
<i>Nassarius gayii</i>									10,6										0,0828	
<i>Turritella cingulata</i>								63,7										35,179		
<i>Ampelisca</i> sp.	10,6	276	297,2			21,2					0,0149	0,1529	0,4458			0,0499				
<i>Blepharipoda occidentalis</i>				31,8									45,1215							
<i>Cirolana</i> sp.			10,6							10,6			0,0138							0,0318
<i>Gammarus</i> sp.								42,5	10,6									0,0244	0,0011	
Haustoriidae indet.	21,2	95,5		10,6		21,2					0	0,0032		0,0011		0,0021				
<i>Lepidopa chilensis</i>				10,6									0,0361							
<i>Metharpinia longirostris</i>	10,6	63,7	10,6		10,6	42,5		63,7	21,2	0,0255	0,0032	0,0011		0,0011	0,0096			0,4692	0,0255	
Oedicerotidae indet.								10,6											0,0011	
Ostracoda indet.								10,6										0,0011		
<i>Aglaophamus peruana</i>					10,6									0,0127						
<i>Nephtys impressa</i>	42,5	10,6	21,2	42,5	31,8	31,8	10,6			0,0425	0,0011	0,2304	0,0637	0,0021	0,0584	0,0011				
<i>Aricidea pigmentata</i>							10,6										0,0011			
<i>Dalhousiella ancuda</i>								138	318,5									0,0817	0,0924	
<i>Eranno chilensis</i>					10,6									0						
<i>Hemipodus</i> sp.		10,6			10,6			10,6	42,5		0,0074			0,0499				0,3843	0,155	
<i>Naineris chilensis</i>								21,2									0,0138			
<i>Scoloplos (Leodamas)</i> sp.							10,6										0,0042			0,0244
<i>Notomastus</i> sp.								21,2										0,0244		
<i>Pareurythoe chilensis</i>		10,6			10,6			21,2	212,3		0,0085			0,0053		0,0159	0,1083			
<i>Pisione oerstedii</i>								10,6	21,2	159,2							0,0011	0,0807	0,0552	
<i>Prionospio orensanzii</i>	10,6										0,0127									
<i>Saccocirrus sonomacus</i>									796,2									0,2452		
Syllidae indet.								10,6	21,2									0,0011	0,0011	
<i>Typosyllis</i> sp.								53,1										0,0096		
Nemertea indet.			10,6		31,8				31,8				0,0202		0,0064					0,0234
Ophiuroidea indet.		10,6										0,0032								
Total	95,5	477,6	350,2	95,5	116,6	116,7	31,8	148,5	1369,4	626,2	0,09	0,17	0,71	45,22	0,07	0,12	0,006	35,23	1,48	0,41

## Índices ecológicos

En la Tabla EMB-90 se muestran los resultados de los siguientes índices ecológicos: diversidad específica ( $H'$ ), equidad ( $J'$ ) y riqueza de especies ( $S$ ), obtenidos en cada estación de muestreo.

**Tabla EMB-90: Índices ecológicos, invierno 2012. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica**

Estaciones	S	J'	H'
B1	5	0,89	1,43
B2	7	0,64	1,25
B3	5	0,39	0,63
B4	4	0,88	1,21
B5	7	0,92	1,80
B6	4	0,97	1,34
B7	3	1,00	1,10
B8	6	0,88	1,57
B9 (CS)	11	0,60	1,43
B10 (CN)	9	0,67	1,46

- *Diversidad específica ( $H'$ )*

El valor del índice de  $H'$  normalmente oscila entre 1,5 (que indica baja riqueza de especies y bajos valores de equidad) a 3,5 (lo que indica altos valores de equidad y de riqueza), aunque también se encuentran valores más allá de estos límites. Dado que el índice de Shannon entrega una medida del número de especies y, la uniformidad o equidad, informa sobre su abundancia, los valores resultantes nos dan una descripción absoluta de los sitios de biodiversidad. Esto es particularmente útil cuando se comparan ecosistemas o hábitats similares, ya que pueden poner en evidencia cuando un sitio es más rico que otro. Sin embargo, siempre es necesario analizar los datos o utilizar otros índices para conocer las verdaderas razones de tal diferencia.

Alcolado (1992), utilizando datos de comunidades de esponjas, presenta un diagrama en el cual, atendiendo a los valores de  $H'$ , propone una clasificación de 5 estados ambientales:

- Fuerte y constantemente severo ( $H'=0-1,3$ )
- Severo ( $H'=1,3-2,0$ )
- Algo severo ( $H'=2,0-2,5$ )
- Favorable ( $H'=2,5-2,9$ )
- Muy favorable ( $H' > 2,9$ )

Otra clasificación, basada en los valores de  $H'$ , fue realizada por Hendey (1977) para comunidades de diatomeas, quien propuso 4 estados ambientales:

- Polución severa ( $H'= 0-1$ )
- Polución moderada ( $H'= 1-2$ )
- Polución ligera ( $H'= 2-3$ )

- Polución no detectable ( $H' = 3-4$ )

Si se comparan los resultados de diversidad obtenidos en la presente campaña 2012 (Tabla EMB-90), con las clasificaciones anteriores, tenemos que, según los estados propuestos por Alcolado (1992), cuatro de las diez estaciones (B2, B3, B4 y B7) se clasificarían como un ambiente fuerte y constantemente severo y seis (B1, B-5, B6, B8, B9 (CS) y B10 (CN)) como un ambiente severo. Mientras que, según la clasificación de Hendey (1977), una estación presentaría polución severa y nueve polución moderada. Los valores bajos de  $H'$  obtenidos se deben, principalmente, a los bajos valores de riqueza de especies.

- *Índice de equidad*

Este índice expresa cuan equitativamente está distribuida la abundancia de los individuos en las distintas especies. Los valores posibles van de 0 a 1; mientras más cercano a 1 sea el valor de  $J'$ , más alta es la equidad y baja la dominancia.

Los resultados obtenidos en la presente campaña (Tabla EMB-90), muestran, en general, una buena distribución de la abundancia en las distintas especies encontradas en nueve de las diez estaciones, ya que solo la estación B3 presentó un valor de  $J'$  bajo, debido a la concentración del 84% de la abundancia en la especie *Ampelisca* sp. Los valores de las otras estaciones oscilaron entre  $J' = 0,595$  y  $J' = 1$ .

- *Riqueza de especies*

Este índice indica, simplemente, el número total de especies presentes y es totalmente dependiente del tamaño de la muestra y del esfuerzo de muestreo.

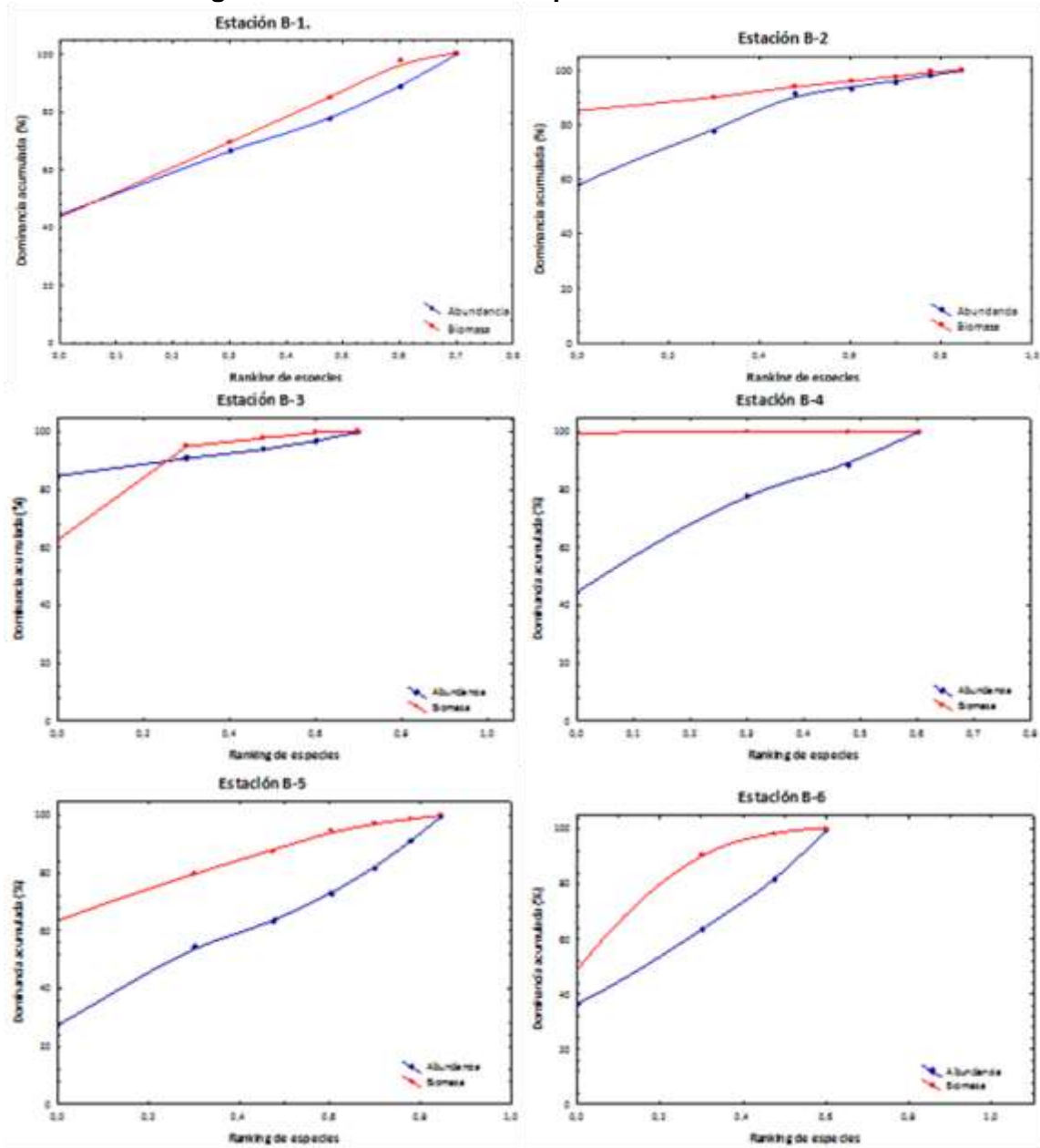
En la presente campaña, se obtuvo en toda el área de influencia un total de 28 especies. Ocho de las diez estaciones presentaron bajos valores de riqueza (entre 1 y 7 especies). La mayor riqueza se registró en la estación B9 (CS), con 11 especies distintas, mientras que la estación B7 presentó el valor más bajo de riqueza con solo tres especies (Tabla EMB-90).

#### Curvas ABC (relación abundancia/biomasa)

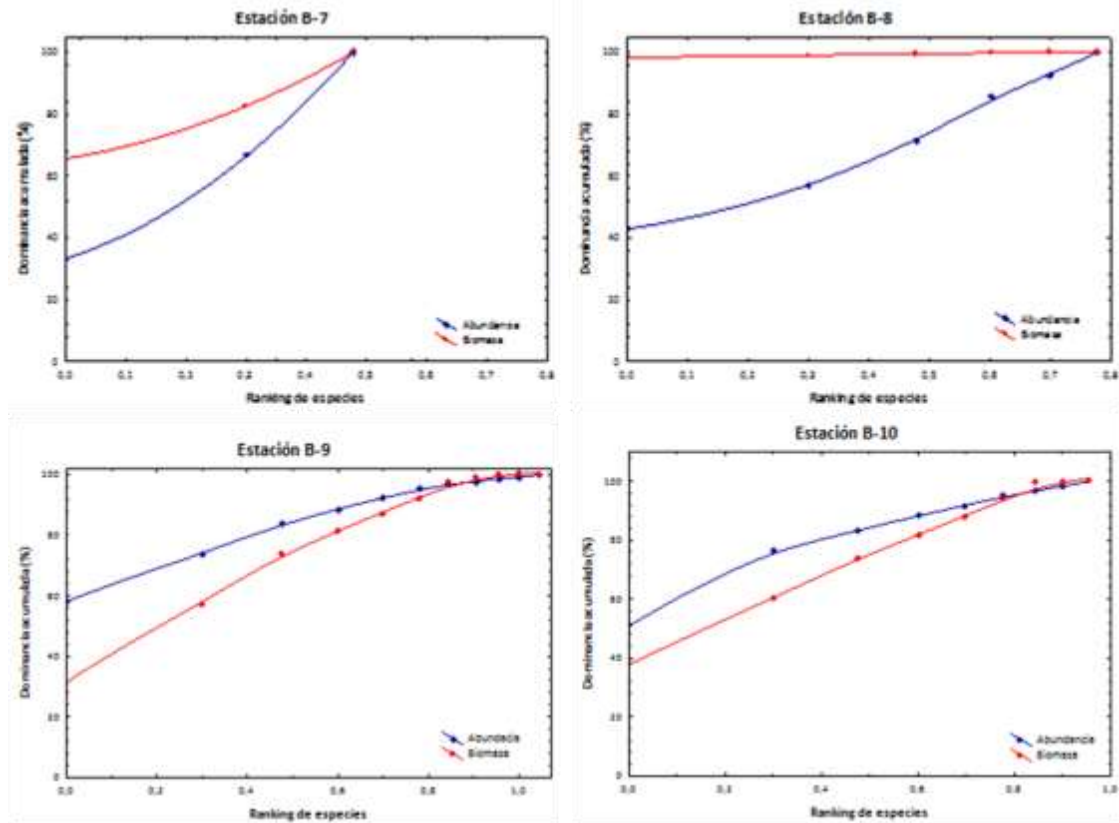
El análisis de las curvas de la relación abundancia/biomasa (Figura EMB-83 y Figura EMB-84), muestra que en las estaciones B4, B-5, B6, B7 y B8 se encontró comunidades con perturbación no detectable, ya que la curva de biomasa yace sobre la de abundancia. Las curvas de las estaciones B1, B2 y B3 muestran comunidades con perturbación moderada, mientras que en las estaciones B9 (CS) y B10 (CN) se encontraron comunidades con perturbación severa.

Algunos autores (Carrasco *et al.*, 1996) mencionan que, en estaciones con un número menor a ocho especies, este método no es estadísticamente válido por encontrarse semidefaunadas; por lo tanto, las estaciones se clasificarían como con comunidades con perturbación severa. De esta manera, ocho estaciones (B1, B2, B3, B4, B-5, B6, B7 y B8) de las diez se encontrarían en esta situación. Por ello no es del todo correcto concluir el estado de las comunidades solo a través de las curvas ABC, ya que podrían inducir a conclusiones erróneas. También es importante considerar los otros análisis realizados a las comunidades (índices ecológicos).

**Figura EMB-83: Curvas ABC para la estación B1 a B6**



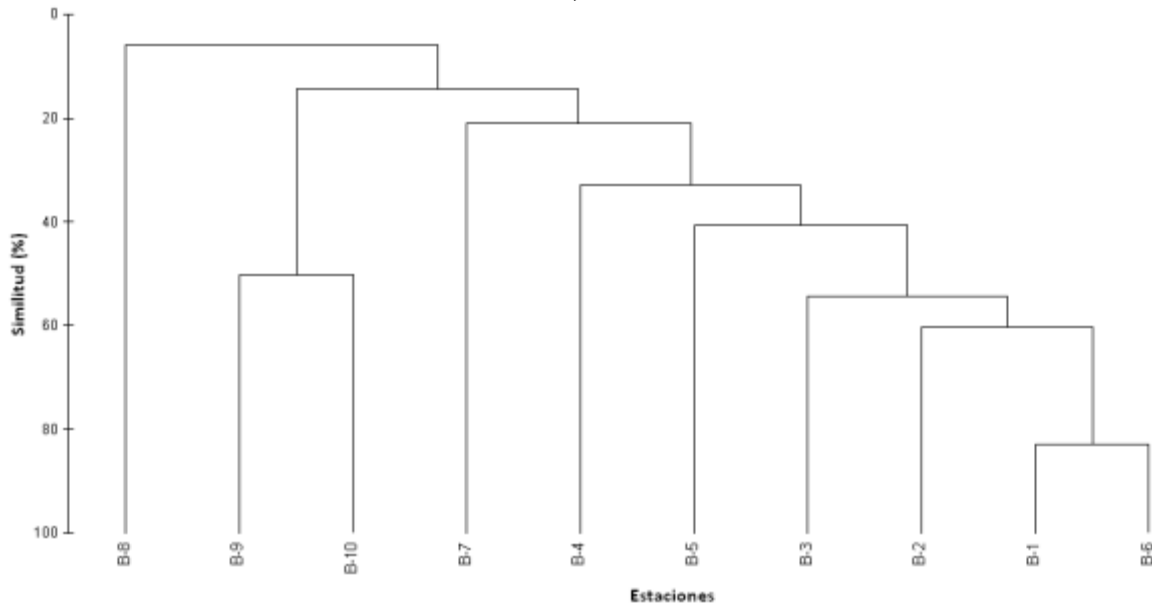
**Figura EMB-84: Curvas ABC para la estación B7, B8, B9 (CS), B10 (CN)**



### Análisis de clasificación por estaciones

El análisis de Cluster (Figura EMB-85), muestra que las estaciones B2 y B6 presentaron el porcentaje más alto de similitud en la estructura de sus comunidades con un 50,3%. Unida a este grupo está la estación B3 con un 47,5% de similitud con ellas, mientras que las estaciones B8 y B9 (CS) presentaron las mayores diferencias, con un 0% de similitud con respecto a las otras 8 estaciones y entre ellas.

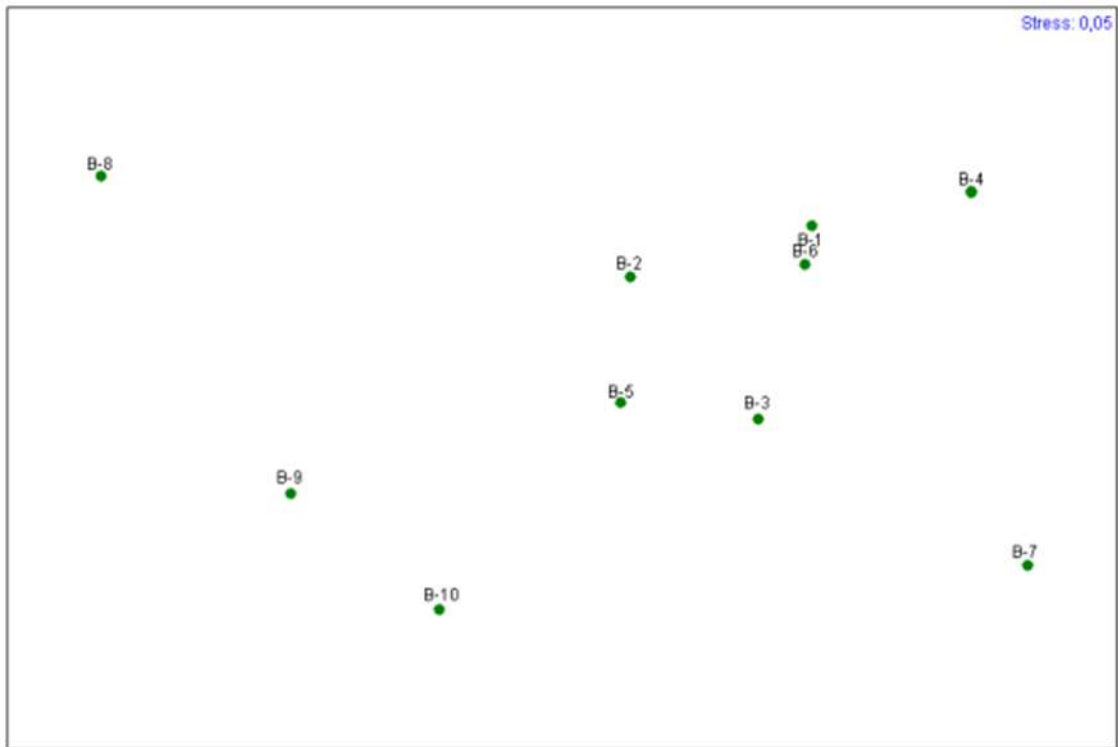
**Figura EMB-85: Dendrograma clasificatorio de las diez estaciones evaluadas en el área de influencia, invierno 2012**



#### Análisis de ordenación por estaciones

El método de escalamiento no-métrico multidimensional (ENM, Figura EMB-86), muestra un grupo de seis estaciones próximas entre sí (B1, B2, B3, B4, B-5 y B6); mientras que, las estaciones B7, B8, B9 (CS) y B10 (CN) se encuentran más distantes, tanto entre ellas como con del resto de las estaciones. El valor de estrés obtenido (0,05), muestra una excelente representación, lo que significa que las estaciones agrupadas en el plano poseen una estructura comunitaria similar entre ellas, pero con diferencias significativas respecto de las otras estaciones más alejadas. La lejanía de la estación B7 se debe, principalmente, a su baja riqueza (3 especies), mientras que las estaciones B8, B9 (CS) y B10 (CN) deben su lejanía a su distinta composición de especies, compartiendo muy pocos *taxa* con las otras estaciones.

**Figura EMB-86: Ordenación espacial de las estaciones, invierno 2012**



### Síntesis

El grupo faunístico mejor representado en invierno 2012, fueron los poliquetos, seguidos por los crustáceos. La mayor densidad se registró en la estación B9 (CS) y la mayor biomasa en la estación B4, mientras que los valores más bajos de estos parámetros se obtuvieron en la estación B7.

Considerando los valores de diversidad, al menos una estación presentó comunidades con perturbación severa y nueve estaciones perturbación moderada. Los bajos valores de diversidad obtenidos son producto, principalmente, del bajo número de especies encontradas y/o de la concentración de la abundancia en una sola especie, en particular en una estación (B3). En cuanto a equidad, nueve estaciones mostraron uniformidad en la distribución de la abundancia de individuos de las distintas especies. La riqueza total fue de 28 de especies. En ocho de las diez estaciones la riqueza fue muy baja (de tres a siete especies). En la estación B9 (CS) se registró la mayor riqueza, mientras que la menor riqueza en la estación B7.

El método de las curvas ABC mostró perturbación no detectable en cinco estaciones, perturbación moderada en tres y perturbación severa en las dos estaciones restantes. Sin embargo, si se considerara la condición de semidefaunada (< 8 especies), ocho estaciones tendrían la condición de perturbación severa. Por ello es importante tener una visión en conjunto de todos los datos obtenidos y los análisis del estudio comunitario.

De los análisis de clasificación y ordenación se puede concluir que, por lo menos seis estaciones poseen una estructura comunitaria muy semejante entre sí, pero a su vez muy distinta de las otras cuatro estaciones; esto debido principalmente a que las primeras poseen



entre ellas una composición similar de especies, además poseen valores de riqueza cercanos. Mientras que las otras estaciones son más lejanas por poseer una composición de especies distinta y valores de riqueza más altos o más bajos, según corresponda.

Si se consideran, en general, todos los análisis realizados en este estudio, podemos concluir que, las diez estaciones presentaron evidencias de perturbación pero en distinto grado. Siendo las menos alteradas las estaciones B-5, B9 (CS) y B10 (CN) con los valores más altos de riqueza y diversidad y buena equidad. Mientras que las estaciones B3 y B7 presentaron más alteración con valores de riqueza, diversidad y equidad más bajos y curvas ABC clasificadas como con comunidades con perturbación severa por su condición de semidefaunadas. Se observó una cierta relación entre el grado de perturbación de las estaciones y su distribución en el área de influencia, ya que las estaciones B9 (CS) y B10 (CN), que según los índices ecológicos presentaron menor alteración y, según los análisis de clasificación y ordenación son distintas al resto debido a su diferente composición de especies, se ubican, precisamente, más alejadas de las instalaciones del puerto de Punta Chungo.

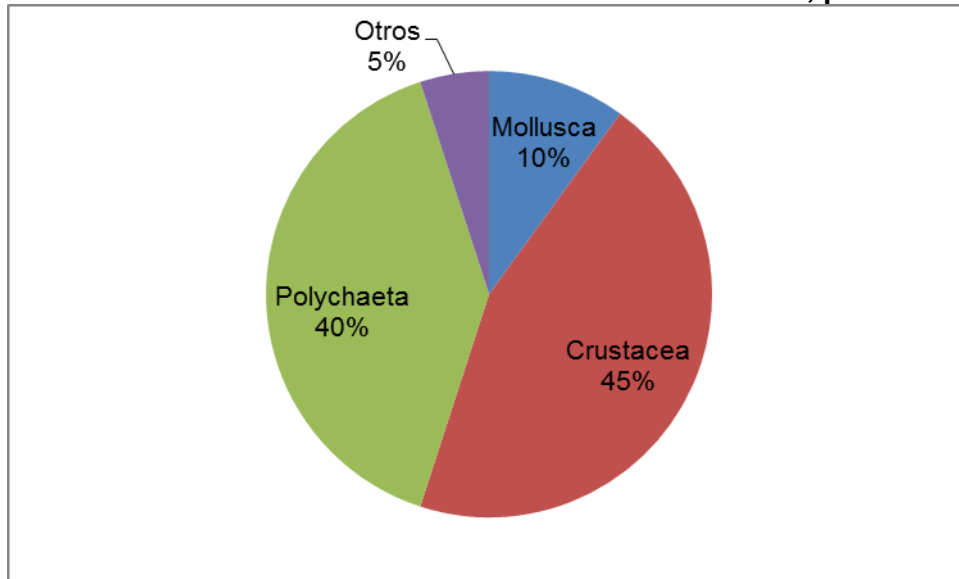
### ➤ Primavera 2012

#### Determinación taxonómica

En la presente campaña de primavera, noviembre de 2012, se obtuvo un total de 20 especies distribuidas porcentualmente, en un 40,0% de anélidos poliquetos, 10,0% de moluscos, 45,0% de crustáceos y 5,0% clasificados como otros *taxa* y que correspondió a una especie del phylum Nemertea (Figura EMB-87 y Tabla EMB-91).

Crustacea fue el grupo que presentó el mayor número de especies (9 especies), seguido de Polychaeta cuyos representantes correspondieron, en su mayoría, a especies con estrategia trófica omnívora/carnívora (5 especies), y un número levemente menor a depositívoros subsuperficiales (3 especies), es decir, que consumen materia orgánica (M.O.T.) depositada en los sedimentos. Zúñiga *et al.*, (1983), basados en el análisis de 237 estaciones realizadas en 10 muestreos, en bahía Mejillones, encontraron que cuando aumentaba el porcentaje de sedimento fino y M.O.T. aumentaba el porcentaje de representación de las especies de poliquetos, obteniendo que en arena llegaban a un 33,4%, en arena fangosa a un 55,6% y en fango a un 76,7%. En la presente campaña, el porcentaje de poliquetos (40,0%) correspondió al de una zona de sedimentos del tipo arena fina.

**Figura EMB-87: Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, primavera 2012**



**Tabla EMB-91: Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, primavera 2012**

Phylum	Clase	Familia	Especie
Mollusca	Bivalvia	Trochidae	<i>Tegula luctuosa</i>
	Gastrópoda	Olividae	<i>Oliva peruviana</i>
Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i> sp.
		Balanidae	<i>Balanus</i> sp.
		Blepharipodidae	<i>Blepharipoda spinimana</i>
		Cirolanidae	Cirolanidae indet.
		Hippidae	<i>Emerita analoga</i>
		Haustoriidae	Haustoriidae indet.
		Chaetiliidae	<i>Macrochiridothea setifer</i>
		Phoxocephalidae	<i>Metharpinia longirostris</i>
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	<i>Aglaophamus</i> sp.
			<i>Nephtys impressa</i>
			<i>Nephtys magellanica</i>
		Glyceridae	<i>Hemipodia</i> sp.
		Orbiniidae	<i>Leitoscoloplos kerguelensis chilensis</i>
		Amphinomidae	<i>Pareurythoe chilensis</i>
		Pisionidae	<i>Pisione oerstedii</i>
Saccociridae	<i>Saccocirrus sonomacus</i>		
Nemertea	Anopla	-	Anopla indet.

En la Tabla EMB-92 se presentan los valores de densidad y biomasa promedio de cada especie. La estación B7 fue la que presentó la mayor densidad con 2.231 ind/m<sup>2</sup>, debido al aporte significativo del crustáceo *Balanus* sp. que concentró el 99% de la abundancia para la estación. Por otra parte, el menor valor de densidad se registró en las estaciones B4 y B8 con 22,2 ind/m<sup>2</sup>.

Las especies que presentaron la mayor frecuencia de ocurrencia fueron *Ampelisca* sp., *Haustoriidae* indet., *Metharpinia longirostris* y *Nephtys magellanica*, encontrándose en 3 de las 10 estaciones.

También, se observa que la estación con mayor biomasa fue B7, con 22,9 g/m<sup>2</sup>, debido al aporte del crustáceo *Balanus* sp. Por otra parte, el menor valor de biomasa se registró en la estación B1 y fue de 0,0061 g/m<sup>2</sup>.

**Tabla EMB-92: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) y Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de fauna de submareal blando, primavera 2012**

Especie	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> )										Biomasa (g/m <sup>2</sup> )									
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9 (CS)	B10 (CN)	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9 (CS)	B10 (CN)
<i>Tegula luctuosa</i>									11,1										0,025	
<i>Oliva peruviana</i>					11,1		11,1							6,689		4,05				
<i>Ampelisca</i> sp.		277,5	77,7			11,1							0,2	0,082		0,035				
<i>Balanus</i> sp.							2208,9										18,907			
<i>Blepharipoda spinimana</i>						11,1									0,193					
Cirolanidae indet.									44,4											0,059
<i>Emerita analoga</i>				22,2										0,033						
Haustoriidae indet.	11,1	44,4	11,1								0,001	0	0,001							
<i>Macrochiridothea setifer</i>			11,1											0,004						
<i>Metharpinia longirostris</i>			22,2			55,5				33,3			0,01		0,032					0,035
Oedicerotidae indet.						11,1									0					
<i>Aglaophamus</i> sp.							11,1										0,026			
<i>Nephtys impressa</i>					11,1										0,008					
<i>Nephtys magellanica</i>	22,2		22,2					22,2			0,005		0,021				0,032			
<i>Hemipodia</i> sp.		11,1			11,1							0,078		0,004						
<i>Leitoscoloplos kerguelensis chilensis</i>						11,1									0,017					
<i>Pareurythoe chilensis</i>									377,4	22,2								1,472	0,008	
<i>Pisione oerstedii</i>										44,4										0,094
<i>Saccocirrus sonomacus</i>									11,1										0,001	
Anopla indet.									11,1										0,014	
Total	33,3	333	144,3	22,2	33,3	99,9	2231,1	22,2	410,7	144,3	0,006	0,27	0,12	0,03	6,70	0,28	22,98	0,032	1,51	0,19

## Índices ecológicos

En la Tabla EMB-93 se muestran los resultados de los siguientes índices ecológicos: diversidad específica ( $H'$ ), equidad ( $J'$ ) y riqueza de especies ( $S$ ), obtenidos en cada estación de muestreo.

**Tabla EMB-93: Índices ecológicos, primavera 2012. S: Riqueza de especies;  $J'$ : Equidad;  $H'$ : Diversidad específica**

Estaciones	S	$J'$	$H'$
B1	2	0,92	0,64
B2	3	0,49	0,53
B3	5	0,81	1,30
B4	1	-	-
B5	3	1,00	1,10
B6	5	0,81	1,30
B7	3	0,06	0,06
B8	1	-	-
B9 (CS)	4	0,27	0,37
B10 (CN)	4	0,98	1,35

### - *Diversidad específica ( $H'$ )*

El valor del índice de  $H'$  normalmente oscila entre 1,5 (que indica baja riqueza de especies y bajos valores de equidad) a 3,5 (lo que indica altos valores de equidad y de riqueza), aunque también se encuentran valores más allá de estos límites. Dado que el índice de Shannon entrega una medida del número de especies y, la uniformidad o equidad, informa sobre su abundancia, los valores resultantes nos dan una descripción absoluta de los sitios de biodiversidad. Esto es particularmente útil cuando se comparan ecosistemas o hábitats similares, ya que pueden poner en evidencia cuando un sitio es más rico que otro. Sin embargo, siempre es necesario analizar los datos o utilizar otros índices para conocer las verdaderas razones de tal diferencia.

Alcolado (1992), utilizando datos de comunidades de esponjas, presenta un diagrama en el cual, atendiendo a los valores de  $H'$ , propone una clasificación de 5 estados ambientales:

- Fuerte y constantemente severo ( $H'=0-1,3$ )
- Severo ( $H'=1,3-2,0$ )
- Algo severo ( $H'=2,0-2,5$ )
- Favorable ( $H'=2,5-2,9$ )
- Muy favorable ( $H' > 2,9$ )

Otra clasificación, basada en los valores de  $H'$ , fue realizada por Hendey (1977) para comunidades de diatomeas, quien propuso 4 estados ambientales:

- Polución severa ( $H'= 0-1$ )
- Polución moderada ( $H'= 1-2$ )
- Polución ligera ( $H'= 2-3$ )

- Polución no detectable ( $H' = 3-4$ )

Si se comparan los resultados de diversidad obtenidos en la presente campaña (Tabla EMB-93), con las clasificaciones anteriores, se observó que, según los estados propuestos por Alcolado (1992), siete (B1, B2, B4, B-5, B7, B8 y B9 (CS)) de las diez estaciones se clasificarían como un ambiente fuerte y constantemente severo y tres (B3, B6 y B10 (CN)) como un ambiente severo. Mientras que, según la clasificación de Hendey (1977), seis estaciones presentarían polución severa y cuatro polución moderada. Los valores bajos de  $H'$  obtenidos, se deben a los bajos valores de riqueza de especies y/o a la concentración de la abundancia en una sola especie.

- *Índice de equidad*

Este índice expresa cuan equitativamente está distribuida la abundancia de los individuos en las distintas especies. Los valores posibles van de 0 a 1; mientras más cercano a 1 sea el valor de  $J'$ , más alta es la equidad y baja la dominancia.

Los resultados obtenidos en la presente campaña (Tabla EMB-93), muestran buena distribución de la abundancia en las distintas especies encontradas en seis (B1, B2, B3, B-5, B6 y B10 (CN)) de las diez estaciones, mientras que en dos estaciones (B7 y B9 (CS)) la equidad fue baja, debido a la concentración del 99% de la abundancia en la especie *Balanus* sp. en B7, y del 91% en el poliqueto *Pareurythoe chilensis*, en la estación B9 (CS). En dos estaciones (B4 y B8) el valor de  $J'$  no se pudo calcular debido a la presencia de una sola especie.

- *Riqueza de especies*

Este índice indica, simplemente, el número total de especies presentes y es totalmente dependiente del tamaño de la muestra y del esfuerzo de muestreo.

En la presente campaña se obtuvo en toda el área de influencia un total de 20 especies. Las diez estaciones presentaron bajos valores de riqueza (entre 1 y 5 especies). La mayor riqueza se registró en las estaciones B3 y B6, con 5 especies distintas, mientras que las estaciones B4 y B8 presentaron el valor más bajo de riqueza con solo una especie (Tabla EMB-93).

#### Curvas ABC (relación abundancia/biomasa)

El análisis de las curvas de la relación abundancia/biomasa (Figuras EM-88 y Figura EMB-89), muestra que en cinco estaciones (B1, B3, B-5, B6 y B10 (CN)) se encontró comunidades con perturbación no detectable, ya que la curva de biomasa yace sobre la de abundancia. Mientras que en tres estaciones (B2, B7 y B9 (CS)) las curvas mostraron comunidades con perturbación moderada, ya que ambas curvas coinciden aproximadamente. En dos estaciones no se pudo realizar el análisis debido a la presencia de una sola especie.

No obstante, es importante señalar, que algunos autores mencionan que, en estaciones con un número menor a ocho especies, este método no es estadísticamente válido por encontrarse semidefaunadas; por lo tanto, las estaciones se clasificarían como con comunidades con perturbación severa. De esta manera, las diez estaciones se encontrarían en esta situación. Por ello no es del todo correcto concluir el estado de las comunidades solo

a través de las curvas ABC, ya que podrían inducir a conclusiones erróneas. También es importante considerar los otros análisis realizados a las comunidades (índices ecológicos).

**Figura EMB-88: Curvas ABC para la estación B1, B2, B3 y B5**

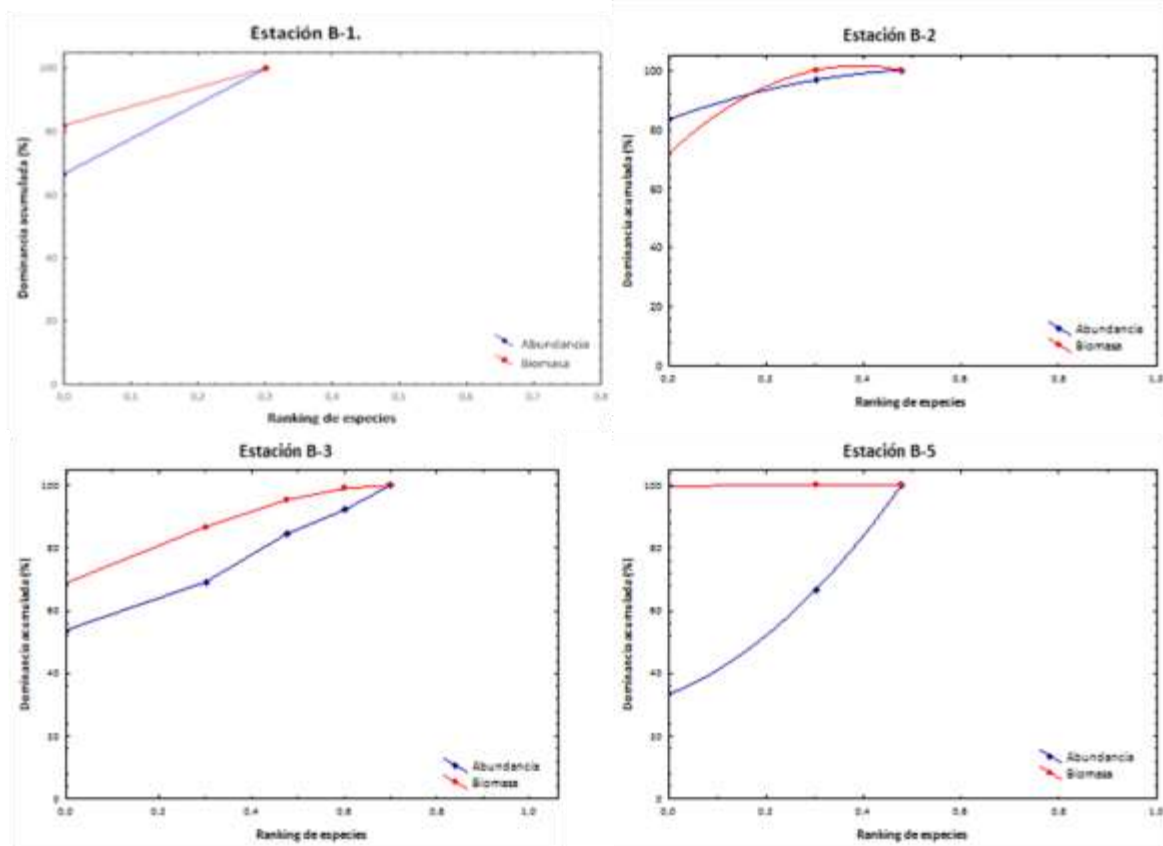
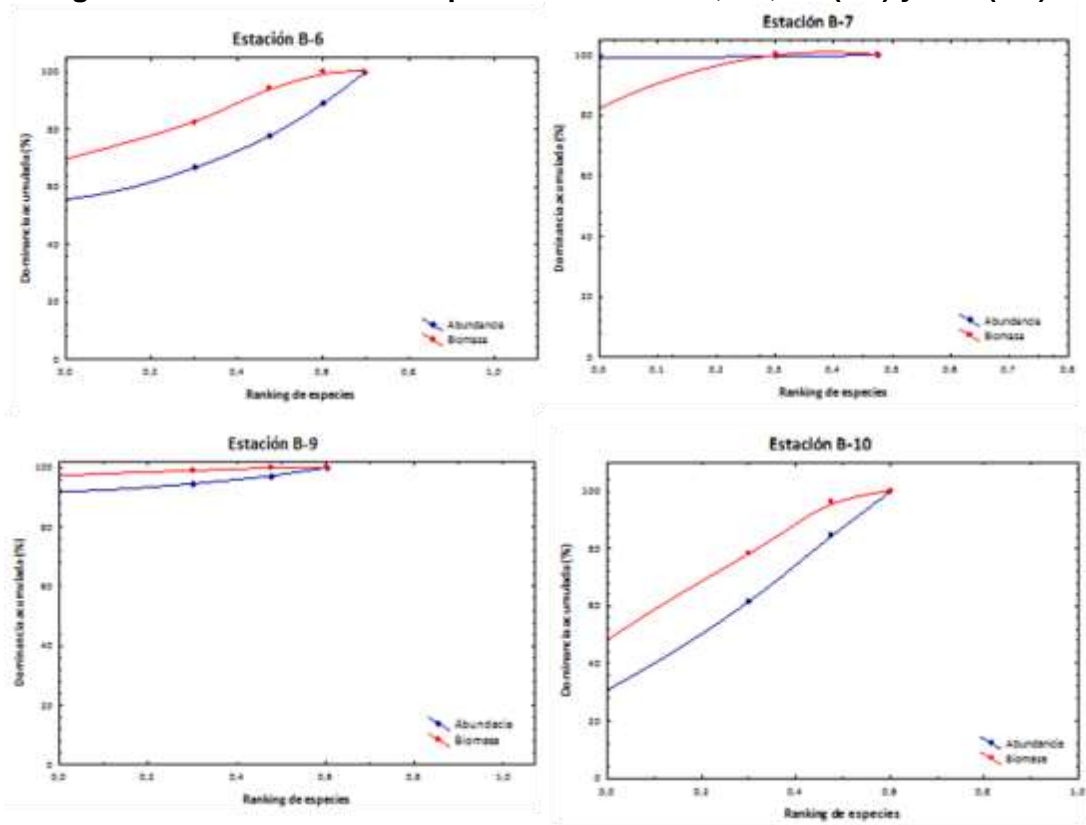


Figura EMB-89: Curvas ABC para la estación B6, B7, B9 (CS) y B10 (CN)

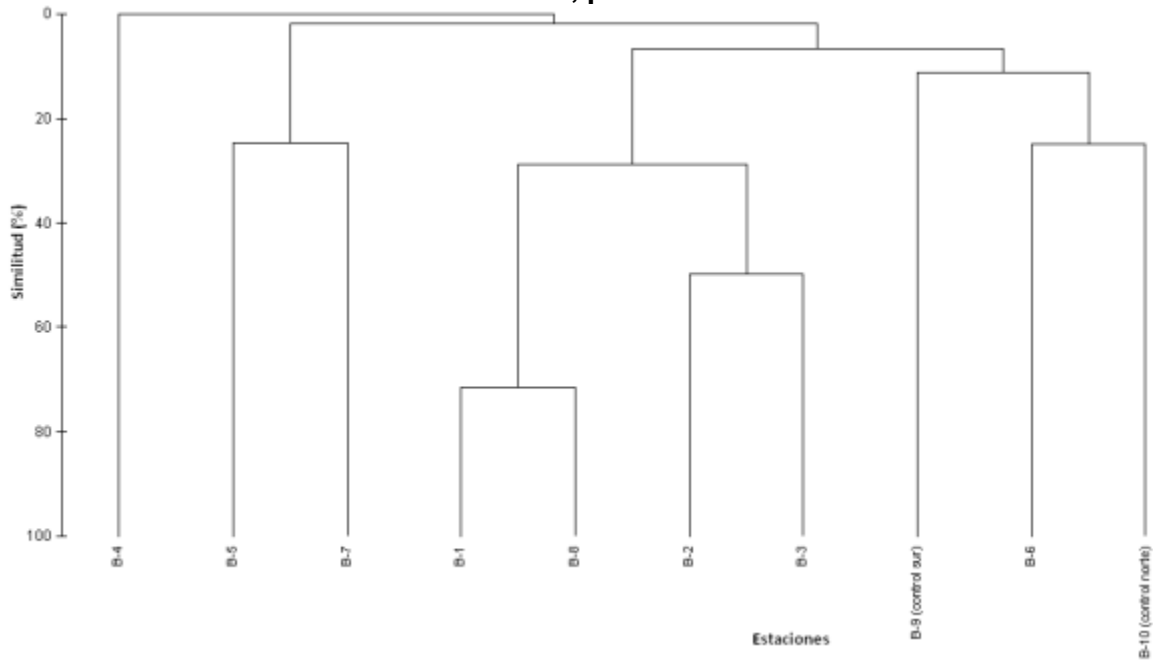


### Análisis de clasificación por estaciones

El análisis de Cluster (Figura EMB-90), muestra que las estaciones B1 y B8 presentaron el porcentaje más alto de similitud en la estructura de sus comunidades con un 71% debido a los valores cercanos y bajos de riqueza de especies (2 y 1 especie) y de densidad total (33,3 y 22,2 ind/m<sup>2</sup>), además comparten una de las dos especies. Mientras que la estación B4 presentó las mayores diferencias, con un 0% de similitud con respecto a las otras 9 estaciones, ya que presenta valores de densidad (22,2 ind/m<sup>2</sup>) y riqueza (una especie) muy bajos y su única especie no se registró en ninguna de las otras estaciones.



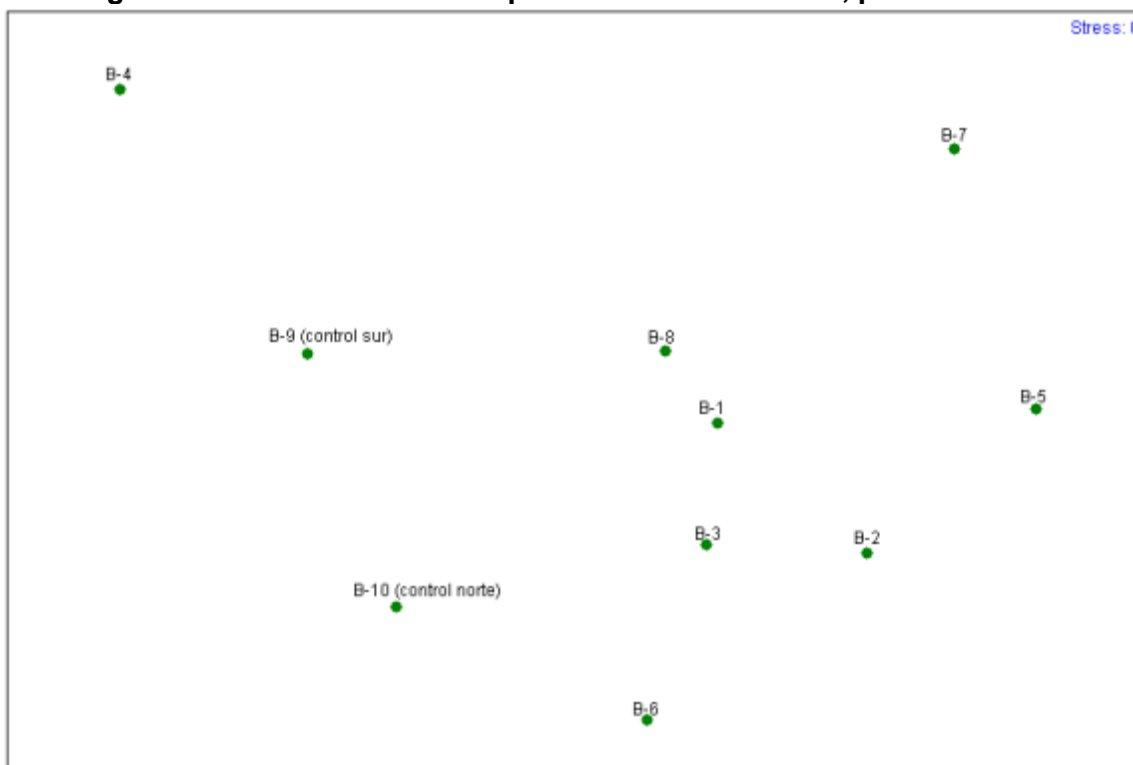
**Figura EMB-90: Dendrograma clasificatorio de las diez estaciones evaluadas en el área de influencia, primavera 2012**



Análisis de ordenación por estaciones

El método de escalamiento no-métrico multidimensional (ENM, Figura EMB-91), muestra a las diez estaciones más bien dispersas en el plano, sin una unidad o parámetro que las aproxime. Si bien se observa la cercanía entre las estaciones B1 con B8, no se ve un grupo de estaciones definido, más bien cada una de ellas posee características propias que las diferencian claramente de las otras estaciones. El valor de estrés obtenido (0), muestra una excelente representación, lo que significa que las estaciones no agrupadas en el plano poseen una estructura comunitaria con diferencias significativas, respecto de las otras estaciones.

**Figura EMB-91: Ordenación espacial de las estaciones, primavera 2012**



### Síntesis

El grupo faunístico mejor representado en la presente campaña fueron los crustáceos, seguidos por los poliquetos, al igual que lo registrado en las campañas anteriores verano y otoño de 2012.

La mayor densidad y biomasa se registró en la estación B7, mientras que los valores más bajos de estos parámetros se obtuvieron en las estaciones B4 y B8 en cuanto a densidad, y en B1 en cuanto a biomasa.

Considerando los valores de diversidad, al menos seis estaciones presentaron comunidades con perturbación severa y cuatro estaciones perturbación moderada. Los bajos valores de diversidad obtenidos son producto, principalmente, del bajo número de especies encontradas y/o de la concentración de la abundancia en una sola especie, esto último, en particular en dos estaciones (B7 y B9 (CS)). En cuanto a la equidad, seis estaciones mostraron uniformidad en la distribución de la abundancia de individuos de las distintas especies, en dos estaciones la equidad fue muy baja por la concentración de la abundancia entre el 91% y el 99% en una sola especie, y en dos estaciones no se pudo calcular este parámetro debido a la presencia de una sola especie. La riqueza total fue de 20 de especies. En las diez estaciones la riqueza fue muy baja (de una a cinco especies). En las estaciones B3 y B6 se registró la mayor riqueza, mientras que la menor riqueza la presentaron las estaciones B4 y B8.

El método de las curvas ABC mostró perturbación no detectable en cinco estaciones, y perturbación moderada en tres; en dos estaciones no se pudo realizar las curvas debido a la presencia de una sola especie. Sin embargo, si se considerara la condición de semidefaunada (<8 especies), las diez estaciones presentarían comunidades con perturbación severa.

De los análisis de clasificación y ordenación se puede concluir que, solo dos estaciones podrían poseer una estructura comunitaria muy semejante entre sí, pero a su vez muy distinta de las otras estaciones; esto debido principalmente a que cada una posee características propias y distintas de las otras, no observándose unidad o parámetro que las agrupe.

Si se consideran, en general, todos los análisis realizados en este estudio, podemos concluir que, las diez estaciones presentaron evidencias de perturbación severa. Esto reflejado en los bajos valores de riqueza de especies, diversidad, densidad y biomasa; siendo las menos alteradas las estaciones B3 y B6 con los valores más altos de riqueza y diversidad y buena equidad, además con curvas que indicaron perturbación no detectable; mientras que las estaciones B4 y B8 presentaron más alteración con valores de riqueza, diversidad y equidad más bajos y curvas ABC no realizadas debido a la presencia de una sola especie, clasificándose como con comunidades con perturbación severa por su condición de semidefaunadas. En esta ocasión no se observó relación entre el grado de perturbación de las estaciones y su distribución en el área de influencia.

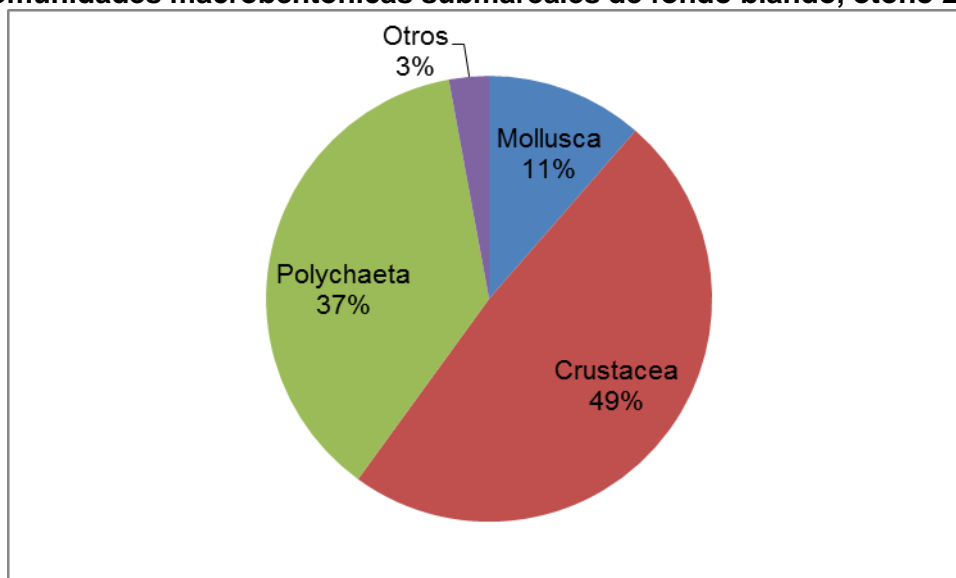
#### ➤ Otoño 2014

##### Determinación taxonómica

En la campaña de otoño, de junio de 2014, se obtuvo un total de 35 especies distribuidas, porcentualmente, de la siguiente manera: un 37,1% de anélidos poliquetos, un 11,4% de moluscos, un 48,6% de Crustáceos y un 2,9% clasificados como otros *taxa*, que en esta oportunidad corresponde a un representantes del phylum Cnidaria (Figura EMB-92 y Tabla EMB-94).

Crustacea fue el grupo que presentó el mayor número de especies (17 especies), seguido de poliquetos (13 especies), cuyas especies poseen una estrategia trófica omnívora/carnívora (7 especies) y depositívora, tanto superficial (2 especies) como subsuperficial (4 especies). Las especies depositívoras consumen la materia orgánica (M.O.T.) depositada en el sedimento. Zúñiga *et al.*, (1983), basados en el análisis de 237 estaciones realizadas en 10 muestreos en bahía Mejillones, encontraron que al aumentar el porcentaje de sedimento fino y M.O.T. aumentaba el porcentaje de representación de las especies de poliquetos, obteniendo que este grupo, en arena llegaba a un 33,4%, en arena fangosa a un 55,6% y en fango a un 76,7%. El porcentaje de poliquetos (37,1%) obtenido según la cita anterior, pertenece al rango de sedimentos de arena fina.

**Figura EMB-92: Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, otoño 2014**



**Tabla EMB-94: Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, otoño 2012**

Phylum	Clase	Familia	Especie
Mollusca	Bivalvia	Carditidae	<i>Cyclocardia compressa</i>
		Glycymerididae	<i>Glycymeris ovatus</i>
		Veneridae	<i>Retrotapes lenticularis</i>
	Gastrópoda	Olividae	<i>Oliva peruviana</i>
Arthropoda	Malacostraca	Albuneidae	<i>Lepidopa chilensis</i>
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca sp.</i>
		Atelecyclidae	<i>Pseudocorystes sicarius</i>
		Blepharipodidae	<i>Blepharipoda occidentalis</i>
		Cirolanidae	<i>Cirolana urostylis</i>
		Chaetiliidae	<i>Macrochiridothea setifer</i>
		Diastylidae	Diastylidae indet.
		Haustoriidae	Haustoriidae indet.
		Oedicerotidae	Oedicerotidae indet.
		Phoxocephalidae	<i>Metharpinia longirostris</i>
			<i>Microphoxus sp.</i>
			Phoxocephalidae indet.
		Pinnotheridae	<i>Pinnixa valdiviensis</i>
		Serolidae	<i>Cristaserolis plana</i>
	Uristidae	Uristidae indet.	
	Ogyrididae	<i>Ogyrides tarazonai</i>	
Ostracoda	-	Ostracoda indet.	
Annelida	Polychaeta	Cirratulidae	<i>Tharyx sp.</i>
		Cossuridae	Cossuridae indet

Phylum	Clase	Familia	Especie
		Glyceridae	<i>Hemipodia simplex</i>
		Goniadidae	<i>Goniada peruana</i>
		Lumbrineridae	<i>Eranno chilensis</i>
		Maldanidae	<i>Maldane</i> sp.
		Nephtyidae	<i>Aglaophamus peruana</i>
			<i>Nephtys ferruginea</i>
			<i>Nephtys impressa</i>
			<i>Nephtys magellanica</i>
		Opheliidae	<i>Ophelia bipartita</i>
		Orbiniidae	<i>Naineris chilensis</i>
Paraonidae	<i>Aricidea (Acmira)</i> sp.		
Cnidaria	Anthozoa	Renillidae	<i>Renilla chilensis</i>

La Tabla EMB-95 contiene los valores de densidad y biomasa promedio de cada una, para las 12 estaciones analizadas. La estación E-2 fue la que presentó, notoriamente, el valor más alto de densidad con 276,7 individuos/m<sup>2</sup>, debido al importante aporte del anfípodo de la familia Haustoriidae, que concentró el 47% de la abundancia para la estación. Mientras que la estación E-9 registró el menor valor con 3,3 individuos/m<sup>2</sup>.

La especie *Oliva peruviana* presentó la mayor frecuencia de ocurrencia (75%), encontrándose en 9 de las 12 estaciones, seguido de dos especies de poliquetos, *Nephtys impressa* y *Nephtys magellanica* que se presentaron en 8 estaciones.

También se presentan los valores de biomasa promedio, observándose que la estación E-1 registró el valor más alto con 34,8g/m<sup>2</sup>, debido a la presencia del molusco bivalvo *Retrotapes lenticularis*, que obtuvo el 90% de la biomasa para la estación. La estación E-9, por su parte, presentó la menor biomasa con 0,06 g/m<sup>2</sup>.

**Tabla EMB-95: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) y Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de fauna de submareal blando, otoño 2014**

Especie	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> )												Biomasa (g/m <sup>2</sup> )											
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-CS	E-CN	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-CS	E-CN
<i>Cyclocardia compressa</i>												3,3												0,063
<i>Glycymeris ovatus</i>											13,3													8,4317
<i>Retrotapes lenticularis</i>	6,7												31,361											
<i>Oliva peruviana</i>		23,3	6,7	3,3	3,3	3,3	10	6,7		13,3		3,3		0,762	3,7823	0,6493	1,3373	0,5393	2,1993	1,73		5,1693		0,0637
<i>Lepidopa chilensis</i>	3,3	6,7	10										0,004	0,0103	0,017									
<i>Ampelisca</i> sp.	20	16,7		3,3				3,3				10	0,0087	0,0257		0,0037				0,0003				0,0073
<i>Pseudocornistes sicarius</i>				3,3				3,3								0,1407			8,1887					
<i>Blepharipoda occidentalis</i>					6,7												0,011							
<i>Cirolana urostylis</i>	10												0,0053											
<i>Macrochiridothea setifer</i>		3,3												0,0017										
Diastylidae indet.		3,3							3,3					0,0003								0,0003		
Haustoriidae indet.	73,3	130	16,7	10				60		3,3			0,0203	0,0053	0,0187	0,0023				0,0063		0,0003		
Oedicerotidae indet.	3,3				3,3								0,0003				0,0027							
<i>Metharpinia longirostris</i>		23,3		6,7		6,7	16,7	3,3				3,3		0,0063		0,0033		0,0003	0,002	0,0003				0,0003
<i>Microphoxus</i> sp.		20		10				3,3						0,0023		0,002				0,0003				
Phoxocephalidae indet.	3,3												0,0033											
<i>Pinnixa valdiviensis</i>	6,7			3,3		30		13,3		3,3			0,02			0,0307		0,203		0,1707		0,0187		
<i>Cristaserolis plana</i>								6,7		3,3										0,3997		0,0627		
Uristidae indet.		6,7												0,0053										
<i>Ogyrides tarazonai</i>		16,7			3,3			3,3						0,0187			0,0037		0,0053					
Ostracoda indet.								3,3	3,3										0,005	0,0053				
<i>Tharyx</i> sp.						13												0,0033						
Cossuridae indet.						3,3												0,01						
<i>Hemipodia simplex</i>	3,3	6,7			6,7	3,3	3,3			6,7			0,0097	0,012			0,0077	0,005	0,015			0,0523		
<i>Goniada peruana</i>						3,3												0,0087						
<i>Eranno chilensis</i>		3,3					10			6,7				0,0033					0,0133			0,008		
<i>Maldane</i> sp.						3,3				6,7								0,0067				0,01		
<i>Aglaophamus peruana</i>	3,3					10							0,0283					1,3197						
<i>Nephtys ferruginea</i>			3,3												0,111									
<i>Nephtys impressa</i>		16,7	36,7	6,7	33	6,7	13,3	16,7		6,7				0,0027	0,0467	0,004	0,0447	0,009	0,014	0,0097		0,0027		
<i>Nephtys magellanica</i>	6,7		3,3	3,3	6,7	3,3	3,3	3,3		13,3			0,0037		0,0483	0,0107	0,034	0,0057	0,015	0,0167		0,1257		
<i>Ophelia bipartita</i>												3,3												0
<i>Naineris chilensis</i>	3,3		3,3	3,3				3,3		3,3			0,003		0,0067	0,0093			0,0007			0,0103		
<i>Aricidea (Acmira)</i> sp.						3,3												0,0003						
<i>Renilla chilensis</i>	3,3												3,3703											
Total	147	277	80	53	63	90	143	46,6	3,3	66,6	13,3	23,2	34,83	0,85	4,03	0,86	1,44	2,11	10,86	1,93	0,062	5,39	8,43	0,13

## Índices ecológicos

En la Tabla EMB-96 se tabulan los resultados de los siguientes índices ecológicos: Diversidad específica, Equidad y Riqueza de especies, para cada estación de muestreo.

**Tabla EMB-96: Índices ecológicos, otoño de 2014. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica**

Estaciones	S	J'	H'(loge)
E-1	13	0,71	1,82
E-2	13	0,74	1,90
E-3	7	0,79	1,55
E-4	10	0,95	2,19
E-5	7	0,78	1,51
E-6	12	0,86	2,13
E-7	14	0,78	2,05
E-8	6	0,87	1,57
E-9	1	-	-
E-10	10	0,94	2,16
E-CS	1	-	-
E-CN	5	0,91	1,47

- *Diversidad específica (H')*

El valor del índice de diversidad (H'), normalmente oscila entre 1,5 (que indica baja riqueza de especies y bajos valores de equidad) y 3,5 (altos valores de equidad y de riqueza), aunque también pueden encontrarse valores fuera de estos límites. Debido a que el índice de Shannon entrega una medida del número de especies y de la uniformidad o equidad de sus abundancias, el valor resultante nos da una descripción absoluta de sitios de biodiversidad. Esto es particularmente útil cuando se comparan ecosistemas o hábitats similares, ya que se puede poner en evidencia cuándo uno es más rico que otro. Sin embargo, siempre es necesario analizar los datos, o utilizar otro índice, para conocer las verdaderas razones de tales diferencias.

Alcolado (1992), utilizando datos de comunidades de esponjas, proporciona un diagrama en el cual, atendiendo a valores de H', realiza una clasificación de 5 estados ambientales:

- Fuerte y constantemente severo (H'= 0-1,3)
- Severo (H'= 1,3-2,0)
- Algo severo (H'= 2,0-2,5)
- Favorable (H'= 2,5-2,9)
- Muy favorable (H' > 2,9)

Otra clasificación considerando los valores de valores de H', es la realizada por Hendey (1977), para comunidades de diatomeas, quien definió 4 estados ambientales:

- Polución severa (H'= 0-1)
- Polución moderada (H'= 1-2)

- Polución ligera ( $H' = 2-3$ )
- Polución no detectable ( $H' = 3-4$ )

Si se comparan los resultados de diversidad obtenidos en la presente campaña (Tabla EMB-96), con las referencias anteriores tenemos que, según los estados propuestos por Alcolado (1992), dos de las doce estaciones (E-9 y E-CS) se clasificarían como ambientes fuertes y constantemente severos, seis (E1, E-2, E-3, E-5, E-8 y E-CN) como ambientes severos y cuatro estaciones (E-4, E-6, E-7 y E-10) como ambientes algo severos. Mientras que bajo la clasificación de Hendey (1977), dos estaciones presentarían polución severa, seis presentarían polución moderada y cuatro polución ligera. Los valores más bajos de  $H'$  se deben a la baja riqueza de especies.

- *Índice de equidad ( $J'$ )*

Este índice expresa cuán equitativamente está distribuida la abundancia de individuos entre las distintas especies. Los valores posibles se encuentran en un rango de 0 a 1; mientras más cercano a 1 sea el valor de  $J'$ , más alta es la equidad y baja la dominancia.

Los resultados obtenidos en esta campaña (Tabla EMB-96), muestran una buena distribución de la abundancia entre las distintas especies encontradas en 10 estaciones (E1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7, E-8, E-10 y E-CN). En dos estaciones (E-9 y E-CS), el análisis del índice de equidad no registró resultado debido a que en ellas se encontró una sola especie, *Cristaserolis plana* en la estación E-9 y *Glycymeris ovatus* en la estación E-CS. En la presente campaña los valores de equidad oscilaron entre  $J' = 0,7107$  (E-1) y  $J' = 0,9489$  (E-4).

- *Riqueza de especies ( $S$ )*

Este índice expresa el número total de especies presentes, y es totalmente dependiente del tamaño de la muestra y del esfuerzo de muestreo.

En la presente campaña se obtuvo una riqueza total de 35 especies en toda el área; el valor más alto se registró en la estación E-7 con 14 especies, mientras que el valor más bajo se registró en dos estaciones con una sola especie en E-9 y E-CS (Tabla EMB-96). Seis de las doce estaciones presentaron bajos valores de riqueza ( $>$  de 8 especies), clasificándose como estaciones semidefaunadas (Carrasco *et al.*, 1996).

### Curvas ABC (relación abundancia/biomasa)

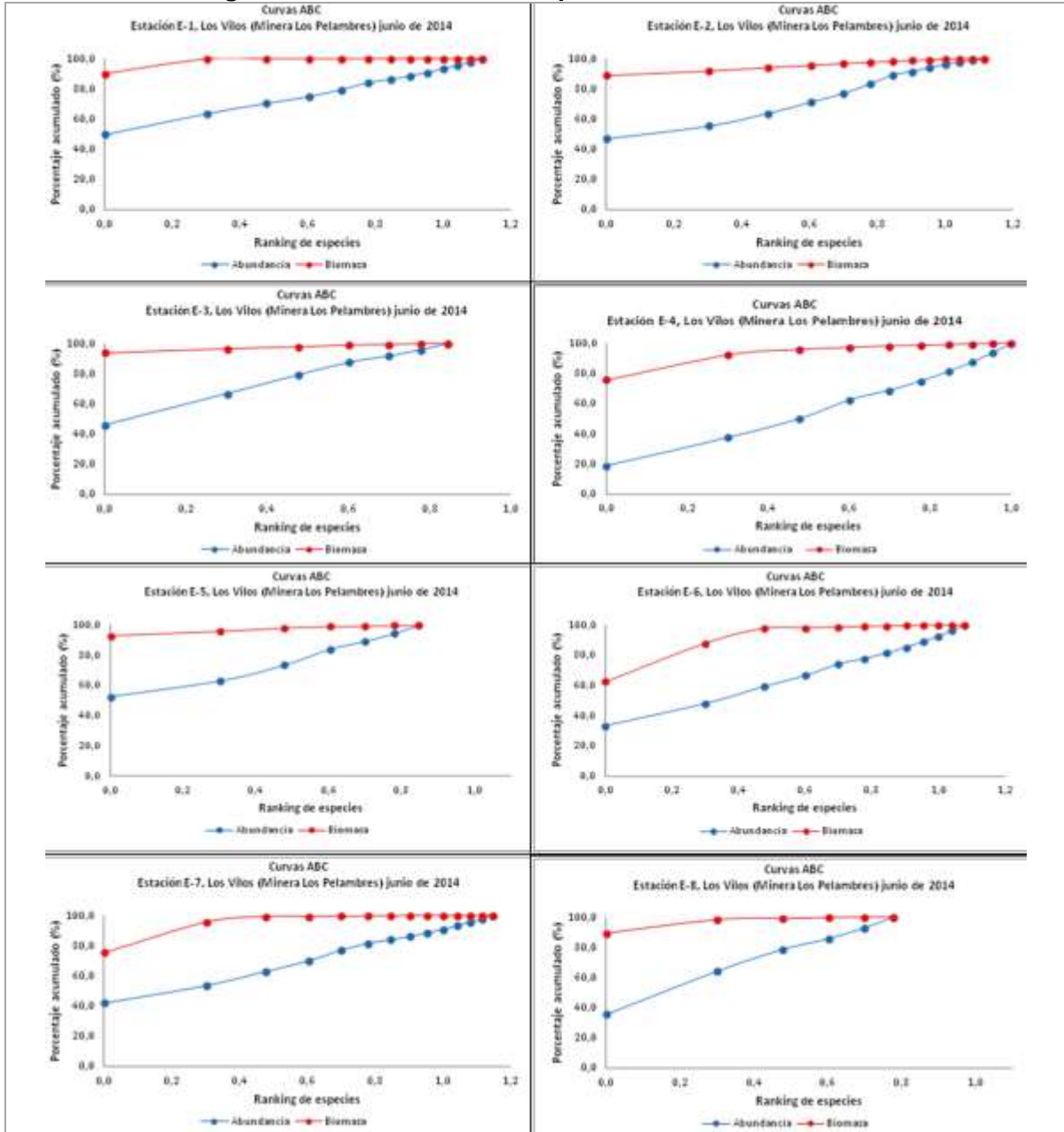
El análisis de las curvas de relación abundancia/biomasa (Figuras EM-93 y Figura EMB-94), muestra que en diez de las doce estaciones (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7, E-8, E-10 y E-CN) se encontraron comunidades con perturbación no detectable, mientras que para las dos estaciones restantes (E-9 y E-CS) no es posible realizar el análisis, ya que presentaron una sola especie.

Algunos autores (Carrasco *et al.*, 1996) mencionan que en estaciones con un número menor a ocho especies, este método entrega resultados considerados "atípicos" por encontrarse semidefaunadas, por lo tanto, nosotros consideramos que aquellas estaciones se clasificarían como con perturbación severa. En este contexto, en el presente estudio, seis de las doce estaciones se encontrarían en esta situación (E-3, E-5, E-8, E-9, E-CN y E-CS). Por

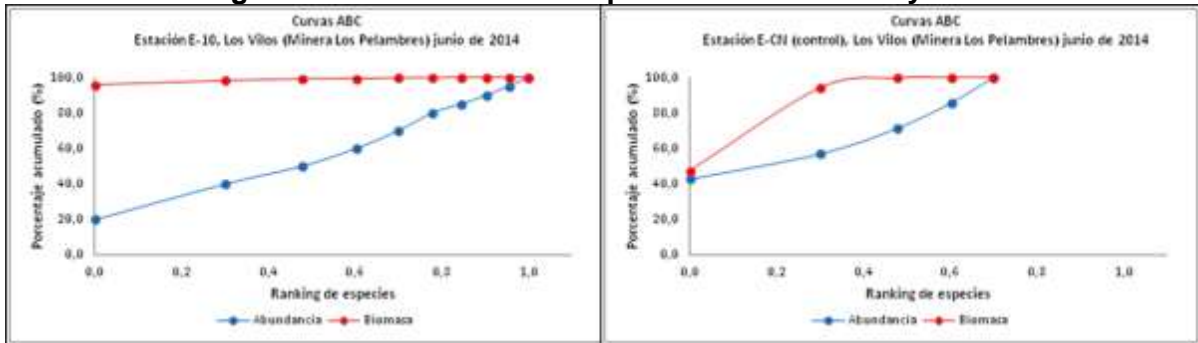


ello no sería del todo correcto deducir el estado de las comunidades solo a partir de los resultados entregados por las curvas ABC, ya que podrían conducir a conclusiones erróneas, por lo tanto, es importante considerar los otros análisis realizados (índices ecológicos) a las comunidades en estudio.

**Figura EMB-93: Curvas ABC para estaciones E-1 a E-8**



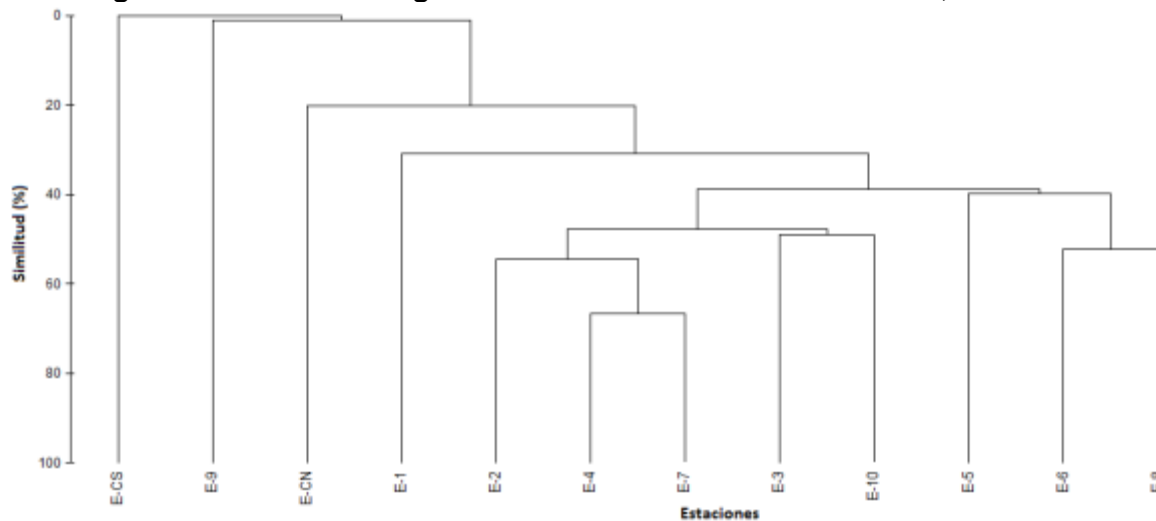
**Figura EMB-94: Curvas ABC para estaciones E-10 y E-CN**



Análisis de clasificación por estaciones

El análisis de Cluster (Figura EMB-95), mostró una mayor similitud entre las estaciones E-4 y E-7, con un 66,5%, y a estas se une la estación E-2 con un 54,5%; las tres estaciones deben su unión a su similar composición de especies, ya que 9 de las 10 especies presentes en E-4 también se registraron en E-7, así como 9 de los 13 *taxa* de la estación E-2. Por otra parte, las estaciones con el porcentaje de similitud más bajo fueron las estaciones E-9 y E-CS (control sur) con un 0,9% y un 0%, respectivamente; esta diferencia se explica por su baja riqueza de especies (1 *taxa*) y distinta composición faunística, ya que la especie de E-9 solo se encontró en una estación más, mientras que la especie de E-CS no se obtuvo en ninguna otra estación.

**Figura EMB-95: Dendrograma clasificatorio de las estaciones, otoño 2014**

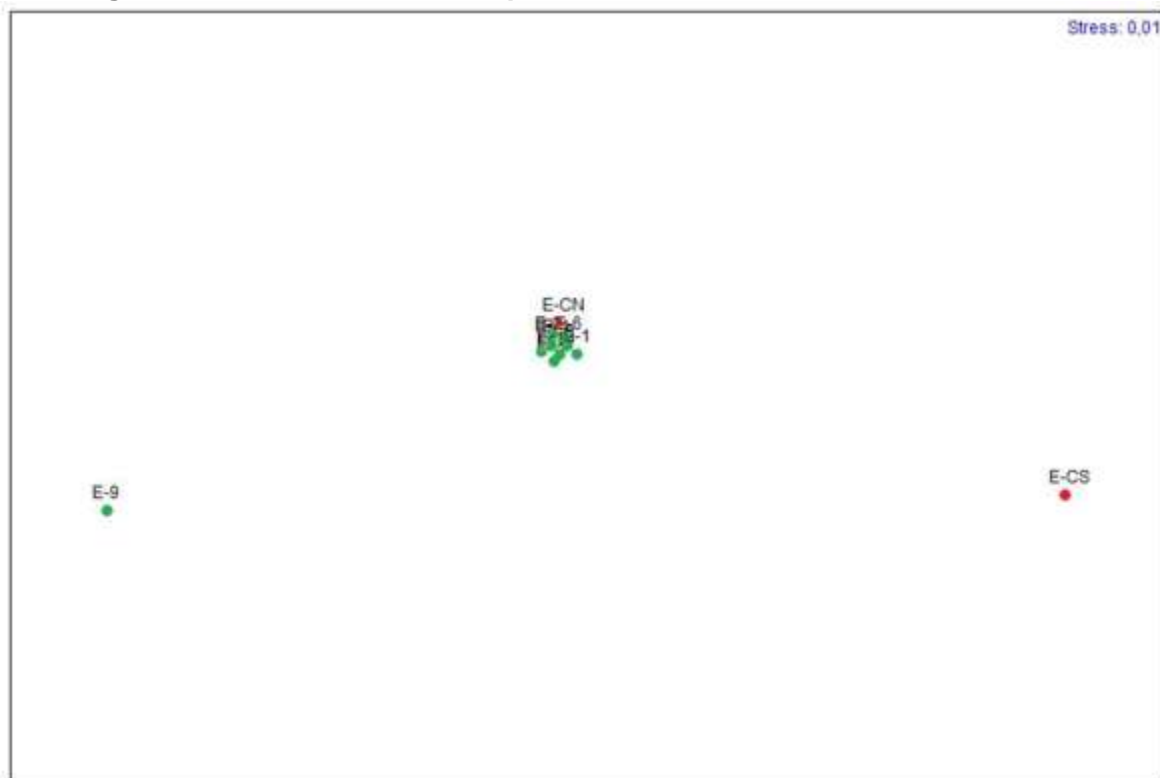


### Análisis de ordenación por estaciones

El análisis de escalamiento no-métrico multidimensional muestra la representación de todas las estaciones en su configuración final (Figura EMB-96) entregando un valor de estrés de 0,01, que según Clarke & Warwick (2001) se interpreta como una excelente representación. La figura muestra la agrupación estrecha de diez estaciones (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7, E-8, E-10 y E-CN), lo que indicaría una estructura comunitaria similar entre ellas, sin embargo, como se observó en el anterior análisis de clasificación, los porcentajes de similitud no indicaron similitudes tan altas. Al realizar un análisis rápido, se advierte que la estrecha agrupación se debe, más bien, a las grandes diferencias que presentan estas diez estaciones con las dos restantes E-9 y E-CS.

Para precisar esta situación se realizó un nuevo análisis de ordenación no métrico excluyendo las estaciones E-9 y E-CS; la nueva representación se muestra en la Figura EMB-96, la cual entrega un valor de estrés de 0,11 interpretado como una ordenación potencialmente útil. En esta nueva representación se puede observar con más detalle las distancias en la distribución de las estaciones, notándose que la estación E-CN (control norte) se aleja de las otras estaciones debido, principalmente, a su bajo valor de densidad y a que no presenta dos de las tres especies con mayor frecuencia de ocurrencia.

**Figura EMB-96: Ordenación espacial de todas las estaciones, otoño 2014**



## Síntesis

En la presente campaña de otoño 2014, los crustáceos fueron el grupo faunístico más representativo con 17 especies, seguido de los poliquetos con 13 especies. La mayor densidad se registró en la estación E-2 y la mayor biomasa en la estación E-1, mientras que los valores más bajos de ambos parámetros se obtuvieron en la estación E-9. Las especies *Oliva peruviana*, *Nephtys impressa* y *Nephtys magellanica* presentaron la mayor frecuencia de ocurrencia presentándose en 9, 8 y 8 de las doce estaciones, respectivamente.

Según los valores de diversidad, dos estaciones presentaron comunidades con perturbación severa, seis estaciones comunidades con perturbación moderada y cuatro estaciones comunidades con perturbación ligera. Los valores más bajos de diversidad fueron producto de la baja riqueza de especies. En cuanto a equidad, diez estaciones presentaron uniformidad en la distribución de la abundancia entre las distintas especies, en las dos estaciones restantes (E-9 y E-CS) no obtuvieron valores de J', debido a la presencia de una sola especie.

La riqueza total de especies obtenida en el área de influencia, fue de 35 especies. En seis de las doce estaciones la riqueza fue baja, dos estaciones con 1 especie y cuatro estaciones tuvieron entre 5 y 7 especies.

El análisis de las curvas de relación abundancia/biomasa (curvas ABC), arrojó perturbación no detectable en diez de las doce estaciones, en las dos restantes (E-9 y E-CS) no fue posible el análisis, debido a la presencia de una sola especie. No obstante, si se considerara la condición de semidefaunadas (< 8 *taxa*), en seis de las doce estaciones este método entregaría resultados considerados atípicos (Carrasco *et al.*, 1996).

De los análisis de clasificación y ordenación se puede concluir que las estaciones E-4, E-7 y E-2 presentaron la mayor similitud (54,5%), mientras que las estaciones E-9 y E-CS presentaron menor similitud con el resto de las estaciones debido, principalmente, a su baja riqueza de especies y densidad total y a que poseen una composición de especies algo distinta que el resto.

Al analizar los resultados de todos los parámetros obtenidos en este estudio, podemos concluir que las estaciones E-9 y E-CS presentaron signos de mayor alteración, reflejado en bajos valores de riqueza de especies, densidad y diversidad, curvas ABC e índice de uniformidad no aplicables por la presencia de una sola especie. Las estaciones E-1, E-2, E-4, E-6, E-7 y E-10, presentaron las mejores condiciones del área de estudio, con los valores más altos de riqueza, densidad, biomasa, uniformidad y diversidad, y curvas ABC que indicaron perturbación no detectable.

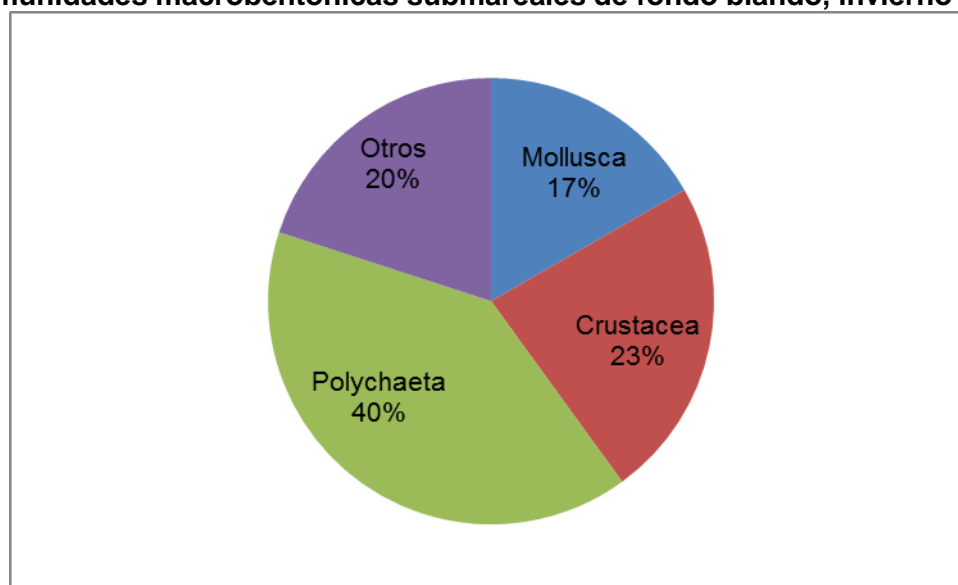
### ➤ **Invierno 2014**

## Determinación taxonómica

En la campaña de invierno, de agosto de 2014, se obtuvo un total de 30 especies distribuidas, porcentualmente, de la siguiente manera: un 40% de anélidos poliquetos, un 23,3% de crustáceos, un 16,7% de moluscos, y un 20% clasificados como otros *taxa*, que correspondieron a ejemplares de cuatro phyla diferentes: Porifera, Nemertea, Brachiopoda y Echinodermata (Figura EMB-97 y Tabla EMB-97).

Poliquetos fue el grupo que presentó el mayor número de especies (12 especies), seguido de los crustáceos (7 especies). El grupo de poliquetos presentó especies que poseen una estrategia trófica omnívora/carnívora (8 especies) y depositívora, tanto superficial (2 especies) como subsuperficial (2 especies). Las especies depositívoras consumen la materia orgánica (M.O.T.) depositada en el sedimento. Zúñiga *et al.*, (1983), basados en el análisis de 237 estaciones realizadas en 10 muestreos en bahía Mejillones, encontraron que al aumentar el porcentaje del sedimento fino y M.O.T. aumentaba el porcentaje de representación de las especies de poliquetos, obteniendo que este grupo, en arena alcanza a un 33,4%, en arena fangosa a un 55,6% y en fango a un 76,7%. El porcentaje de poliquetos (40%) obtenido, según la cita anterior, se encontraría en el rango de sedimentos de arena media/fina.

**Figura EMB-97: Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, invierno 2014**



**Tabla EMB-97: Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, invierno 2014**

Phylum	Clase	Familia	Especie
Mollusca	Bivalvia	Glycymerididae	<i>Glycymeris ovatus</i>
		Pharidae	<i>Ensis macha</i>
		Veneridae	<i>Retrotapes lenticularis</i>
	Gastrópoda	Olividae	<i>Oliva peruviana</i>
		Tegulidae	<i>Tegula tridentata</i>
Arthropoda	Malacostraca	Albuneidae	<i>Lepidopa chilensis</i>
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca sp.</i>
		Haustoriidae	<i>Haustoriidae indet 1</i>
			<i>Haustoriidae indet 2</i>
		Ogyrididae	<i>Ogyrides tarazonai</i>
		Phoxocephalidae	<i>Phoxocephalidae indet</i>
Pinnotheridae	<i>Pinnixa valdiviensis</i>		
Annelida	Polychaeta	Glyceridae	<i>Hemipodia</i>

Phylum	Clase	Familia	Especie
			<i>longipapillatus</i>
			<i>Hemipodia simplex</i>
		Lumbrineridae	<i>Eranno chilensis</i>
		Nephtyidae	<i>Nephtys cf. magellanica</i>
			<i>Nephtys ferruginea</i>
			<i>Nephtys impressa</i>
		Orbiniidae	<i>Naineris chilensis</i>
			<i>Scoloplos (Leodamas) sp.</i>
		Phyllodocidae	<i>Hypereteone aestuarina</i>
		Spionidae	<i>Prionospio peruana</i>
			<i>Spiophanes bombyx</i>
Syllidae	<i>Syllis variegata</i>		
Brachiopoda	-	-	Brachiopoda indet
Nemertea	-	-	Nemertea indet
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiuridae	<i>Ophiuridae</i> indet
Porifera	Demospongiae	Suberitidae	<i>Suberitidae</i> indet 1
			<i>Suberitidae</i> indet 2
		Microcionidae	<i>Microcionidae</i> indet

La Tabla EMB-98 contiene los valores de densidad y biomasa promedio de cada especie, para las 12 estaciones analizadas. La estación E-5 fue la que presentó el valor más alto de densidad con 119,8 individuos/m<sup>2</sup>, debido al importante aporte del poliqueto de la familia Nephtyidae, *Nephtys cf. magellanica*, que concentró el 50,1% de la abundancia para la estación. Por su parte, las estaciones E-10 y E-CS registraron el menor valor con 6,6 individuos/m<sup>2</sup>, en ambas estaciones.

Un representante del phylum Annelida fue el que presentó la mayor frecuencia de ocurrencia (*Nephtys cf. magellanica*), presentó la mayor frecuencia de ocurrencia (66,6%) encontrándose en 8 de las 12 estaciones, seguido del molusco, *Oliva peruviana* que se encontró en 6 estaciones, seguido del crustáceo de la Familia Phoxocephaliidae y el poliqueto *Eranno chilensis* ambas presentes en 4 estaciones.

También, se presentan los valores de biomasa promedio. En ella se observa que la estación E-4 registró el valor de biomasa más alto con 16,4289 g/m<sup>2</sup>, debido a la presencia del molusco bivalvo *Retrotapes lenticularis*, que obtuvo el 89% de la biomasa para la estación. La estación E-10, por su parte, presentó la menor biomasa con 0,0033 g/m<sup>2</sup>.

**Tabla EMB-98: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) y Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de fauna de submareal blando, invierno 2014**

Especie	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> )												Biomasa (g/m <sup>2</sup> )											
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-CS	E-CN	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-CS	E-CN
<i>Glycymeris ovatus</i>												3,3												2,7217
<i>Ensis macha</i>				3,3												1,7673								
<i>Retrotapes lenticularis</i>				3,3		3,3										14,6313		9,431						
<i>Oliva peruviana</i>		6,7	3,3		3,3	6,7		10	10					0,7067	1,4787		0,607	1,872		2,5733	3,3247			
<i>Tegula tridentata</i>	3,3												1,645											
<i>Lepidopa chilensis</i>	3,3			3,3									0,033		0,0003									
<i>Ampelisca</i> sp.		13,3		3,3										0,005		0,01								
<i>Haustoriidae</i> indet 1	3,3		6,7					10					0,0027		0,0007					0,0037				
<i>Haustoriidae</i> indet 2		3,3												0,0017										
<i>Ogyrides tarazonai</i>		3,3			3,3									0,1287			0,0217							
<i>Phoxocephalidae</i> indet	23,3	16,7			10	6,7							0,0033	0,0023			0,0033	0,0017						
<i>Pinnixa valdiviensis</i>						6,7		6,7										0,0203		0,0637				
<i>Hemipodia longipapillatus</i>						6,7	3,3											0,026	0,0003					
<i>Hemipodia simplex</i>		3,3												0,0173										
<i>Eranno chilensis</i>				3,3	3,3	3,3	3,3									0,0033	0,0047	0,0013	0,2037					
<i>Nephtys cf. magellanica</i>	13,3		26,7	10	60	13,3		3,3	3,3		3,3		0,036		0,0197	0,0073	0,2663	0,0157		0,0013		0,0023		0,0143
<i>Nephtys ferruginea</i>		3,3							13,3					0,429						1,149				
<i>Nephtys impressa</i>							3,3	13,3	10										0,0023	0,1873	0,023			
<i>Naineris chilensis</i>				3,3	13,3											0,0077	0,0137							
<i>Scoloplos (Leodamas)</i> sp.							3,3			3,3									0,0087			0,001		
<i>Hypereteone aestuarina</i>					3,3												0,0053							
<i>Prionospio peruana</i>		3,3												0,0023										
<i>Spiophanes bombyx</i>					20												0,0157							
<i>Syllis variegata</i>											3,3												0,0023	
Brachiopoda indet											16,7												5,3213	
Nemertea indet			3,3	3,3	6,7											0,002	0,003	0,0163						
<i>Ophiuridae</i> indet						6,7												0,1697						
<i>Suberitidae</i> indet 1											6,7												2,5817	
<i>Suberitidae</i> indet 2											6,7												0,339	
<i>Microcionidae</i> indet											13,3												1,943	
Total	46,5	53,2	40	29,8	119,8	60,1	23,2	46,6	20	6,6	46,7	6,6	1,72	1,29	1,49	16,42	0,94	11,55	0,21	3,97	3,34	0,0033	10,18	2,73

## Índices ecológicos

En la Tabla EMB-99 se tabulan los resultados de los siguientes índices ecológicos: Diversidad específica, Equidad y Riqueza de especies, calculados para cada estación de muestreo.

**Tabla EMB-99: Índices ecológicos, invierno 2014. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica**

Estaciones	S	J'	H'
E-1	5	0,79	1,27
E-2	8	0,88	1,83
E-3	4	0,71	0,98
E-4	7	0,94	1,83
E-5	9	0,72	1,59
E-6	9	0,97	2,12
E-7	5	0,92	1,47
E-8	5	0,94	1,51
E-9	2	1,00	0,69
E-10	2	1,00	0,69
E-CN	5	0,91	1,47
E-CS	2	1,00	0,69

- *Diversidad específica (H')*

El valor del índice de diversidad (H'), normalmente oscila entre 1,5 (que indica baja riqueza de especies y bajos valores de equidad) y 3,5 (altos valores de equidad y de riqueza), aunque también pueden encontrarse valores fuera de estos límites. Debido a que el índice de Shannon entrega una medida del número de especies y de la uniformidad o equidad de sus abundancias, el valor resultante nos da una descripción absoluta de sitios de biodiversidad. Esto es particularmente útil cuando se comparan ecosistemas o hábitats similares, ya que se puede poner en evidencia cuándo uno es más rico que otro. Sin embargo, siempre es necesario analizar los datos, o utilizar otro índice, para conocer las verdaderas razones de tales diferencias.

Alcolado (1992), utilizando datos de comunidades de esponjas, proporciona un diagrama en el cual, atendiendo a valores de H', realiza una clasificación de 5 estados ambientales:

- Fuerte y constantemente severo (H'= 0-1,3)
- Severo (H'= 1,3-2,0)
- Algo severo (H'= 2,0-2,5)
- Favorable (H'= 2,5-2,9)
- Muy favorable (H' > 2,9)



Otra clasificación, considerando los valores de valores de  $H'$ , es la realizada por Hendey (1977), para comunidades de diatomeas, quien definió 4 estados ambientales:

- Polución severa ( $H'= 0-1$ )
- Polución moderada ( $H'= 1-2$ )
- Polución ligera ( $H'= 2-3$ )
- Polución no detectable ( $H'= 3-4$ )

Si se comparan los resultados de diversidad obtenidos en la presente campaña (Tabla EMB-99), con las referencias anteriores tenemos que, según los estados propuestos por Alcolado (1992), cinco de las doce estaciones (E-1, E-3, E-9, E-10, E-CS) se clasificarían como ambientes fuertes y constantemente severos, seis estaciones (E-2, E-4, E-5, E-7, E-8 y E-CN) como ambientes severos y una estación (E-6) como ambiente algo severo. Mientras que bajo la clasificación de Hendey (1977), cuatro estaciones presentarían polución severa, siete estaciones presentarían polución moderada y una estación polución ligera. Los valores más bajos de  $H'$  se deben a la baja riqueza de especies.

- *Índice de equitatividad ( $J'$ )*

Este índice expresa cuán equitativamente está distribuida la abundancia de individuos entre las distintas especies. Los valores posibles se encuentran en un rango de 0 a 1; mientras más cercano a 1 sea el valor de  $J'$ , más alta es la equidad y baja la dominancia.

Los resultados obtenidos en esta campaña (Tabla EMB-99), muestran una buena distribución de la abundancia entre las distintas especies en las 12 estaciones en estudio, los valores de equidad oscilaron entre  $J'=0,707$  (E-3) y  $J'= 1$  (E-9, E-10 y E-CS).

- *Riqueza de especies ( $S$ )*

Este índice expresa el número total de especies presentes, y es totalmente dependiente del tamaño de la muestra y del esfuerzo de muestreo.

En la presente campaña se obtuvo una riqueza total de 30 especies en toda el área muestreada; el valor más alto se registró en las estaciones E-5 y E-6 ambas con 9 especies, mientras que el valor más bajo se registró en las estaciones E-9, E-10 y E-CS con dos especies cada una (Tabla EMB-99). Nueve de las doce estaciones presentaron bajos valores de riqueza ( $>$  de 8 especies), clasificándose como estaciones semidefaunadas (Carrasco *et al.*, 1996).

### Curvas ABC (relación abundancia/biomasa)

El análisis de las curvas de relación abundancia/biomasa (Figuras EM-98 y Figura EMB-99), muestra que en las doce estaciones en análisis se encontraron comunidades con perturbación no detectable, Sin embargo, algunos autores (Carrasco *et al.*, 1996) mencionan que en estaciones con un número menor a ocho especies, este método entrega resultados considerados “atípicos” por encontrarse semidefaunadas, por lo tanto, nosotros consideramos que aquellas estaciones se clasificarían como con perturbación severa. En este contexto, en el presente estudio, nueve de las doce estaciones se encontrarían en esta situación (E-1, E-3, E-4, E-7, E-8, E-9, E-10, E-CN y E-CS). Por ello no sería del todo correcto deducir el estado de las comunidades sólo a partir de los resultados entregados por

las curvas ABC, ya que podrían conducir a conclusiones erróneas, por lo tanto, es importante considerar los otros análisis realizados (índices ecológicos) a las comunidades en estudio.

**Figura EMB-98: Curvas ABC de estaciones E-1 a E-6**

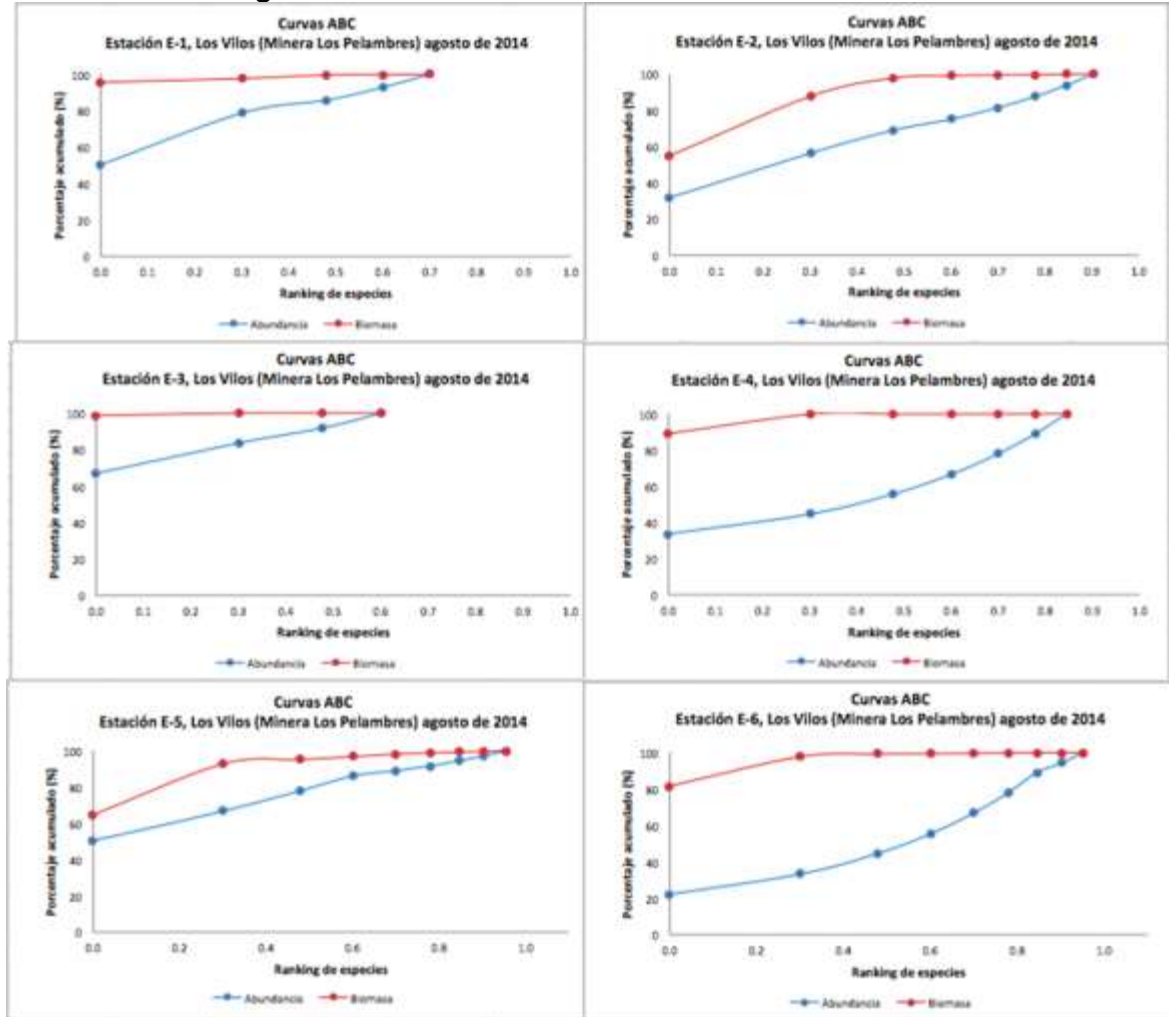
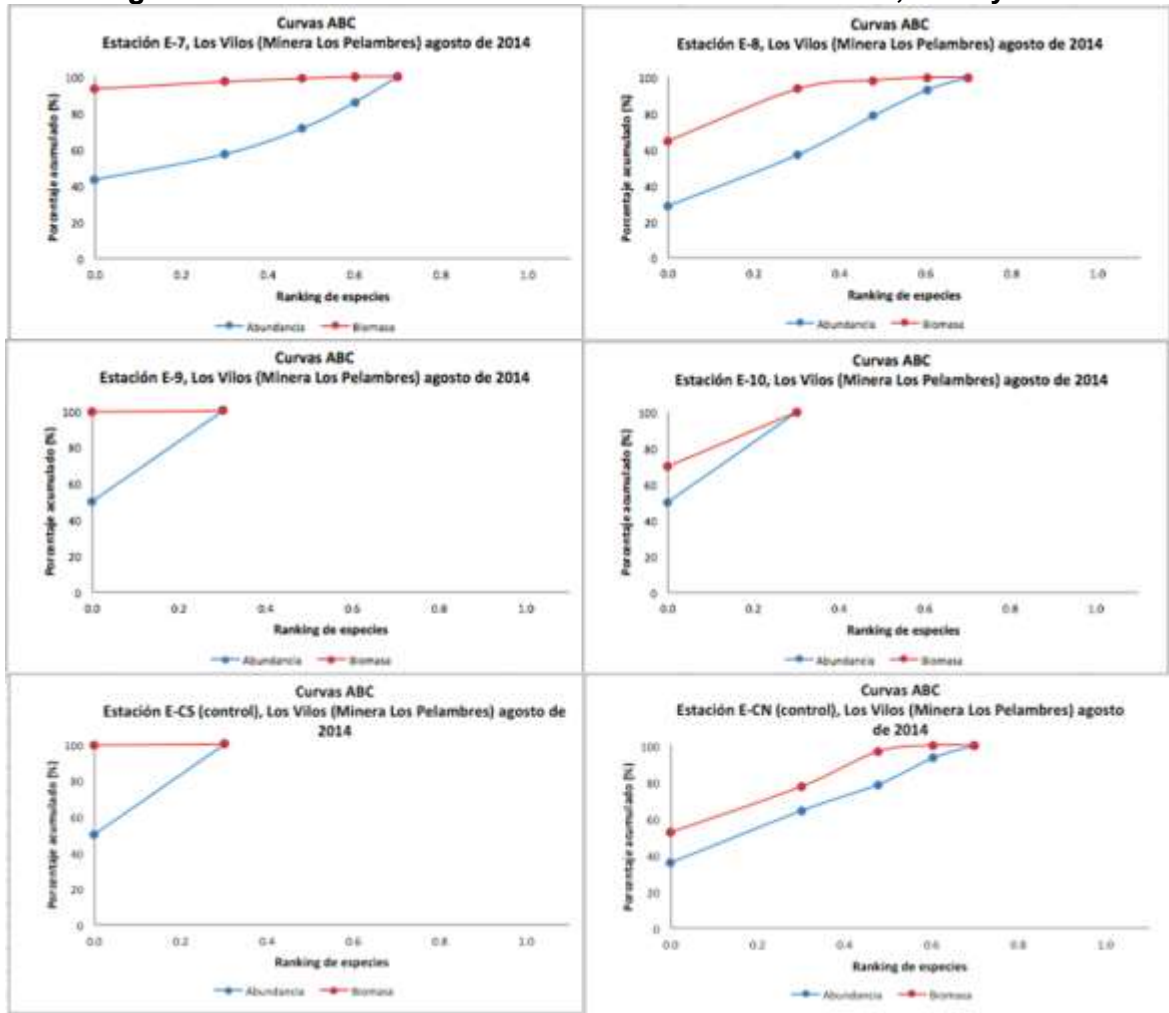


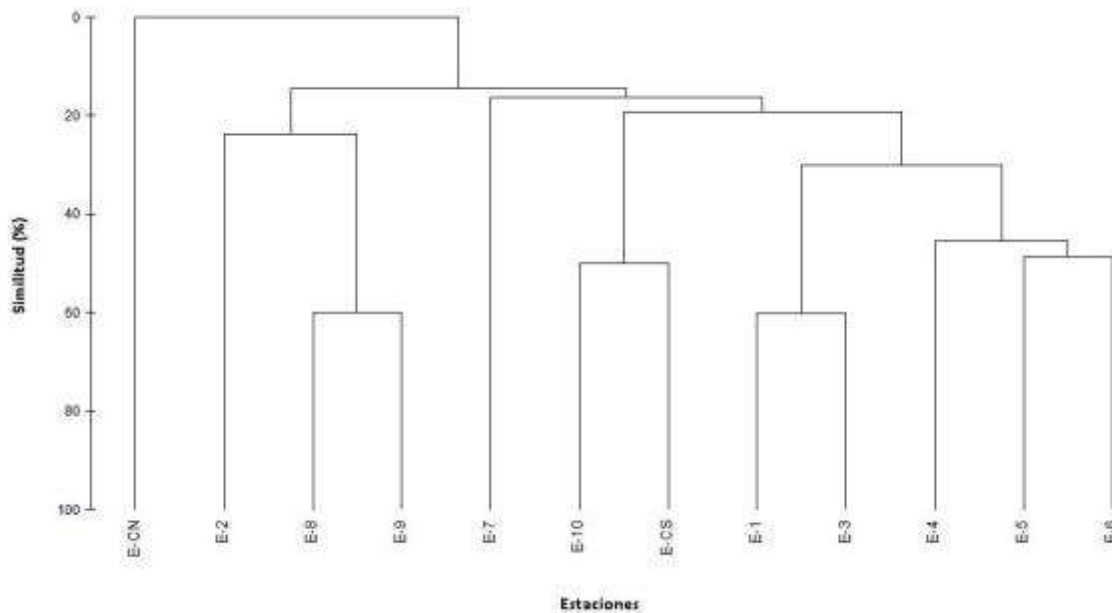
Figura EMB-99: Curvas ABC de las estaciones E-7 a E-10, E-CS y E-CN



### Análisis de clasificación por estaciones

El análisis de cluster (Figura EMB-100, mostró una mayor similitud entre las estaciones E-1 y E-3, con un 60,3% debido a sus cercanos valores de riqueza de especies (5 y 4 *taxa* respectivamente) y densidad total (46 y 40 ind/m<sup>2</sup>), además de su similar composición de especies, ya que comparten 3 *taxa*. Por otro lado, las estaciones E-8 y E-9 poseen un 59,9% de similitud. La estación E-CN (control norte) posee el porcentaje de similitud más bajo, un 0% respecto de las otras once estaciones, debido a su distinta composición de especies, ya que sus 5 *taxa* no se registraron en ninguna otra estación.

**Figura EMB-100: Dendrograma clasificatorio de las estaciones, invierno 2014**

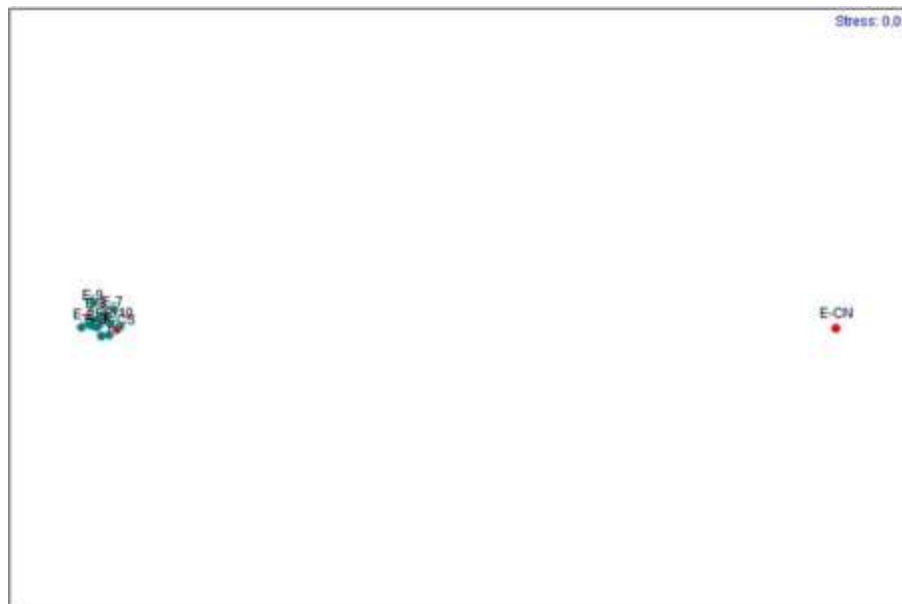


### Análisis de ordenación por estaciones

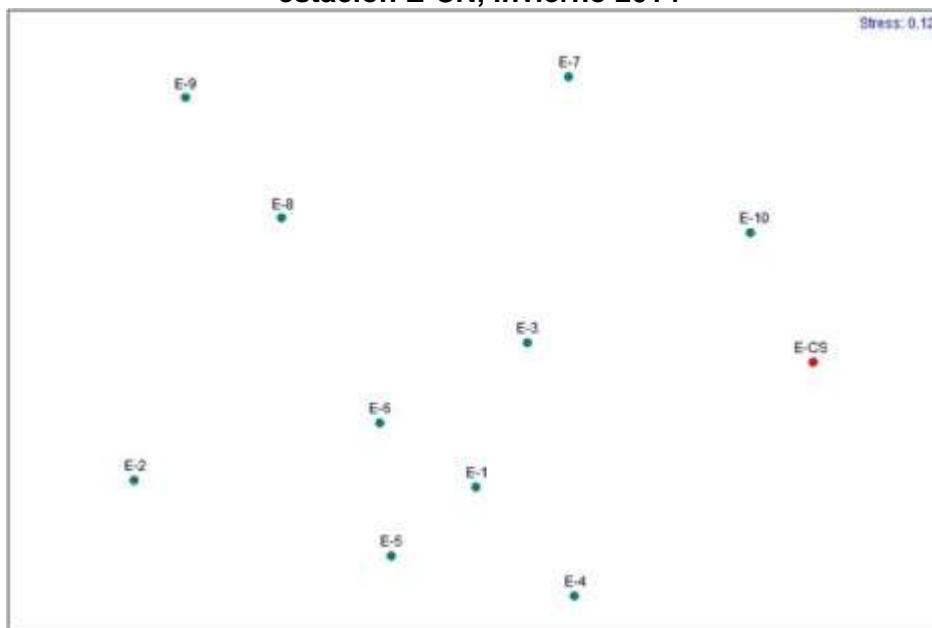
El análisis de escalamiento no-métrico multidimensional muestra la representación de todas las estaciones en su configuración final (Figura EMB-101) entregando un valor de estrés de 0,01, que según Clarke & Warwick (2001) se interpreta como una excelente representación. Se muestra la agrupación estrecha de once estaciones (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7, E-8, E-9, E-10 y E-CS), lo que indicaría una estructura comunitaria similar entre ellas, sin embargo, como se observó en el anterior análisis de clasificación, los porcentajes de similitud no indicaron similitudes tan altas. Al realizar un análisis rápido, se advierte que la estrecha agrupación se debe, más bien, a las grandes diferencias que presentan estas once estaciones con la estación restante E-CN (control norte) en cuanto a la composición de especies.

Para precisar esta observación se realizó un nuevo análisis de ordenación no métrico excluyendo la estación E-CN. La nueva representación se muestra en la Figura EMB-102, la cual entrega un valor de estrés de 0,12 interpretado como una ordenación solo potencialmente útil. En esta nueva representación se puede observar que no existió la formación de grupos estrechos de estaciones, lo que indica que cada una posee una estructura comunitaria particular (composición de especies, riqueza y densidades) que impide tal agrupación.

**Figura EMB-101: Ordenación espacial de todas las estaciones, invierno 2014**



**Figura EMB-102: Ordenación espacial de todas las estaciones, exceptuando la estación E-CN, invierno 2014**



### Síntesis

En la presente campaña, los poliquetos fueron el grupo faunístico más representativo con 12 especies, seguido de los crustáceos con 7 especies. La mayor densidad se registró en la estación E-5 y la mayor biomasa en la estación E-4, mientras que los valores más bajos de ambos parámetros se registraron en las estaciones E-10 y E-CS, en cuanto a densidad, y en E-10, en cuanto a biomasa. Las especies *Nephtys cf. magellanica* y *Oliva peruviana*

presentaron la mayor frecuencia de ocurrencia presentándose en 8 y 6 de las doce estaciones, respectivamente.

Según los valores de diversidad, cuatro estaciones presentaron comunidades consideradas con perturbación severa, siete estaciones comunidades con perturbación moderada y una estación comunidades con perturbación ligera. Los valores más bajos de diversidad fueron producto de la baja riqueza de especies. En cuanto a equidad, las doce estaciones presentaron uniformidad en la distribución de la abundancia entre las distintas especies.

La riqueza total de especies obtenida en el área de influencia, fue de 30 *taxa*. En nueve de las doce estaciones la riqueza es considerada baja, entre 2 y 7 *taxa*, clasificándose como estaciones semidefaunadas (< 8 *taxa*).

El análisis de las curvas de relación abundancia/biomasa (curvas ABC), arrojó perturbación no detectable en las doce estaciones. No obstante, si se considera la condición de semidefaunadas (< 8 *taxa*), en nueve de las doce estaciones este método entregaría resultados considerados atípicos (Carrasco *et al.*, 1996) no siendo correcto concluir a partir de ellos, debido al bajo número de especies. Por ello es importante visualizar, en conjunto, todos los datos y los análisis realizados a las comunidades de cada estación estudiada.

De los análisis de clasificación y ordenación se puede concluir que las estaciones E-1 y E-3 presentaron la mayor similitud (60,3%), mientras que la estación E-CN se presentó con un 0% de similitud con respecto de las otras once estaciones, debido, principalmente, a su particular composición de especies, ya que ninguna de ellas, se encontró en las otras estaciones.

Al analizar los resultados de todos los parámetros obtenidos en este estudio, podemos concluir que en las estaciones E-9, E-10 y E-CS presentaron signos de mayor alteración, reflejado en bajos valores de riqueza de especies, densidad y diversidad y curvas ABC no aplicables por la presencia de solo 2 especies. Las estaciones E-2, E-5 y E-6, presentaron las mejores condiciones del área de estudio, con los valores más altos de riqueza, densidad y diversidad, y curvas ABC que indicaron perturbación no detectable.

#### ➤ Primavera 2014

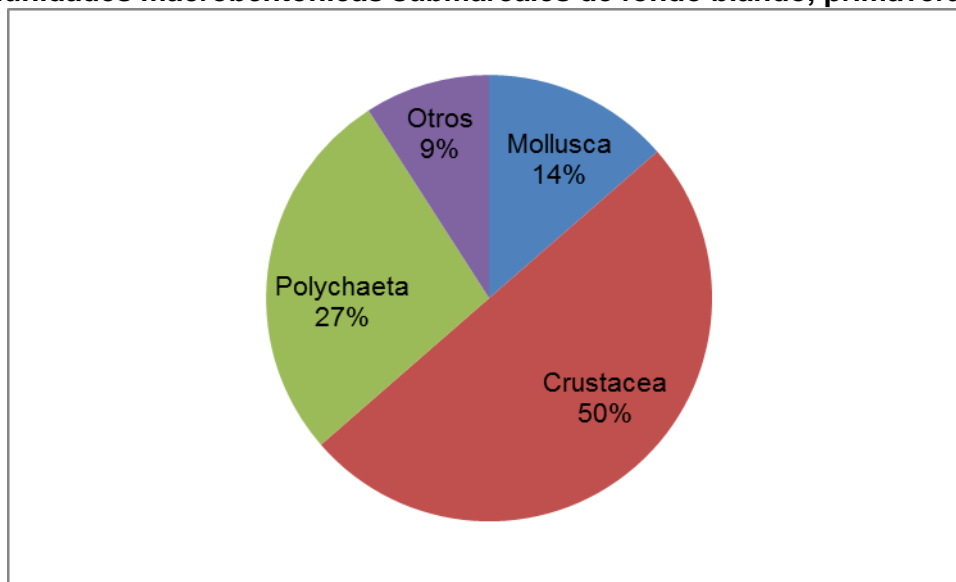
#### Determinación taxonómica

En la campaña de primavera 2014, se obtuvo un total de 22 especies distribuidas porcentualmente de la siguiente manera: un 50,0% de artrópodos crustáceos, un 27,3% de poliquetos, un 13,6% de moluscos y un 9,1% clasificados como otros *taxa*, que en esta oportunidad correspondieron a un representante del phylum Nemertea y uno del phylum Echinodermata (Figura EMB-103 y Tabla EMB-100).

Crustáceos fue el grupo que presentó el mayor número de especies (11 especies), seguido de poliquetos (6 especies). El grupo de poliquetos contiene especies con estrategias trófica carnívora (3 especies) y depositívora, tanto superficial (2 especies) como subsuperficial (1 especie). Las especies depositívoras consumen la materia orgánica (M.O.T.) depositada en el sedimento.

Zúñiga *et al.*, (1983), basados en el análisis de 237 estaciones realizadas en 10 muestreos en bahía Mejillones, encontraron que al aumentar el porcentaje de sedimento fino y M.O.T. aumentaba el porcentaje de representación de las especies de poliquetos, obteniendo que este grupo en arena llegaba a un 33,4%, en arena fangosa a un 55,6% y en fango a un 76,7%. El porcentaje de poliquetos (27,3%) obtenido se encontraría, según la referencia anterior, en el rango de sedimentos de arena media.

**Figura EMB-103: Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, primavera 2014**



**Tabla EMB-100: Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, primavera 2014**

Phylum	Clase	Familia	Especie
Mollusca	Bivalvia	Glycymerididae	<i>Glycymeris ovatus</i>
		Veneridae	<i>Retrotapes lenticularis</i>
	Gastrópoda	Olividae	<i>Oliva peruviana</i>
Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	<i>Ampelisca sp.</i>
		Atelecyclidae	<i>Pseudocorystes sicarius</i>
		Calappidae	<i>Mursia gaudichaudii</i>
		Callianassidae	<i>Neotrypaea uncinata</i>
		Diastylidae	<i>Diastylis sp.</i>
		Haustoriidae	Haustoriidae indet
		Ogyrididae	<i>Ogyrides tarazonai</i>
		Phoxocephalidae	<i>Metharpinia longirostris</i>
			<i>Microphoxus cornutus</i>
	Pinnotheridae	<i>Pinnixa valdiviensis</i>	
Ostracoda	-	Ostracoda indet	
Annelida	Polychaeta	Cirratulidae	<i>Cirratulus cirratus</i>
		Lumbrineridae	<i>Eranno chilensis</i>
		Nephtyidae	<i>Nephtys ferruginea</i>

Phylum	Clase	Familia	Especie
			<i>Nephtys impressa</i>
		Orbiniidae	<i>Naineris chilensis</i>
		Spionidae	<i>Prionospio orensanzi</i>
Nemertea	-	-	Nemertea indet
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiuridae	Ophiuridae indet

La Tabla EMB-101 contiene los valores de densidad y biomasa promedio de cada especie, para las 12 estaciones analizadas. La estación E-5 fue la que presentó, notoriamente el valor más alto de densidad con 339,9 ind./m<sup>2</sup>, debido al importante aporte del crustáceo anfípodo de la familia Haustoriidae, Haustoriidae indet, que concentró el 40,2% de la abundancia para la estación. Las estaciones E-9 y E-10 registraron el menor valor de densidad con 3,3 ind./m<sup>2</sup> en ambas, con la misma especie representada, el molusco gasterópodo *Oliva peruviana*.

Dos representantes de *taxa* diferentes presentaron la mayor frecuencia de ocurrencia, del phylum Mollusca la especie *Oliva peruviana* y del phylum Arthropoda la especie *Neotrypaea uncinata*, encontrándose en 7 de las 12 estaciones, seguidas del poliqueto, *Nephtys impressa*, que se presentó en 6 estaciones, seguido en tercer lugar de cuatro especies presentes en 5 estaciones, los anfípodos *Ampelisca* sp., Haustoriidae indet y *Metharpinia longirostris* y el crustáceo decápodo braquiuro *Pseudocorystes sicarius*.

También se presentan los valores de biomasa promedio, observándose que la estación E-CN registró el valor más alto con 277,9 g/m<sup>2</sup>, debido a la presencia del crustáceo decápodo braquiuro *Mursia gaudichaudii*, que obtuvo el 33,3% de la biomasa para la estación. La estación E-6, por su parte, presentó la menor biomasa con sólo 0,005 g/m<sup>2</sup>.



**Tabla EMB-101: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) y Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de fauna de submareal blando, primavera 2014**

Especie	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> )												Biomasa (g/m <sup>2</sup> )											
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-CS	E-CN	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-CS	E-CN
<i>Glycymeris ovatus</i>											6,7												7,5603	
<i>Retrotapes lenticularis</i>	3,3		3,3				3,3						0,0117		23,8543				9,798					
<i>Oliva peruviana</i>			3,3	3,3			3,3	16,7	3,3	3,3		3,3			3,34	2,919			1,4463	16,5453	2,6393	1,927		0,9767
<i>Ampelisca sp.</i>	3,3	6,7	3,3	13,3			3,3						0,0017	0,0027	0,0007	0,0093			0,0017					
<i>Pseudocorystes sicarius</i>	3,3		3,3	3,3	43,3			20					0,003		2,5953	0,0093	0,0697			0,0337				
<i>Mursia gaudichaudii</i>												3,3												276,891
<i>Neotrypaea uncinata</i>	6,7	10	6,7	36,7	83,3		3,3	3,3					0,0007	0,0007	0,0023	0,0097	0,021		0,0003	0,0003				
<i>Diastylis sp.</i>	3,3	3,3			10		3,3						0,0003	0,001			0,0013		0,0027					
Haustoriidae indet	26,7	116,7	3,3		136,7		23,3						0,0027	0,011	0,0003		0,0177		0,0047					
<i>Ogyrides tarazonai</i>					3,3												0,0023							
<i>Metharpinia longirostris</i>		13,3	3,3	10	23,3		3,3							0,0007	0,0003	0,0013	0,0043		0,0003					
<i>Microphoxus cornutus</i>					6,7	3,3											0,0007	0,0003						
<i>Pinnixa valdiviensis</i>	6,7					3,3		6,7					0,0027					0,0043		0,0127				
Ostracoda indet							3,3												0,0023					
<i>Cirratulus cirratus</i>				3,3												0,0003								
<i>Eranno chilensis</i>	3,3	3,3					6,7						0,0023	0,0033					0,006					
<i>Nephtys ferruginea</i>								3,3												0,0917				
<i>Nephtys impressa</i>	3,3		6,7	10	23,3		10	3,3					0,0003		0,008	0,0223	0,0837		0,0217	0,013				
<i>Naineris chilensis</i>					10												0,0073							
<i>Prionospio orensanzii</i>			3,3									3,3			0,0003									0,0003
Nemertea indet			3,3					3,3								0,032				0,082				
Ophiuridae indet							3,3												0,009					
Total	59,9	153,3	39,8	79,9	339,9	6,6	63,1	59,9	3,3	3,3	6,7	9,9	0,025	0,019	29,83	2,97	0,208	0,005	1,49	26,57	2,63	1,93	7,56	277,86

## Índices ecológicos

En la Tabla EMB-102 se tabulan para cada estación de muestreo los resultados de los siguientes índices ecológicos: Diversidad específica, Equitatividad y Riqueza de especies.

**Tabla EMB-102: Índices, primavera 2014. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica**

Estaciones	S	J'	H'
E-1	9	0,82	1,81
E-2	6	0,50	0,90
E-3	10	0,98	2,25
E-4	7	0,81	1,57
E-5	9	0,76	1,67
E-6	2	1,00	0,69
E-7	10	0,86	1,98
E-8	8	0,85	1,77
E-9	1	-	-
E-10	1	-	-
E-CS	1	-	-
E-CN	3	1,00	1,10

- **Diversidad específica (H')**

El valor del índice de diversidad (H'), normalmente oscila entre 1,5 (que indica baja riqueza de especies y bajos valores de equidad) y 3,5 (altos valores de equidad y de riqueza), aunque también pueden encontrarse valores fuera de estos límites. Debido a que el índice de Shannon entrega una medida del número de especies y de la uniformidad o equitatividad de sus abundancias, el valor resultante nos da una descripción absoluta de los sitios de biodiversidad. Esto es particularmente útil cuando se comparan ecosistemas o hábitats similares, ya que se puede poner en evidencia cuándo uno es más rico que otro. Sin embargo, siempre es necesario analizar los datos, o utilizar otro índice, para conocer las verdaderas razones de tales diferencias.

Alcolado (1992), utilizando datos de comunidades de esponjas, proporciona un diagrama en el cual, atendiendo a los valores de H', realiza una clasificación de 5 estados ambientales:

- Fuerte y constantemente severo (H'= 0-1,3)
- Severo (H'= 1,3-2,0)
- Algo severo (H'= 2,0-2,5)
- Favorable (H'= 2,5-2,9)
- Muy favorable (H' > 2,9)

Otra clasificación considerando los valores de H', fue realizada por Hendey (1977), para comunidades de diatomeas, quien determinó 4 estados ambientales:

- Polución severa (H'= 0-1)
- Polución moderada (H'= 1-2)

- Polución ligera ( $H' = 2-3$ )
- Polución no detectable ( $H' = 3-4$ )

Si se comparan los resultados de diversidad obtenidos en la presente campaña (Tabla EMB-102), con las referencias anteriores, se observa que, según los estados propuestos por Alcolado (1992), seis de las doce estaciones (E-2, E-6, E-9, E-10, E-CS y E-CN) se clasificarían como ambientes fuertes y constantemente severos, cinco (E-1, E-4, E-5, E-7 y E-8) como ambientes severos y una estación (E-3) como ambiente algo severo. Mientras que bajo la clasificación de Hendey (1977), cinco estaciones presentarían polución severa, seis presentarían polución moderada y una polución ligera. Los valores más bajos de diversidad ( $H'$ ) se deben a la baja riqueza de especies.

- Índice de equitatividad ( $J'$ )

Este índice expresa cuán equitativamente está distribuida la abundancia de individuos entre las distintas especies. Los valores posibles se encuentran en un rango de 0 a 1; mientras más cercano a 1 sea el valor de  $J'$ , más alta es la equitatividad y baja la dominancia.

Los resultados obtenidos esta campaña (Tabla EMB-102), muestran una buena distribución de la abundancia entre las distintas especies en las 12 estaciones en estudio con valores de equitatividad que oscilaron entre  $J' = 0,502$  (E-2) y  $J' = 1$  (E-6 y E-CN).

- Riqueza de especies (S)

Este índice expresa el número total de especies presentes, y es totalmente dependiente del tamaño de la muestra y del esfuerzo de muestreo.

Se obtuvo una riqueza total de 22 especies en toda el área de influencia. El valor más alto de riqueza se registró en las estaciones E-3 y E-7 ambas con 10 especies, mientras que el valor más bajo se registró en las estaciones E-9, E-10 y E-CS con una sola especie cada una (Tabla EMB-102). Siete de las doce estaciones presentaron bajos valores de riqueza ( $>$  de 8 especies), clasificándose como estaciones semidefaunadas (Carrasco *et al.*, 1996).

#### Curvas ABC (relación abundancia/biomasa)

El análisis de las curvas de relación abundancia / biomasa (Figuras EM-104 y Figura EMB-105), muestra que de las doce estaciones en análisis, se encontraron seis estaciones con comunidades con perturbación no detectable. Sin embargo, algunos autores (Carrasco *et al.*, 1996) mencionan que en estaciones con un número menor a ocho especies, este método entrega resultados considerados “atípicos” por encontrarse semidefaunadas, por lo tanto, nosotros consideramos que de éstas estaciones, tres se clasificarían como con perturbación severa. En este contexto, en el presente estudio, siete de las doce estaciones se encontrarían en esta situación (E-2, E-4, E-6, E-9, E-10, E-CS y E-CN). Por ello no sería del todo correcto deducir el estado de las comunidades sólo a partir de los resultados entregados por las curvas ABC, ya que podrían conducir a conclusiones erróneas, por lo tanto, es importante considerar los otros análisis realizados (índices ecológicos) a las comunidades en estudio.

**Figura EMB-104: Curvas ABC de estaciones E-1 a E-6**

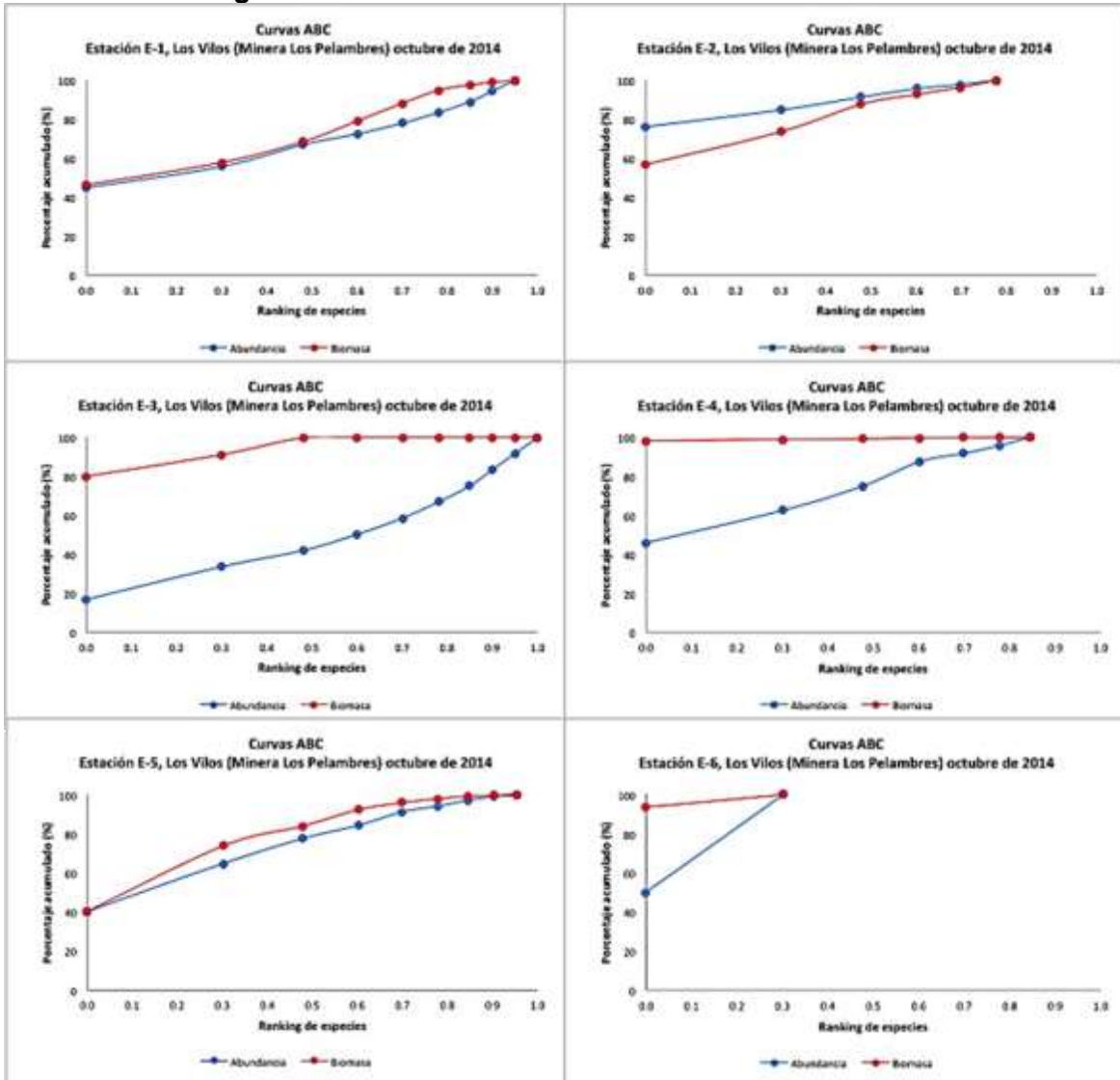
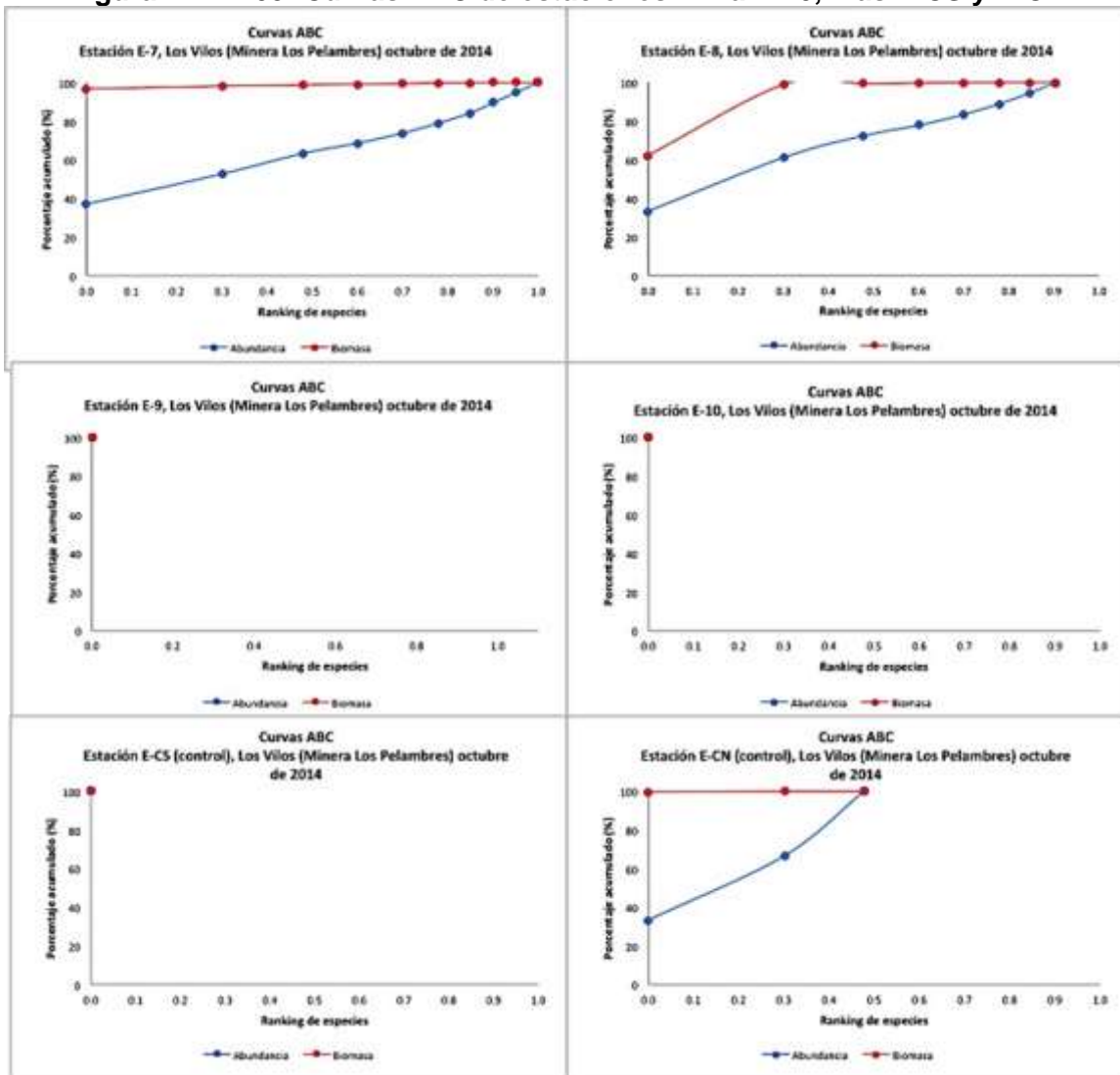


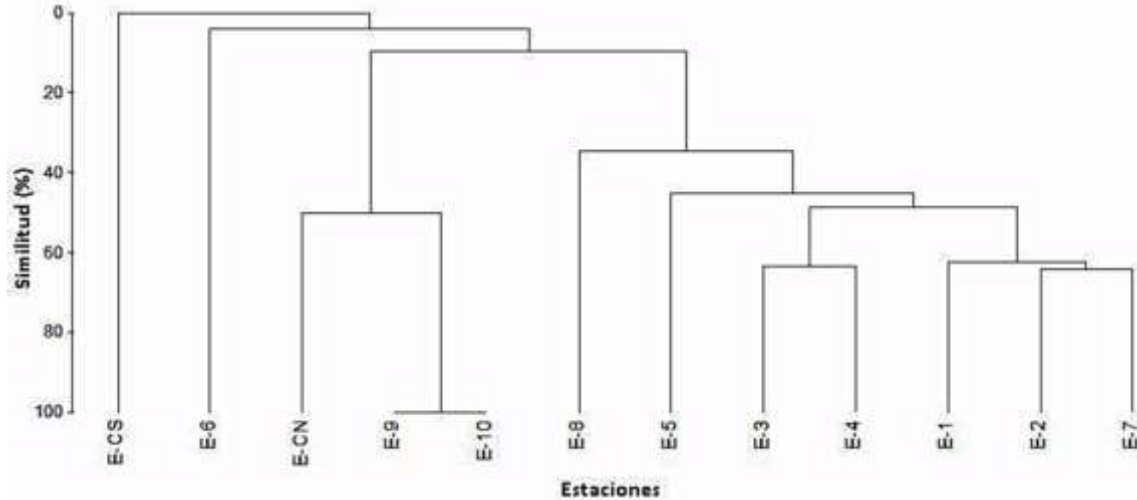
Figura EMB-105: Curvas ABC de estaciones E-7 a E-10, más E-CS y E-CN



### Análisis de clasificación por estaciones

El análisis de clasificación (análisis de cluster) (Figura EMB-106), mostró que la mayor similitud (100%) se dio entre las estaciones E-9 y E-10, debido a su idéntica riqueza de especies representada por una sola especie, *Oliva peruviana* y densidad total (3,3 ind./m<sup>2</sup>). Además, destacan dos agrupaciones formadas por las estaciones E-2 y E-7 y las estaciones E-3 y E-4, que poseen similitudes de 64,27% y 63, 54% respectivamente. La estación E-CS posee el porcentaje de similitud más bajo que es de un 0% respecto de las otras once estaciones, debido a su distinta composición de especies, ya que la especie presente, *Glycymeris ovatus* no se registró en ninguna otra estación.

**Figura EMB-106: Dendrograma clasificatorio de las estaciones, primavera 2014**



#### Análisis de ordenación por estaciones

El análisis de escalamiento no-métrico multidimensional muestra la representación de todas las estaciones en su configuración final (Figura EMB-107) entregando un valor de estrés de 0,01, que según Clarke & Warwick (2001) se interpreta como una excelente representación. La figura muestra una estrecha agrupación de once estaciones (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7, E-8, E-9, E-10 y E-CN), lo que indicaría una estructura comunitaria similar entre ellas. Sin embargo, como se observó en el análisis de clasificación anterior, los porcentajes de similitud no indicaron similitudes tan altas. Al realizar un análisis rápido, se advierte que la estrecha agrupación se debería más bien, a las grandes diferencias que presentan estas once estaciones con la estación restante E-CS en cuanto a la composición de especies.

Para precisar esta situación se realizó un nuevo análisis de ordenación no métrico excluyendo la estación E-CS. La nueva representación se muestra en la Figura EMB-108, la cual entrega un valor de estrés de 0,05 interpretado como una excelente representación. En esta nueva representación se puede observar un resultado similar al análisis de clasificación anterior; solo detalla con precisión la mayor similitud de las estaciones, la agrupación estrecha de las estaciones E-9 y E-10, y la similitud de las estaciones E-2 y E-7 así como de las estaciones E-3 y E-4.

Figura EMB-107: Ordenación espacial de todas las estaciones, primavera 2014

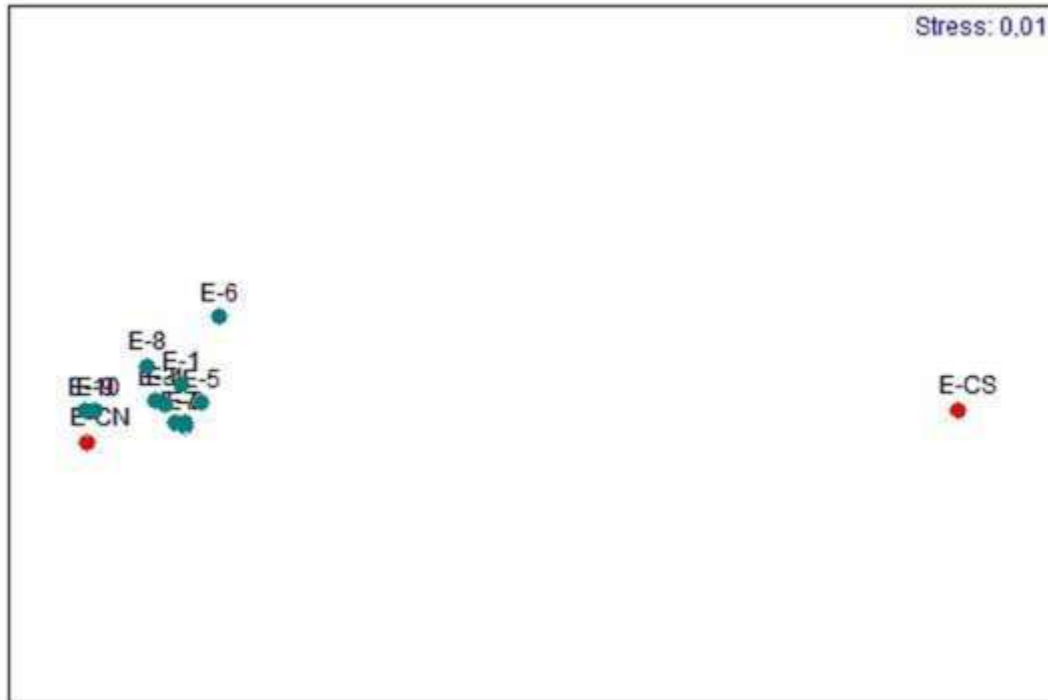
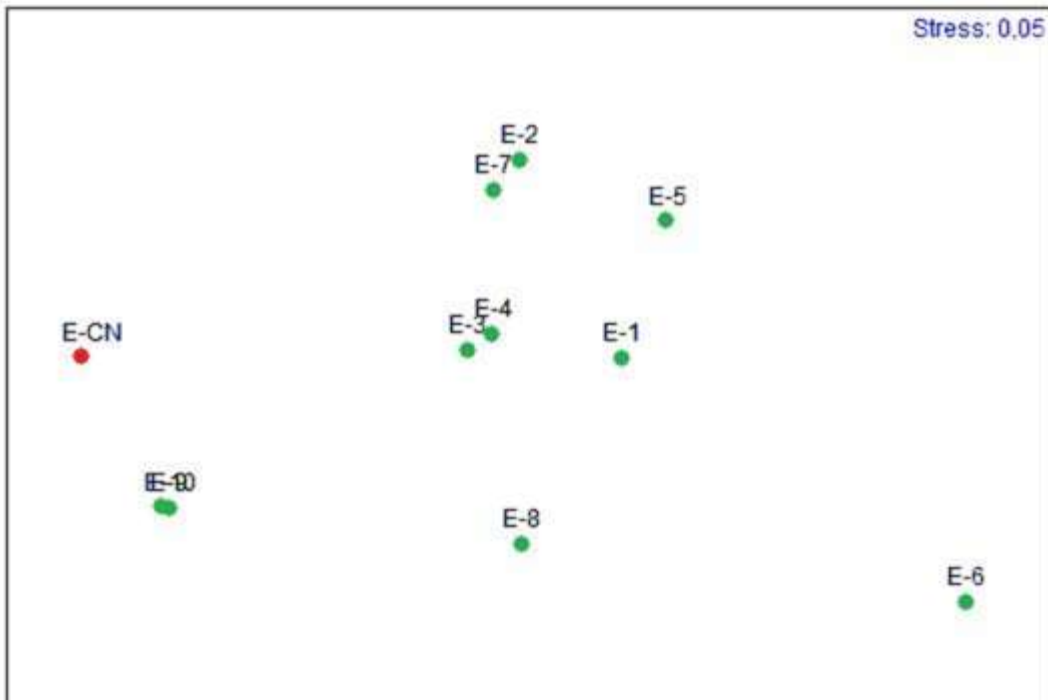


Figura EMB-108: Ordenación espacial de todas las estaciones, exceptuando la estación E-CN, primavera 2014



## Síntesis

En el presente estudio, en la bahía Conchalí, los crustáceos fue el grupo faunístico mejor representado con 11 especies, seguido de los poliquetos con 6 especies.

La mayor densidad ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) se registró en la estación E-5 y la mayor biomasa ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) en la estación E-CN, mientras que los valores más bajos de ambos parámetros se registraron en las estaciones E-9 y E-10 en cuanto a densidad y en la estación E-6 en cuanto a biomasa. Las especies *Oliva peruviana* y *Neotrypaea uncinata* presentaron la mayor frecuencia de ocurrencia presentándose ambas en 7 de las doce estaciones.

Según los valores de diversidad ( $H'$ ), cinco estaciones presentaron comunidades con perturbación severa, seis estaciones comunidades con perturbación moderada y una estación comunidad con perturbación ligera. Los valores más bajos de diversidad fueron producto de la baja riqueza de especies. En cuanto a equitatividad, las doce estaciones presentaron uniformidad en la distribución de las abundancias entre las distintas especies.

La riqueza total de especies ( $S$ ) obtenida en el área de influencia, fue de 22 *taxa*. En siete de las doce estaciones la riqueza es considerada baja, entre 1 y 7 *taxa*, clasificándose como estaciones semidefaunadas ( $< 8$  *taxa* *fide* Carrasco *et al.*, 1996).

El análisis de las curvas de relación abundancia / biomasa (curvas ABC), arrojó perturbación no detectable en seis de las doce estaciones. No obstante, si se considera la condición de semidefaunadas ( $< 8$  *taxa*), en siete de las doce estaciones este método entregaría resultados considerados atípicos (Carrasco *et al.*, 1996) no siendo correcto concluirlo a partir de ellos, debido al bajo número de especies. Por esto es recomendable visualizar en conjunto todos los datos y los análisis realizados a las comunidades de cada estación estudiada.

De los análisis de clasificación y ordenación se concluye que las estaciones E-9 y E-10 presentaron la mayor similitud (100%), mientras que la estación E-CS presentó un 0% de similitud con respecto de las otras once estaciones, debido, principalmente, a su particular composición de especies, ya que el *taxa* representado no se encontró en las otras estaciones.

Los resultados de todos los parámetros analizados en este estudio sobre la macrofauna bentónica muestran que en la bahía Conchalí las estaciones E-9, E-10 y E-CS presentaron signos de mayor alteración, reflejado en los bajos valores de riqueza de especies, densidad y diversidad, y curvas ABC no aplicables, debido a la presencia de una sola especie. Las estaciones E-3, E-7 y E-8 presentaron las mejores condiciones con los valores más altos de riqueza, densidad y diversidad, y curvas ABC que indicaron perturbación no detectable. Se debe destacar la situación de la estación E-2 que presenta signos de perturbación severa, reflejado por sus valores en las curvas ABC y su bajo valor de equitatividad a pesar de su riqueza de especies.

Es destacable mencionar la abundancia de ejemplares de pequeño tamaño para la mayoría de los *taxa* presentes en las muestras, lo que concuerda con la época de muestreo, primavera, temporada de reclutamiento para la mayoría de las especies.



➤ **Verano 2015**

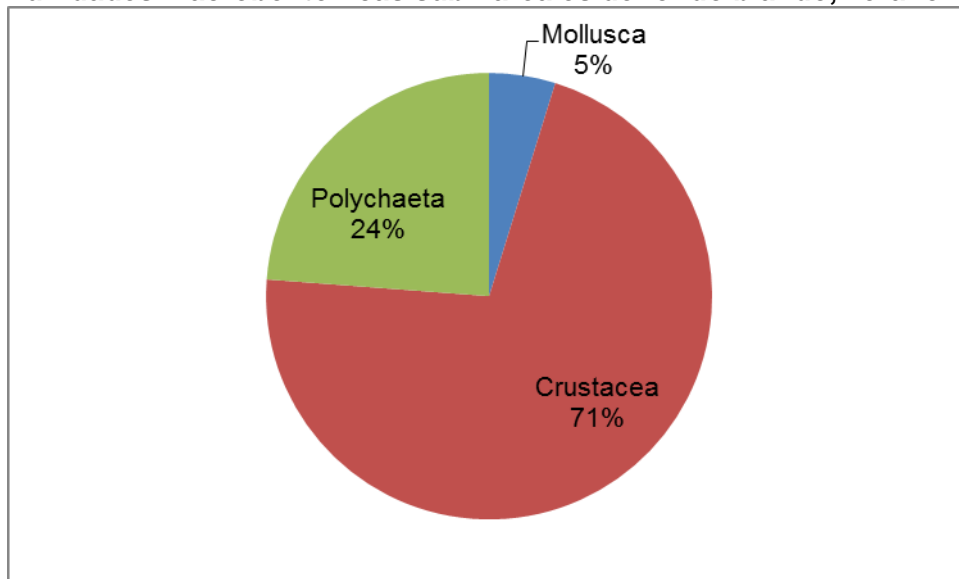
Determinación taxonómica

En la campaña de verano, de febrero de 2015, se obtuvo un total de 21 especies distribuidas porcentualmente de la siguiente manera: un 71,4% de crustáceos, un 23,8% de poliquetos y un 4,8% de moluscos (Figura EMB-109).

Crustáceos fue el grupo que presentó el mayor número de especies (15 especies, Tabla EMB-103), seguido de poliquetos (5 especies). El grupo de poliquetos contiene especies con estrategias trófica carnívora (3 especies) y depositívora, tanto superficial (1 especie) como subsuperficial (1 especie). Las especies depositívoras consumen la materia orgánica (M.O.T.) depositada en el sedimento.

Zúñiga *et al.*, (1983), basados en el análisis de 237 estaciones realizadas en 10 muestreos en bahía Mejillones, encontraron que al aumentar el porcentaje de sedimento fino y M.O.T. aumentaba el porcentaje de representación de las especies de poliquetos, obteniendo que este grupo en arena llegaba a un 33,4%, en arena fangosa a un 55,6% y en fango a un 76,7%. El porcentaje de poliquetos (23,8%) obtenido se encontraría, según la referencia anterior, en el rango de sedimentos de arena media.

**Figura EMB-109: Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, verano 2015**



**Tabla EMB-103: Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, verano 2015**

Phylum	Clase	Familia	Especie
Mollusca	Gastrópoda	Olividae	<i>Oliva peruviana</i>
Arthropoda	Malacostraca	Albuneidae	<i>Lepidopa chilensis</i>
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i> sp.
		Atelecyclidae	<i>Pseudocorystes sicarius</i>
		Callianassidae	<i>Neotrypaea uncinata</i>
		Cancridae	<i>Romaleon polyodon</i>
		Chaetiliidae	<i>Macrochiridothea setifer</i>
		Diastylidae	<i>Diastylis</i> sp.
		Haustoriidae	Haustoriidae indet
		Ogyrididae	<i>Ogyrides tarazonai</i>
		Paguridae	<i>Pagurus comptus</i>
		Phoxocephalidae	<i>Metharpinia longirostris</i>
			<i>Microphoxus cornutus</i>
	Pinnotheridae	<i>Pinnixa valdiviensis</i>	
Serolidae	<i>Cristaserolis</i> (cf.) <i>plana</i>		
	Ostracoda	-	Ostracoda indet
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	<i>Aglaophamus peruana</i>
			<i>Nephtys impressa</i>
		Nereididae	<i>Platynereis australis</i>
		Orbiniidae	<i>Naineris chilensis</i>
	Spionidae	<i>Prionospio orensanzi</i>	

En la Tabla EMB-104 presenta la clasificación taxonómica de las 21 especies encontradas durante la campaña de verano 2015, además de los valores de densidad y biomasa promedio de cada una de ellas, para las 12 estaciones analizadas. La estación E-2 fue la que presentó, notoriamente, el valor más alto de densidad con 143,3 ind/m<sup>2</sup>, debido al importante aporte del crustáceo anfípodo de la familia Haustoriidae, Haustoriidae indet, que concentró el 72,1% de la abundancia para la estación. La estación E-3 registró el menor valor de densidad con 6,6 ind/m<sup>2</sup> representada por sólo dos especies, el crustáceo *Pinnixa valdiviensis* y el poliqueto *Nephtys impressa*.

Dos especies de crustáceos presentaron las mayores frecuencias de ocurrencia, los anfípodos *Metharpinia longirostris* que se presentó en 8 de las 12 estaciones y Haustoriidae indet. que se presentó en 7 estaciones. Otro anfípodo que presentó una alta frecuencia de ocurrencia fue *Ampelisca* sp., presente en 5 estaciones.

Ademas en la Tabla EMB-104 se presentan los valores de biomasa promedio, observándose que la estación E-CS registró el valor más alto con 4,8 g/m<sup>2</sup>, debido a la presencia del molusco gasterópodo *Oliva peruviana*, con el 99,7% de la biomasa para esa estación. La estación E-3, por su parte, presentó la menor biomasa con sólo 0,0040 g/m<sup>2</sup>.

**Tabla EMB-104: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) y Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de fauna de submareal blando, verano 2015**

Especie	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> )												Biomasa (g/m <sup>2</sup> )											
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-CS	E-CN	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-CS	E-CN
<i>Oliva peruviana</i>							6,7				6,7							3,5217				4,7813		
<i>Lepidopa chilensis</i>	3,3												0,1097											
<i>Ampelisca</i> sp.	6,7	6,7		16,7			3,3			3,3			0,01	0,0057		0,0427		0,0003			0,0003			
<i>Pseudocorystes sicarius</i>							3,3		3,3									0,009		0,009				
<i>Neotrypaea uncinata</i>				13,3		6,7	3,3									0,028		0,0077	0,0023					
<i>Romaleon polyodon</i>												3,3											0,073	
<i>Macrochiridothea setifer</i>	6,7												0,0237											
<i>Diastylis</i> sp.		6,7					3,3			10	3,3			0,004				0,0003			0,0003	0,0003		
Haustoriidae indet	53,3	103,3			6,7		36,7			63,3	3,3	16,7	0,008	0,0187			0,0013	0,0023			0,0017	0,0003	0,0007	
<i>Ogyrides tarazonai</i>	3,3	3,3		3,3									0,0043	0,0727		0,0027								
<i>Pagurus comptus</i>												6,7											0,1513	
<i>Metharpinia longirostris</i>	3,3	16,7		10	6,7		10		16,7	10	53,3		0,0023	0,0013		0,0013	0,0393		0,003		0,0013	0,0023	0,0117	
<i>Microphoxus cornutus</i>		3,3									3,3			0,0043									0,002	
<i>Pinnixa valdiviensis</i>			3,3			3,3									0,0023		0,0173							
<i>Cristaserolis</i> (cf.) <i>plana</i>										3,3												0,0547		
Ostracoda indet	3,3						3,3						0,0137						0,0003					
<i>Aglaophamus peruana</i>		3,3					3,3							0,4783					0,0117					
<i>Nephtys impressa</i>	10		3,3			3,3							0,124		0,0017			0,013						
<i>Platynereis australis</i>						3,3						3,3						0,035					0,008	
<i>Naineris chilensis</i>				3,3												0,0133								
<i>Prionospio orensanzi</i>	3,3												0,0017											
<b>Total</b>	<b>93,2</b>	<b>143,3</b>	<b>6,6</b>	<b>46,6</b>	<b>13,4</b>	<b>16,6</b>	<b>73,2</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>89,9</b>	<b>69,9</b>	<b>30</b>	<b>0,29</b>	<b>0,58</b>	<b>0,004</b>	<b>0,088</b>	<b>0,04</b>	<b>0,073</b>	<b>3,55</b>	<b>0</b>	<b>0,01</b>	<b>0,059</b>	<b>4,79</b>	<b>0,23</b>

## Índices ecológicos

En la Tabla EMB-105 se tabulan para cada estación de muestreo los resultados de los siguientes índices ecológicos: Diversidad específica, Equitatividad y Riqueza de especies.

**Tabla EMB-105: Índices ecológicos, verano 2015. S: Riqueza de especies; J': Equidad; H': Diversidad específica**

Estaciones	S	J'	H'
E-1	9	0,70	1,53
E-2	7	0,53	1,03
E-3	2	1,00	0,69
E-4	5	0,89	1,43
E-5	2	1,00	0,69
E-6	4	0,96	1,33
E-7	9	0,76	1,68
E-8	0	-	-
E-9	2	0,65	0,45
E-10	5	0,61	0,98
E-CS	5	0,54	0,86
E-CN	4	0,83	1,15

- *Diversidad específica (H')*

El valor del índice de diversidad (H'), normalmente oscila entre 1,5 (que indica baja riqueza de especies y bajos valores de equitatividad) y 3,5 (altos valores de equitatividad y de riqueza), aunque también pueden encontrarse valores fuera de estos límites. Debido a que el índice de Shannon entrega una medida del número de especies y de la uniformidad o equitatividad de sus abundancias, el valor resultante nos da una descripción absoluta de los sitios de biodiversidad. Esto es particularmente útil cuando se comparan ecosistemas o hábitats similares, ya que se puede poner en evidencia cuándo uno es más rico que otro. Sin embargo, siempre es necesario analizar los datos, o utilizar otro índice, para conocer las verdaderas razones de tales diferencias.

Alcolado (1992), utilizando datos de comunidades de esponjas, proporciona un diagrama en el cual, atendiendo a los valores de H', realiza una clasificación de 5 estados ambientales:

- Fuerte y constantemente severo (H'= 0-1,3)
- Severo (H'= 1,3-2,0)
- Algo severo (H'= 2,0-2,5)
- Favorable (H'= 2,5-2,9)
- Muy favorable (H' > 2,9)

Otra clasificación que considera los valores de H', fue la realizada por Hendey (1977), para comunidades de diatomeas, definiendo 4 estados ambientales:

- Polución severa (H'= 0-1)
- Polución moderada (H'= 1-2)

- Polución ligera ( $H' = 2-3$ )
- Polución no detectable ( $H' = 3-4$ )

Si se comparan los resultados de diversidad ( $H'$ ) obtenidos en el presente campaña (Tabla EMB-105), con las referencias anteriores, tenemos que, según los estados propuestos por Alcolado (1992), siete de las doce estaciones (E-2, E-3, E-5, E-8, E-9, E-10 y E-CS) se clasificarían como ambientes fuertes y constantemente severos, mientras el resto de las cinco estaciones (E-1, E-4, E-6, E-7 y E-CN) como ambientes severos. Mientras que bajo la clasificación de Hendey (1977), seis estaciones presentarían polución severa y las restantes seis presentarían polución moderada. Los valores más bajos de diversidad ( $H'$ ) se deben a la baja riqueza de especies, destacando la estación E-8 que presentó valor cero, la única estación defaunada.

- *Índice de equitatividad ( $J'$ )*

Este índice expresa cuán equitativamente está distribuida la abundancia de individuos entre las distintas especies. Los valores posibles se encuentran en un rango de 0 a 1; mientras más cercano a 1 sea el valor de  $J'$ , más alta es la equitatividad y baja la dominancia.

Los resultados obtenidos (Tabla EMB-105), muestran una buena distribución de la abundancia entre las distintas especies en las 12 estaciones en estudio; los valores de equitatividad oscilaron entre  $J' = 0,5310$  (E-2) y  $J' = 1$  (E-3 y E-5).

- *Riqueza de especies ( $S$ )*

Este índice expresa el número total de especies presentes, y es totalmente dependiente del tamaño de la muestra y del esfuerzo de muestreo.

En la presente campaña, se obtuvo una riqueza total de 21 especies en toda el área de influencia. El valor más alto de riqueza se registró en las estaciones E-1 y E-7 ambas con 9 especies, mientras que el valor más bajo se registró en las estaciones E-3, E-5 y E-9 con 2 especies cada una (Tabla EMB-105). Diez de las doce estaciones presentaron bajos valores de riqueza ( $>$  de 8 especies), clasificándose como estaciones semidefaunadas (Carrasco *et al.*, 1996), y entre ellas la estación E-8 se presentó defaunada.

#### Curvas ABC (relación abundancia/biomasa)

El análisis de las curvas de relación abundancia/biomasa (Figuras EM-110 y EM-111), muestra que de las doce estaciones en análisis, se encontraron siete estaciones con comunidades con perturbación no detectable, descartándose la estación E-8 porque se presentó defaunada. Sin embargo, algunos autores (Carrasco *et al.*, 1996) mencionan que en estaciones con un número menor a ocho especies, este método entrega resultados considerados "atípicos" por encontrarse semidefaunadas, por lo tanto, nosotros consideramos que de éstas estaciones, seis se clasificarían como con perturbación severa. En este sentido, durante la presente campaña, nueve de las doce estaciones se encontrarían en esta situación (E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-9, E-10, E-CS y E-CN).

**Figura EMB-110: Curvas ABC de estaciones E-1 a E-6**

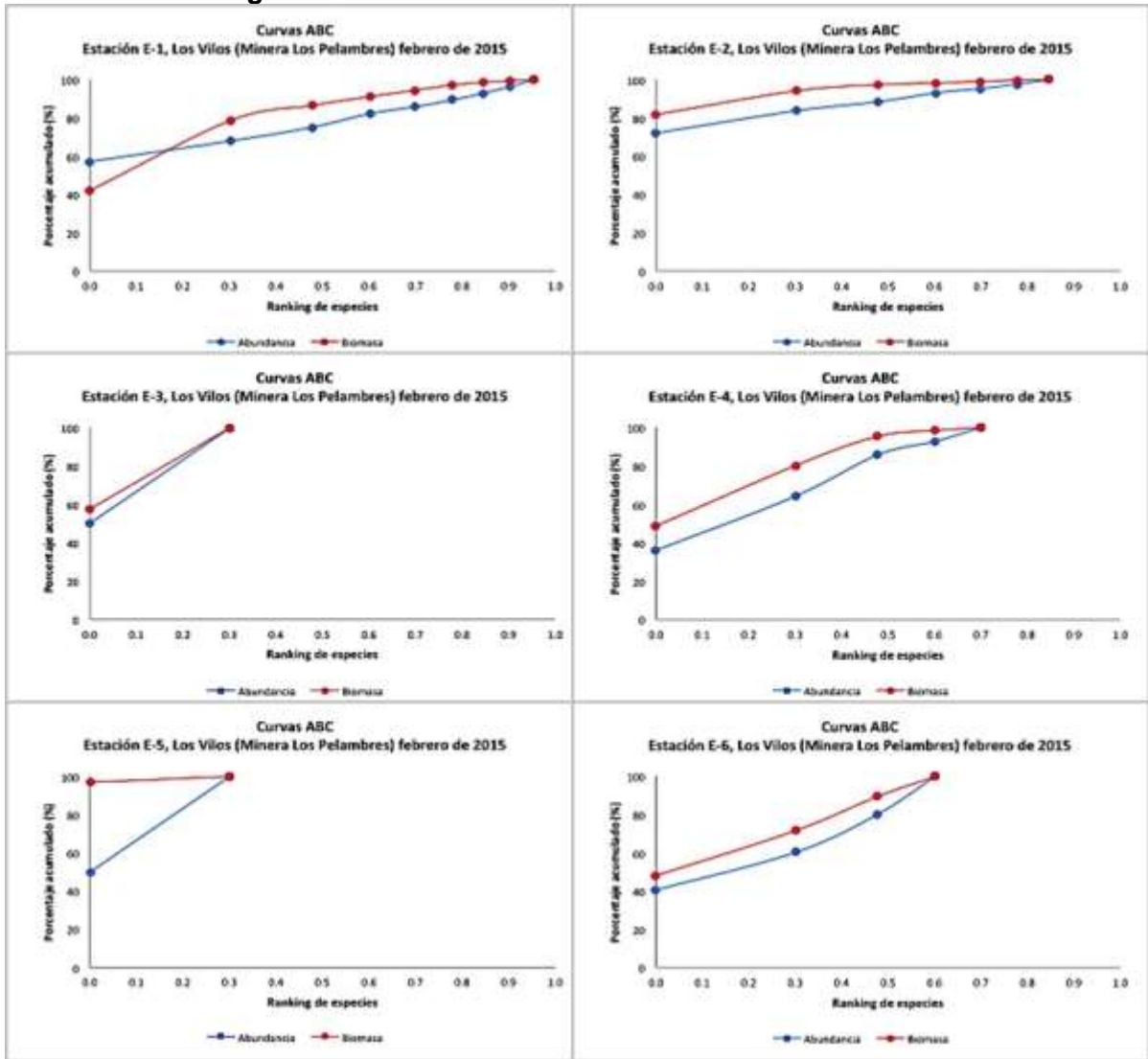
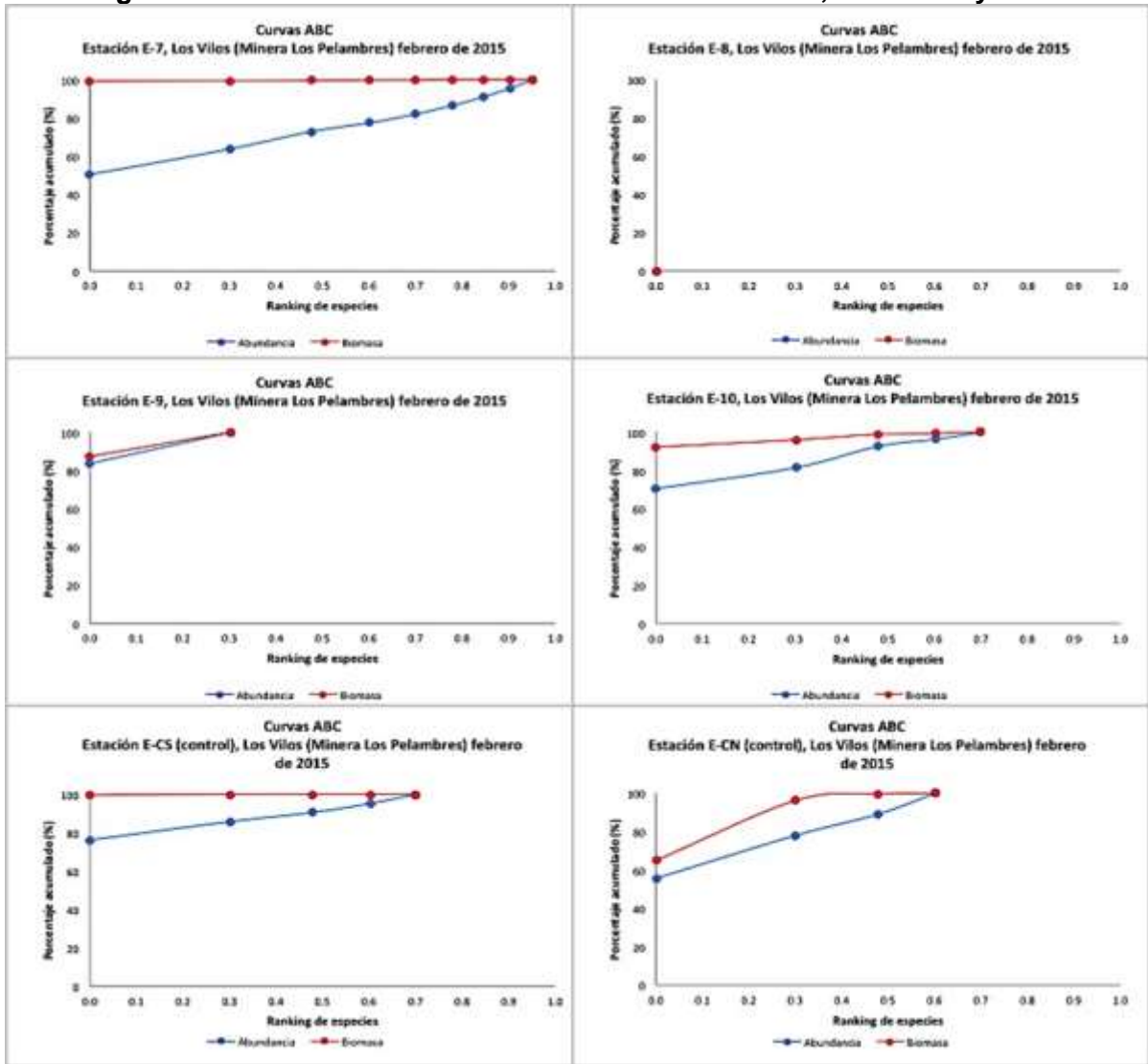


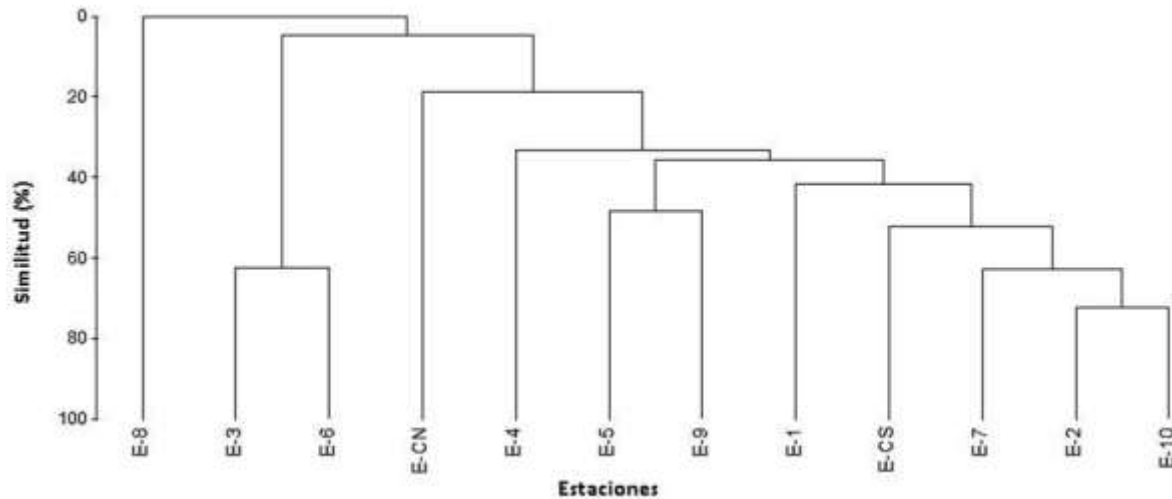
Figura EMB-111: Curvas ABC de estaciones E-7 a E-10, más E-CS y E-CN



### Análisis de clasificación por estaciones

El análisis de clasificación (análisis de cluster) (Figura EMB-112), mostró que la mayor similitud fue de 72,24% entre las estaciones E-2 y E-10, debido a su similar riqueza de especies y a que presentó las mayores densidades del anfípodo *Haustoriidae* indet. Además, destacan dos agrupaciones que poseen similitudes altas de 62,89% y 62,51%, formadas por la combinación de la estación E-7 con las estaciones E-2 y E-10 y las estaciones E-3 y E-6, respectivamente, cada agrupación con una riqueza de especies similar. La estación E-8 posee el porcentaje de similitud más bajo que es de un 0% respecto de las otras once estaciones, debido a que se presentó defaunada.

**Figura EMB-112: Dendrograma clasificatorio de las estaciones, verano 2015**



#### Análisis de ordenación por estaciones

El análisis de escalamiento no-métrico multidimensional muestra la representación de todas las estaciones en su configuración final (Figura EMB-113) entregando un valor de estrés de 0,01, que según Clarke & Warwick (2001) se interpreta como una excelente representación. La figura muestra que hay una estrecha agrupación de once estaciones (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7, E-9, E-10, E-CS y E-CN), lo que indicaría una estructura comunitaria similar entre ellas, sin embargo, como se observó en el anterior análisis de clasificación, los porcentajes de similitud no indicaron similitudes tan altas. Al efectuar un análisis rápido de lo encontrado se advierte que la estrecha agrupación se debería, más bien, a las grandes diferencias que presentan éstas once estaciones con la estación restante E-8, estación que se presentó defaunada.

Para precisar esta situación se realizó un nuevo análisis de ordenación no métrico excluyendo la estación E-8. La nueva representación se muestra en la Figura EMB-114, la cual entrega un valor de estrés de 0,07 interpretado como una buena ordenación. En esta nueva representación se puede observar un resultado similar al análisis de clasificación anterior; solo muestra con precisión la mayor similitud de las estaciones, como la agrupación conformada por las estaciones E-2, E-7 y E-10, y la similitud de las estaciones E-3 y E-6.



Figura EMB-113: Ordenación espacial de todas las estaciones, verano 2015

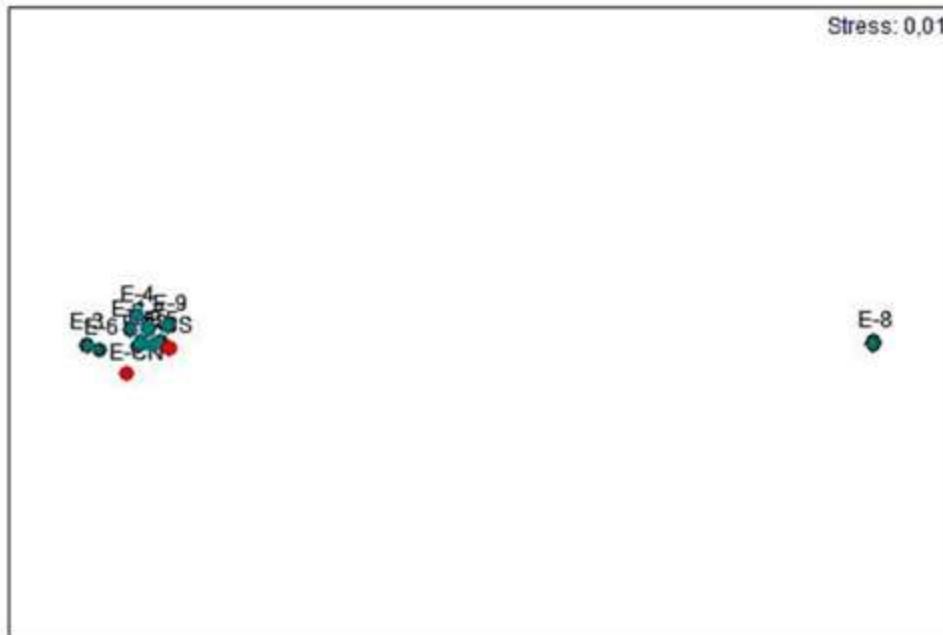
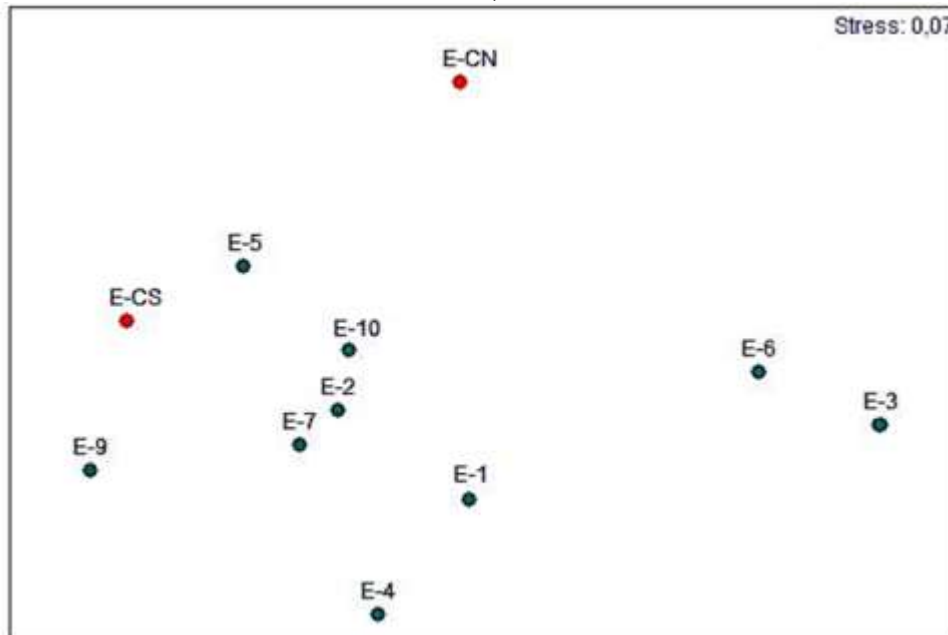


Figura EMB-114: Ordenación espacial de todas las estaciones, exceptuando la estación E-CN, verano 2015



### Síntesis

En la presente campaña, los crustáceos fueron el grupo faunístico mejor representado con 15 especies, seguido de los poliquetos con 5 especies.

La mayor densidad ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) se registró en la estación E-2 y la mayor biomasa ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) en la estación E-CS, mientras que los valores más bajos de ambos parámetros se registraron en la estación E-3. Las especies *Metharpinia longirostris* y Haustoriidae indet presentaron las mayores frecuencias de ocurrencia presentándose en 8 y 7 de las doce estaciones, respectivamente.

Según los valores de diversidad ( $H'$ ), seis estaciones presentaron comunidades con perturbación severa y las restantes seis estaciones comunidades con perturbación moderada. Los valores más bajos de diversidad fueron producto de la baja riqueza de especies. En cuanto a equitatividad, las doce estaciones presentaron uniformidad en la distribución de las abundancias entre las distintas especies.

La riqueza total de especies ( $S$ ) obtenida en el área de influencia, durante la campaña de verano, fue de 21 especies. En nueve de las doce estaciones la riqueza fue baja, entre 1 y 7 especies, clasificándose como estaciones semidefaunadas ( $< 8$  especies *fide Carrasco et al.*, 1996).

El análisis de las curvas de relación abundancia/biomasa (curvas ABC), arrojó perturbación no detectable en siete de las doce estaciones. No obstante, si se considera la condición de semidefaunadas ( $< 8$  taxa), en seis de las doce estaciones este método entregaría resultados considerados atípicos (Carrasco *et al.*, 1996) no siendo correcto concluirlo a partir de ellos, debido al bajo número de especies.

De los análisis de clasificación y ordenación se concluye que las estaciones E-2 y E-10 presentaron la mayor similitud (72,24%), mientras que la estación E-8 presentó un 0% de similitud con respecto de las otras once estaciones, debido, a que se presentó defaunada.

Los resultados de todos los parámetros analizados en este estudio sobre la macrofauna bentónica muestran que en la bahía Conchalí, las estaciones E-3, E-5 y E-9 presentaron signos de mayor alteración, reflejado en los bajos valores de riqueza de especies, densidad y diversidad, y curvas ABC no aplicables, debido a la presencia de sólo 2 especies. La estación E-7 presentó las mejores condiciones en el intermareal blandodurante la campaña, con algunos de los valores más altos de riqueza, densidad y diversidad, y curva ABC que indicaron perturbación no detectable. Se debe destacar la situación de la estación E-1 que presenta signos de perturbación moderada, evidenciado por sus valores en la curva ABC y su bajo valor de equitatividad a pesar de su riqueza de especies.

Es destacable mencionar la gran cantidad de ejemplares de pequeño tamaño en la mayoría de las especies encontradas en las muestras, que concuerda con la época del muestreo, verano, temporada de post-reclutamiento de la mayoría de las especies.

### ➤ Invierno 2015

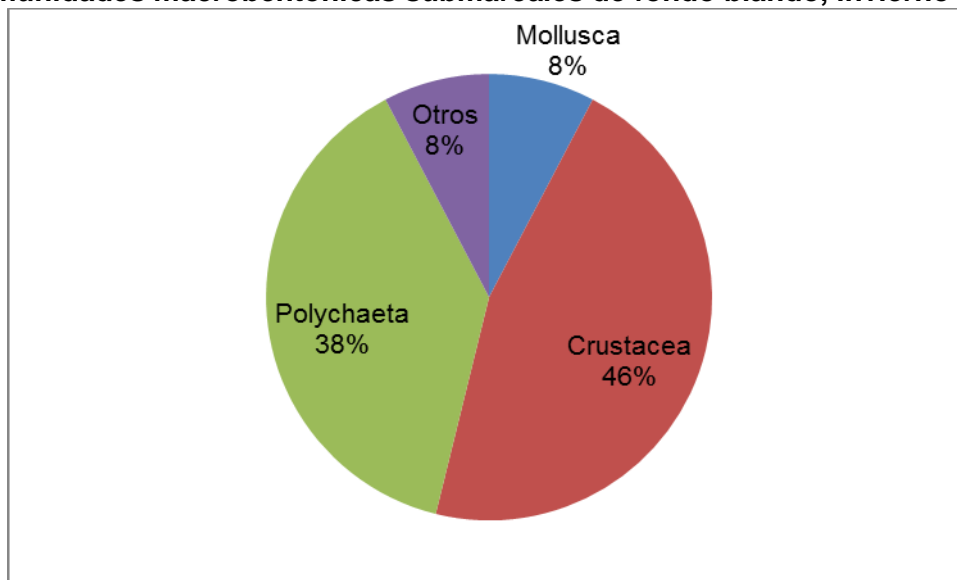
#### Determinación taxonómica

En la campaña de invierno, de agosto de 2015, se obtuvo un total de 26 especies distribuidas porcentualmente de la siguiente manera: un 46,2% de crustáceos, un 38,5% de poliquetos, un 7,7% de moluscos y un 7,7% clasificados como otros taxa, que en esta oportunidad correspondieron a un representante del phylum Cnidaria y uno de Echinodermata (Figura EMB-115).

Crustáceos fue el grupo que presentó el mayor número de especies (12 especies, Tabla EMB-106), seguido de poliquetos (10 especies). El grupo de poliquetos contiene especies con estrategias trófica carnívora (5 especies) y depositívora, tanto superficial (3 especies) como subsuperficial (2 especie). Las especies depositívoras consumen la materia orgánica (M.O.T.) depositada en el sedimento.

Zúñiga *et al.*, (1983), basados en el análisis de 237 estaciones realizadas en 10 muestreos en bahía Mejillones, encontraron que al aumentar el porcentaje de sedimento fino y M.O.T. aumentaba el porcentaje de representación de las especies de poliquetos, obteniendo que este grupo en arena llegaba a un 33,4%, en arena fangosa a un 55,6% y en fango a un 76,7%. Según el porcentaje de poliquetos obtenido (38,5%), el sedimento se encontraría, considerando la referencia anterior, en el rango de arena media.

**Figura EMB-115: Análisis porcentual de los grupos faunísticos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, invierno 2015**



**Tabla EMB-106: Clasificación taxonómicos obtenidos en las comunidades macrobentónicas submareales de fondo blando, invierno 2015**

Phylum	Clase	Familia	Especie
Mollusca	Bivalvia	Veneridae	<i>Retrotapes lenticularis</i>
	Gastrópoda	Olividae	<i>Oliva peruviana</i>
Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i> sp.
		Atelecyclidae	<i>Pseudocorystes sicarius</i>
		Callianassidae	<i>Callianassa uncinata</i>
		Chaetiliidae	<i>Macrochiridothea setifer</i>
		Diastylidae	<i>Diastylis</i> sp.
		Haustoriidae	Haustoriidae indet
		Hippidae	<i>Emerita analoga</i>
		Phoxocephalidae	<i>Metharpinia longirostris</i>
			<i>Microphoxus cornutus</i>
	Pinnotheridae	<i>Pinnixa valdiviensis</i>	
Tanaididae	<i>Zeuxo</i> cf. <i>marmoratus</i>		
	Ostracoda	-	Ostracoda indet
Annelida	Polychaeta	Capitellidae	<i>Notomastus</i> sp.

Phylum	Clase	Familia	Especie
		Glyceridae	<i>Hemipodus</i> sp.
		Lumbrineridae	<i>Eranno chilensis</i>
		Nephtyidae	<i>Aglaophamus peruana</i>
			<i>Nephtys impressa</i>
		Opheliidae	<i>Ophelina</i> cf. <i>delapidans</i>
		Orbiniidae	<i>Naineris chilensis</i>
		Sigalionidae	<i>Sthenelais helenae</i>
		Spionidae	<i>Prionospio orensanzi</i>
<i>Scolelepis</i> sp.			
Cnidaria	Anthozoa	Renillidae	<i>Renilla chilensis</i>
Echinodermata	Ophiuroidea	Amphiuridae	Amphiuridae indet

La Tabla EMB-107 presenta los valores de densidad promedio de cada especie, para las 12 estaciones analizadas. La estación E-1 fue la que presentó, notoriamente el valor más alto de densidad con 199,9 ind/m<sup>2</sup>, debido al importante aporte de una especie de anfípodo indeterminado de la familia Haustoriidae, *Haustoriidae* indet, que concentró el 68,4% de la abundancia para la estación. La estación E-9 registró el menor valor de densidad con 9,9 ind/m<sup>2</sup> representada sólo por tres especies, el anfípodo *Ampelisca* sp. y los poliquetos *Aglaophamus peruana* y *Scolelepis* sp.

Dos especies de anfípodos presentaron las mayores frecuencias de ocurrencia, la especie *Metharpinia longirostris* que se encontró en 10 de las 12 estaciones y la especie *Ampelisca* sp. que se encontró en 9 estaciones. Otra especie que presentó una alta frecuencia de ocurrencia fue el poliqueto *Nephtys impressa*, presente en 8 estaciones.

Además en la Tabla EMB-107 se presentan los valores de biomasa promedio. En ella se observa que la estación E-1 registró el valor más alto de biomasa con 7,0071 g/m<sup>2</sup>, debido a la presencia del cnidario anthozoo *Renilla chilensis*, con el 91,1% de la biomasa para la estación. La estación E-7, por su parte, presentó la menor biomasa con sólo 0,0811 g/m<sup>2</sup>.

**Tabla EMB-107: Abundancia (ind./m<sup>2</sup>) y Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de fauna de submareal blando, verano 2015**

Especie	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> )												Biomasa (g/m <sup>2</sup> )											
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-CS	E-CN	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-CS	E-CN
<i>Retrotapes lenticularis</i>				6,7											0,967									
<i>Oliva peruviana</i>			10	3,3	3,3	6,7	3,3					10			5,3463	5,2393	0,248	4,7307		1,7567				1,338
<i>Ampelisca</i> sp.	6,7	40	16,7	16,7		3,3	6,7	3,3	3,3			3,3	0,001	0,082	0,0107	0,042		0,0153		0,035	0,0063	0,016		0,0003
<i>Pseudocorystes sicarius</i>		3,3												0,6027										
<i>Callianassa uncinata</i>	3,3							3,3					0,2117							0,02				
<i>Macrochiridothea setifer</i>			3,3	3,3											0,0007	0,0023								
<i>Diastylis</i> sp.				3,3												0,0017								
Hauatoriidae indet	136,7	43,3	96,7	16,7	136,7		3,3	3,3					0,018	0,0127	0,02	0,0037	0,014		0,0007	0,0003				
<i>Emerita analoga</i>			3,3													0,028								
<i>Metharpinia longirostris</i>	3,3	23,3	13,3	30	3,3		3,3	6,7		3,3	3,3	6,7	0,0037	0,002	0,003	0,0093	0,0017		0,0007	0,0023		0,0017	0,0047	0,0003
<i>Microphoxus cornutus</i>	6,7					3,3	3,3						0,0043				0,001		0,001					
<i>Pinnixa valdiviensis</i>				3,3		6,7										0,0487		0,0457						
<i>Zeuxo</i> cf. <i>marmoratus</i>								3,3												0,0083				
Ostracoda indet				3,3												0,056								
<i>Notomastus</i> sp.								3,3												0,0197				
<i>Hemipodus</i> sp.		3,3				3,3	3,3							0,138			0,0047		0,0023					
<i>Eranno chilensis</i>		3,3												0,002										
<i>Aglaophamus peruana</i>	3,3					3,3		3,3	3,3				0,2657				0,3313		0,0903	0,324				
<i>Nephtys impressa</i>	23,3	6,7	36,7	20	10			6,7		10		3,3	0,0717	0,0103	0,042	0,081	0,116			0,039		0,018		0,0003
<i>Ophelina</i> cf. <i>delapidans</i>					3,3		16,7				16,7						0,0017		0,0367				0,1637	
<i>Naineris chilensis</i>				3,3				3,3			3,3					0,0717				0,0037			0,001	
<i>Sthenelais helenae</i>	3,3												0,041											
<i>Prionospio orensanzi</i>	10		6,7	3,3									0,0057		0,001	0,0003								
<i>Scolelepis</i> sp.									3,3												0,025			
<i>Renilla chilensis</i>	3,3												6,3843											
Amphiuridae indet								3,3												0,043				
	199,9	123,2	186,7	113,2	156,6	26,6	26,6	46,5	9,9	19,9	23,3	23,3	7,007	0,85	5,45	6,5	0,38	5,13	0,08	1,88	0,12	0,35	0,16	1,33

## Índices ecológicos

En la Tabla EMB-108 se tabulan para cada estación de muestreo los resultados de los siguientes índices ecológicos: Diversidad específica ( $H'$ ), Equitatividad ( $J'$ ) y Riqueza de especies ( $S$ ).

**Tabla EMB-108: Índices ecológicos, invierno 2015. S: Riqueza de especies;  $J'$ : Equitatividad;  $H'$ : Diversidad específica**

Estaciones	S	$J'$	$H'$
E-1	10	0,53	1,23
E-2	7	0,77	1,50
E-3	8	0,71	1,48
E-4	12	0,85	2,11
E-5	5	0,33	0,54
E-6	6	0,97	1,73
E-7	4	0,77	1,07
E-8	11	0,98	2,34
E-9	3	1,00	1,10
E-10	4	0,89	1,24
E-CS	3	0,72	0,79
E-CN	4	0,92	1,28

- *Diversidad específica ( $H'$ )*

El valor del índice de diversidad ( $H'$ ), normalmente oscila entre 1,5 (que indica baja riqueza de especies y bajos valores de equitatividad) y 3,5 (altos valores de equitatividad y de riqueza), aunque también pueden encontrarse valores fuera de estos límites. Debido a que el índice de Shannon entrega una medida del número de especies y de la uniformidad o equitatividad de sus abundancias, el valor resultante nos da una descripción absoluta de los sitios de biodiversidad. Esto es particularmente útil cuando se comparan ecosistemas o hábitats similares, ya que se puede poner en evidencia cuándo uno es más rico que otro. Sin embargo, siempre es necesario analizar los datos, o utilizar otro índice, para conocer las verdaderas razones de tales diferencias.

Alcolado (1992), utilizando datos de comunidades de esponjas, proporciona un diagrama en el cual, atendiendo a valores de diversidad ( $H'$ ), realiza una clasificación de 5 estados ambientales:

- Fuerte y constantemente severo ( $H' = 0-1,3$ )
- Severo ( $H' = 1,3-2,0$ )
- Algo severo ( $H' = 2,0-2,5$ )
- Favorable ( $H' = 2,5-2,9$ )
- Muy favorable ( $H' > 2,9$ )

Otra clasificación considerando los valores de diversidad ( $H'$ ), es la realizada por Hendey (1977), para comunidades de diatomeas, quien detectó 4 estados ambientales:

- Polución severa ( $H' = 0-1$ )
- Polución moderada ( $H' = 1-2$ )
- Polución ligera ( $H' = 2-3$ )
- Polución no detectable ( $H' = 3-4$ )

Si se comparan los resultados de diversidad obtenidos (Tabla EMB-108), con las referencias anteriores, tenemos que, según los estados propuestos por Alcolado (1992), siete de las doce estaciones (E-1, E-5, E-7, E-9, E-10, E-CN y E-CS) se clasificarían como ambientes fuertes y constantemente severos, tres estaciones (E-2, E-3 y E-6) como ambientes severos, mientras las dos estaciones restantes (E-4 y E-8) como ambientes algo severos. Mientras que según la clasificación de Hendey (1977), dos estaciones presentarían contaminación (polución) severa, ocho estaciones contaminación moderada y las restantes dos presentarían contaminación ligera. Los valores más bajos de diversidad ( $H'$ ) en estas estaciones se deben a una combinación de ciertas especies y su baja riqueza de especies total.

- *Índice de equitatividad ( $J'$ )*

Este índice expresa cuán uniformemente o equitativamente está distribuida la abundancia de individuos entre las distintas especies. Los valores posibles se encuentran en un rango de 0 a 1; mientras más cercano a 1 sea el valor de  $J'$ , más alta es la equitatividad y baja la dominancia.

Los resultados obtenidos (Tabla EMB-108), muestran en general una buena distribución de las abundancias entre las distintas especies en las 12 estaciones analizadas; los valores de equitatividad oscilaron entre  $J' = 0,3345$  (E-5) y  $J' = 1$  (E-9).

- *Riqueza de especies ( $S$ )*

Este índice expresa el número total de especies presentes, y es totalmente dependiente del tamaño de la muestra y del esfuerzo de muestreo.

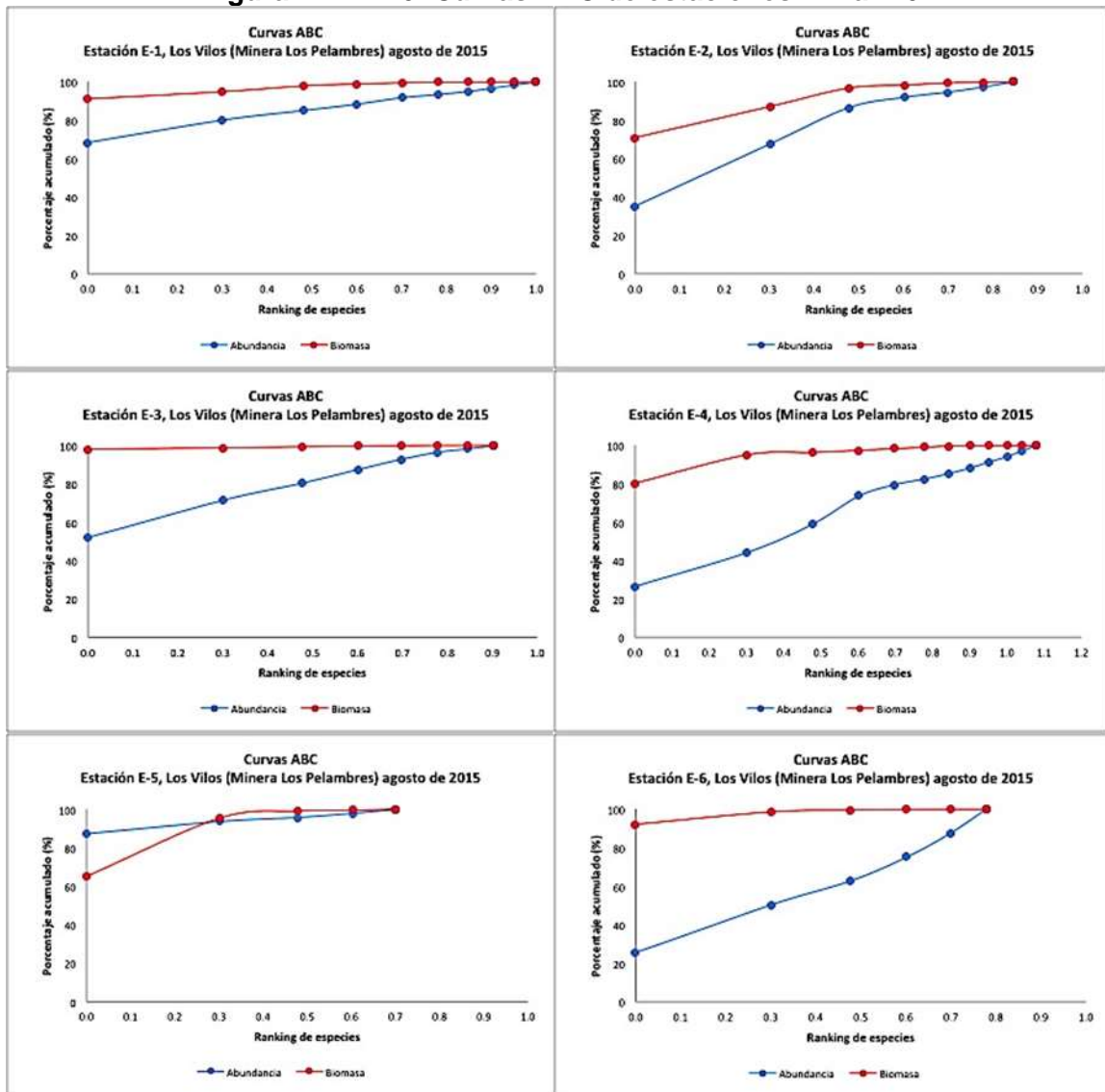
Se obtuvo una riqueza total ( $S$ ) de 26 especies en toda el área de influencia. El valor más alto de riqueza se registró en la estación E-4 con 12 especies, mientras que el valor más bajo se registró en las estaciones E-9 y E-CS con 3 especies cada una (Tabla EMB-108). Ocho de las doce estaciones presentaron bajos valores de riqueza ( $>$  de 8 especies), clasificándose como estaciones semidefaunadas (Carrasco *et al.*, 1996). Cabe mencionar, que entre éstas estaciones se encuentran las estaciones E-9 y E-CN las cuales sólo se obtuvieron para el análisis 2 muestras en cada estación y no las tres réplicas.

### Curvas ABC (relación abundancia/biomasa)

El análisis de las curvas de relación abundancia/biomasa (Figuras EM-116, EM-117), muestra que de las doce estaciones analizadas diez estaciones presentan comunidades con perturbación no detectable. Sin embargo, algunos autores (Carrasco *et al.*, 1996) mencionan que en estaciones con un número menor a ocho especies, este método entrega resultados considerados "atípicos" por encontrarse semidefaunadas. Por lo tanto, nosotros

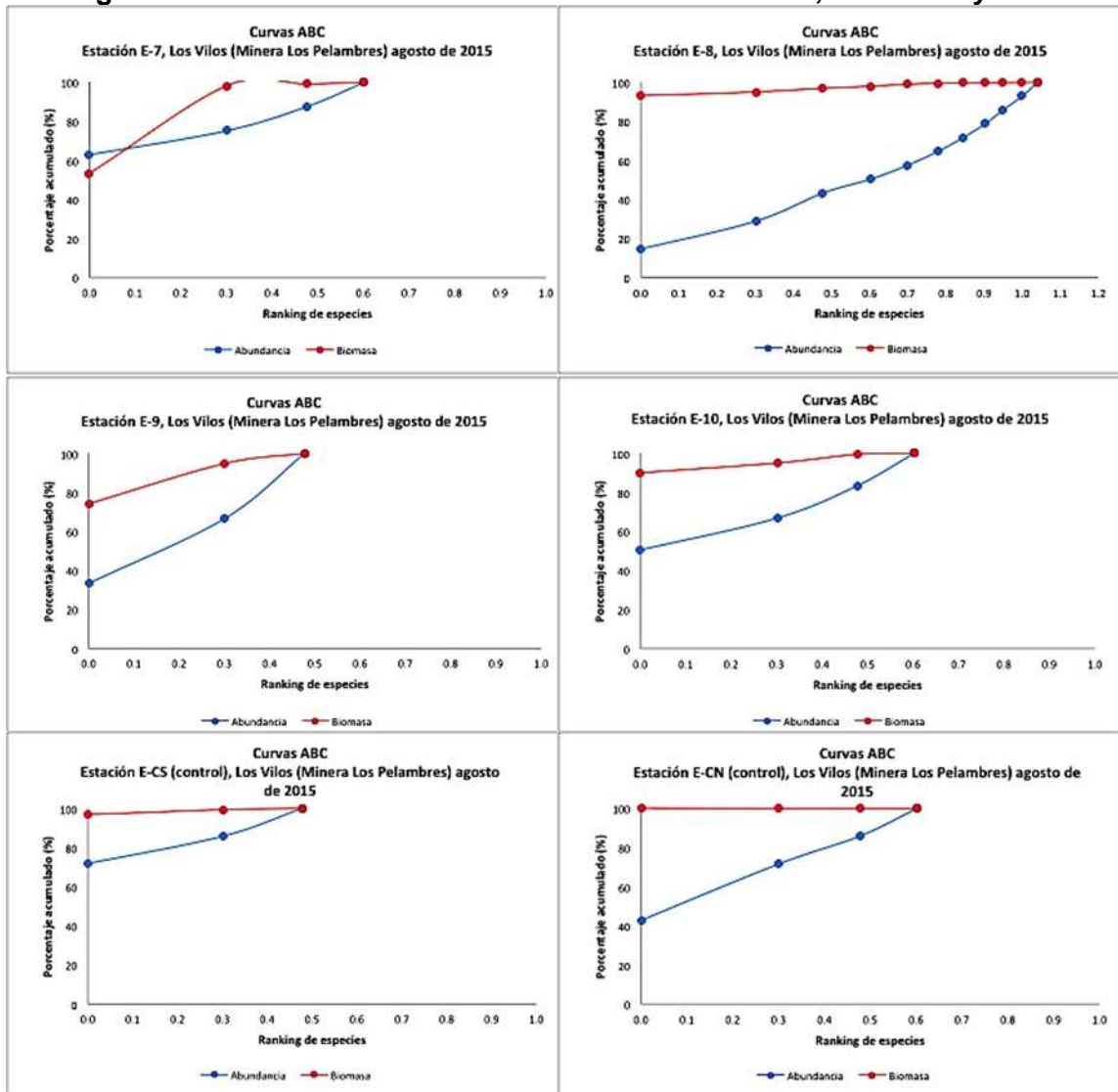
consideramos que de éstas estaciones, siete se clasificarían como con perturbación severa. En este contexto, en el presente estudio, nueve de las doce estaciones se encontrarían en esta situación (E-2, E-3, E-5, E-6, E-7, E-9, E-10, E-CS y E-CN). Por esto consideramos que no es correcto deducir el estado de las comunidades sólo a partir de los resultados entregados por las curvas ABC, ya que podrían conducir a conclusiones erróneas, sin considerar los otros análisis realizados (índices ecológicos) a las comunidades en estudio.

**Figura EMB-116: Curvas ABC de estaciones E-1 a E-6**





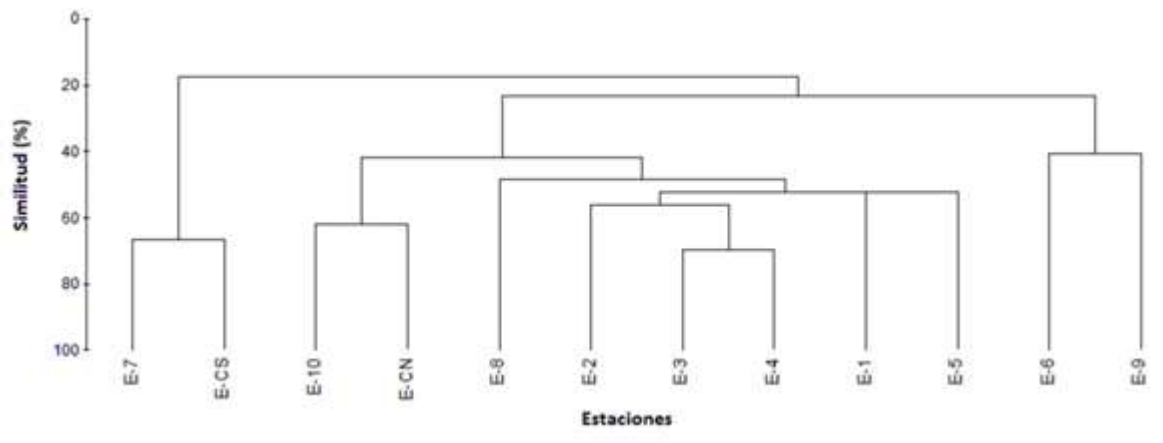
**Figura EMB-117: Curvas ABC de estaciones E-7 a E-10, más E-CS y E-CN**



### Análisis de clasificación por estaciones

El análisis de clasificación (análisis de cluster) (Figura EMB-118), mostró que la mayor similitud fue de 69,45% entre las estaciones E-3 y E-4, debido a su similar riqueza y composición de especies. Además, destacan dos agrupaciones que poseen similitudes altas de 66,44% y 61,94%, formadas por la combinación de la estación E-7 con E-CS y E-10 con E-CN, respectivamente, cada agrupación con una similar riqueza y composición de especies.

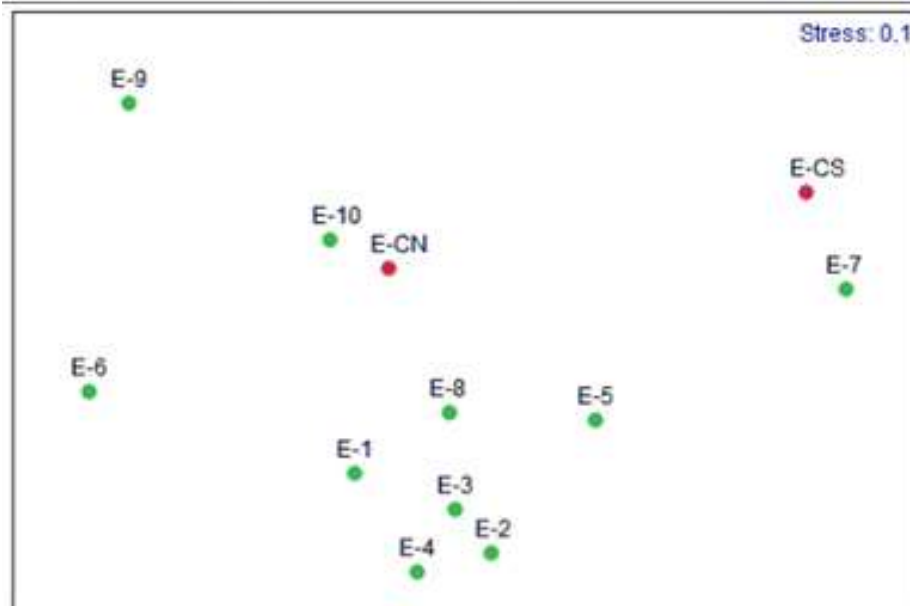
**Figura EMB-118: Dendrograma clasificatorio de las estaciones, invierno 2015**



Análisis de ordenación por estaciones

El análisis de escalamiento no-métrico multidimensional muestra la representación de todas las estaciones en su configuración final (Figura EMB-119) entregando un valor de estrés de 0,1, que según Clarke & Warwick (2001) se interpreta como una buena ordenación. La figura muestra un resultado similar al análisis de clasificación anterior; solo detalla con precisión la mayor similitud de las estaciones, como la agrupación conformada por las estaciones E-3, E-4 y E-2; la agrupación de las estaciones E-7 y E-CS y la agrupación de las estaciones E-10 y E-CN.

**Figura EMB-119: Ordenación espacial de todas las estaciones, invierno 2015**



## Síntesis

En la presente campaña estudio es grupo de los crustáceos fue el mejor representado con 12 especies, seguido de los poliquetos con 10 especies.

La mayor densidad ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) y biomasa ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) se registraron en la estación E-1, mientras que los valores más bajos de ambos parámetros se registraron en la estaciones de mayor profundidad E-9 y E-7 respectivamente. Las especies de anfípodos *Metharpinia longirostris* y *Ampelisca* sp. presentaron las mayores frecuencias de ocurrencia presentándose en 10 y 9 de las doce estaciones, respectivamente.

Según los valores de diversidad ( $H'$ ), dos estaciones presentaron comunidades con perturbación severa, ocho estaciones comunidades con perturbación moderada y dos estaciones comunidades con perturbación ligera. Los valores más bajos de diversidad fueron producto de la baja riqueza y composición de especies. En cuanto a la equitatividad, las doce estaciones presentaron uniformidad en la distribución de las abundancias entre las distintas especies.

La riqueza total de especies ( $S$ ) obtenida en el área de influencia, fue de 26 *taxa*. En ocho de las doce estaciones la riqueza es considerada baja, entre 1 y 7 *taxa*, clasificándose como estaciones semidefaunadas ( $< 8$  *taxa* *fide* Carrasco *et al.*, 1996).

El análisis de las curvas de relación abundancia/biomasa (curvas ABC), arrojó perturbación no detectable en diez de las doce estaciones. No obstante, si se considera la condición de semidefaunadas ( $< 8$  *taxa*), en siete de las doce estaciones este método entregaría resultados considerados atípicos (según Carrasco *et al.*, 1996), no siendo correcto concluirlo a partir de ellos debido al bajo número de especies presentes.

A partir de los análisis de clasificación y de ordenación se concluye que las estaciones E-3 y E-4 presentaron la mayor similitud (69,45%), mientras que las menos similares fue la agrupación de las estaciones E-6 y E-9 con un 23,49% de similitud con respecto de las otras diez estaciones, debido a su diferente composición de especies.

Los resultados de todos los parámetros analizados en este estudio sobre la macrofauna bentónica muestran que en la campaña de invierno 2015 la estación E-8 presentó las mejores condiciones en el intermareal blando con algunos de los valores más altos de riqueza, densidad, biomasa, equitatividad y diversidad, y curva ABC que indicaron perturbación no detectable. Se debe destacar la situación de la estación E-5 que presenta signos de perturbación moderada, reflejado por sus valores en la curva ABC y sus bajos valores en los índices ecológicos de riqueza, equitatividad y diversidad específica.

### - **Síntesis de resultados del submareal de fondos blandos**

Las comunidades que habitan los fondos arenosos del piso submareal presentaron variaciones entre las campañas realizadas el 2012 (verano, otoño, invierno y primavera) y las campañas realizadas el 2014 (otoño, invierno y primavera) y las campañas realizadas el 2015 (verano e invierno), sin embargo, en el período de estudio se observó que el patrón general de abundancias se mantuvo, el cual estuvo dominado por los crustáceos y poliquetos, con una clara disminución en la riqueza de especies en la época primaveral (Tabla EMB-109).

En general las estaciones ubicadas al interior de bahía Conchalí presentaron homogeneidad en la mayoría de los términos evaluados (e.g. los índices ecológicos, curvas ABC, análisis de similitud y ordenamiento espacial). Las estaciones controles (CS y CN) más las estaciones B8, E-9 y E-10 defieren en la composición de la comunidad biológica con lo encontrado en el resto de las estaciones o al interior de la bahía Conchalí. Dichas estaciones coinciden que están ubicadas más alejadas a la línea de costa y son más profundas, por lo tanto el sustrato o ambiente donde se encuentran no es el mismo que el de estaciones más costeras, lo cual puede explicar tal diferencia.

A pesar de esta separación espacial de las comunidades submareales de fondo blando, todas las comunidades registraron indicios de perturbación en distintos grados de magnitud en todas o la mayoría de las estaciones evaluadas (incluidas las estaciones CN y CS). Sin embargo, este nivel de perturbación detectado por las metodologías analíticas aplicadas, tiene más que ver con una condición de semidefaunación en que se encuentran muchas de las estaciones evaluadas (ver, Clarke & Warwick, 2001; Carrasco *et al.*, 1996 y Alcolado 1992). Por lo tanto, las especies encontradas durante todas las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015 habitan normalmente en los fondos de la bahía de Conchalí.

**Tabla EMB-109: Resumen del porcentaje de abundancia y número de especies de cada grupo en las distintas campañas realizadas en 2012 y 2014**

		Mollusca	Crustacea	Polychaeta	Otros	Total de especies
<b>Campañas 2012</b>	<b>Verano</b>	13,2% (5)	44,7% (17)	39,5% (15)	2,6% (1)	38
	<b>Otoño</b>	16,2% (6)	40,5% (15)	37,8% (14)	5,4% (2)	37
	<b>Invierno</b>	7,1% (2)	32,1% (9)	53,6% (15)	7,1% (2)	28
	<b>Primavera</b>	10% (2)	45% (9)	40% (8)	5% (1)	20
<b>Campañas 2014</b>	<b>Otoño</b>	11,4 % (4)	48,6% (17)	37,1% (13)	2,9% (1)	35
	<b>Invierno</b>	16,7% (5)	23,3% (7)	40% (12)	20% (5)	30
	<b>Primavera</b>	13,6% (4)	50% (11)	27,3% (6)	9,1% (1)	22
<b>Campañas 2015</b>	<b>Verano</b>	4,8% (1)	71,4% (15)	23,8% (5)	-	21
	<b>Invierno</b>	7,7% (2)	46,2% (12)	38,5%(10)	7,7% (2)	26

- **Comunidades submareal de fondos rocosos**

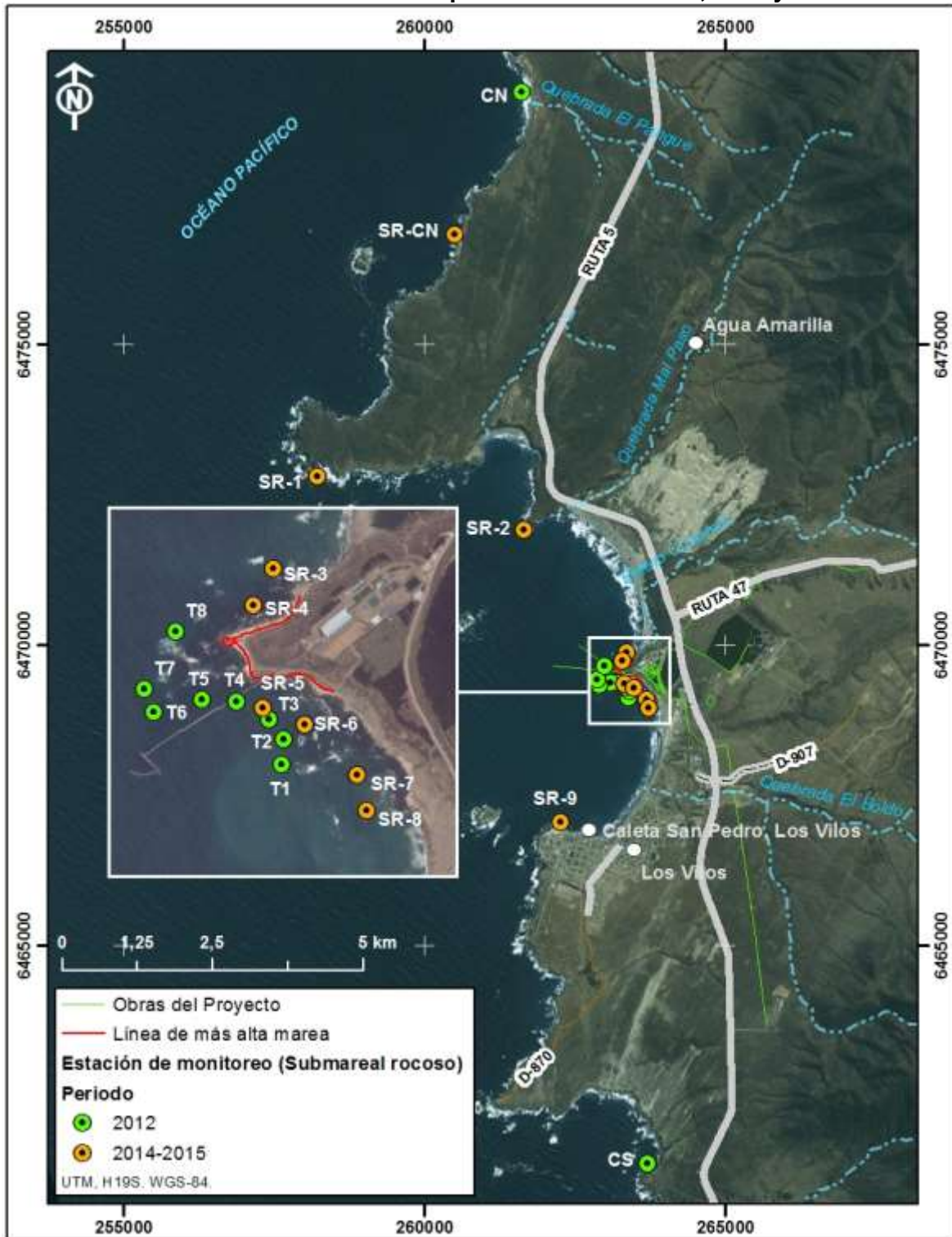
- **Metodología**

La identificación de las comunidades submareales de fondo rocoso se realizó mediante diez transectos perpendiculares a la línea de costa en las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015. Las coordenadas de cada inicio de transecto de muestreo se entregan en la Tabla EMB-110 y se muestran en la Figura EMB-120.

**Tabla EMB-110: Coordenadas UTM (WGS84) de la ubicación de los transectos para el muestreo del submareal rocoso**

Estación	Este (m)	Norte (m)	Año
T1	263.397	6.469.127	2012
T2	263.404	6.469.224	2012
T3	263.349	6.469.300	2012
T4	263.220	6.469.369	2012
T5	263.089	6.469.379	2012
T6	262.901	6.469.330	2012
T7	262.865	6.469.418	2012
T8	262.987	6.469.641	2012
CN	261.622	6.479.198	2012
CS	263.713	6.461.374	2012
SR-1	258.214	6.472.802	2014 - 2015
SR-2	261.641	6.471.913	2014 - 2015
SR-3	263.365	6.469.885	2014 - 2015
SR-4	263.287	6.469.744	2014 - 2015
SR-5	263.322	6.469.347	2014 - 2015
SR-6	263.484	6.469.280	2014 - 2015
SR-7	263.688	6.469.086	2014 - 2015
SR-8	263.724	6.468.948	2014 - 2015
SR-9	262.251	6.467.053	2014 - 2015
SR-CN	260.499	6.476.832	2014 - 2015

Figura EMB-120: Ubicación del inicio de los transectos de muestreo del submareal rocoso realizados en las campañas durante el 2012, 2014 y 2015



La metodología realizada el 2012 para la caracterizar y cuantificar de las comunidades del submareal rocoso se basó en la cuantificación de la cobertura y número de organismos en cada transecto. Para esto, los transectos fueron subdivididos en estaciones de muestreo distribuidas en forma equidistante entre sí dependiendo de la profundidad a la cual se extendía el sustrato rocoso. En cada una de las estaciones se desarrolló una evaluación mediante cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>, en los cuales se contó la totalidad de los individuos de especies móviles presentes. Para algas y organismos incrustantes, el cuadrante contaba con una grilla de 100 puntos de intersección, con los que se determinó el porcentaje de cobertura de cada una de las especies. La identificación y cuantificación de las especies se realizó *in situ*.

Se determinó la riqueza de especies (S') y el índice de diversidad Shannon-Weaver (H') para las especies sésiles y móviles presentes e los transectos submareales, se calculó las riqueza total de especies dentro del transecto, sumando las especies sésiles con las móviles.

Para las campañas de los años 2014 y 2015, se realizaron 10 transectos perpendiculares a la costa de 100 metros de longitud. En lo posible los transectos submareales se ubicaron a continuación o al frente a los transectos intermareales de sustrato duro, para obtener una continuación de la caracterización biológica del submareal-intermareal. Los transectos fueron recorridos, desde lo más profundo hacia lo más somero. Cada uno de los transectos se dividió en 10 estaciones de muestreo de 20 m<sup>2</sup> cada una (10 m de longitud por 2 m de ancho), donde se realizó la cuantificación de la abundancia de las distintas especies de macrofauna y macroalgas.

Para la caracterización y cuantificación de macroalgas, invertebrados sésiles y móviles de tamaño corporal pequeño se utilizó un cuadrante de 0,25 m<sup>2</sup> con 100 puntos de intersección (n=3 por estación de muestreo), con los cuales se contabilizó la cobertura de organismos sésiles (invertebrados y macroalgas, exceptuando las grandes algas pardas) y de sustrato disponible. Adicionalmente, estos cuadrantes se utilizaron para estimar la densidad de invertebrados móviles de pequeño tamaño corporal (< 5 cm de longitud total corporal), tales como ciertas especies de gastrópodos y decápodos, los cuales fueron contabilizados de manera directa y previa al recuento de organismos sésiles. Los cuadrantes fueron posicionados de manera azarosa por los buzos en las distintas estaciones de muestreo, obteniéndose un total de 30 cuadrantes por transecto.

Adicionalmente para la caracterización y cuantificación de los invertebrados móviles de reconocida importancia ecológica y/o económica, cuyo tamaño corporal total habitualmente excede los 5 cm, se contabilizaron directamente en cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> (n=3 por estación de muestreo). Para ello, los buzos expandieron cada cuadrante de 0,25 m<sup>2</sup> utilizado para el recuento de organismos sésiles y de invertebrados móviles de pequeño tamaño corporal, a 1 m<sup>2</sup>, favoreciendo de esta manera el recuento de organismos y la descripción de las comunidades. Entre los *taxa* incluidos en este grupo de invertebrados destacan los Asteroideos, Echinoideos, Decápodos y Gastrópodos.

## - Resultados

Para efectos de la presente línea base se presentan los resultados separados por campañas estacionales, donde se incluyen tablas con los resultados de las coberturas (%) de especies sésiles y abundancia (ind./m<sup>2</sup>) de organismos móviles., además de índices ecológicos para cada transecto.

➤ Verano 2012

En la Tabla EMB-111 y la Tabla EMB-112 se muestran los resultados de los las especies sésiles y móviles, respectivamente que se encontraron en los transectos submareales en la bahía de Conchalí.

**Tabla EMB-111: Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, verano 2012**

Coberturas (%)			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN	
Taxa													
Crustacea	Cirripedia	<i>Austromegabalanus pssittacus</i>	0,7									0,2	
		<i>Balanus</i> sp.	1,4	1,7		0,7						0,3	0,8
Mollusca	Gastrópoda	<i>Crucibulum</i> sp.				7,7	25,5						
Ascidiacea	Pyuridae	<i>Pyura chilensis</i>	2,1	52,2		0,2	0,2					0,4	
Cnidaria	Hydrozoa	Hydrozoa indet.				0,2		6,8				1,2	
	Anthozoa	<i>Lophogorgia platyclados</i>							0,1			7,5	
Polychaeta	Polychaeta	Poliqueto tubicola		1,2	11,9						0,1	0,6	
Porífera	Demospongiae	Demospongiae NI				0,2			0,2				
	Clionaidae	<i>Clionaopsis platei</i>							8,3				
Chlorophyta	Ulveaceae	<i>Ulva</i> sp.	2,1	3,3	1,4						0,1		
		<i>Ulvella</i> sp.	7,3										
	Codiaceae	<i>Codium dimorphum</i>				0,1							
Rhodophyta	Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis armata</i>			1,1								
	Corallinales	Coralinales indet. 1	12,4	13,6	33,1	38	32,5	75	64	81	80	57,8	
		Coralinales indet. 2				33						9,9	
		<i>Bossiella chiloensis</i>	0,2	1,8	6,3	4,8						2,1	
		<i>Corallina officinalis</i>										2,7	2,5
	Ceramiales	Complejo ceramiales	9,4		5,9	2,9						13	5,3
		<i>Ceramium rubrum</i>				3,7							
		<i>Polysiphonia</i> sp.		15	18,1								
	Gelidiales	<i>Gelidium</i> sp.	62,4	3,3		2,2					4,3	1	
		<i>Gelidium chilense</i>			4,3								
	Hildenbrandiales	<i>Hildenbrandia</i> sp.			2,4	1,1					8,2	0,1	
<i>Hildenbrandia</i> indet.			0,3	4,3	4,4	0,2	1,2	0,7	0,1				
Rhodymeniaceae	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	0,6											
Phaeophyta	Ralfsiaceae	<i>Ralfsia</i> sp.								2,3			
	Lessoniaceae	<i>Lessonia trabeculata</i>									0,6		
Sustrato	Sustrato libre	Arena		4,5	10,1			10		1,2			
		Conchuela		3,1			4,3		6				
		Roca	1,4	0,2	1,1	1,7	36,6	6,7	21	2,5		14,4	



**Tabla EMB-112: Densidad (ind./m<sup>2</sup>) organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, verano 2012**

Densidad (ind./m <sup>2</sup> )			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
Taxa												
Crustacea	Decápoda	<i>Pagurus edwardsii</i>			0,1	3,4	0,3		0,7		0,2	0,8
		<i>Pagurus perlatus</i>		0,7	0,5							
		<i>Rhynchocinetes typus</i>		5,2		1,8	2,1	1,8		10		3,7
		<i>Homolaspis plana</i>				0,1						
		<i>Cancer setosus</i>		0,2								
		<i>Taliepus</i> sp.	0,1	0,4	0,1							0,2
Mollusca	Gastrópoda	<i>Tegula atra</i>					0,2		2,7	40	2,4	3,1
		<i>Tegula tridentata</i>			1	16	13,1	0,4	4,5	33	3,6	
		<i>Tegula luctuosa</i>					7		0,3		2,2	0,7
		<i>Tricolia</i> sp.	2,7	3,5	0,4							
		<i>Turritella cingulata</i>					0,1		0,1			
		<i>Mitrella unifasciata</i>	34,9	56,4	3,7						0,5	
		<i>Scurria</i> sp.				0,1	0,2	1,2			3,3	
		<i>Scurria zebrina</i>									1,3	0,9
		<i>Scurria plana</i>				7,4						
		<i>Phidiana lottini</i>		0,1							4,8	
		<i>Fissurella costata</i>									0,3	
		<i>Fissurella latimarginata</i>	0,3		0,3		1	2	0,5			
		<i>Nassarius gayii</i>	1,8	5,2	0,7							
		<i>Concholepas concholepas</i>								0,3		
	Polyplacophora	<i>Acanthopleura echinata</i>							0,4			
		<i>Toncia chilensis</i>	0,1									
		<i>Toncia elegans</i>		0,1			0,4	1,1		1		
Echinodermata	Echinoidea	<i>Tetrapygus niger</i>	0,4			3,9	3,6	2,5	1	3,9	2,3	0,6
	Asteroidea	<i>Stichaster striatus</i>	0,7	0,1	0,2		0,2			0,1		
		<i>Heliaster helianthus</i>						0,2				
		<i>Meyenaster gelatinosus</i>	0,1			0,2			0,2		0,1	
		<i>Patiria obesa</i>		0,1								
		<i>Odontaster penicillatus</i>	0,1									0,1
Cnidaria	Anthozoa	<i>Phymantea pluvia</i>			0,1	0,1						
		<i>Anthothoe chilensis</i>			0,3				1,8			
		<i>Antholoba achates</i>							0,1			
<b>Total</b>			41,2	72	7,3	33	28,3	9,2	13	88	21	10,1

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza de especies, tanto para organismo móviles como sésiles, se registró en la estación T4 con 23 *taxa* y la menor en la estación T6 con sólo 10 *taxa* (Tabla EMB-113). Este índice en la cobertura de especies sésiles presentó bajos números en las estaciones T4, T5 y T6 no superando las 5 especies. Respecto al índice de diversidad (H') de Shannon-Weaver calculado para la cobertura de especies, el valor mayor se registró en la estación T3 con 2,7 y el menor en las estaciones T6 con 0,5. Respecto a las especies móviles, la mayor riqueza se registró en la estación T5 y T7 con 12 especies, mientras que la diversidad máxima se registró en CN con 3,0.

**Tabla EMB-113: Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
<b>Organismos sésiles</b>										
Riqueza (S')	10	9	10	14	4	3	5	7	9	9
Diversidad (H')	1,8	2,0	2,7	2,4	1,0	0,5	0,6	0,9	1,1	1,7
<b>Organismos móviles</b>										
Riqueza (S')	10	11	10	9	12	7	12	6	11	8
Diversidad (H')	1,0	1,2	2,4	2,0	2,2	2,5	2,7	1,7	3,0	2,3
<b>Riqueza (S') Total (sésil y móvil)</b>	20	20	20	23	16	10	17	13	20	17

### Síntesis campaña verano 2012

Las comunidades observadas en el submareal rocoso del área costera evaluada son las comunidades habitualmente observadas en el centro norte de Chile (Vásquez & Vega 2004, Caillaux & Stotz, 2003). En el sector de Punta Chungo, se observó el submareal dominado por una comunidad de fondos blanqueados o “*barren grounds*” (*sensu* Lawrence, 1975), la cual es comúnmente observada en los primeros metros de profundidad y ha sido descrita por diversos autores (Vásquez, 2002; Vásquez & Vega, 2004). Esta comunidad se define como aquella caracterizada por presentar el substrato cubierto por algas rojas incrustantes conocidas como crustosas calcáreas, probablemente perteneciente a los géneros *Mesophyllum* o *Lithothamnium* y altas densidades de moluscos ramoneadores, principalmente *Tetrapyrgus niger* y *Tegula atra*. Bajo esta comunidad, habitualmente aparece una comunidad dominada por algas laminareales, las que para el norte de Chile suele ser *Lessonia trabeculata* (Vásquez, 2002, Thiel, *et al.*, 2007, Caillaux & Stotz, 2003), sin embargo, esta comunidad no estuvo presente en ninguna de las estaciones estudiadas en esta campaña en Punta Chungo y sólo se observó en la estación control sur. Además de la comunidad de fondos blanqueados, se observó una comunidad similar pero con una mayor cobertura de especies incrustantes tales como poliquetos, piure y distintas especies de crustáceos y moluscos. En la zona sur de Punta Chungo se observó una comunidad dominada por algas foliosas donde destaca la presencia de *Gelidium* sp. y la presencia de algas ceramiales.

Respecto de la riqueza específica observada en el presente estudio, esta concuerda con los promedios registrados por Saavedra (2008) en un estudio realizado en la misma zona durante 8 años.

En conclusión, el submareal rocoso del sector Punta Chungo presenta características propias de comunidades de fondos duros de la zona centro-norte con una dominancia de comunidades de fondos blanqueados. Las componentes estructurales del fondo, así como la exposición al oleaje entre otros factores físicos, estarían determinando la composición específica del submareal del área de estudio. Las características de la zona han permanecido sin mayores variaciones en la última década, si bien la riqueza específica es baja, esta es propia de un ambiente donde dominan las comunidades de fondos blanqueados.

➤ Otoño 2012

En la Tabla EMB-114 y la Tabla EMB-115 se muestran los resultados de los las especies sésiles y móviles, respectivamente, que se encontraron en los transectos submareales en la bahía de Conchalí.

**Tabla EMB-114: Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, otoño 2012**

Cobertura (%)			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
Taxa												
Crustacea	Cirripedia	<i>Balanus laevis</i>		1,5					1,2		0,5	
Mollusca	Gastrópoda	<i>Crucibulum</i> sp.					1,1					
		<i>Caliptraea trochiformis</i>					0,2					
Porifera	Clionaidae	<i>Clionopsis platei</i>									0,3	
	Hydrozoa	Hydrozoa indet.							0,2			4
	Demospongiae	Demospongiae			0,1	0,2					0,9	
Ascidiacea	Ascidiacea	Ascidiacea indet.									0,3	
	Pyuridae	<i>Pyura chilensis</i>	0,9	30	13		0,1	0,2	0,6		0,3	1,3
Polychaeta	Serpulidae	<i>Romanchella</i> sp.						0,3				
	Polychaeta	Poliqueto tubícola indet.						1,2				
Chlorophyta	Ulvaceae	<i>Ulva</i> sp.	6,6	3	6,2							
		<i>Ulvella</i> sp.			1,3							0,5
Rhodophyta	Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis armata</i>	7,9	12	6,9						1,4	
	Corallinales	<i>Corallina officinalis</i>		0,4	3,6						4,1	6,6
		Corallinales indet. 1	21	13	5,7	60	66	60	73	100	78	50
		<i>Bossiella chiloensis</i>	4,5	0,5		11						
	Ceramiales	Complejo ceramial									6,7	10
	Dictyotaceae	<i>Dictyota kunthii</i>			1,5							
	Rhodymeniaceae	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>			3,1							
	Gelidiales	<i>Gelidium</i> sp.	12			0,8					1,9	
	Hildenbrandiales	<i>Hildenbrandia</i> sp.	4,7									
Hildenbrandia indet.		1,1			2,4		1,4	4,6		0,9	15	
Stypocaulaceae	<i>Halopteris</i> sp.				1,3							
Phaeophyta	Ralfsiaceae	<i>Ralfsia</i> sp.				0,4	0,2				0,6	
	Lessoniaceae	<i>Lessonia trabeculata</i>									0,9	
Sustrato	Sustrato libre	Roca	2,2	6	9,5	6,9	31	37	21		2,6	13
		Arena	39	34	50	1						
		Conchuela				16	1,3					

**Tabla EMB-115: Densidad (ind./m<sup>2</sup>) de organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, otoño 2012**

Densidad (ind /m <sup>2</sup> )			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
Taxa												
Crustacea	Decápoda	<i>Rhynchocinetes typus</i>		0,1			0,9	2,2			7,8	
		<i>Homalaspis plana</i>	0,1									
		<i>Pagurus edwardsi</i>				5,4			0,2	1,1	4,4	0,1
Mollusca	Gastrópoda	<i>Tegula atra</i>			1,1	0,1	18			1,7	0,6	0,6
		<i>Tegula tridentata</i>				6,3	3,6	8,4	0,8	7,1		
		<i>Tegula luctuosa</i>					1,7	2		0,8		
		<i>Tricolia</i> sp.	15					5				
		<i>Fissurella latimarginata</i>				0,3	0,1	0,8	0,3	0,3		
		<i>Fissurella costata</i>				0,1						0,8
		<i>Fissurella</i> sp. (juvenil)										0,1

Densidad (ind / m <sup>2</sup> )			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN	
		<i>Alia unifasciata</i>		10		0,7	0,3		0,2				
		<i>Nassarius gayi</i>	17	6,6		0,4				2,1		0,8	
		<i>Scurria sp.</i>				0,1	0,2					1,6	
	Polyplacophora	<i>Tonicia elegans</i>					0,9		0,1	0,8			
		<i>Chiton sp.</i>							0,2	0,4		0,5	
Echinodermata	Echinoidea	<i>Tetrapygyus niger</i>				6,6	5,6	3,3		1,5			
	Asteroidea	<i>Stichaster striatus</i>	2,1		0,1		0,1	0,1					
		<i>Meyenaster gelatinosus</i>	0,2				0,2	0,1				0,3	
		<i>Patiria chilensis</i>					0,1						
		<i>Odontaster penicillatus</i>	0,1										
Cnidaria	Anthozoa	<i>Phymanthea pluvia</i>			0,2						0,1	0,4	
<b>Total</b>			34	17	1,4	20	31	22	1,8	15,8	16	2,4	

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza de especies, tanto para organismo móviles como sésiles, se registró en la estación CN con 22 *taxa* y la menor en la estación T2 y T8 con sólo 10 *taxa* (Tabla EMB-116). Este índice en la cobertura de especies sésiles presentó bajos números en las estaciones T5, T6, T7 y T8 no superando las 5 especies. Respecto al índice de diversidad (H') de Shannon-Weaver calculado para la cobertura de especies, el valor mayor se registró en la estación T1 con 2,5 y el menor en las estaciones T5 con 0,2. Respecto a las especies móviles, la mayor riqueza se registró en la estación T5 con 12 especies, mientras que la diversidad máxima se registró en T6 con 2,3.

**Tabla EMB-116: Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
<b>Organismos sésiles</b>										
Riqueza (S')	8	7	9	7	5	5	5	1	14	6
Diversidad (H')	2,5	1,9	2,7	1,0	0,2	0,4	0,5	-	1,3	1,8
<b>Organismos móviles</b>										
Riqueza (S')	6	3	3	9	12	8	6	9	8	5
Diversidad (H')	1,4	1,0	0,9	2,1	2,0	2,3	2,2	2,5	2,0	2,1
<b>Riqueza (S') Total (sésil y móvil)</b>	14	10	12	16	17	13	11	10	22	11

### Síntesis campaña otoño 2012

Las comunidades observadas durante la campaña de otoño de 2012, son similares a las observadas durante la campaña de verano y son habitualmente observadas en el centro norte de Chile (Vásquez & Vega 2004, Caillaux & Stotz, 2003). En el sector de Punta Chungo, se observó el submareal dominado por una comunidad de fondos blanqueados o *barren grounds* (*sensu* Lawrence, 1975), la cual es comúnmente observada en los primeros metros de profundidad y han sido descritas previamente (Vásquez, 2002; Vásquez & Vega, 2004). Esta comunidad se define como aquella caracterizada por presentar el substrato cubierto por algas rojas incrustantes conocidas como crustosas calcáreas, probablemente perteneciente a los géneros *Mesophyllum* o *Lithothamnium* y altas densidades de moluscos ramoneadores, principalmente *Tetrapygyus niger* y *Tegula atra*. Bajo esta comunidad, habitualmente aparece una comunidad dominada por algas laminareales, las que para el

norte de Chile suele ser *Lessonia trabeculata* (Vásquez, 2002, Thiel, *et al.*, 2007, Caillaux & Stotz, 2003), sin embargo, esta comunidad no estuvo presente en ninguna de las estaciones estudiadas en Punta Chungo y sólo se observó en la estación CS en la campaña de verano y otoño 2012. Además de la comunidad de fondos blanqueados se observó una comunidad similar pero con una mayor cobertura de especies incrustantes tales como poliquetos, piure y distintas especies de crustáceos y moluscos. En la zona sur de Punta Chungo se observa una comunidad dominada por algas foliosas donde destaca la presencia de *Gelidium* sp. y la presencia de algas ceramiales.

Respecto de la riqueza específica observada en el presente estudio, esta concuerda con los promedios registrados por Saavedra (2008) en un estudio realizado en la misma zona durante 8 años.

En conclusión, el submareal rocoso del sector Punta Chungo presenta características propias de comunidades de fondos duros de la zona centro-norte con una dominancia de comunidades de fondos blanqueados, lo cual se ha mantenido en las dos campañas realizadas hasta el momento. Las componentes estructurales del fondo, así como la exposición al oleaje entre otros factores físicos, estarían determinando la composición específica del submareal del área de estudio. Las características de la zona han permanecido sin mayores variaciones en la última década, si bien la riqueza específica es baja, esta es propia de un ambiente donde dominan las comunidades de fondos blanqueados.

#### ➤ Invierno 2012

En la Tabla EMB-117 y la Tabla EMB-118 se muestran los resultados de los las especies sésiles y móviles, respectivamente que se encontraron en los transectos submareales en la bahía de Conchalí.

**Tabla EMB-117: Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, invierno 2012**

Cobertura (%)			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN	
Taxa													
Polychaeta	Polychaeta	Poliqueto tubícola indet.						0,6		0,8			
	Sabellariidae	<i>Phragmatopoma</i> sp.									2,2		
Ascidiacea	Pyuridae	<i>Pyura chilensis</i>	32	10		0,6	2,8				0,8		
Crustacea	Cirripedia	<i>Balanus laevis</i>		7,6	7,6	0,3	3,1	1,9			3,5		
Porifera	Demospongiae	<i>Demospongiae</i>			0,9								
Rhodophyta	Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis armata</i>	16	28				59					
	Corallinales	<i>Bossiella chiloensis</i>		3,8				0,5		11		1	
		<i>Corallina officinalis</i>			5,7	35	1,4	0,1					
		Corallinales indet. 1	24	12		54	90		95	23	65	67	
	Ceramiales	Complejo ceramial	7,9		18	0,7					14	4,9	
	Hildenbrandiales	Hildenbrandiales indet.	0,4	3,4	45					4			2,2
		<i>Hildenbrandia</i> sp.									1,6		
	Rhodymeniaceae	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	7,9										
	Gelidiales	<i>Gelidium</i> sp.			13							1,4	
		<i>Gelidium chilense</i>											10
Chlorophyta	Ulveae	<i>Ulva</i> sp.	0,5	2,4							3,5		
		<i>Ulvella</i> sp.									6,5		
Phaeophyta	Ralfsiaceae	<i>Ralfsia</i> sp.	1,8							41	7,8		

Cobertura (%)			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
	<b>Lessoniaceae</b>	<i>Lessonia trabeculata</i>										0,5
<b>Sustrato</b>	<b>Sustrato libre</b>	Roca		0,2	9,8	9	2,8		1,2	13	5,1	14
		Arena	9,9	33				38				

**Tabla EMB-118: Abundancia promedio (ind./m<sup>2</sup>) de especies (organismos móviles) en los transectos del submareal rocoso, invierno 2012**

Taxa		Densidad (ind./m <sup>2</sup> )	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN	
<b>Phaeophyta</b>	<b>Lessoniaceae</b>	<i>Lessonia trabeculata</i>										0,3	
<b>Moluscos</b>	<b>Polyplacophora</b>	<i>Chiton sp.</i>				0,2	0,5				0,7		
		<i>Chiton granosus</i>										0,1	
		<i>Tonicia elegans</i>								0,1			
	<b>Gastrópodos</b>	<i>Calyptrea trochiformis</i>				4,4	0,1						
		<i>Scurria sp.</i>										0,3	0,4
		<i>Surria ceciliania</i>											0,1
		<i>Scurria plana</i>											0,1
		<i>Fissurella latimarginata</i>						0,4	0,5				
		<i>Fissurella costata</i>											1
		<i>Fissurella sp.</i>						0,8					
		<i>Mitrella unifasciata</i>	4,7					0,4					
		<i>Nassarius gayi</i>		6,8		2,4					2,4		
		<i>Tegula atra</i>			1,5	19	11	0,7	0,2	3,9	1,4		
		<i>Tegula luctuosa</i>						0,8					
		<i>Tegula tridentata</i>								18	5,1		13
		<i>Tricolia sp.</i>	25		1,7				22				1,4
		<i>Xanthochorus cassidiformis</i>					0,9	0,8					
<b>Crustacea</b>	<b>Decápodos</b>	<i>Pagurus sp.</i>				2	0,1				0,3		
		<i>Pagurus edwardsi</i>										3,6	
		<i>Rhynchocinetes typus</i>				1,4						4	
		<i>Cancer setosus</i>		0,3									
<b>Echinodermata</b>	<b>Echinoidea</b>	<i>Tetrapygus niger</i>				1,8	3,2	0,8	3,5	1,8			
	<b>Asteroidea</b>	<i>Stichaster striatus</i>								0,1			
<b>Cnidaria</b>	<b>Anthozoa</b>	<i>Phymanthea pluvia</i>				0,1		0,7					
<b>Total</b>			30	7,1	3,2	32	18	25	22	13	2,7	24	

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza de especies, tanto para organismo móviles como sésiles, se registró en la estación CN con 16 taxa y la menor en la estación T3 con sólo 8 taxa (Tabla EMB-119). Este índice en la cobertura de especies sésiles presentó bajos números en las estaciones T4, T5, T6, T7 y T8 no superando las 5 especies. Respecto al índice de diversidad (H') de Shannon-Weaver calculado para la cobertura de especies sésiles, el valor mayor se registró en la estación T2 con 2,4 y el menor en las estaciones T7 y T8 con 0,2. Respecto a las especies móviles, la mayor riqueza se registró en las estaciones T5 y CS con 10 especies, mientras que la diversidad máxima se registró en T4 y CS con 2,0.

**Tabla EMB-119: Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
<b>Organismos sésiles</b>										
Riqueza (S')	8	7	6	5	4	5	2	7	7	6
Diversidad (H')	2,3	2,4	2,0	1,1	0,5	0,4	0,2	2,0	1,5	1,1
<b>Organismos móviles</b>										
Riqueza (S')	2	2	2	9	10	5	4	5	4	10
Diversidad (H')	0,6	0,3	1,0	2,0	1,9	0,7	0,8	1,9	1,7	2,0
<b>Riqueza (S') Total (sésil y móvil)</b>	10	9	8	14	14	10	6	12	11	16

### Síntesis campaña invierno 2012

Las comunidades observadas durante la campaña de invierno de 2012, son similares a las observadas durante la campaña de otoño con la aparición de una comunidad de suspensivos en los transectos T1 y T2. Estas comunidades son habitualmente observadas en el centro norte de Chile (Vásquez & Vega 2004, Caillaux & Stotz, 2003). En el sector de Punta Chungo, se observó el submareal dominado por una comunidad de fondos blanqueados o barren grounds (sensu Lawrence, 1975), la cual es comúnmente observada en los primeros metros de profundidad y han sido descritos por diversos autores (Vásquez, 2002; Vásquez & Vega, 2004). Esta comunidad se define como aquella caracterizada por presentar el substrato cubierto por algas rojas incrustantes conocidas como crustosas calcáreas, probablemente perteneciente a los géneros *Mesophyllum* o *Lithothamnium* y altas densidades de moluscos ramoneadores, principalmente *Tetrapyrgus niger* y *Tegula atra*. Bajo esta comunidad, habitualmente aparece una comunidad dominada por algas laminareales, las que para el norte de Chile suele ser *Lessonia trabeculata* (Vásquez, 2002, Thiel *et al.*, 2007, Caillaux & Stotz, 2003), sin embargo, esta comunidad no estuvo presente en ninguna de las estaciones estudiadas en Punta Chungo y sólo se observó en la estación control sur durante las tres campañas. Además, de la comunidad de fondos blanqueados, se observó una comunidad similar pero con una mayor cobertura de especies incrustantes tales como poliquetos, piure y distintas especies de crustáceos y moluscos. En la zona sur de Punta Chungo se observa una comunidad dominada por algas foliosas donde destaca la presencia del complejo de ceramiales.

Respecto de la riqueza específica observada en el presente estudio, esta concuerda con los promedios registrados por Saavedra (2008) en un estudio realizado en la misma zona durante 8 años.

En conclusión, el submareal rocoso del sector Punta Chungo presenta características propias de comunidades de fondos duros de la zona centro-norte con una dominancia de comunidades de fondos blanqueados, lo cual se ha mantenido en las tres campañas realizadas hasta el momento. Las componentes estructurales del fondo, así como la exposición al oleaje entre otros factores físicos, estarían determinando la composición específica del submareal del área de estudio. Las características de la zona han permanecido sin mayores variaciones en la última década, si bien la riqueza específica es baja, esta es propia de un ambiente donde dominan las comunidades de fondos blanqueados.

➤ Primavera 2012

En la Tabla EMB-120 y la Tabla EMB-121 se muestran los resultados de los las especies sésiles y móviles, respectivamente que se encontraron en los transectos submareales en la bahía de Conchalí.

**Tabla EMB-120: Coberturas (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, primavera 2012**

Cobertura (%)			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
Taxa												
Crustacea	Cirripedia	<i>Balanus</i> sp.									4,2	
Asciacea	Pyuridae	<i>Pyura chilensis</i>	0,6	9,2							3,5	
Porifera	Hydrozoa	Hydrozoa indet.				3,6	3,3					5,6
	Demospongiae	Esponja amarilla indet.						2,3				
Polychaeta	Polychaeta	Poliqueto tubicola indet.		4,5								
Chlorophyta	Codiaceae	<i>Codium dimorphum</i>	6,8							14		19
	Ulveae	<i>Ulva</i> sp.	6,1	11						11		
Rhodophyta	Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis armata</i>	9	17	17					3,8		
	Corallinales	Coralinales indet. 1	9	15		11	97	98	17	2,2	2,7	
		Coralinales indet. 2							7,6	41	57	45
		<i>Bossiella chiloensis</i>		12						5,2	4	13
		<i>Corallina officinalis</i>		10	10				3,8	11	0,7	3,9
	Ceramiales	Complejo ceramial	34	12	10	3,6				7	15	8,1
	Hildenbrandiales	Hildenbrandiales indet.		7,6	24	82			72		1	
	Rhodymeniaceae	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	8,6		13							
Dictyotaceae	<i>Dictyota kunthii</i>	22		18								
Sustrato	Sustrato libre	Roca	4,2	1,6	8,2					4,8	12	5,2

**Tabla EMB-121: Densidad (ind./m<sup>2</sup>) de organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, primavera 2012**

Densidad (ind./m <sup>2</sup> )			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN	
Taxa													
Molusca	Polyplacophora	<i>Chiton</i> sp.	0,4			2	6,4	1,2		2	1,6		
		<i>Tonicia chilensis</i>					10	2	1,6	0,4			
	Gastrópoda	<i>Collisella</i> sp.						1,6	0,8		4	5,2	
		<i>Crassilabrum crassilabrum</i>							1,6	1,6			
		<i>Crepidula</i> sp.				21	6,4	0,4		0,4			
		<i>Fisurella latimarginata</i>			0,8			2		16	2,4		
		<i>Fissurella</i> sp.		0,4	0,4					1,2		1,2	
		<i>Mitrella</i> sp.		45		4							
		<i>Nassarius gayii</i>	2,4	24	2,8	6,4						5,2	
		<i>Salitra radwini</i>										0,8	
		<i>Scurria zebrina</i>			3,2								
		<i>Tegula atra</i>								34	17	4,8	7,2
		<i>Tegula luctuosa</i>							8	10	1,6	13	
		<i>Tegula tridentata</i>				33	65	18		36	6	41	
		<i>Tricolia</i> sp.	8,4	48									
Crustacea	Decápoda	<i>Pagurus edwardsii</i>		8,4		2,4	0,8	12		8,4		24	
		<i>Pagurus perlatus</i>								3,6			
		<i>Pagurus villosus</i>										7,2	
		<i>Paraxanthus barbiger</i>					0,4						
		<i>Rhynchocinetes typus</i>				4	10	12				4	
Echinodernata	Asteroidea	<i>Patiria chilensis</i>	0,8	0,8			0,4		2,4				



Densidad (ind./m <sup>2</sup> )		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
	<i>Strichaster striatus</i>				3,6						
<b>Echinoidea</b>	<i>Tetrapigus niger</i>				3,6	9,2	4	9,2		3,2	
<b>Total</b>		12	126,6	7,2	80	108,6	61,2	59,6	88,2	22	108,8

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza de especies, tanto para organismo móviles como sésiles, se registró en la estación T8 con 19 *taxa* y la menor en la estación T3 con sólo 10 *taxa* (Tabla EMB-122). Este índice en la cobertura de especies sésiles presentó bajos números en las estaciones T4, T5, T6 y T7 no superando las 4 especies. Respecto al índice de diversidad (H') de Shannon-Weaver calculado para la cobertura de especies sésiles, el valor mayor se registró en la estación T2 con 3,1 y el menor en las estaciones T5 y T6 con 0,2. Respecto a las especies móviles, la mayor riqueza se registró en la estación T8 con 11 especies, mientras que la diversidad máxima se registró en T6 con 2,7.

**Tabla EMB-122: Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
<b>Organismos sésiles</b>										
Riqueza (S')	8	9	6	4	2	2	4	8	8	6
Diversidad (H')	2,5	3,1	2,5	0,9	0,2	0,2	1,2	2,5	1,7	2,1
<b>Organismos móviles</b>										
Riqueza (S')	4	6	4	9	9	10	7	11	6	10
Diversidad (H')	1,2	1,8	1,6	2,4	2,0	2,7	1,9	2,4	2,5	2,6
<b>Riqueza (S') Total (sésil y móvil)</b>	12	15	10	13	11	12	11	19	14	16

### Síntesis campaña primavera 2012

Las comunidades observadas durante la campaña de primavera de 2012, son similares a las observadas durante las campañas realizadas a lo largo del año. Estas comunidades son habitualmente observadas en el centro norte de Chile (Vásquez & Vega 2004, Caillaux & Stotz, 2003). En el sector de Punta Chungo, se observó el submareal dominado por una comunidad de fondos blanqueados o barren grounds (sensu Lawrence, 1975), la cual es comúnmente observada en los primeros metros de profundidad y han sido descritos por diversos autores (Vásquez, 2002; Vásquez & Vega, 2004). Esta comunidad se define como aquella caracterizada por presentar el substrato cubierto por algas rojas incrustantes conocidas como crustosas calcáreas, probablemente perteneciente a los géneros *Mesophyllum* o *Lithothamnium* y altas densidades de moluscos ramoneadores, principalmente *Tetrapygus niger* y *Tegula atra*. Bajo esta comunidad, habitualmente aparece una comunidad dominada por algas laminareales, las que para el norte de Chile suele ser *Lessonia trabeculata* (Vásquez, 2002, Thiel *et al.*, 2007, Caillaux & Stotz, 2003), sin embargo, esta comunidad no estuvo presente en ninguna de las estaciones estudiadas en Punta Chungo y sólo se observó en la estación control sur durante las tres campañas. Además, de la comunidad de fondos blanqueados, se observó una comunidad similar pero con una mayor cobertura de especies incrustantes tales como poliquetos, piure y distintas especies de crustáceos y moluscos. En la zona sur de Punta Chungo se observa una comunidad dominada por algas foliosas donde destaca la presencia del complejo de ceramiales.

Respecto de la riqueza específica observada en el presente estudio, esta concuerda con los promedios registrados por Saavedra (2008) en un estudio realizado en la misma zona durante 8 años.

En conclusión, el submareal rocoso del sector Punta Chungo presenta características propias de comunidades de fondos duros de la zona centro-norte con una dominancia de comunidades de fondos blanqueados, lo cual se ha mantenido en las cuatro campañas realizadas hasta el momento. Las componentes estructurales del fondo, así como la exposición al oleaje entre otros factores físicos, estarían determinando la composición específica del submareal del área de estudio. Las características de la zona han permanecido sin mayores variaciones en la última década, si bien la riqueza específica es baja, esta es propia de un ambiente donde dominan las comunidades de fondos blanqueados.

### ➤ Otoño 2014

En la Tabla EMB-123 y la Tabla EMB-124 se muestran los resultados de los las especies sésiles y móviles, respectivamente que se encontraron en los transectos submareales en la bahía de Conchalí.

**Tabla EMB-123: Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, otoño 2014**

Cobertura (%)			SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN	
Taxa													
Crustacea	Cirripedia	<i>Austromegabalanus psittacus</i>		0,20	0,13								
		<i>Balanus flosculus</i>	0,23		0,13		0,10	0,03		0,70	0,40	0,10	
		<i>Balanus laevis</i>	0,14	0,83	0,07		0,13						0,20
Mollusca	Bivalvia	<i>Brachidontes granulata</i>	0,03	0,03							0,07		
	Gastrópoda	Vermetidae indet.										0,17	
Polychaeta	Serpulidae	<i>Romanchella sp.</i>	0,07	0,07	0,07	0,07		0,07	0,03		0,40	0,03	
		Serpulidae indet.	0,10				0,10						
	Sabellariidae	<i>Phragmatopoma sp.</i>	1,33	5,33	20,33	5,17	31,87	58,07	0,77	0,57	0,83	9,23	
	Indet.	Polychaeta sp. 1					0,47	0,07	0,13				
Asci-diaceae	Indet.	Asciaceae sp.1			0,20		0,07						
		Asciaceae sp.2	0,13	0,87									
	Didemnidae	Didemnidae indet.					0,07	0,20					
	Polycitoridae	<i>Eudistoma sp.</i>		0,07									
Cnidaria	Pyuridae	<i>Pyura chilensis</i>		0,03	0,10		0,03				1,30		
	Hydrozoa	Hydrozoa indet.			0,63		0,13						
Porifera	Demospongiae	Demospongiae sp.1			0,10					0,63			
		Demospongiae sp.2		0,70									
	Halichondriidae	<i>Halichondria prostata</i>							0,67				
Rhodophyta	Bonnemisoniaceae	<i>Asparagopsis armata</i>			0,60	0,23					0,43	0,30	
	Corallinales	<i>Bossiella orbigniana</i>	1,77		1,57		3,30	1,47			0,10	1,03	
		<i>Corallina sp.</i>	1,13		1,73	1,67		0,13			0,37	0,23	
		Corallinales indet.	56,83	82,13	17,97	61,43	32,10	23,87	11,23	3,83	23,43	37,97	
	Ceramiales	Ceramiales indet.	0,67		0,13	0,07	2,63	3,70	0,20	0,10	54,37	3,17	
Gelidiales	Gelidiales indet.	0,67			0,33		0,27		0,67	2,20	1,33		

Cobertura (%)		SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN	
		<i>Gelidium sp.</i>			1,33	1,23					0,17	
	<b>Hildenbrandiales</b>	<i>Hildenbrandia sp.</i>	5,10	3,67	3,90	1,90	3,80	0,80	0,10		4,93	4,13
	<b>Plocamiaceae</b>	<i>Plocamium cartilagineum</i>	1,83		0,07	0,13	1,87	0,47			0,77	3,73
	<b>Rhodymeniaceae</b>	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	3,37	0,70	27,43	11,0	16,20	1,90	0,87	0,63	1,57	0,70
<b>Phaeophyta</b>	<b>Dictyotaceae</b>	<i>Dictyota kunthii</i>	7,77		0,67			0,53			0,43	0,37
	<b>Stypocaulaceae</b>	<i>Halopteris paniculata</i>	7,53		2,37	1,07					0,23	
	<b>Lessoniaceae</b>	<i>Lessonia spicata</i>	0,13								0,10	
	<b>Ralfsiaceae</b>	<i>Ralfsia verrucosa</i>	6,70	3,90	3,07	0,83	1,97	0,03	0,07	0,07	1,80	13,20
<b>Chlorophyta</b>	<b>Caulerpales</b>	<i>Caulerpales indet.</i>					0,10				0,10	
	<b>Ulveae</b>	<i>Ulva sp.</i>	0,03		10,90	5,23	1,43	3,57	0,50	0,13	0,93	0,07
<b>Sustrato</b>		Sustrato disponible	4,43	1,43	6,40	9,63	3,63	4,83	85,43	92,67	5,33	23,77

**Tabla EMB-124: Densidad (ind./m<sup>2</sup>) de organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, otoño 2014**

Densidad (ind./m <sup>2</sup> )		SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN	
Taxa												
<b>Crustacea</b>	<b>Decápoda</b>	<i>Cancer setosus</i>		0,07	0,93	0,10	0,60		0,03	0,03	0,07	
		<i>Homalaspis plana</i>			0,10	0,03	0,03				0,07	0,03
		<i>Pagurus edwardsi</i>	0,97	0,80	0,23	0,40	3,00	2,00			5,40	
		<i>Pagurus sp.</i>	0,13	0,13	0,10						0,03	
		<i>Paraxanthus barbiger</i>	0,27	0,20	0,27	0,03	0,27	0,13			0,07	0,13
		<i>Rhynchocinetes typus</i>		0,27	0,87	0,13	2,27	0,40			0,13	
		<i>Taliepus dentatus</i>	0,07	0,13	0,53	0,17	0,60		0,03	0,03	0,33	0,23
<b>Mollusca</b>	<b>Gastrópoda</b>	<i>Caliptraea trochiformis</i>			0,03				0,03			
		<i>Concholepas concholepas</i>	0,33	0,10	0,03	0,03	0,03	0,03			0,07	0,13
		<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	0,13	0,40		0,03	0,27				0,03	
		<i>Crepidula dilatata</i>					17,53	0,23				
		<i>Fissurella costata</i>	0,80			0,10						0,40
		<i>Fissurella cumingi</i>	0,10		0,03							0,03
		<i>Fissurella latimarginata</i>	0,63	0,33	0,40	0,13	0,23		0,03		0,20	0,57
		<i>Fissurella limbata</i>		0,10								
		<i>Fissurella maxima</i>	0,17									0,33
		<i>Fissurella sp.</i>									1,33	0,13
		<i>Mitrella sp.</i>	2,10	1,40	8,27	3,53	42,13				2,20	1,40
		<i>Nacella sp.</i>	1,30		0,03	0,07		0,17	0,07			0,63
		<i>Nassarius sp.</i>	0,20	0,13	2,73	0,93	18,50	1,73				
		<i>Phidiana lottini</i>	0,13		0,13							
	<i>Prisogaster niger</i>	92,20		3,23	12,40							
	<i>Scurria plana</i>	1,87	7,90		0,13	0,23		0,07	0,13	0,03	2,03	
	<i>Scurria sp.</i>				0,13						2,40	
	<i>Tegula atra</i>	6,63			0,47						0,27	
	<i>Tegula tridentata</i>	33,53	53,40	1,87		10,47	5,20	1,33		30,37		
	<i>Turritella cingulata</i>					0,93						
	<i>Xanthochorus sp.</i>	0,13				0,67						
<b>Polyplacophora</b>	<i>Acanthopleura echinata</i>	0,47									0,10	
	<i>Chiton cumingsi</i>	0,57	0,17	0,33						0,10	0,13	
	<i>Tonicia sp.</i>	0,17				0,13				0,10	0,13	
<b>Echinoidea</b>	<i>Loxechinus albus</i>		2,93								0,03	
	<i>Tetrapygyus niger</i>	0,53	4,87		1,10	0,20	0,17					

Densidad (ind./m <sup>2</sup> )		SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
Asteroidea	<i>Heliaster helianthus</i>	0,03	0,03			0,03	0,03			0,20	0,07
	<i>Meyenaster gelatinosus</i>	0,13	0,23	0,07	0,20	0,27	0,13			0,07	0,10
	<i>Odontaster penicillatus</i>			0,03		0,17	0,03				
	<i>Patiria chilensis</i>	0,53	0,67	0,83		2,40				0,50	
	<i>Stichaster striatus</i>		0,13	0,73	0,67	1,20	1,10	0,27	0,40	0,07	
Holoturoidea	<i>Athyonidium chilensis</i>			0,57	0,30	0,33			0,17	0,40	0,13
<b>Total</b>		144,13	74,40	22,37	21,10	102,50	11,37	1,83	0,80	44,43	6,77

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza de especies, tanto para organismo móviles como sésiles, se registró en la estación SR-3 con 45 *taxa* y la menor en la estación SR-8 con sólo 14 *taxa* (Tabla EMB-125). Este índice en la cobertura de especies sésiles presentó bajos números en las estaciones SR-7 y SR-8 no superando las 9 especies. Respecto al índice de diversidad (H') de Shannon-Weaver calculado para la cobertura de especies sésiles, el valor mayor se registró en la estación SR-2 con 3,2 y el menor en las estaciones SR-7 y SR-8 con 2,1. Respecto a las especies móviles, la mayor riqueza se registró en la estación SR-1 con 26 especies, mientras que la diversidad máxima se registró en SR-9 con 3,4.

**Tabla EMB-125: Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales**

	SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
<b>Organismos sésiles</b>										
Riqueza (S')	21	15	24	15	19	17	11	10	20	20
Diversidad (H')	2,7	2,0	3,2	2,2	2,9	2,4	2,1	2,1	2,2	2,7
<b>Organismos móviles</b>										
Riqueza (S')	26	21	23	21	24	13	7	6	23	19
Diversidad (H')	2,0	2,1	3,8	3,2	2,9	3,0	2,4	1,9	3,4	3,1
<b>Riqueza (S') Total (sésil y móvil)</b>	47	36	47	36	43	30	18	16	43	39

### Síntesis campaña otoño 2014

Las comunidades observadas durante la campaña de otoño 2014, se asemejan en términos generales a las observadas durante las campañas realizadas en el 2012. Sin embargo, se observó un aumento de la riqueza y la diversidad de especies en esta campaña.

Las comunidades descritas son habitualmente observadas en el centro norte de Chile (Vásquez & Vega 2004, Caillaux & Stotz, 2003). En el sector de Punta Chungo (SR-3 al SR-6), se observó un ambiente submareal rocoso dominado por parches de macroalgas bentónicas (turf), algas cálcareas (corallinales) e invertebrados filtradores (*Phragmatopoma* sp), no observándose por lo demás la presencia de huirales de *Lessonia* sp. y/o *Macrocystis integrifolia*, como típicamente se observa en el ambiente submareal rocoso del centro-norte de Chile. Cabe destacar la presencia del poliquetos *Phragmatopoma* sp, en particular en el transecto SR-6 que superó el 58% de cobertura y algas corallinales en el transecto SR-4 que obtuvo una cobertura mayor al 60%. En esta comunidad dominaron en términos de densidad algunas especies de moluscos gastrópodos tales como *Prisogaster niger*, *Mitrella* sp,

*Nassarius* sp y *Tegula tridentata*. Los cuales fluctuaron entre 1 a 40 ind./m<sup>2</sup> en el sector de Punta Chungo.

Las estaciones SR-7 y SR-8 ubicadas al sur de Punto Chungo, presentaron una menor riqueza y diversidad de especies por las características físicas de los transectos que en su mayoría presentaron sustrato libre (e.g arena) en más de un 85 %.

En los transectos SR-1 y SR-CN se apreció una comunidad estructurada por algas Phaeophyta del grupo laminareales, las que para el norte de Chile suele ser *Lessonia trabeculata* (Vásquez, 2002, Thiel *et al.*, 2007, Caillaux & Stotz, 2003). Las densidades de *Lessonia trabeculata* estimadas para estos transectos son de 0,93 y 0,83 ind./m<sup>2</sup> respectivamente. Bajo el subdosel de *Lessonia trabeculata* se observó una comunidad dominada en términos de cobertura por algas crustosas calcáreas (corallinales) y en términos de densidad por los gastrópodos tales como *Prisogaster niger*, *Mitrella* sp, *Nassarius* sp y *Tegula tridentata* y *Scurria plana*. Estos sectores están expuestos al oleaje, lo que explicaría la alta riqueza y diversidad de especies encontradas.

El transecto SR-2, presento características de fondos blanqueados, donde dominó el gastrópodo *Tegula tridentata* (53,4 ind./m<sup>2</sup>), seguido de los equinodermos (*Loxechinus albus* y *Tetrapyrgus niger* con 2,93 y 4,87 ind./m<sup>2</sup>, respectivamente). La característica del fondo presentó formaciones heterogenias de rocas, lo que se tradujo en valores de riqueza y diversidad biológica medios a altos, mostrando una comunidad intermedia entre las existentes en Punta Chungo y en la zona de mayor exposición al oleaje (SR-1 y SR-CN).

El transecto SR-9, ubicado en la cercanía de la caleta de pescadores y en un lugar semi-protégido mostró una comunidad similar a la observada en Punta Chungo, no obstante el turf de macroalgas observado lo constituyó principalmente el grupo de las Ceramiales. Adicionalmente, en este sector se observó la presencia de un huiral de *Lessonia trabeculata* con densidades promedio de 0,5 ind./m<sup>2</sup>. El organismo móvil más abundante en este transecto fue el gastrópodo *Tegula tridentata* con densidad promedio de 30,4 ind./m<sup>2</sup> y el decápodo *Pagurus edwardsi* con 5,4 ind./m<sup>2</sup>.

En conclusión, el submareal rocoso del sector Punta Chungo presenta características propias de comunidades de fondos duros dominado por parches de macroalgas bentónicas (turf), algas calcáreas (corallinales) e invertebrados filtradores (*Phragmatopoma* sp). En los sectores más expuestos al oleaje predominaron las comunidades de macroalgas, donde se observó una mayor riqueza y diversidad de especies. Las componentes estructurales del fondo, así como la exposición al oleaje y el régimen de acceso a las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, estarían determinando la composición específica del submareal en el área de influencia.

#### ➤ Invierno 2014

En la Tabla EMB-126 y la Tabla EMB-127 se muestran los resultados de las especies sésiles y móviles, respectivamente que se encontraron en los transectos submareales en la bahía de Conchalí.

**Tabla EMB-126: Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, invierno 2014**

Cobertura (%)			SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
Taxa												
Cnidaria	Hydrozoa	Hydrozoa indet.			0,10		0,07					0,10
	Octocorallia	Octocorallia indet.			0,07							0,07
Briozoa	Indet.	Briozoa indet.									0,07	
Crustacea	Cirripedia	<i>Austromegabalanus psittacus</i>		0,13								
		<i>Balanus flosculus</i>	1,30	0,03	0,07		0,07			0,07	0,30	0,17
		<i>Balanus laevis</i>	0,13	0,17	0,07	0,03	0,13				0,57	0,13
Mollusca	Bivalvia	<i>Brachidontes granulata</i>		0,07								0,07
Polychaeta	Serpulidae	<i>Romanchella</i> sp.		0,07	0,03	0,03		0,17			0,07	
		Serpulidae indet.	0,17				0,10				0,03	0,13
	Sabelliariidae	<i>Phragmatopoma</i> sp.	2,03	6,83	20,8 3	6,72	33,8 0	55,0 7	0,33		0,90	7,77
Asci- diacea	Indet.	Asciaceae sp.1									0,13	
	Didemnidae	Didemnidae indet.	0,07		0,07		0,17	0,20			0,07	
	Pyuridae	<i>Pyura chilensis</i>	0,13	0,03	0,13	0,10	0,07				0,93	0,17
Porifera	Demospongiae	<i>Clionopsis platei</i>		0,37	0,37							
		Demospongiae sp.1	0,27	0,03							0,10	0,30
		Demospongiae sp.2		0,17					1,03	0,90		
Rhodophyta	Bonne- maisoniaceae	<i>Asparagopsis armata</i>			0,57	0,43						
	Corallinales	<i>Bossiella orbigniana</i>	1,20		0,43		2,00	0,73			1,83	1,07
		<i>Corallina</i> sp.		0,10	1,00	0,60						
		Corallinales indet.	57,5 7	74,2 7	22,9 0	58,2 7	37,8 3	33,1 3	2,43	2,97	42,7 0	52,6 3
	Ceramiales	Ceramiales indet.	0,27	5,43	7,93	2,20	1,70	1,73		0,33	1,10	12,6 7
	Gelidiales	Gelidiales indet.		0,93	0,43	3,70	0,57			0,10	0,93	
		<i>Gelidium</i> sp.			0,57	0,17						
	Hildenbrandiales	<i>Hildenbrandia</i> sp.	6,37	5,17	2,47	2,40	2,73	0,87	0,07		9,40	5,93
	Plocamiaceae	<i>Plocamium cartilagineum</i>	3,57		0,73	0,07	1,27	0,43			5,07	1,77
	Rhodymeniaceae	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	1,67		14,8 0	4,70	7,13	1,23	0,20		8,17	
<i>Rhodymenia</i> sp.		13,7 7		0,13						8,10	2,63	
Phaeo- phyta	Desmarestiaceae	<i>Desmarestia</i> sp.										0,83
	Dictyotaceae	<i>Dictyota kunthii</i>	1,30		0,73			0,27			7,10	1,57
	Lessoniaceae	<i>Lessonia trabeculata</i>									0,17	0,33
	Stypocaulaceae	<i>Halopteris paniculata</i>			2,37							
Chloro- phyta	Ralfsiaceae	<i>Ralfsia verrucosa</i>	6,30	2,60	1,90	3,10	1,43	0,10	1,53	0,63	4,70	6,87
	Caulerpales	Caulerpales indet.		0,03		0,07	0,60	0,10				
Ulvaceae	<i>Ulva</i> sp.			7,67	12,6 0	6,57	3,57	0,23	0,17	2,73		
	Sustrato	Sustrato disponible	3,90	3,57	13,6 3	4,81	3,77	2,40	94,1 7	94,8 3	4,83	4,80

**Tabla EMB-127: Densidad (ind./m<sup>2</sup>) de organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, invierno 2014**

Densidad (ind./m <sup>2</sup> )		SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN	
<b>Taxa</b>												
<b>Crustacea</b>	<b>Decápoda</b>	<i>Cancer setosus</i>			0,80	0,03	0,53			0,07	0,23	
		<i>Homalaspis plana</i>	0,03	0,07	0,07	0,10	0,07					0,10
		<i>Pagurus edwardsi</i>	2,93	1,67	0,43	3,43	4,60	2,33		0,13	5,87	0,40
		<i>Pagurus sp.</i>				0,23						
		<i>Paraxanthus barbiger</i>	0,07	0,10	0,33	0,13	0,37	0,30	0,07		0,20	
		<i>Petrolisthes desmarestii</i>		0,53								
		<i>Rhynchocinetes typus</i>	0,80	4,57	0,50	3,80	1,60	1,13				
		<i>Taliepus dentatus</i>	0,03	0,03	0,53	0,17	0,53			0,10	0,30	0,03
<b>Mollusca</b>	<b>Gastrópoda</b>	<i>Caliptraea trochiformis</i>	0,53		0,07						0,40	
		<i>Concholepas concholepas</i>	0,03	0,13		0,07	0,03	0,07			0,03	0,03
		<i>Crassilabrum crassilabrum</i>				0,20	0,33				0,60	
		<i>Crepidula dilatata</i>					22,43	0,70				
		<i>Diaulula variolata</i>		0,07								0,07
		<i>Fissurella costata</i>	0,27	0,07		0,07			0,07		0,10	0,10
		<i>Fissurella cumingi</i>	0,07	0,07								
		<i>Fissurella latimarginata</i>	0,33	0,13	0,13	0,27	0,07		0,03	0,03	0,17	0,20
		<i>Fissurella limbata</i>		0,20								
		<i>Fissurella sp.</i>	0,10								1,07	
		<i>Mitrella sp.</i>	3,33	0,53	7,07	1,07	31,70				4,27	0,67
		<i>Nacella sp.</i>	0,17	0,37		0,20		0,20	0,13			0,40
		<i>Nassarius sp.</i>	0,27	0,20	5,07	1,20	20,13	1,80			2,73	
		<i>Phidiana lottini</i>										0,03
		<i>Prisogaster niger</i>			5,67	29,13						0,93
		<i>Scurria plana</i>	0,80	5,80	0,13	1,33	0,27			0,27	1,07	1,20
		<i>Scurria sp.</i>				0,93					0,53	
		<i>Tegula atra</i>	0,17	0,30	0,13	0,10			0,07			
	<i>Tegula tridentata</i>	15,20	49,87	4,60	13,80	14,63	8,27	0,53		29,27	0,67	
	<i>Xanthochorus sp.</i>	0,10				0,67				0,40	0,03	
	<b>Polyplacophora</b>	<i>Acanthopleura echinata</i>	0,03	0,07							0,07	
		<i>Chiton cumingsi</i>		0,03	0,03	0,23						0,27
		<i>Toncia sp.</i>		0,07		0,03	0,07			0,33	0,13	
<b>Echinodermata</b>	<b>Echinoidea</b>	<i>Loxechinus albus</i>		0,33								
		<i>Tetrapyrgus niger</i>	0,40	3,67		2,93	0,43	0,33		0,07		
	<b>Asteroidea</b>	<i>Heliaster helianthus</i>	0,03	0,07		0,07	0,03	0,03				
		<i>Meyenaster gelatinosus</i>	0,03	0,17	0,17	0,07	0,23	0,10		0,20	0,13	
		<i>Odontaster penicillatus</i>			0,03	0,03	0,27	0,03				
		<i>Patiria chilensis</i>	0,93		0,57	0,13	3,13			1,73		
		<i>Patiria obesa</i>			0,03							
	<i>Stichaster striatus</i>		0,27	0,30	0,63	1,27	0,77	0,23	0,67			
<b>Holoturoidea</b>	<i>Athyonidium chilensis</i>		0,10	0,10	0,30	1,13	0,10		0,33	2,07		
<b>Cnidaria</b>	<b>Actiniaria</b>	<i>Actinaria indet.</i>	0,40									
		<i>Anemonia alicemartinae</i>	0,40							5,07		
		<i>Antholoba achates</i>			0,07	0,03	0,03					
		<i>Phymanthea pluvia</i>		0,07	0,03	0,10	0,03				0,03	
		<i>Phymactis papillosa</i>	0,03			0,03					0,03	
<b>Total</b>		27,5	69,5	26,9	60,9	104,6	16,2	1,1	1,6	56,8	5,4	

## Riqueza y diversidad

La mayor riqueza de especies, tanto para organismo móviles como sésiles, se registró en la estación SR-3 y SR-4 con 47 *taxa* y la menor se registró en las estaciones SR-7 y SR-8 con sólo 14 *taxa* (Tabla EMB-128). Este índice en la cobertura de especies sésiles presentó bajos números en las estaciones SR-7 y SR-8 no superando las 7 especies. Respecto al índice de diversidad ( $H'$ ) de Shannon-Weaver calculado para la cobertura de especies sésiles, el valor mayor se registró en la estación SR-3 con 2,95 y el menor en la estación SR-8 con 1,8. Respecto a las especies móviles, la mayor riqueza se registró en la estación SR-4 con 31 especies, mientras que la diversidad máxima se registró en SR-ECN con 3,37.

**Tabla EMB-128: Índices de riqueza específica ( $S'$ ) y de diversidad Shannon-Weaver ( $H'$ ) para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales**

	SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
<b>Organismos sésiles</b>										
Riqueza ( $S'$ )	16	17	24	16	17	13	7	7	22	19
Diversidad ( $H'$ )	2,10	1,34	2,95	2,04	2,29	1,58	2,14	1,88	2,84	2,30
<b>Organismos móviles</b>										
Riqueza ( $S'$ )	26	28	23	31	25	14	7	7	24	18
Diversidad ( $H'$ )	2,50	1,72	2,90	2,55	2,75	2,38	2,22	2,28	2,66	3,37
<b>Riqueza (<math>S'</math>) Total (sésil y móvil)</b>	42	45	47	47	42	27	14	14	46	37

## Síntesis campaña invierno 2014

Las comunidades observadas durante la campaña de invierno 2014, se asemejaron a las especies encontradas en las campañas de otoño 2014 y son similares en términos generales a lo observado durante las campañas realizadas en el 2012.

Las comunidades descritas son habitualmente observadas en el centro norte de Chile (Vásquez & Vega 2004, Caillaux & Stotz, 2003). En el sector de Punta Chungo (SR-3 al SR-6), se observó un ambiente submareal rocoso dominado por parches de macroalgas bentónicas (turf), algas cálcareas (corallinales) e invertebrados filtradores (*Phragmatopoma* sp), no observándose por lo demás la presencia de huirales de *Lessonia* sp. y/o *Macrocystis integrifolia*, como típicamente se observa en el ambiente submareal rocoso del centro-norte de Chile. Cabe destacar la presencia del poliquetos *Phragmatopoma* sp, en particular en el transecto SR-6 que supero el 50% de cobertura y algas corallinales en el transecto SR-4 donde se obtuvo cobertura mayor al 60%. En esta comunidad dominaron en términos de densidad algunas especies de moluscos gastrópodos tales como *Prisogaster niger*, *Mitrella* sp, *Nassarius* sp y *Tegula tridentata*, donde las abundancias fluctuaron entre 1 a 32 ind./m<sup>2</sup> en el sector de Punta Chungo.

Las estaciones SR-7 y SR-8 ubicadas al sur de Punta Chungo, presentaron una menor riqueza y diversidad de especies por las características físicas del transecto que en su mayoría presentó sustrato libre (e.g arena) en más de un 94%.

En los transectos SR-1 y SR-CN se apreció una comunidad estructurada por algas Phaeophyta del grupo laminareales, las que para el norte de Chile suele ser *Lessonia trabeculata* (Vásquez, 2002, Thiel *et al.*, 2007, Caillaux & Stotz, 2003). Las densidades de



*Lessonia trabeculata* estimadas para estos transectos son de 0,5 y 0,4 ind./m<sup>2</sup> respectivamente. Bajo el subdosel de *Lessonia trabeculata* se observó una comunidad dominada en términos de cobertura por algas crustosas calcáreas (Corallinales) y en términos de densidad por los gastrópodos *Prisogaster niger*, *Mitrella* sp. y *Tegula tridentata*. Estos sectores están expuestos al oleaje, lo que explicaría la alta riqueza y diversidad de especies encontradas.

El transecto SR-2, presenta un características de fondos blanqueados, con la presencia de 50 ind./m<sup>2</sup> de *Tegula tridentata* y 3,6 ind./m<sup>2</sup> del erizo negro (*Tetrapygyus niger*). Además, el fondo se caracterizó por ser heterogéneo de con grandes formaciones rocosas, donde la riqueza y diversidad de especie presentó valores medios a altos, mostrando una comunidad intermedia entra las existentes en Punta Chungo y en la zona de mayor exposición al oleaje (SR-1 y SR-CN).

El Transecto SR-9, ubicado en la cercanía de la caleta de pescadores y en un lugar semi-protegido mostro una comunidad similar a la observada en Punta Chungo, no obstante el turf de macroalgas observado lo constituyeron principalmente algas corallinales. El organismo móvil más abundante en este transecto fue el gastrópodo *Tegula tridentata* con densidad promedio de 29,3 ind./m<sup>2</sup> y el decápodo *Pagurus edwardsi* con 5,87 ind./m<sup>2</sup>.

En conclusión, el submareal rocoso del sector Punta Chungo presenta características propias de comunidades de fondos duros dominado por parches de macroalgas bentónicas (turf), algas calcáreas (corallinales) e invertebrados filtradores (*Phragmatopoma* sp.). En los sectores más expuestos al oleaje predominaron las comunidades de macroalgas, donde se observó una mayor riqueza y diversidad de especies. Las componentes estructurales del fondo, así como la exposición al oleaje y el régimen de acceso a las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, estarían determinando la composición específica del submareal en el área de influencia.

### ➤ Primavera 2014

En la Tabla EMB-129 y la Tabla EMB-130 se muestran los resultados de las especies sésiles y móviles, respectivamente que se encontraron en los transectos submareales en la bahía de Conchalí.

**Tabla EMB-129: Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, primavera 2014**

Cobertura (%)			SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
Taxa												
Briozoa	Indet.	Briozoa indet.	0,07		0,07		0,13					
		<i>Balanus flosculus</i>	0,53	0,20		0,07					0,67	1,27
Crustacea	Cirripedia	<i>Balanus laevis</i>	0,07	0,33				0,07			0,10	
		<i>Brachidontes granulata</i>										0,07
Mollusca	Bivalvia	<i>Chama pellucida</i>					0,03					
		<i>Romanchella</i> sp.					0,47		0,17		0,03	
Polychaeta	Serpulidae	Serpulidae indet.	0,13	0,13							0,20	0,20
		<i>Phragmatopoma</i> sp.	0,03	2,80	9,07	2,70	2,07		1,40		0,50	2,47
	Sabellariidae											
Ascidiacea	Ascidiacea	Ascidiacea sp.1	0,03	0,03								0,03
		Ascidiacea sp.2	0,10									
	Didemnidae										0,07	

Cobertura (%)			SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN	
	<b>Polycitoridae</b>	<i>Eudistoma</i> sp.			0,07								
	<b>Pyuridae</b>	<i>Pyura chilensis</i>	0,20	0,10	0,63	0,20	0,03				0,83	0,30	
<b>Porifera</b>	<b>Demospogoniae</b>	<i>Demospogoniae</i> sp.1	0,30	0,30								0,37	
		<i>Demospogoniae</i> sp.2							1,50				
	<b>Halichondriidae</b>	<i>Halichondria prostata</i>	0,07	0,07							0,13		
<b>Rhodophyta</b>	<b>Bonne-maisoniaceae</b>	<i>Asparagopsis armata</i>			5,20	2,37	0,17	0,20					
		<i>Bossiella orbigniana</i>	1,13	0,87	2,63	0,60	0,47				0,73	0,67	
	<b>Corallinales</b>	<i>Corallina officinallis</i>			1,17								
		<i>Corallina</i> sp.			2,53	1,90	3,90				0,03		
		Corallinales indet.	46,8	68,5	26,5	35,0	70,2		10,1		42,0	27,5	
	<b>Ceramiales</b>	Ceramiales indet.	28,4	11,8	21,2	0,87	2,53	45,5			24,1	0,17	
	<b>Gelidiales</b>	Gelidiales indet.	0,17		5,87	3,77	1,00				0,20	14,20	
	<b>Gigartinaceae</b>	<i>Chondracanthus chamissoi</i>			1,33								
	<b>Hildenbrandiales</b>	<i>Hildenbrandia</i> sp.	5,10	3,43	2,93	4,17	5,70		0,43		5,07	5,53	
	<b>Plocamiaceae</b>	<i>Plocamium cartilagineum</i>	1,63	1,10		1,70		1,83			3,40	2,80	
<b>Rhodymeniaceae</b>	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	1,43	0,43	7,60	14,8	0,77	1,67	0,57		7,53			
	<i>Rhodymenia</i> sp.					0,40							
<b>Phaeophyta</b>	<b>Desmarestiaceae</b>	<i>Desmarestia</i> sp.				0,70						7,67	
	<b>Dictyotaceae</b>	<i>Dictyota kunthii</i>	4,03	2,87				0,07			5,97	4,20	
	<b>Stypocaulaceae</b>	<i>Halopteris paniculata</i>			3,47	0,37							
	<b>Ralfsiaceae</b>	<i>Ralfsia verrucosa</i>	7,57	6,00	0,53	2,20	1,60		0,37		3,80	26,63	
<b>Chlorophyta</b>	<b>Caulerpales</b>	Caulerpales indet.					5,60				0,03		
	<b>Codiaceae</b>	<i>Codium dimorphum</i>										1,40	
	<b>Ulvaceae</b>	<i>Ulva</i> sp.		0,07	7,67	27,2			0,33		1,07	0,17	
	<b>Indet.</b>	Chlorophyta indet.	0,03	0,03								0,60	
<b>Sustrato</b>		Sustrato disponible	1,77	0,83	1,47	1,27	4,87	50,6	85,1	100	3,40	3,70	

**Tabla EMB-130: Densidad (ind./m<sup>2</sup>) de organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, primavera 2014**

Densidad (ind./m <sup>2</sup> )			SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN	
<b>Taxa</b>													
<b>Crustácea</b>	<b>Decápoda</b>	<i>Cancer setosus</i>	0,03		0,03	0,03	0,07	0,03	0,03		0,17		
		<i>Homalaspis plana</i>	0,03		0,03	0,07	0,03				0,03		
		<i>Pagurus edwardsi</i>	0,53	0,60	2,13		5,93	1,20				4,13	1,33
		<i>Pagurus</i> sp.			0,20	1,13						0,27	
		<i>Paraxanthus barbiger</i>	0,17	0,10	0,17	0,07	0,50	0,33				0,37	0,10
		<i>Petrolisthes desmarestii</i>					0,07						
		<i>Rhynchocinetes typus</i>			4,83	1,20	6,40	4,80					
		<i>Taliepus dentatus</i>	0,10	0,07	0,57	0,10	0,10	0,13	0,03			0,17	
<b>Mollusca</b>	<b>Gasterópoda</b>	<i>Caliptraea trochiformis</i>									0,13		
		<i>Concholepas concholepas</i>	0,07	0,03		0,03						0,03	0,03
		<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	0,07	0,13	0,03								0,13
		<i>Crepidula dilatata</i>					25,33					0,80	
		<i>Diaulula punctuolata</i>											0,03
		<i>Diaulula variolata</i>	0,03										
		<i>Fissurella costata</i>	0,40	0,20		0,30	0,03					0,10	0,23
		<i>Fissurella cumingi</i>	0,10			0,03							
		<i>Fissurella latimarginata</i>	0,57	0,53			0,03		0,03			0,07	0,20
		<i>Fissurella</i> sp.			0,73	0,03						0,33	0,27
		<i>Mitrella</i> sp.	1,10	0,43	28,87	10,13	1,87	0,40				5,33	2,00

Densidad (ind./m <sup>2</sup> )		SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN	
Echinodermata		<i>Nacella</i> sp.	0,63	0,37		0,27			0,07		0,83	1,20
		<i>Nassarius</i> sp.	2,13	0,20	12,67	8,67	5,73	5,57			7,13	1,60
		<i>Phidiana lottini</i>	0,03	0,03							0,03	
		<i>Prisogaster niger</i>		11,07	1,07							
		<i>Scurria plana</i>	1,50	6,97		0,60	0,47		0,07		1,50	2,00
		<i>Tegula atra</i>	0,97	0,33							0,20	
		<i>Tegula tridentata</i>	16,27	21,90	0,20	16,60	100,07	9,27	1,33		33,67	5,73
		<i>Thecaceras darwini</i>			0,03							
		<i>Xanthochorus</i> sp.	0,07	0,07							0,27	0,13
	Polypla-cophora	<i>Acanthopleura echinata</i>		0,07								
		<i>Chiton cumingsi</i>	0,23	0,03			0,03				0,27	0,23
		<i>Tonicia</i> sp.	0,17	0,20			0,13				0,23	0,07
	Echinoidea	<i>Loxechinus albus</i>		0,20								
			<i>Tetrapygyus niger</i>	0,20	1,53		0,37	0,77			0,10	
		Asteroidea	<i>Heliaster helianthus</i>	0,07	0,03		0,03	0,07			0,10	0,07
<i>Meyenaster gelatinosus</i>			0,07	0,23	0,07	0,17	0,13	0,07		0,20	0,13	
<i>Odontaster penicillatus</i>							0,03	0,10				
<i>Patiria chilensis</i>			0,33	0,20			1,47			0,73		
<i>Stichaster striatus</i>			0,10		0,03	0,17	0,20	0,10	0,27			
Holoturoidea	<i>Athyonidium chilensis</i>	0,20		0,80	0,73	0,23	0,13		0,27	0,07		
Cnidaria	Actiniaria	Actiniaria indet.								0,40	0,40	
		<i>Anemonia alicemartinae</i>	0,10	0,10						3,43	0,40	
		<i>Antholoba achates</i>								0,07		
		<i>Anthothoe chilensis</i>				0,27	0,40				0,00	
		<i>Phymanthea pluvia</i>	0,03	0,03	0,10		0,03			0,03	0,03	
		<i>Phymactis papillosa</i>	0,03				0,03				0,17	
		<b>Total</b>	26,33	45,67	52,57	41,00	150,17	22,13	1,83	0,00	61,57	16,40

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza de especies, tanto para organismo móviles como sésiles, se registró en la estación SR-9 con 55 *taxa* y la menor se registró en las estaciones SR-7 con sólo 15 *taxa* (Tabla EMB-131). En SR-8 estuvo caracterizado solamente por sustrato libre, por lo cual no presenta índices ecológicos. Respecto al índice de diversidad (H') de Shannon-Weaver calculado para la cobertura de especies sésiles, el valor mayor se registró en la estación SR-3 con 3,20 y el menor en la estación SR-6 con 0,51. Respecto a las especies móviles, la mayor riqueza se registró en la estación SR-9 con 32 especies, mientras que la diversidad máxima se registró en SR-ECN con 3,14.

**Tabla EMB-131: Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales**

	SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
<b>Organismos sésiles</b>										
Riqueza (S')	21	19	17	16	16	6	8	-	20	19
Diversidad (H')	2,17	1,73	3,20	2,65	1,63	0,51	1,69	-	2,49	2,83
<b>Organismos móviles</b>										
Riqueza (S')	30	26	18	21	26	12	7	-	32	22
Diversidad (H')	2,45	2,26	1,99	2,35	1,73	2,13	1,39	-	2,55	3,14
<b>Riqueza (S') Total (sésil y móvil)</b>	52	45	36	38	42	18	15	-	55	41

## Síntesis campaña primavera 2014

Las comunidades observadas durante la campaña de primavera 2014, se asemejan a las especies encontradas en las campañas de otoño e invierno 2014 y son similares en términos generales a los observado durante las campañas realizadas en el 2012.

Las comunidades descritas son habitualmente observadas en el centro norte de Chile (Vásquez & Vega 2004, Caillaux & Stotz, 2003). En el sector de Punta Chungo (SR-3 al SR-6), se observó un ambiente submareal rocoso dominado por parches de macroalgas bentónicas (turf), algas cálcareas (corallinales) e invertebrados filtradores (*Phragmatopoma* sp), no observándose por lo demás la presencia de huirales de *Lessonia* sp. y/o *Macrocystis integrifolia*, como típicamente se observa en el ambiente submareal rocoso del centro-norte de Chile. Cabe destacar la baja presencia del poliquetos *Phragmatopoma* sp, durante esta campaña de primavera que no superó los 9% de cobertura, mientras que el alga corallinales en el transecto SR-5 que obtuvo cobertura del 70%. En esta comunidad dominaron en términos de densidad algunas especies de moluscos gastrópodos tales como *Mitrella* sp. y *Nassarius* sp, los cuales fluctuaron entre 1 a 28,8 ind./m<sup>2</sup> y en mayor abundancia *Tegula tridentata* con 100 ind./m<sup>2</sup> en SR-5. Además se apreciaron en menores abundancias los decápodos tales como *Pagurus edwardsi* y *Rhynchocinetes typus* en el sector de Punta Chungo.

La estación SR-7 ubicadas al sur de Punto Chungo, presentó una menor riqueza y diversidad de especies por las características físicas del transecto que en su mayoría presentó sustrato libre (e.g arena) en más de un 85 %. Un caso especial es el repostado en el transecto SR-8 donde se cuantificó un 100% de sustrato libre correspondiente a arena, esto se puede explicar debió a las constantes cambios físicos en la zona costera donde la arena cubrió las rocas presentes en dicho sector, en otras palabras se embancó el transecto con arena por las marejadas previas a esta campaña.

En los transectos SR-1 y SR-CN se apreció una comunidad estructurada por algas Phaeophyta del grupo laminareales, las que para el norte de Chile suele ser *Lessonia trabeculata* (Vásquez, 2002, Thiel *et al.*, 2007, Caillaux & Stotz, 2003). Bajo el subdosel de *Lessonia trabeculata* se observó una comunidad dominada en términos de cobertura por algas crustosas calcáreas (Corallinales) y en términos de densidad por los gastrópodos *Prisogaster niger*, *Mitrella* sp. *Scurria plana* y *Tegula tridentata*. Estos sectores están expuestos al oleaje, lo que explicaría la alta riqueza y diversidad de especies encontradas.

El transecto SR-2, presento un características de fondos blanqueados, con la presencia de 21,9 ind./m<sup>2</sup> de *Tegula tridentata*, 11,07 ind./m<sup>2</sup> de *Prisogaster niger* y un 3,6 ind./m<sup>2</sup> del erizo negro (*Tetrapyrgus niger*). Además, el fondo se caracterizó por ser heterogéneo de con grandes formaciones rocosas. Por lo tanto, la riqueza y diversidad de especie presentó valores medios a altos, mostrando una comunidad intermedia entre las existentes en Punta Chungo y en la zona de mayor exposición al oleaje (SR-1 y SR-CN).

El Transecto SR-9, ubicado en la cercanía de la caleta de pescadores y en un lugar semi-protégido mostro una comunidad similar a la observada en Punta Chungo, no obstante el turf de macroalgas observado lo constituyeron principalmente las algas corallinales y ceramiales. El organismo móvil más abundante en este transecto fue el gastrópodo *Tegula tridentata* con densidad promedio de 33,7 ind./m<sup>2</sup>, seguido por *Nassarius* sp.(7,13 ind./m<sup>2</sup>)y *Mitrella* sp.

(5,33 ind/m<sup>2</sup>). Además, se encontró el decápodo *Pagurus edwardsi* con una abundancia de 4,13 ind./m<sup>2</sup>.

En conclusión, el submareal rocoso del sector Punta Chungo presenta características propias de comunidades de fondos duros dominado por parches de macroalgas bentónicas (turf), algas calcáreas (corallinales) e invertebrados filtradores (*Phragmatopoma* sp.). En los sectores más expuestos al oleaje predominaron las comunidades de macroalgas, donde se observó una mayor riqueza y diversidad de especies. Las componentes estructurales del fondo, así como la exposición al oleaje y el régimen de acceso a las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, estarían determinando la composición específica del submareal en el área de influencia.

### ➤ Verano 2015

En la Tabla EMB-132 y la Tabla EMB-133 se muestran los resultados de las especies sésiles y móviles, respectivamente que se encontraron en los transectos submareales en la bahía de Conchalí.

**Tabla EMB-132: Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, verano 2015**

Cobertura (%)			SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
Taxa												
Crustacea	Cirripedia	<i>Austromegabalanus psittacus</i>		0,10								
		<i>Balanus flosculus</i>	0,40		0,03	0,10					0,17	0,13
Mollusca	Bivalvia	<i>Brachidontes granulata</i>			0,03							
Polychaeta	Serpulidae	<i>Romanchella</i> sp.		0,10				0,20				
		Serpulidae indet.	0,43		0,07	0,03	0,07				0,13	
	Sabellariidae	<i>Phragmatopoma</i> sp.	3,07	12,8	12,8	8,67	18,5	10,2				2,93
	Indet.	Polychaeta sp. 1					0,87					
Ascidia- cea	Indet.	Ascidacea sp.1					0,13					
	Polyclinidae	<i>Aplidium</i> sp.		0,17								
	Didemnidae	Didemnidae indet.					0,10					
	Polycitoridae	<i>Eudistoma</i> sp.	0,20								0,20	
Porifera	Indet.	Porifera sp.1	0,20	1,97								0,10
		Porifera sp.2	0,10									
	Clionidae	<i>Clionopsis platei</i>									0,23	
	Halichondriidae	<i>Halichondria prostata</i>	0,37		0,27		0,23					
Bryozoa	Indet.	Bryozoa sp. 1	0,03									
Rhodophyta	Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis armata</i>	0,37									
		<i>Bossiella orbigniana</i>	2,67		1,17		2,33	1,20			2,53	
	Corallinales	<i>Corallina</i> sp.	2,97		1,40			0,73				
		Corallinales indet.	53,5	63,9	36,5	65,0	43,8	10,5			25,3	62,3 3
	Ceramiales	Ceramiales indet.	7,30	2,03	4,70	1,37	12,1	5,67			14,1	1,47
	Desmarestiaceae	<i>Desmarestia</i> sp.			0,77							0,10
	Gelidiales	Gelidiales indet.						1,30				5,07
		<i>Gelidium</i> sp.						0,23				
	Hildenbrandiales	<i>Hildenbrandia</i> sp.	7,13	17,3	8,03	7,10	3,70	2,57			17,7	7,37
Plocamiaceae	<i>Plocamium cartilagineum</i>	0,30		1,80		5,10	1,07			0,23		
Rhodymeniaceae	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	0,27		2,77		2,73	0,27			9,67		

Cobertura (%)			SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN	
		<i>Rhodymenia</i> sp.			0,97						4,70		
Phaeo-phyta	Dictyotaceae	<i>Dictyota kunthii</i>	4,93	0,40				0,27			4,63		
	Laminariaceae	<i>Macrocystis integrifolia</i>										2,67	
	Lessoniaceae	<i>Lessonia spicata</i>	0,87										
		<i>Lessonia trabeculata</i>	0,70										
Ralfsiaceae	<i>Ralfsia verrucosa</i>	11,6	0,57	3,47	2,77	3,10					11,6	11,7	
Chloro-phyta	Caulerpales	Caulerpales indet.		0,17								2,03	
	Ulvaceae	<i>Ulva</i> sp.			18,50	0,90		0,40			2,10	3,13	
	Indet.	Chlorophyta sp.1	0,30			0,20	0,50						
<b>Sustrato disponible</b>			2,20	0,40	5,77	13,8	6,63	65,3	100	100	6,47	0,87	

**Tabla EMB-133: Densidad (ind./m<sup>2</sup>) de organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, verano 2015**

Densidad (ind./m <sup>2</sup> )			SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
<b>Taxa</b>												
Crustacea	Decápoda	<i>Cancer setosus</i>		0,03	0,13	0,30	0,50				0,07	
		<i>Homalaspis plana</i>		0,13			0,03				0,03	0,03
		<i>Pagurus edwardsi</i>	0,13	3,60			0,27				0,07	3,13
		<i>Pagurus</i> sp.					5,23				4,40	
		<i>Paraxanthus barbiger</i>	0,03	0,07	0,17	0,13					0,07	0,30
		<i>Rhynchocinetes typus</i>		3,07		6,67	0,17				0,30	0,67
		<i>Taliepus dentatus</i>	0,20		0,20	0,30	0,33				0,37	0,07
Mollusca	Gastropoda	<i>Caliptraea trochiformis</i>				0,93	0,27					0,10
		<i>Concholepas concholepas</i>	0,53		0,10						0,03	0,20
		<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	0,03	1,47			0,03				0,03	0,07
		<i>Crepidula dilatata</i>					12,33	0,27				
		<i>Diaulula variolata</i>	0,03								0,03	
		<i>Fissurella costata</i>	2,67		0,73		0,07				0,57	0,53
		<i>Fissurella cumingi</i>			0,03							
		<i>Fissurella latimarginata</i>	0,53	0,40	0,40	0,23					0,20	0,80
		<i>Fissurella limbata</i>									0,03	
		<i>Fissurella maxima</i>										0,40
		<i>Fissurella pulchra</i>		0,03		0,30						
		<i>Fissurella</i> sp.	0,07			0,13						0,40
		<i>Mitrella unifasciata</i>	1,33	1,07	8,93	1,47	16,00				2,53	9,73
		<i>Nacella</i> sp.	2,87								0,30	1,03
		<i>Nassarius</i> sp.	0,93		2,00		23,77	4,30			0,27	
		<i>Prisogaster niger</i>	16,13		2,67	10,27						
	<i>Scurria plana</i>	1,50	60,13							2,90	28,23	
	<i>Scurria</i> sp.										16,33	
	<i>Thecacera darwini</i>									0,10	0,00	
	<i>Tegula atra</i>	1,53	2,27		0,93						40,77	
	<i>Tegula euryomphala</i>										42,10	
	<i>Tegula tridentata</i>	29,33	54,60	9,60	7,27	4,10	1,87			70,47	58,40	
	<i>Turritella cingulata</i>					3,73						
Polyplacophora	<i>Acanthopleura echinata</i>	0,80			2,00						0,17	
	<i>Chiton cumingsi</i>	0,97		0,07	2,03					0,80		
	<i>Tonicia</i> sp.	0,03										
Echinodermata	Echinoidea	<i>Loxechinus albus</i>		0,10		3,07						
		<i>Tetrapygyus niger</i>	0,33	1,03		3,47						0,40
	Astroidea	<i>Heliaster helianthus</i>	0,07	0,07							0,07	

Densidad (ind./m <sup>2</sup> )		SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN	
	<i>Meyenaster gelatinosus</i>	0,20	0,20	0,43		0,13	0,13			0,43	0,10	
	<i>Odontaster penicillatus</i>	0,30					0,27					
	<i>Patiria chilensis</i>	0,93			1,20	2,93				0,10		
	<i>Patiria obesa</i>				0,03							
	<i>Stichaster striatus</i>			0,33	1,27	0,97	0,10					
	<b>Holoturoidea</b>	<i>Athyonidium chilensis</i>			0,27	0,23	0,53				0,50	
<b>Cnidaria</b>	<b>Anthozoa</b>	<i>Actinaria sp. 1</i>								0,03		
		<i>Anemonia alicemartinae</i>	0,27								2,03	
		<i>Antholoba achates</i>			0,03						0,03	
		<i>Anthothoe chilensis</i>	0,07								0,30	
		<i>Isocradactys sp.</i>				0,07						
		<i>Phymanthea pluvia</i>	0,03	0,17	0,03	0,10	0,03				0,07	
		<i>Phymactis papillosa</i>		0,03								
<b>Total</b>		61,87	128,47	26,13	42,40	71,43	6,93	0,00	0,00	87,13	203,97	

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza de especies sésiles representadas por cobertura se registró en la estación SR-1 con 22 *taxa* y la mayor densidad de organismos móviles se registró en la estación SR-9 con 29 *taxa*. Mientras que la menor riqueza, sin contar los transectos defaunados SR-7 y SR-8, se registró en las especies sésiles (cobertura) en la estación SR-4 con 9 *taxa* y el menor registro de especies móviles (densidad) se registró en la estación SR-6 con sólo 6 *taxa* (Tabla EMB-134). Los transecto SR-7 y SR-8 estuvieron caracterizado solamente por sustrato libre y defaunado, por lo cual no presenta índices ecológicos. En la suma de las riquezas de especies de cobertura y densidad, se observó que los transectos SR-1 y SR-9 presentaron las máximas riquezas con valores de 49 y 44, respectivamente. Mientras que la menor riqueza se observó en el transecto SR-6 con valores de 19 especies.

Respecto al índice de diversidad (H') de Shannon-Weaver calculado para la cobertura de especies sésiles, el valor mayor se registró en la estación SR-9 con 3,04 y el menor en la estación SR-2 con 1,61. Respecto a densidad de las especies móviles, la mayor diversidad se registró en la estación SR-4 con 3,34, mientras que la diversidad menor se registró en SR-9 con 1,35.

**Tabla EMB-134: Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales**

	SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
<b>Organismos sésiles</b>										
Riqueza (S')	22	12	17	9	14	13	-	-	15	13
Diversidad (H')	2,49	1,61	2,89	1,70	2,57	1,85	-	-	3,04	1,97
<b>Organismos móviles</b>										
Riqueza (S')	27	18	17	22	19	6	-	-	29	22
Diversidad (H')	2,52	1,69	2,39	3,37	2,72	1,50	-	-	1,35	2,66
<b>Riqueza (S') Total (sésil y móvil)</b>	49	30	34	31	33	19	-	-	44	35

## Síntesis campaña verano 2015

Las comunidades observadas durante la campaña de verano 2015, se asemejan a las especies encontradas en todas campañas del 2014 y son similares en términos generales a lo observado durante las campañas realizadas en el 2012.

Las especies y las comunidades observadas en esta campaña son habitualmente descritas para el centro norte de Chile (Vásquez & Vega 2004, Caillaux & Stotz, 2003). En el sector de Punta Chungo (SR-3 al SR-6), se observó un ambiente submareal rocoso dominado por parches de macroalgas bentónicas (turf), algas cálcareas (corallinales) e invertebrados filtradores (*Phragmatopoma* sp), no observándose por lo demás la presencia de huirales de *Lessonia* sp. y/o *Macrocystis integrifolia*, como típicamente se observa en el ambiente submareal rocoso del centro-norte de Chile. Cabe destacar la mayor presencia del poliquetos *Phragmatopoma* sp., durante esta campaña que varió entre un 9% y un 19%, en comparación que con la campaña de primavera que no superó los 9% de cobertura. Mientras que el grupo de algas corallinales fluctuó entre un 10% y un 65%, los cuales se asimilan a los valores reportados en las campañas realizadas el 2014.

En el mismo sector de Punta Chungo (SR-3 al SR-6), dominaron comunidades en términos de densidad de especies móviles, algunos moluscos gastrópodos tales como *Mitrella unifasciata*, *Tegula tridentata* y *Nassarius* sp, los cuales fluctuaron entre 9 a 24 ind./m<sup>2</sup>, en el sector no se reportaron grandes parches de *Tegula* sp. como en la campaña del primavera 2014. Además se apreció una menor abundancia de decápodos de importancia comercial tales como *Cancer setosus* y *Pagurus edwardsi*, como también equinodermos como erizo (*Loxechinus albus* y *Tetrapyrgus niger*) estrellas de mar (*Stichaster striatus*) y pepinos (*Athyonidium chilensis*) en el sector de Punta Chungo.

Las estaciones SR-7 y SR-8 ubicadas al sur de Punta Chungo, presentaron un 100% de sustrato libre correspondiente a arena, esto se puede explicar por los constantes cambios físicos en la zona costera donde la arena cubrió las rocas presentes en dicho sector, en otras palabras se embancó los transectos con arena producto de las marejadas previas producidas a lo largo del año. Esto se puede corroborar ya que desde la campaña de otoño 2014 hasta la presente campaña, se ha reportado que dichos transectos se han cubierto de arena paulatinamente.

En el transectos SR-1 se apreció una comunidad estructurada por algas Phaeophyta del grupo laminareales, las que para el norte de Chile suele ser *Lessonia trabeculata* (Vásquez, 2002, Thiel *et al.*, 2007, Caillaux & Stotz, 2003). Bajo el subdosel de *Lessonia trabeculata* se observó una comunidad dominada en términos de cobertura por algas crustosas calcáreas (Corallinales) y en términos de densidad por los gastrópodos *Prisogaster niger*, *Fissurella costata*, *Nacella* sp. y *Tegula tridentata*. Este sector esta expuesto al oleaje, lo que explicaría la alta riqueza y diversidad de especies encontradas.

El transecto SR-2, presentó características de fondos blanqueados, con la presencia de 54,6 ind./m<sup>2</sup> de *Tegula tridentata*, y 60,13 ind./m<sup>2</sup> de *Scurria plana*. Además, el fondo se caracterizó por ser heterogéneo de con grandes formaciones rocosas. Por lo tanto, la riqueza y diversidad de especie presentó valores medios a bajos, mostrando una comunidad intermedia entre las existentes en Punta Chungo y en la zona de mayor exposición al oleaje. Este mismo patrón se aprecia en las campañas realizadas durante el 2014.



El transecto SR-9, ubicado en la cercanía de la caleta de pescadores y en un lugar semi-protegido mostró una comunidad similar a la observada en Punta Chungo; no obstante, el turf de macroalgas observado lo constituyeron principalmente las algas corallinales (25%) y ceramiales (14%) y *Hildenbrandia* sp. (18%) y *Ralfsia verrucosa* (12%). Se aprecia una alta riqueza de especies (29 organismos), pero la especie móvil más abundante y que dominó el transecto fue el gastrópodo *Tegula tridentata* con densidad promedio de 70,47 ind./m<sup>2</sup>, es por esto que la diversidad (1,35) es la más baja de todos los transectos analizados.

En conclusión, el submareal rocoso del sector Punta Chungo presenta características propias de comunidades de fondos duros dominado por parches de macroalgas bentónicas (turf), algas calcáreas (corallinales) e invertebrados filtradores (*Phragmatopoma* sp.). En los sectores más expuestos el tipo de sustrato cambia, pasando por comunidades de macroalgas, grandes formaciones rocosas y turf de macroalgas de mayor complejidad, donde se observó una variada riqueza y diversidad de especies. Los componentes estructurales del fondo, así como la exposición al oleaje y el régimen de acceso a las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, estarían determinando la composición específica del submareal en el área de influencia.

### ➤ Invierno 2015

En la Tabla EMB-135 y la Tabla EMB-136 se muestran los resultados de las especies sésiles y móviles, respectivamente que se encontraron en los transectos submareales en la bahía de Conchalí.

**Tabla EMB-135: Cobertura (%) de organismos sésiles en los transectos del submareal rocoso, invierno 2015**

Cobertura (%)			SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-E-CN
Taxa												
Crustacea	Cirripedia	<i>Austromegabalanus psittacus</i>						0,03			0,10	
		<i>Balanus flosculus</i>	0,53			0,03	0,03				0,67	0,03
Mollusca	Bivalvia	<i>Brachidontes granulata</i>	0,13			0,03						
Polychaeta	Serpulidae	<i>Romanchella</i> sp.	0,10	0,10	0,27		0,70	0,40			0,03	0,37
		Serpulidae indet.				0,07					0,20	
	Sabellariidae	<i>Phragmatopoma</i> sp.	2,30	2,07	11,17	1,43	7,27	6,67	5,00		0,50	4,03
	Indet.	Polychaeta indet.			0,10							
Ascidacea	Indet.	Ascidacea indet.	0,27									
	Didemnidae	Didemnidae indet.									0,07	0,03
	Pyuridae	<i>Pyura chilensis</i>		0,07	0,03	0,10	0,03				0,83	0,03
Porifera	Indet.	Porifera indet.1	0,17	0,67	0,23		0,17		1,03			
		Porifera indet.2	0,27	0,20								
	Clionaidae	<i>Clionopsis platei</i>	0,07	0,23								
	Halichondriidae	<i>Halichondria prostata</i>				0,07					0,13	0,10
Bryozoa	Indet.	Bryozoa sp.		0,10		0,03				0,03		
Rhodophyta	Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis armata</i>			0,60							
	Corallinales	<i>Bossiella orbigniana</i>			0,80	2,43	1,93	0,70			0,73	

Cobertura (%)			SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-E-CN
		<i>Corallina</i> sp.	2,97		2,20	2,10	3,97	2,10			0,03	0,13
		Corallinales indet.	50,63	89,00	32,90	19,57	31,83	22,73	2,97		42,07	33,10
	Ceramiales	Ceramiales indet.	3,83	0,17	22,83	12,43	24,83	8,13			24,13	5,30
	Gelidiales	Gelidiales indet.		0,03	0,70						0,20	0,17
	Hildenbrandiales	<i>Hildenbrandia</i> sp.	9,47	4,60	4,77	4,80	14,50	2,83	0,27		5,07	17,07
	Plocamiaceae	<i>Plocamium cartilagineum</i>	1,17			3,00	1,00	1,47			3,40	
	Rhodymeniaceae	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>			0,87				0,07		7,53	
<i>Rhodymenia</i> sp.				12,90	36,33	0,37	4,20					
Indet.	Rhodophyta indet.				2,07							
Phaeophyta	Dictyotaceae	<i>Dictyota kunthii</i>	9,83		2,83	0,27					5,97	5,00
	Stypocaulaceae	<i>Halopteris paniculata</i>	0,40		0,63		0,47					
	Laminariaceae	<i>Macrocystis integrifolia</i>										0,70
	Lessoniaceae	<i>Lessonia trabeculata</i>	0,53									0,20
	Ralfsiaceae	<i>Ralfsia verrucosa</i>	16,77	1,73	1,10	1,83	1,90	0,53	1,17		3,80	29,00
Chlorophyta	Caulerpales	Caulerpales indet.									0,03	
	Ulvaceae	<i>Ulva</i> sp.			4,83	9,63	2,37		0,30		1,07	0,87
	Indet.	Chlorophyta indet.					5,20	11,87				
	Sustrato	Sustrato disponible	0,57	1,03	0,23	3,77	3,43	38,33	89,20	100	3,40	3,87

**Tabla EMB-136: Densidad (ind./m<sup>2</sup>) organismos móviles en los transectos del submareal rocoso, invierno 2015**

Estaciones			SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-E-CN	
Densidad (ind./m <sup>2</sup> )													
Crustacea	Decápoda	<i>Homalaspis plana</i>			0,10	0,10	0,13				0,03	0,07	
		<i>Pagurus edwardsi</i>		0,23		0,13	0,93	0,13			4,13	0,97	
		<i>Pagurus</i> sp.				2,17	15,87	0,57				0,27	
		<i>Paraxanthus barbiger</i>	0,20		0,37	0,10	0,10	0,10	0,07			0,37	
		<i>Rhynchocinetes typus</i>		3,37	2,80			3,73		0,40			4,20
		<i>Taliepus dentatus</i>			0,47	0,27	0,47	0,10				0,17	0,43
		<i>Petrolisthes desmarestii</i>	0,13	0,97									0,27
		<i>Pseudograpsus setosus</i>			0,13	0,23	0,43	0,47	0,13			0,17	0,10
Mollusca	Gastrópoda	<i>Diaulula variolata</i>					0,03						
		<i>Phidiana lottini</i>									0,03		
		<i>Concholepas concholepas</i>	0,33	0,27	0,03		0,03					0,03	0,27
		<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	0,20	0,30									
		<i>Crepidatella dilatata</i>						8,00				0,80	
		<i>Fissurella costata</i>	0,50	0,03		0,13	0,13			0,07		0,10	
		<i>Fissurella cumingi</i>											0,03
		<i>Fissurella latimarginata</i>	0,33	0,30	0,30					0,03		0,07	0,80
		<i>Fissurella maxima</i>											0,17
		<i>Fissurella</i> sp.	0,10	0,53		0,07	0,27	0,07				0,33	0,70
		<i>Mitrella unifasciata</i>	1,07		22,03	3,87	1,07	0,13				5,33	
		<i>Nacella</i> sp.	1,03	0,03			0,13			0,13		0,30	0,73
		<i>Nacella clypeater</i>										0,53	
<i>Nassarius</i> sp.			0,13	0,30	5,87	0,30				7,13			

Estaciones			SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-E-CN
		<i>Prisogaster niger</i>	26,77									14,67
		<i>Scurria plana</i>	4,00	12,30			0,27				1,50	2,17
		<i>Tegula atra</i>							0,07		0,20	0,53
		<i>Tegula tridentata</i>	45,20	79,10		0,93	13,33	0,93	0,53		33,67	0,27
		<i>Xanthochorus sp.</i>				0,53		0,53			0,27	
		<i>Trochita trochiformis</i>				0,17		0,03			0,13	
	Polyplacophora	<i>Acanthopleura echinata</i>	0,13									0,03
		<i>Chiton cumingsi</i>	0,07			0,27	0,53	0,13			0,27	0,97
		<i>Tonicia sp.</i>	0,07								0,23	0,07
Echinodermata	Echinoidea	<i>Tetrapygyus niger</i>		7,50			0,27				0,10	
	Asteroidea	<i>Heliaster helianthus</i>	0,03	0,23	0,03		0,17				0,10	
		<i>Meyenaster gelatinosus</i>	0,10			0,13	0,17	0,33			0,20	0,13
		<i>Odontaster penicillatus</i>	0,03									
		<i>Patiria chilensis</i>	0,13		0,53	0,13		0,13			0,73	
	<i>Stichaster striatus</i>			0,63	0,20	0,27		0,23				
Holothuroidea	<i>Athyonidium chilensis</i>			0,70	1,47		0,80			0,27	0,53	
Cnidaria	Anthozoa	Actiniaria indet.									0,40	
		<i>Anemonia alicemartinae</i>	0,20								3,43	0,13
		<i>Antholoba achates</i>			0,03						0,07	
		<i>Anthothoe chilensis</i>	1,40									
		<i>Phymanthea pluvia</i>	0,07	0,07	0,03						0,03	
		<i>Phymactis papillosa</i>	0,10		0,03		0,27	0,27			0,17	0,10
Total			82,20	105,23	28,37	11,20	52,47	5,03	1,67	0,00	61,57	28,33

### Riqueza y diversidad

La mayor riqueza de especies sésiles representadas por cobertura se registró en la estación SR-9 con 21 *taxa* y la mayor densidad de organismos móviles se registró también en la estación SR-9 con 33 *taxa*. Mientras que la menor riqueza, sin contar el transectos defaunados SR-8, se registró en las especies sésiles (cobertura) en la estación SR-7 con 7 *taxa* y el menor registro de especies móviles (densidad), también se registró en la estación SR-7 con sólo 9 *taxa* (Tabla EMB-137). El transecto SR-8 estuvo caracterizado solamente por sustrato libre y defaunado, por lo cual no presenta índices ecológicos. En la suma de las riquezas de especies de cobertura y densidad, se observó que los transectos SR-9 y SR-E-CN presentaron las máximas riquezas con valores de 53 y 39, respectivamente. Mientras que la menor riqueza se observó en el transecto SR-7 con valores de 16 especies.

Respecto al índice de diversidad ( $H'$ ) de Shannon-Weaver calculado para la cobertura de especies sésiles, el valor mayor se registró en la estación SR-3 con 2,8, debido al alto número de especies distribuido equitativamente, mientras que el menor índice se registró en la estación SR-2 con 0,7, por la dominancia exclusiva de algas corallinales indet. Respecto a densidad de las especies móviles, la mayor diversidad se registró en la estación SR-6 con 3,5, por presentar abundancia bajas homogéneas en todo el transecto, a su vez la diversidad menor se registró en SR-2 con 1,3, debido a la por la dominancia de un gastrópodo (*Prisogaster niger*) y el equinodermo (*Tetrapygyus niger*).

**Tabla EMB-137: Índices de riqueza específica (S') y de diversidad Shannon-Weaver (H') para organismos sésiles y móviles presentes en los transectos submareales**

	SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
<b>Organismos sésiles</b>										
Riqueza (S')	17	12	18	18	16	12	7	-	21	16
Diversidad (H')	2,3	0,7	2,8	2,7	2,7	2,7	2	-	2,5	2,4
<b>Organismos móviles</b>										
Riqueza (S')	23	14	16	18	23	16	9	-	33	23
Diversidad (H')	1,8	1,3	1,4	3,1	2,8	3,5	2,7	-	2,6	2,7
<b>Riqueza (S') Total (sésil y móvil)</b>	40	26	34	36	39	28	16	-	54	39

#### Síntesis campaña invierno 2015

Las comunidades observadas durante la campaña de invierno 2015, se asemejan a las especies encontradas en las campañas anteriores, verano 2015 y todas campañas del 2014, y comparten en términos generales a lo observado durante las campañas realizadas en el 2012.

Las especies y las comunidades observadas en esta campaña son habitualmente descritas para el centro norte de Chile (Vásquez & Vega 2004, Caillaux & Stotz, 2003). En el sector de Punta Chungo (SR-3 al SR-6), se observó un ambiente submareal rocoso dominado por parches de macroalgas bentónicas (turf), algas calcáreas (corallinales) e invertebrados filtradores (*Phragmatopoma* sp), no observándose por lo demás la presencia de huirales de *Lessonia* sp. y/o *Macrocystis integrifolia*, como típicamente se observa en el ambiente submareal rocoso del centro-norte de Chile. Cabe destacar la presencia del poliquetos *Phragmatopoma* sp., durante esta campaña la abundancia fluctuó entre un 1% y un 11%, lo que es menor a los reportado a la campaña de verano 2015 y se asemeja los valores de primavera 2014 que no superó los 9% de cobertura. Los parches de algas bentónicas estuvieron representados por *Ulva* sp., con un rango de 0,3 a 10%, parche menores de *Ralfia verrucosa* (> al 2%) y algas rojas, como *Hildenbrandia* sp. y *Rhododymenia* sp. con mayores coberturas fluctuando entre un 0,4 a 36%. Mientras que el grupo de algas corallinales fluctuó entre un 20% y un 33%, los cuales son menores a lo reportado en verano 2015 y a los valores obtenidos en las campañas realizadas el 2014.

En el mismo sector de Punta Chungo (SR-3 al SR-6), la densidad de especies móviles estuvo dominado por algunos moluscos gastrópodos tales como *Mitrella unifasciata*, *Tegula tridentata* y *Nassarius* sp, llegando a un máximo de 22 ind./m<sup>2</sup>. Se apreció una baja abundancia de decápodos de importancia comercial tales como *Homalaspis plana* y *Pagurus edwards* (>al 1%), en contraste se encontró mayores abundancias de los decápodos *Pagurus* sp. y *Rhynchocinetes typus*, fluctuando entre 1 a 16 ind./m<sup>2</sup>. También, se registraron especies de equinodermos como erizo negros (*Tetrapygyus niger*), estrellas de mar (*Stichaster striatus*) y pepinos (*Athyonidium chilensis*) en baja abundancia no superando la densidad de 1 ind./m<sup>2</sup> en el sector de Punta Chungo.

Las estaciones SR-7 y SR-8 ubicadas al sur de Punto Chungo, presentaron un 100% de sustrato libre correspondiente a arena, esto se puede explicar debió a las constantes cambios físicos en la zona costera donde la arena cubrió las rocas presentes en dicho

sector, en otras palabras se embancó los transectos con arena producto de las marejadas previas producidas a lo largo del año. Esto se puede corroborar ya que desde la campaña de otoño 2014 hasta la presente campaña, dichos transectos se han cubierto de arena paulatinamente.

En el transectos SR-1 se apreció una comunidad estructurada por algas Phaeophyta del grupo laminareales, las que para el norte de Chile suele ser *Lessonia trabeculata* (Vásquez, 2002, Thiel *et al.*, 2007, Caillaux & Stotz, 2003). Bajo el subdosel de *Lessonia trabeculata* y en sectores claros se observó una comunidad dominada en términos de cobertura por algas crustosas calcáreas (Corallinales) (50%) y otras algas Phaeophytas como *Ralfsia verrucosa* (17%) y *Dictyota kunthii* (10%). En términos de densidad dominaron los gastrópodos *Prisogaster niger* y *Tegula tridentata*, con un 27 y 45 %, respectivamente. Este sector esta expuestos al oleaje, lo que explicaría la alta riqueza y diversidad de especies encontradas.

El transecto SR-2, presento un características de fondos blanqueados con un cobertura 89% de algas crustosas calcáreas (Corallinales), y con la presencia de 79,1 ind./m<sup>2</sup> de *Tegula tridentata*, y 7,5 ind./m<sup>2</sup> de *Tetrapygyus niger*. Además, el fondo se caracterizó por ser heterogéneo de con grandes formaciones rocosas. Por lo tanto, la riqueza y diversidad de especie presentó valores medios a bajos, mostrando una comunidad intermedia entre las existentes en Punta Chungo y en la zona de mayor exposición al oleaje. Este mismo patrón se aprecia en las campañas realizadas en verano 2015 y durante todas las campañas del 2014.

El transecto SR-9, ubicado en la cercanía de la caleta de pescadores y en un lugar semi-protégido mostró una comunidad similar a la observada en Punta Chungo, no obstante el turf de macroalgas observado lo constituyeron principalmente las algas corallinales (42%) y ceramiales (24%) y *Hildenbrandia* sp. (5%) y *Ralfsia verrucosa* (4%). Se apreció una alta riqueza de especies (21 sésiles y 33 móviles), siendo el gastrópodo *Tegula tridentata* la especie móvil más abundante y que dominó el transecto con una densidad promedio de 33,7 ind./m<sup>2</sup>.

En conclusión, el submareal rocoso del sector Punta Chungo presenta características propias de comunidades de fondos duros dominado por parches de macroalgas bentónicas (turf), algas calcáreas (corallinales) e invertebrados filtradores (*Phragmatopoma* sp.). En los sectores más expuestos el tipo de sustrato cambia, pasando por comunidades de macroalgas, grandes formaciones rocosas y turf de macroalgas de mayor complejidad, donde se observó una variada riqueza y diversidad de especies. Los componentes estructurales del fondo, así como la exposición al oleaje y el régimen de acceso a las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos AMERBs, estarían determinando la composición específica del submareal en la bahía Conchalí.

#### - **Síntesis de resultados de comunidades submareal de fondos duros**

El submareal rocoso del sector Punta Chungo analizado el 2012 presentó características propias de comunidades de fondos blanqueados, las que fluctuaron estacionalmente a lo largo del año en términos de cobertura y abundancia de especies. Por su parte, el submareal rocoso del sector en el área de influencia, y en específico en Punta Chungo, analizado el 2014 y verano 2015 mostró una mayor abundancia y riqueza de especies que las campañas realizadas con anterioridad. Sin embargo, las especies observadas son habitualmente descritas para el centro norte de Chile (Vásquez & Vega 2004; Caillaux & Stotz, 2003).

Durante el 2014 y verano 2015 el submareal rocoso del sector Punta Chungo presentó características propias de comunidades de fondos duros dominado por parches de macroalgas bentónicas (turf), algas cálcareas (corallinales) e invertebrados filtradores (*Phragmatopoma* sp.).

Las coberturas de organismos variaron estacionalmente al igual que las reportadas durante el 2012. Por lo tanto, estos cambios estarían influenciados por factores físicos costeros como corrientes, viento y/o surgencias, como también por procesos ecológicos como por ejemplo competencia por sustrato, depredación, etc., dando como resultado una variación de comunidades submareales durante los periodos de muestreo.

En sectores de mayor exposición al oleaje predominan comunidades de macroalgas las que para el norte de Chile suele ser *Lessonia trabeculata* (Vásquez, 2002; Thiel *et al.*, 2007; Caillaux & Stotz, 2003), grandes formaciones rocosas y turf de macroalgas de mayor complejidad. Lugares en los cuales se observó una variada riqueza y diversidad de especies, tanto en cobertura como densidad, estarían siendo determinados por las componentes estructurales del fondo, así como la exposición al oleaje.

- **Comunidades de peces**

- **Metodología**

Durante todas las campañas realizadas el 2012 (verano, otoño, invierno y primavera) el ensamble de peces del submareal rocoso somero del área de estudio se evaluaron mediante buceo semi-autónomo en los mismos diez transectos en que se desarrolló la evaluación de comunidades de fondos duros submareales (Figura EMB-120 y Tabla EMB-110). Cada uno de los transectos evaluados tuvo 100 m de longitud aproximada y se dispusieron perpendicularmente a la línea de la costa. Cada transecto se recorrió contando todos los peces que el buzo pudiera observar a cada lado del transecto y frente de él. En cada transecto se identificaron y contaron todos los peces hasta donde la visibilidad lo permitió a lo largo del transecto.

Durante todas las campañas realizadas el 2014 (otoño, invierno y primavera) y el 2015 (verano e invierno) la caracterización del ensamble de peces presentes fue realizada utilizando 10 transectos de 100 metros de longitud cada uno, posicionados perpendiculares a la línea de costa y cuyas ubicaciones corresponden a las señaladas anteriormente para el muestreo de la comunidad bentónica submareal de sustrato duro (Figura EMB-353 y Tabla EMB-129). Para esto, un buzo especialista y biólogo marino recorrió cada transecto desde el sector más profundo hacia el más somero con equipo de buceo autónomo, contabilizando en estaciones de muestreo de 20 m<sup>2</sup> de superficie de fondo marino (10 m de longitud por 2 m de ancho) el número de individuos observados por especie, en un tiempo aproximado de 2 minutos por estación de muestreo. En cada muestreo las condiciones oceanográficas como la visibilidad y corriente influyen en el conteo general de peces. Cabe señalar, que el buzo encargado del conteo de peces fue el primero en sumergirse y recorrer el transecto, de manera que se evitó el alejamiento de individuos, en especial de aquellas especies más sensibles a la presencia de buzos.

- **Resultados**

➤ **Verano 2012**

El número total de peces observados en todos los transectos de la zona de estudio fue de 390 individuos, los que se agruparon en un total de nueve especies (Tabla EMB-138), de las cuales el trombollito (*Helcogrammoides cunninghami*) fue el más frecuente, el cual fue observado en nueve de los diez transectos evaluados. *Cheilodactylus variegatus* fue la segunda especie más abundante en la zona de estudio, con 58 observaciones y *Aplodactylus punctatus* con 54.

El transecto T6 registró el mayor número de peces (120 ejemplares), por el contrario, el transecto CN no presentó ictiofauna.

**Tabla EMB-138: Ictiofauna observada, verano 2012**

Nombre común	Nombre científico	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
Trombollito	<i>Helcogrammoides cunninghami</i>	4	19	14	40	3	20	1	27	20	
Jergilla	<i>Aplodactylus punctatus</i>	9	6			20	3	4	12		
Rollizo	<i>Pinguipes chilensis</i>	1				15	9	1	5	4	
Castañeta	<i>Chromis crusma</i>					4	36			8	
Borrachilla	<i>Scartichthys viridis</i>		6		7	4		6	9	6	
Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>					2	1				
Bilagay	<i>Cheilodactylus variegatus</i>		2				51			5	
Chalaco	<i>Auchenionchus</i> sp.				5						
Lenguado	<i>Paralichthys microps</i>				1						
<b>Abundancia (n°)</b>		14	33	14	53	48	120	12	53	43	0
<b>Riqueza de especies (S)</b>		3	4	1	4	6	6	4	4	5	0

La ictiofauna presente en el área costera evaluada, está compuesta por peces habituales de la costa centro-norte de Chile, aunque la falta de algas erectas en el sector pudo haber incidido en la baja abundancia y riqueza de especies que comúnmente habitan estas comunidades y especialmente se alimentan de algas, habitante habitual y observado en mayores abundancias en bosques de *Lessonia trabeculata*, (Vásquez, 2002; Vásquez y Vega 2004, Caillaux & Stotz, 2003). Sin embargo, la fauna de peces costeros observada es similar a la descrita por Vásquez & Vega (2004) para la costa del parque Fray Jorge a unos 180 km de distancia de la bahía Conchalí.

➤ **Otoño 2012**

Durante la campaña de otoño de 2012, la visibilidad fue baja con un promedio de tres a cuatro metros, lo que condicionó la observación de peces. De esta manera, el número de peces observado fue menor al encontrado durante la época estival y alcanzó sólo los 58 individuos pertenecientes a 5 especies. (Tabla EMB-139). Al igual que durante el verano, la especie más abundante fue *Helcogrammoides cunninghami* (trombollito), el cual se observó en cinco de los diez transectos evaluados. Los peces *Scartichthys viridis* (borrachilla) y *Chromis crusma* (castañeta) siguieron en jerarquía, aunque sólo se observaron en uno y dos

transectos, respectivamente. Especialmente, los transectos T5 y CS fueron los que mostraron la mayor cantidad de especies y número de individuos.

**Tabla EMB-139: Ictiofauna observada, otoño 2012**

Nombre común	Nombre científico	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
Trombollito	<i>Helcogrammoides cunninghami</i>				9	1			5	12	2
Rollizo	<i>Pinguipes chilensis</i>				2	2				2	
Castañeta	<i>Chromis crusma</i>					10					
Borrachilla	<i>Scartichthys viridis</i>					6				5	
Bilagay	<i>Cheilodactylus variegatus</i>					2					
<b>Abundancia (n°)</b>		0	0	0	11	21	0	0	5	19	2
<b>Riqueza de especies (S)</b>		0	0	0	2	5	0	0	1	3	1

Los peces observados en otoño y verano corresponden a los peces habituales de la costa centro-norte de Chile (Vásquez & Vega, 2004). La falta de algas erectas en el sector, sin embargo, pudo haber incidido en la baja abundancia y riqueza de especies que comúnmente habitan estas comunidades y especialmente se alimentan de algas, el cual es un habitante habitual y observado en mayores abundancias en bosques de *Lessonia trabeculata*, (Vásquez, 2002; Vásquez y Vega 2004, Caillaux & Stotz, 2003).

#### ➤ Invierno 2012

Al igual que en la campaña de otoño de 2012, la visibilidad fue baja, con un rango de uno a tres metros, lo que condicionó la observación de peces. De esta manera, el número de peces observado fue menor al encontrado durante las campañas anteriores y alcanzó sólo los 56 individuos pertenecientes a 5 especies (Tabla EMB-140). Al igual que durante las campañas de verano y otoño, la especie más abundante fue *Tripterygion cunninghami* (trombollito), el cual se observó en seis de los diez transectos. *Cheilodactylus variegatus* (bilagay) y *Chromis crusma* (castañeta) le siguen en importancia, aunque sólo se observaron en uno y dos transectos respectivamente. El transecto CS fue el que presentó la mayor riqueza de especies y el número de individuos. En los transectos T3, T4, T5 y T6 no se registraron ejemplares.

**Tabla EMB-140: Ictiofauna observada, invierno 2012**

Nombre común	Nombre científico	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CS	CN
Trombollito	<i>Helcogrammoides cunninghami</i>	1	4					6	3	6	7
Rollizo	<i>Pinguipes chilensis</i>		1							1	5
Castañeta	<i>Chromis crusma</i>										8
Borrachilla	<i>Scartichthys viridis</i>										6
Bilagay	<i>Cheilodactylus variegatus</i>									4	4
<b>Abundancia (n°)</b>		1	5	0	0	0	0	6	3	11	30
<b>Riqueza de especies (S)</b>		1	2	0	0	0	0	1	1	2	5

Si bien, la fauna íctica observada durante la campaña de invierno fue menor a las observadas durante las campañas anteriores, tanto en abundancia y riqueza específica, esto podría deberse a las condiciones de visibilidad deficientes durante la campaña de invierno, las cuales sólo alcanzaron valores de entre uno y tres metros, limitando la capacidad de



observación del buzo. Sin embargo, los peces observados tanto en verano, otoño e invierno corresponden a los peces habituales de la costa centro-norte de Chile (Vásquez & Vega, 2004). La falta de algas erectas en el sector, sin embargo, pudo haber incidido en la baja abundancia y riqueza de especies que comúnmente habitan estas comunidades y especialmente se alimentan de algas como son el baunco y la jergilla habitantes habituales y observados en mayores abundancias en bosques de *Lessonia trabeculata*, (Vásquez, 2002; Vásquez y Vega 2004, Caillaux & Stotz, 2003).

### ➤ Primavera 2012

Al igual que las campañas previas, la visibilidad no fue superior a los 4 metros. El número total de peces observados en todos los transectos de la zona de estudio fue de 33 individuos. Se observó un total de 4 especies (Tabla EMB-141), de las cuales *Cheilodactylus variegatus* (bilagay) fue el más abundante con 10 ejemplares observados. El transecto CS fue donde se registró el mayor número de peces (17 ejemplares). En los transectos T1, T3, T4, T5, T6, T7 y T8 no se registraron ejemplares.

**Tabla EMB-141: Ictiofauna observada, primavera 2012**

Nombre común	Nombre científico	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CN	CS
Trombollito	<i>Tripterygion cunninghami</i>		2							4	3
Rollizo	<i>Pinguipes chilensis</i>									1	6
Castañeta	<i>Chromis crusma</i>									3	4
Bilagay	<i>Cheilodactylus variegatus</i>									6	4
<b>Abundancia (n°)</b>		0	2	0	0	0	0	0	0	14	17
<b>Riqueza de especies (S)</b>		0	1	0	0	0	0	0	0	4	4

En el presente estudio se registró una baja abundancia de peces, además de sólo haberse registrado 4 especies. La baja presencia de peces se debería a las características del área de influencia la cual estuvo dominada por comunidades de fondos blanqueados. Este tipo de comunidad, debido a la alta cobertura de algas crustosas, no ofrece una mayor cantidad de refugios aptos para la presencia de peces.

### ➤ Otoño 2014

El número total de peces observados en todos los transectos de la zona de estudio fue de 93 individuos, distribuidos en un registro de la riqueza total de 4 especies (Tabla EMB-142), de las cuales *Chromis crusma* (castañeta) fue la más abundante con una densidad de 0,10 ind./m<sup>2</sup> observados en el transecto SR-2. Los transectos SR-2 y SR-ECN fue donde se registraron la mayor densidad de ejemplares (0,17 ind./m<sup>2</sup>). En el transecto SR-8 no se registraron peces.

**Tabla EMB-142: Ictiofauna observada, otoño 2014**

Nombre común	Nombre científico	SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
Jergilla	<i>Aplodactylus punctatus</i>	0,03	0,03					0,01			0,03
Rollizo	<i>Pinguipes chilensis</i>	0,04	0,03	0,01		0,01					0,03
Castañeta	<i>Chromis crusma</i>	0,04	0,10								0,10
Bilagay	<i>Cheilodactylus</i>	0,03	0,01	0,02	0,01					0,01	0,01

Nombre común	Nombre científico	SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
	<i>variegatus</i>										
<b>Densidad total (ind./m<sup>2</sup>)</b>		0,14	0,17	0,03	0,01	0,01		0,01		0,01	0,17
<b>Riqueza (S)</b>		4	4	2	1	1	0	1	0	1	4

En la presente campaña la visibilidad fue mayor a cinco metros, sin embargo se registró una baja riqueza de peces (4 especies). Los transecto ubicados en la inmediaciones de Punta Chungo presentaron una menor densidad de individuos (0,03 a 0,01 ind./m<sup>2</sup>), en contraste con las estaciones SR-1, SR-2 y SR-ECN que presentaron mayores densidades. Esta diferencia se puede explicar debido a que estos últimos transectos, se encuentran cerca de las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos de los pescadores artesanales de la caleta San Pedro, las cuales son comunidades submareales con bajas alteraciones, heterogeneidad de sustratos y presencia de bosques de macroalgas de *Lessonia trabeculata*.

#### ➤ Invierno 2014

El número total de peces observados en todos los transectos de la zona de estudio fue de 43 individuos, distribuidos en un registro de la riqueza total de 9 especies. Se observó un total de 9 especies (Tabla EMB-143), de las cuales *Chromis crusma* (castañeta) fue la más abundante con una densidad de 0,04 ind./m<sup>2</sup> observados en el transecto SR-2. Los transectos SR-1 y SR-2 fue donde se registraron la mayor densidad de ejemplares (0,06 ind./m<sup>2</sup> y 0,17 ind./m<sup>2</sup>, respectivamente). En los transectos SR-6, SR-7 y SR-8, ubicados en el sector sur de Punta Chungo, no se registraron peces.

**Tabla EMB-143: Ictiofauna observada, invierno 2014**

Nombre común	Nombre científico	SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
Jergilla	<i>Aplodactylus punctatus</i>	0,03	0,01			0,01					
Rollizo	<i>Pinguipes chilensis</i>	0,01	0,01	0,01	0,02					0,02	0,01
Castañeta	<i>Chromis crusma</i>		0,04							0,01	
Bilagay	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	0,02	0,02			0,01					
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>		0,01								0,01
Pintaroja	<i>Schroederichthys chilensis</i>									0,01	0,00
Lenguado	<i>Paralichthys microps</i>		0,01								
Pejesapo	<i>Sicyases sanguineus</i>		0,01								
Vieja	<i>Graus nigra</i>		0,01								
<b>Densidad total (ind./m<sup>2</sup>)</b>		0,06	0,12	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02
<b>Riqueza (S)</b>		3	8	1	1	2	0	0	0	3	2

En la presente campaña la visibilidad fue de alrededor 4 metros, pudiendo afectar la cuantificación de peces. Sin embargo se registraron 9 especies de peces, duplicando la riqueza encontrada en la campaña de otoño 2014. Los transectos ubicados en las inmediaciones de Punta Chungo presentaron una riqueza y densidad de individuos muy baja, en contraste con las estaciones SR-1, SR-2 y SR-ECN presentaron mayores densidades, en

especial el transecto SR-2. Esta diferencia se puede explicar debido a que, estos últimos transectos, se encuentran cerca de las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos de los pescadores artesanales de la caleta San Pedro, las cuales son comunidades submareales con bajas alteraciones, heterogeneidad de sustratos y presencia de bosques de macroalgas de *Lessonia trabeculata*.

#### ➤ Primavera 2014

El número total de peces observados en todos los transectos de la zona de estudio fue de 31 individuos, distribuidos en un registro de la riqueza total de 5 especies (Tabla EMB-144), de las cuales *Chromis crusma* (castañeta) fue la más abundante con una densidad de 0,06 ind./m<sup>2</sup> observados en el transecto SR-2. El transecto SR-2 fue donde se registró la mayor densidad de ejemplares (0,10 ind./m<sup>2</sup>). En los transectos SR-3, SR4, SR-6, SR-7 se cuantificó una sola especie y SR-8 no se registraron peces.

**Tabla EMB-144: Ictiofauna observada, primavera 2014**

Nombre común	Nombre científico	SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
Jergilla	<i>Aplodactylus punctatus</i>	0,01	0,03			0,01		0,01		0,01	0,01
Rollizo	<i>Pinguipes chilensis</i>	0,01	0,03	0,01							
Castañeta	<i>Chromis crusma</i>		0,06								
Bilagay	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	0,01	0,02		0,01		0,01				0,01
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>					0,01					
<b>Densidad total (ind./m<sup>2</sup>)</b>		0,03	0,10	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0	0,01	0,02
<b>Riqueza (S)</b>		3	4	1	1	2	1	1	0	1	2

En la presente campaña la visibilidad fue baja menor a 3 metros. De todas formas se cuantificaron 5 especies de peces, disminuyendo la riqueza encontrada en la campaña de invierno 2014 y asemejándose a la riqueza muestreada en otoño 2014. Los transectos ubicados en las inmediaciones de Punta Chungo presentaron una riqueza y densidad de individuos muy baja, en contraste a la estación SR-2 que presentó la mayor densidad de individuos y riqueza. Esta diferencia se puede explicar debido a que, el transecto SR-2, se encuentran dentro de una áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos de los pescadores artesanales de la caleta San Pedro, la cual presenta una comunidades submareales con bajas alteraciones y una heterogeneidad de sustratos, como por ejemplo grandes rocas y cuevas, como también la presencia de bosques de macroalgas de *Lessonia trabeculata*.

#### ➤ Verano 2015

El número total de peces observados en todos los transectos fue de 123 individuos, distribuidos en un registro de la riqueza total de 8 especies (Tabla EMB-145), de las cuales *Chromis crusma* (castañeta) fue la más abundante con una densidad de 0,11 ind./m<sup>2</sup> observados en el transecto SR-2. Además, el transecto SR-2 fue donde se registró la mayor densidad de ejemplares (0,26 ind./m<sup>2</sup>). En el transecto SR-3 se cuantificaron 5 especies, en los transectos SR-1 y SR-ECN se observaron 4 peces, en los transectos SR-4 y SR-9 se registraron 3 especies, en el transecto SR-5 se cuantificó una sola especie y en los transectos SR-6, SR-7 y SR-8 no se observaron peces.

**Tabla EMB-145: Ictiofauna observada, primavera 2014**

Nombre común	Nombre científico	SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
Baunco	<i>Girella laevisfrons</i>		0,03								0,00
Bilagay	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	0,05	0,04	0,01						0,01	0,04
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>			0,01							0,01
Castañeta	<i>Chromis crusma</i>	0,11	0,01								
Jergilla	<i>Aplodactylus punctatus</i>	0,03	0,06	0,01	0,03					0,03	0,03
Lenguado	<i>Paralichthys adpersus</i>			0,01	0,01	0,01					
Rollizo	<i>Pinguipes chilensis</i>	0,07	0,02	0,01	0,02					0,02	0,01
Vieja negra	<i>Graus nigra</i>		0,02								
<b>Densidad total (ind./m<sup>2</sup>)</b>		0,26	0,18	0,05	0,06	0,01				0,06	0,09
<b>Riqueza (S)</b>		4	6	5	3	1	0	0	0	3	4

En la presente campaña se cuantificaron 8 especies de peces, aumentando la riqueza encontrada en la campaña de primavera 2014 y asemejándose a la riqueza muestreada en invierno 2014. Los transectos ubicados en las inmediaciones de Punta Chungo presentaron una riqueza y densidad de individuos muy baja (excluyendo el transecto SR-3), en contraste a la estación SR-2 que presentó la mayor densidad de individuos y riqueza. Esta diferencia se puede explicar debido a que, el transecto SR-2, se encuentran cerca de una áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos de los pescadores artesanales de la caleta San Pedro, la cual presenta una comunidades submareales con bajas alteraciones y una heterogeneidad de sustratos, como por ejemplo grandes rocas y cuevas.

➤ **Invierno 2015**

El número total de peces observados en todos los transectos fue de 78 individuos, distribuidos en un registro de la riqueza total de 5 especies (Tabla EMB-146), de las cuales *Aplodactylus punctatus* (jergilla) fue la más abundante con una densidad de 0,11 ind./m<sup>2</sup> observados en el transecto SR-2. Además, el transecto SR-2 fue donde se registró la mayor densidad de ejemplares (0,17 ind./m<sup>2</sup>). En el transecto SR-3 se cuantificó una especie, en los transectos SR-1 y SR-5 se observaron 3 peces, en los transectos SR-4, SR-7, SR-8, SR-9 y SR-E-CN se registraron las mismas 2 especies (*Aplodactylus punctatus* y *Pinguipes chilensis*) con iguales densidades. En el transectos SR-7 se cuantifico una sola especie y en el transectos SR-6 no se observaron peces.

**Tabla EMB-146: Ictiofauna observada, invierno 2014**

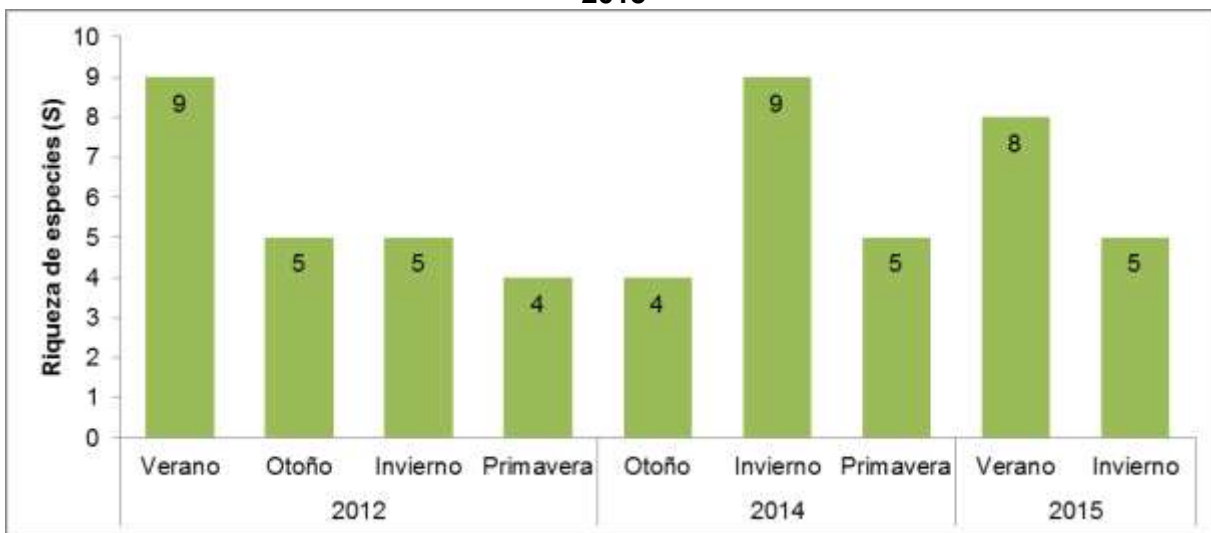
Nombre común	Nombre científico	SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5	SR-6	SR-7	SR-8	SR-9	SR-ECN
Bilagay	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	0,01	0,02								
Castañeta	<i>Chromis crusma</i>					0,04					
Jergilla	<i>Aplodactylus punctatus</i>	0,06	0,11	0,01	0,01	0,01		0,01	0,01	0,01	0,01
Rollizo	<i>Pinguipes chilensis</i>	0,04	0,04		0,01	0,02			0,01	0,01	0,01
Vieja negra	<i>Graus nigra</i>		0,01								
<b>Densidad total (ind./m<sup>2</sup>)</b>		0,10	0,17	0,01	0,01	0,06		0,01	0,02	0,02	0,02
<b>Riqueza (S)</b>		3	5	1	2	3	0	1	2	2	2

En la presente campaña se cuantificaron 5 especies de peces, disminuyendo la riqueza encontrada en la campaña de verano 2015 y asemejándose a la riqueza muestreada en primavera 2014. Los transectos ubicados en las inmediaciones de Punta Chungo presentaron una riqueza y densidad de individuos muy baja (excluyendo el transecto SR-5, en especial la especie *Chromis crusma*), en contraste a la estación SR-2 que presentó la mayor densidad de individuos y riqueza. Esta diferencia se puede explicar debido a que el transecto SR-2 se encuentra cercano de un áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, la cual presenta una comunidades submareales con bajas alteraciones y una heterogeneidad de sustratos, como por ejemplo grandes rocas y cuevas.

- **Síntesis de resultados comunidad de peces**

Las comunidades de peces submareales descritas en el área de influencia durante las campañas realizadas los años 2012, 2014 y 2015 mostraron algunas diferencias en términos de riqueza de especies (Figura EMB-121) y abundancia (densidad), lo cual en parte pudo estar influenciado por las condiciones oceanográficas de baja visibilidad o corrientes. Sin embargo, las especies observadas en ambas campañas corresponden a los peces habituales de la costa centro norte de Chile (Vásquez & Vega, 2004) y son levemente menores a la riqueza de especies descrita para la latitud del área de influencia (Navarrete *et al.*, 2014). La falta de algas pardas erectas y la homogeneidad del sustrato en el sector alrededor de Punta Chungo, pudo haber incidido en la baja abundancia de especies. A diferencia de sectores de mayor oleaje y heterogeneidades del sustrato, como por ejemplo presencia de algas erectas, grandes rocas y cuevas, los cuales presentaron mayores abundancias y riqueza de especies.

**Figura EMB-121: Riqueza de ictiofauna en las campañas realizadas el 2012, 2014 y 2015**



#### 7.1.4.3.4 Síntesis general de los resultados de la caracterización biológica

##### Síntesis de resultados de las comunidades planctónicas

Las campañas realizadas el 2012 (verano, otoño, invierno y primavera) muestran una visión sinóptica de la comunidad planctónica en la bahía Conchalí, la cual siguió un patrón estacional variable en términos de abundancia, riqueza y diversidad de especies tanto para el fitoplancton como para el zooplancton.

Por otra parte, este mismo resultado encontrado el 2012 se puede evidenciar en las campañas realizadas el 2014 y 2015, con la salvedad que los estudios obtuvieron mayores abundancia, riqueza y diversidad de especies. A modo de ejemplo, en invierno 2012 se identificaron 27 *taxa* de zooplancton en comparación con invierno del 2014 donde se reportaron 171 *taxa*.

La composición de la comunidad en la bahía Conchalí, si bien estuvo dominada en todas las campañas por los copépodos, presentó cierta variabilidad: en invierno 2015 se observó mayor representatividad de organismos holoplanctónicos y de larvas meroplanctónicas representadas por *Concholepas concholepas* en la capa superficial en comparación con las otras campañas, mientras que invierno 2014 y primavera 2014 se registraron mayores valores de abundancia para larvas de decápodos también en la capa superficial. No se observó un patrón de abundancia entre las estaciones controles y las estaciones al interior de la bahía.

La comunidad fitoplanctónica en general se concentró dentro de la bahía, donde dominaron las diatomeas en todas las campañas, existiendo una alternancia en la dominancia de especies. Por ejemplo, en periodos de baja productividad como invierno 2014 e invierno 2015 dominaron las especies *Corethron Criophilum* y *Chaetoceros compressus* respectivamente, mientras que en periodos como primavera 2014 y verano 2015 dominó una especie de diatomea de pequeñas células que forman cadenas llamada *Chaetoceros socialis*.

Los diferentes grupos de organismos zooplanctónicos presentaron patrones de distribución temporal y espacial heterogéneos en la bahía Conchalí como en los controles. Sin embargo, de acuerdo a los resultados se observa que las mayores concentraciones de abundancia de organismos zooplanctónicos se presentaron en el estrato superficial y subsuperficial, sobre los 20 metros de profundidad. Además, se detectó la ocurrencia de leves migraciones verticales diurnas/nocturnas, en especial organismos meroplanctónicos.

De manera más específica, en el sector donde se ubicará la captación de agua de planta desalinizadora, se muestra que la zona más somera de la columna de agua es donde se distribuye la mayor parte del zooplancton analizado (incluyendo las fases larvales de varias especies de importancia económica).

##### Síntesis de resultados del intermareal de fondo blando

La playa de Los Vilos es de tipo disipativa según la clasificación de Short (2000), ya que tiene un bajo gradiente que varió entre 12,3% a un 1,8%, posee una zona amplia de resaca, con varias líneas de rompiente y olas tipo derrame.

En todas las campañas realizadas tanto el 2012, el 2014 y el 2015, en la playa de Los Vilos la riqueza de especies varió entre 5 y 12 *taxa*, en la cual tres especies estuvieron presentes en todos los muestreos (*Orchestoidea tuberculata*, *Exciorolana hirsuticauda* y *Emerita analoga*). Este resultado se encuentra dentro de los rangos esperados para las playas del centro-norte de Chile donde se ha observado riqueza entre 4 y 10 *taxa* (Jaramillo *et al.*, 1998). Los organismos observados se distribuyeron en un patrón de zonación de acuerdo a las diferentes alturas mareales de la playa, especialmente por la humedad de la arena entre el sector bajo, medio y alto de la misma. Como norma general en todas las campañas se encontró que la zona superior del intermareal estuvo caracterizada por la presencia de *Orchestoidea tuberculata* y *Exciorolana sp.*, mientras que en la zona baja dominó *Emerita analoga*. Esta última especie fue la que mostró en la gran mayoría de las campañas, una mayor abundancia en el sector y ha sido descrita en la literatura como uno de los mayores contribuyentes de la abundancia en playa de arena (Jaramillo *et al.*, 1996). De igual forma, tanto las especies encontradas, como su distribución fue muy similar a lo obtenido por Jaramillo & McLachlan (1993), en playas de Chiloé, y por Brazeiro *et al.*, (1998) en la playa de San Carlos en la Región de Valparaíso.

Respecto al análisis de clasificación y ordenación, en todos los transectos durante todas las campañas hubo una similitud de 50 % o mayor, los cuales fue determinado por la densidad de la especie *Emerita analoga* y por la presencia o la ausencia de *Orchestoidea tuberculata*. Algunos transectos por tener solamente una especie y/o una baja densidad fueron diferentes con respecto de los otros, en dichos casos la similitud del resto de los transectos fue mayor, llegando a un 70% de similitud. Por lo tanto la playa de Los Vilos en términos de abundancia y biomasa es homogénea.

Las pocas diferencias observadas en todas las campañas y en comparación a lo observado en la literatura en relación a la composición específica, se deberían más que nada a factores físicos propios de la marcada dinámica de estos ambientes. En este sentido McLachlan *et al.*, (1993) señalan que la riqueza específica parece ser controlada principalmente por el medioambiente físico, la cual se incrementaría en playas disipativas (i.e. playa de Los Vilos) en comparación a playas reflectivas. La abundancia y biomasa siguen un patrón similar pero más variable y estarían relacionados principalmente a la productividad de la zona de *surf* y al aporte de algas (influenciada por la energía del oleaje). En general esto significa que la morfodinámica de la zona intermareal está asociada a una serie de variables físicas altamente correlacionadas como el tipo de sedimento, pendiente de la playa, tipo de oleaje y clima de marea (Brazeiro *et al.*, 1998), lo que constituye un factor clave en la distribución y densidad de la macrofauna intermareal afectando la presencia de ciertas especies y modificando la diversidad y riqueza de la playa.

### Síntesis de resultados del intermareal rocoso

El intermareal rocoso en el sector Punta Chungo analizado el 2012 presentó características propias del centro norte de Chile, manteniendo una marcada zonación vertical entre alto, medio y bajo. El intermareal rocoso en el sector estudiado y en específico en el sector de Punta Chungo analizado el 2014 y 2015 mostró las mismas características propias del centro norte de Chile, conservando una marcada zonación vertical, al igual que el 2012. Por lo tanto, en términos generales, la comunidad del intermareal rocoso en Punta Chungo se mantuvo similar presentando un patrón estratificado general dominado por cobertura y distribución de especies características de cada nivel.

El intermareal alto, estuvo dominado en su mayoría por sustrato descubierto, entrelazado con cobertura compuesta por pequeños cirrípedos y parches de algas verdes y algas rojas crustosas, además de pequeños moluscos móviles.

El intermareal medio, presentó bajos porcentajes de sustrato descubierto, debido a la alta cobertura de algas, variando estacionalmente en porcentaje de utilización del sustrato disponible, mostrando parches de algas rojas crustosas, algas verdes tales como *Ulva* sp. y *Codium dimorfum* y algas pardas como *Mazzaella laminarioides*. Además se encontraron invertebrados sésiles, los cuales también variaron estacionalmente, como los cirrípedos (e.g. *Jehlius cirratus*) y el molusco *Perumytilus purpuratus*. El grupo de los invertebrados móviles presentó una marcada variación estacional en términos de abundancia, probablemente por cambios en la tasa reclutamiento de cada especie. Sin embargo cabe destacar que los moluscos del género *Scurria* y *Prisogaster niger* presentaron las mayores densidades en ambas temporadas de muestreo.

El intermareal bajo, exhibió la mayor cantidad de *taxa* en todas las campañas (2012, 2014 y 2015). Solamente en algunos transectos se reportó sustrato descubierto, pero en general dominó la alta cobertura de especies. Las algas que dominaron fueron las algas rojas crustosas en codominancia con algunas algas pardas como *Mazzaella laminarioides* y *Lessonia spicata* encontradas en el límite inferior de algunos transectos. En relación a los invertebrados móviles, en todas las campañas se observó una dominancia de algún molusco (e.g. *Prisogaster niger*), compartiendo con variadas y diversas especies con baja abundancias.

Si bien la zonación de intermareal rocoso está claramente definida, hubo variaciones espaciales en términos de coberturas y densidades, lo que se explica principalmente por las distintas características propias de cada estacionalidad, influenciadas por efectos físicos, como por ejemplo, la mayor exposición al oleaje y/o radiación solar. A su vez dichos cambios están ligados a procesos ecológicos como por ejemplo la competencia por espacios, depredación y reclutamiento.

#### Síntesis de resultados de aves y mamíferos hidrobiológicos

En todas las campañas realizadas el 2012, el 2014 y el 2015, se registraron las mismas especies hidrobiológicas. Estas corresponden al pingüino de humboldt (*Spheniscus humboldti*), chungungo (*Lontra Felina*) y lobo marino común (*Otaria flavescens*).

Las tres especies hidrobiológicas identificadas presentan alguna categoría de conservación, dos están catalogadas como Vulnerables (*S. humboldti* y *L. felina*) y otra como Preocupación Menor (*O. flavescens*).

Tantos el ambiente Sector Insular como el ambiente Borde Costero son muy importantes para las especies hidrobiológicas identificadas. El ambiente de Sector Insular presentó la gran mayoría de especies hidrobiológicas tanto en número como en densidad.

En el Sector Insular todas las especies identificadas presentan un patrón de distribución distinto en cada campaña del 2012, 2014 y 2015. Por lo tanto, éstas ocuparían de igual forma las tres islas presentes, cambiando sus abundancias debido a comportamientos referentes a periodos reproductivos, bio-ecología de cada especie y zonas de descanso.



De igual forma se pudo observar la presencia de una ballena franca austral con su ballenato (*Eubalaena australis*) en una oportunidad en invierno 2015, mostrando un comportamiento pasivo posiblemente de crianza en la bahía Conchalí, esta especie tiene una categoría de conservación En Peligro.

#### Síntesis de resultados del submareal de fondos blandos

Las comunidades que habitan los fondos arenosos del piso submareal presentaron variaciones entre las campañas realizadas el 2012 respecto de aquellas realizadas el 2014 y 2015; sin embargo, en el período de estudio se observó que el patrón general de abundancias se mantuvo y estuvo dominado por los crustáceos y poliquetos, con una clara disminución en la riqueza de especies en la época primaveral.

En general las estaciones dentro de la bahía Conchalí presentaron homogeneidad en la mayoría de los términos evaluados (e.g. los índices ecológicos, cuevas ABC, análisis de similitud y ordenamiento espacial). Las estaciones controles (CS y CN) más las estaciones B8, E-9 y E-10 difirieron en la composición de la comunidad biológica con lo encontrado en el resto de las estaciones o al interior de la bahía Conchalí. Dichas estaciones coinciden en que están ubicadas más alejadas de la línea de costa y son más profundas, por lo tanto el sustrato o ambiente donde se encuentran no es el mismo que el de estaciones más costeras, lo cual puede explicar tal diferencia.

A pesar de esta separación espacial de las comunidades submareales de fondo blando, todas las comunidades registraron indicios de perturbación en distintos grados de magnitud en todas o la mayoría de las estaciones evaluadas (incluidas las estaciones CN y CS). Sin embargo, este nivel de perturbación detectado por las metodologías analíticas aplicadas, se encuentra más bien asociado a una condición de semidefaunación que se encuentran muchas de las estaciones evaluadas, descartándose una relación directa entre el grado de alteración de las estaciones con su distribución en la bahía.

#### Síntesis de resultados de comunidades submareal de fondos duros

El submareal rocoso del sector Punta Chungo analizado el 2012 presentó características propias de comunidades de fondos blanqueados, las que fluctuaron estacionalmente a lo largo del año en términos de cobertura y abundancia de especies. Por su parte, el submareal rocoso en el sector de Punta Chungo, analizado el 2014 y verano 2015 mostró una mayor abundancia y riqueza de especies que las campañas realizadas con anterioridad.

Durante el 2014 y verano 2015 el submareal rocoso del sector Punta Chungo presentó características propias de comunidades de fondos duros dominadas por parches de macroalgas bentónicas (turf), algas cálcareas (corallinales) e invertebrados filtradores (*Phragmatopoma* sp.).

Dichas coberturas de organismos variaron estacionalmente al igual que las reportadas durante el 2012. Por lo tanto, estos cambios estarían influenciados por factores físicos costeros como corrientes, viento y/o surgencias, como también por procesos ecológicos como por ejemplo competencia por sustrato, depredación, etc. dando como resultado una variación de comunidades submareales durante los periodos de muestreo.

En sectores de mayor exposición al oleaje predominan comunidades de macroalgas, grandes formaciones rocosas y turf de macroalgas de mayor complejidad donde se observó una variada riqueza y diversidad de especies. Las componentes estructurales del fondo, así como la exposición al oleaje estarían determinando la composición específica del submareal en el área de influencia.

#### Síntesis de resultados comunidad de peces

Las comunidades de peces submareales descritas durante las campañas realizadas los años 2012, 2014 y 2015 mostraron algunas diferencias en términos de riqueza de especies y abundancia (densidad), lo cual en parte pudo estar influenciado por las condiciones oceanográficas de baja visibilidad o corrientes. Sin embargo, los peces observados en ambas campañas corresponden a aquellos habituales de la costa centro norte de Chile y son levemente menores a la riqueza de especies descrita para la latitud del área de influencia. La falta de algas pardas erectas y la homogeneidad del sustrato en el sector alrededor de Punta Chungo, pudo haber incidido en la baja abundancia de especies. A diferencia de sectores de mayor oleaje y heterogeneidades del sustrato, como por ejemplo, presencia de algas erectas, grandes rocas y cuevas, los cuales presentaron mayores abundancias y riqueza de especies.

#### 7.1.4.4 Evolución de los Ecosistemas Marinos sin considerar la ejecución del Proyecto

Sin la ejecución del Proyecto “Infraestructura Complementaria” los Ecosistemas Marinos, incluyendo la oceanografía física, los componentes químicos y las diversas comunidades biológicas presentes en la bahía Conchalí y sus controles, continuarán naturalmente con los patrones normales y sus variaciones estacionales de la zona central de Chile.

#### 7.1.4.5 Referencias Bibliográficas

##### *7.1.4.5.1 Medio Físico del Medio Marino*

CARRASCO R (1999). Calculo de la capacidad de Dispersión Superficial con Rodamina WT en Bahía Coliumo. Análisis Metodológico. Tesis de Grado Biólogo Marino. U. De C. Fotocopiada 50 pp.

CARTER H & OKUBO A (1965). A study of the physical processes of movement and dispersion in the Cape Kennedy area. Final Report under The U:S Atomic Energy Commssion. Contract No. AT (30-1)-2973. Chesapeake Bay Institute. The John Hopkins University. Reference 65-2, 165 pp.

OKUBO A (1971). Oceanic diffusion diagrams. Deep Sea Research, 18, 789-802.

OKUBO A (1980). Diffusion and ecological problems: mathematical models. Biomathematic Vol. 10. Springer- Verlag, Berlin Heidelberg, New York. 255 pp.

PUB. S.H.O.A. (3201). Instrucciones Oceanográficas N° 1. Especificaciones Técnicas para Mediciones y Análisis Oceanográficos (3° Edición 2005).

#### 7.1.4.5.2 Medio Químico del Medio Marino

AGUIRRE-MARTÍNEZ G, RUDOLPH A, AHUMADA R, LOYOLA R & MEDINA V (2009). Toxicidad no específica en sedimentos portuarios, una aproximación al contenido de contaminantes críticos. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, vol. 44, núm. 3, diciembre, 2009, pp. 725-735,

AHUMADA R (1995). Bahías: áreas de uso múltiple, un enfoque holístico del problema de la contaminación. *Ciencia y Tecnología del Mar*. Valparaíso, N° Especial.

AHUMADA R (1998). Metales traza en los sedimentos: una herramienta de gestión ambiental para la zona costera. En: D. Arcos, (Ed), *Minería del cobre, ecología y ambiente costero*. Anibal Pinto S.A., Chile. 403 pp.

AVARIA S, S PALMA, HA SIEVERS & N SILVA. 1989. Revisión sobre aspectos oceanográficos físicos, químicos y planctológicos de la bahía de Valparaíso y áreas adyacentes. *Biología Pesquera* 18: 67-96.

BUCHMAN MF (2008). NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34 p.

CALDERÓN C & VALDÉS J (2012). Contenido de metales en sedimentos y organismos bentónicos de la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. Vol. 47, N°1: 121-133.

CASTILLO A & VALDÉS J (2011). Contenido de metales en *Cancer polyodon* (Crustacea: Decápoda) en un sistema de bahías del norte de Chile (27°S). *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 39(3): 461-470

CONAMA (2005). Guía Conama para el establecimiento de normas de calidad ambiental para las aguas continentales superficiales y aguas marinas. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 18 pp.

CONNELL DES W (1990). *Bioaccumulation of Xenobiotic Compounds*. Boca de Ratón, Florida, USA.

DÍAZ S, OSCAR, ENCINA M, FRANCISCO, RECABARREN G, ESTELA, DEL VALLE C, SERGIA, PASTENE O, RUBÉN, MONTES S, SERGIO, & FIGUEROA Q, ANGÉLICA. (2008). Estudio de la concentración de arsénico, mercurio, plomo y fenantreno en la macha (*Mesodesma donacium*): implicancias alimentarias y toxicológicas. *Revista chilena de nutrición*, 35(1), 53-60

DECRETO SUPREMO N° 977/96. REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS.

EPA, 1993 (En Ahumada, R. (1995). Bahías: áreas de uso múltiple, un enfoque holístico del problema de la contaminación. *Ciencia y Tecnología del Mar*. Valparaíso, N° Especial).

ISQG (2002). Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life in Interim Marine Sediment Quality Guidelines. Canadian Council Ministers of the Environmental.

GUÍÑEZ, M, J. VALDÉS & A. SIFEDDINE (2010). Variabilidad espacial y temporal de la materia orgánica sedimentaria, asociada a la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO), en un ambiente costero del norte de la corriente de Humboldt, bahía de Mejillones, Chile. *Latin american journal of aquatic research*, 38(2), 242-253.

HERVÉ-FERNÁNDEZ, P., HOULBRÈQUE, F., BOISSON, F., MULSOW, S., TEYSSIÉ, J. L., OBERHAËNSLI, F., ... & JEFFREE, R. (2010). Cadmium bioaccumulation and retention kinetics in the Chilean blue mussel *Mytilus chilensis*: seawater and food exposure pathways. *Aquatic toxicology*, 99(4), 448-456.

HINCHEY, E.K. AND L. C. SCHAFFNER. 2005. An evaluation of electrode insertion techniques for measurement of sediment redox potential in estuarine sediments. *Chemosphere* 59:703-710.

HOULBRÈQUE, F., HERVÉ-FERNÁNDEZ, P., TEYSSIÉ, J. L., OBERHAËNSLI, F., BOISSON, F., & JEFFREE, R. (2011). Cooking makes cadmium contained in Chilean mussels less bioaccessible to humans. *Food Chemistry*, 126(3), 917-921.

JAKSIC F & OJEDA FP (1993). Estándares secundarios de calidad ambiental. Pp. 389-423 en Katz, R. & G. del Fávero (Editores): Medio ambiente en desarrollo. Centro de Estudios Públicos, Santiago. 507 pp.

MACDONALD DD, CARR RS, CALDER FD, LONG ER & INGERSOLL CG (1996). Development and evaluation of sediment quality guidelines for Florida coastal waters. *Ecotoxicology* 5:253-278.

MCKAY, J. L., & PEDERSEN, T. F. (2008). The accumulation of silver in marine sediments: A link to biogenic Ba and marine productivity. *Global Biogeochemical Cycles*, 22(4).

NEFF J. M. 1997. Ecotoxicology of arsenic in the marine environment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 16, No. 5, pp. 917-927

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-129-SSA1-1995, Bienes y Servicios. Productos de la Pesca: secos-salados, ahumados, moluscos, cefalópodos y gasterópodos frescos-refrigerados y congelados. Disposiciones y especificaciones sanitarias.

OWEN, C. A. 1981. Copper deficiency and toxicity: acquired and inherited, in plants, animals, and man. Noyes Publications, New Jersey.

LUOMA, S. N., HO, Y. B., & BRYAN, G. W. (1995). Fate, bioavailability and toxicity of silver in estuarine environments. *Marine Pollution Bulletin*, 31(1), 44-54.

PERSAUD D, JAAGUMAGI R & HAYTON A (1993). Guidelines for the protection and management of aquatic sediment quality in Ontario. Ministry of Environment Energy. 42 p.

SFEI (1997) 1996 Annual Report: San Francisco Estuary Regional Monitoring Program for Trace Substances. San Francisco Estuary Institute, Richmond, CA.

REGLAMENTO 221/2002 de la Comisión de Comunidades Europeas. Fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.

UNESCO (1976) Guide to operational procedures for the Igoss Project on Marine Pollution (Petroleum). Monitoring.

TAGUCHI, S., B. T. HARGRAVE. 1978. Loss Rates of Suspended Material Sedimented in a Marine Bay. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 1978, 35:1614-1620, 10.1139/f78-251

TAPIA, J., VARGAS-CHACOFF, L., BERTRÁN, C., CARRASCO, G., TORRES, F., PINTO, R., & LETELIER, L. (2010). Study of the content of cadmium, chromium and lead in bivalve molluscs of the Pacific Ocean (Maule Region, Chile). *Food chemistry*, 121(3), 666-671.

VALDÉS J & CASTILLO A (2014). Evaluación de la calidad ambiental de los sedimentos marinos en el sistema de bahías de Caldera (27°S), Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 42(3): 497-513

VALDÉS J, ROMÁN D, RIVERA L, ÁVILA J AND CORTÉS P. (2011). Metal contents in coastal waters of San Jorge Bay, Antofagasta, northern Chile: a base line for establishing seawater quality guidelines. *Environ Monit Assess* 183:231–242

VALDÉS, J., ROMÁN, D., GUÍÑEZ, M., RIVERA, L., MORALES, T., ÁVILA, J., & CORTÉS, P. (2010). Distribution and temporal variation of trace metal enrichment in surface sediments of San Jorge Bay, Chile. *Environmental monitoring and assessment*, 167(1-4), 185-197.

WENTWORTH CK (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments; *Journal of Geology*, 30: 377-392.

#### 7.1.4.5.3 Medio Biológico del Medio Marino

AGUAYO-LOBO, ANELIO, ACEVEDO, JORGE, BRITO, JOSÉ LUIS, OLAVARRÍA, CARLOS, MORAGA, RODRIGO, & OLAVE, CARLOS. (2008). La ballena franca del sur, *Eubalaena australis* (Desmoulins, 1822) en aguas chilenas: análisis de sus registros desde 1976 a 2008. *Revista de biología marina y oceanografía*, 43(3), 653-668.

ALCOLADO, P.M. 1992. Sobre la interpretación del medio marino mediante el empleo de los índices de diversidad y equitatividad. *Ciencias Biológicas*, 24: 124-127.

ALTMANN J. (1974) Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49: 227-267 [reprinted in *Foundations of Animal Behavior*, L.D. Houck & L.C. Drickamer, eds. U Chicago Press, 1996].

ALVARIÑO A. 1999. Hidromedusas: Abundancia batimétrica diurna-nocturna y estacional en aguas de California y Baja California, y estudio de las especies en el Pacífico Oriental y otras regiones. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso, 34 (1): 1-90.

ARAYA, B & MILLIE, G (1996) Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria, Chile. 406 pp.

AUDESIRK T & G AUDESIRK (1996) *Biología 3, Evolución y Ecología*. Cuarta Edición. Ediciones Prentice Hall, México.

AVARIA, S. 1965. Diatomeas y silicoflagelados de la bahía de Valparaíso. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 12 (1-3): 61-119.

BALBONTÍN, F. Y R. BRAVO. 1999. Distribución, abundancia y agrupaciones ictioplanctónicas en un área de desove de merluza común entre Papudo y Valparaíso. *Revista de Biología Marina* 34(2) 233-260.

BALECH, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Publicaciones especiales, Instituto Español de Oceanografía*, N° 1, 310 p.

BALECH, E. 1995. The genus *Alexandrium Halim* (Dinoflagellata). Published by Sherkin Island Marine Station, Sherkin Island, Co. Cork, Ireland, 151 p.

BAMSTEDT, U. 1990. Trophodynamics of the scyphomedusae *Aurelia aurita*. Predation rate in relation to abundance, size and type of prey organism. *J. Plankton Res.*, Vol. 12, Pág. 215–229.

BEGON M., TOWNSEND C., & HARPER J. (2006) *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Ltd 4 ed. UK. 738 pp.

BERNAL, P. A. & F. L. ROBLES & O. ROJAS 1983. Variabilidad física y biológica en la región meridional del sistema de corrientes Chile-Perú. En: G. Sharp & J. Csirke (eds.). *Actas de la consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos*. San José, Costa Rica. *FAO Informes de Pesca* (291) Vol. 3: 683-711.

BIBBY C.J., N. BURGESS & A. DAVID (1992) *Bird Census Techniques*. Academic Press, San Diego. CA, EEUU.

BLAXTER J. 1974. The role of light in the vertical migration of fish—a review. In: Evans GC, Bainbridge R, Rackham O (eds) *Light as an ecological factor II: the 16th Symposium of the British Ecological Society*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

BRAZEIRO, A., N. ROZBACZYLO & J.M. FARIÑA. 1998. Distribución especial de la macrofauna en una playa expuesta de Chile central: efectos de la morfodinámica intermareal. *Investigaciones Marina (Chile)* 26: 119-126.

BROITMAN BR, NAVARRETE SA, SMITH F & GAINES SD (2001) Geographic variation in southern Pacific intertidal communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 224: 21–34

CABRERA, A. Y WILLINK, A. 1973. *Biogeografía de América Latina*. Monografía N°13, Serie Biología, OEA, 120 p.

CAILLAUX, L. M. & W. B. STOTZ. 2003. Distribution and abundance of *Rhynchocinetes typus* Milne Edwards (Crustacea Decapoda), in different benthic community structures in northern Chile. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 83(1): 143-150.

CEPEDA J (1993) *Glosario Básico de Ecología y Medio Ambiente*. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena.

CHESTER, S. 2008. A Wildlife Guide to Chile. Londres: A&C Black, 391pp. ISBN: 978-1-4081-0536-8.

CITES (2003) Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES. Subdepartamento de Vida Silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero, SAG. Departamento de Protección de Recursos Naturales Renovables. Ministerio de Agricultura Chile, 112 pp.

CITES (2011) Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Decreto Ley N° 873. Proyecto de Conservación y Manejo de Fauna Silvestre del Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento de Protección de Recursos Naturales Renovables (1996). Ministerio de Agricultura Chile (Apéndices I, II y III, en vigor a partir del 27 de abril de 2011).

CLARKE K. & R. WARWICK. 1994. Change in marine communities. Natural Environment Research council. 144 pp.

CMS (2003) Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres. Tratado Internacional firmado en Bonn el 23 de junio de 1979. En: Convention on the Conservation of Depositary's Original Migratory Species of Wild Animals (CMS). October 2003.

CMS (2009) Informe Regional 2009 (Región América Central y América del Sur) Chile. Ministerio de Relaciones Exteriores Dirección de Medio Ambiente, Antártica y Asuntos Marítimos (DIMA). Departamento Medio Ambiente. Gobierno de Chile. Actividades realizadas sobre especies hidrobiológicas presentes en los Apéndices I y II de la Convención para la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS). CMS/StC36/Inf.15.

CMS (2011) Informe del progreso en la aplicación del Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles 2008-2011. Convención sobre las Especies Migratorias. Sexta Reunión del Comité Asesor Guayaquil, Ecuador (29 de agosto – 2 de septiembre de 2011). En: Décima reunión de la Conferencia de las Partes Bergen del 20 al 25 de Noviembre del 2011, Punto 16b del orden del día. PNUMA/CMS/Inf.10.18.6. 28 Junio 2011.

CONAMA (1994). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: concepto y antecedentes básicos. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Secretaría Técnica y Administrativa, Santiago, Chile.

CONAMA (1996) Metodologías para la Caracterización de la Calidad Ambiental. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), Comisión Nacional del Medio Ambiente, Secretaría Técnica y Administrativa, Santiago, Chile.

CONAMA (2003) Estrategia Nacional de Biodiversidad. Plan de Acción de País para la Implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Estrategia Nacional de Biodiversidad. Comisión Nacional de Medio Ambiente. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Santiago, Chile. 166 pp.

CONAMA (2008) Biodiversidad de Chile: Patrimonios y Desafíos. Ocho libros editores, Santiago de Chile. 640 pp.

CUPP, E. 1943. Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America. University of California Press, 237 p.

DANERI G., V. DELLAROSSA, R. QUIÑONES, B. JACOB, P. MONTERO & O. ULLOA. 2000. Primary production and community respiration in the Humboldt Current System off Chile and associated oceanic areas. Marine Ecology Progress Series 197: 41-49.

DAVIS, D. E. & R. L. WINSTEAD (1987) Estimación de Tamaños de Poblaciones de Vida Silvestre. Pp. 233-258, en Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre (R. Rodríguez Tarrés, ed.). The Wildlife Society, Maryland, 703 pp.

ENRIGHT J. 1977. Diurnal vertical migration: adaptive significance and timing. Limnol Oceanogr 22:856-886.

ESCRIBANO, R., P. HIDALGO, H. GONZÁLEZ, R. GIESECKE, R. RIQUELME-BUGUEÑO, K. MANRÍQUEZ. 2007. Seasonal and inter-annual variation of mesozooplankton in the coastal upwelling zone off central-southern Chile. Progress in Oceanography. 75, 470-485

FAGETTI E. 1973. Medusas de aguas chilenas. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 15 (1).

FARIÑA, JOSÉ, PAULINA OSSA Y JUAN CARLOS CASTILLA. 2008. Ecosistemas Marinos. En: Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. CONAMA. Páginas 96-105.

FRANK K. Y W. LEGGET. 1983. Multispecies larval fish associations: Accident or adaptation?. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 754-762.

GENCER, T. & KAZANCI, N. (2010). Applications of various biodiversity indices to benthic macroinvertebrate assemblages in streams of a national park in Turkey. *Review of Hydrobiology* 3, 2: 111-125.

GLADE A (1993) Libro Rojo de los Vertebrados de Chile. Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile.

GONZÁLEZ, A., BELTRÁN, J., HIRIART-BERTRAND, L., FLORES, V., DE REVIERS, B., CORREA, J. A., & SANTELICES, B. (2012). Identification of cryptic species in the *Lessonia nigrescens* complex (Phaeophyceae, Laminariales) 1. *Journal of Phycology*, 48(5), 1153-1165.

HENDEY, N.I. 1977. The species diversity index of some inshore diatom communities and its use in assessing the degree of pollution insult on parts of the North Coast of Cornwall. *Nova Hedwigia Beih.* 54: 355-358.

HERNÁNDEZ, C.E., R.A. MORENO & N ROZBACZYLO. 2005. Biogeographical patterns and Rapoport's rule in southeastern Pacific benthic polychaetes of the Chilean coast. *Ecography* 28: 363-373.

IFOP. 2003. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. Informe Final realizado por IFOP para la Corporación de Fomento de la Producción, Gerencia de Desarrollo. 98 páginas más anexos.



IUCN (2011) Red List of Threatened Species. Version 2011.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 02 October 2011.

JARAMILLO E., CARRASCO F., QUIJON P., PINO M., CONTRERAS H. 1998. Distribución y estructura comunitaria de la macroinfauna bentónica en la costa del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 459-478

JARAMILLO, E. & A. MCLACHLAN. 1993. Community and population responses of the macroinfauna to physical factors over a range of exposed sandy beaches in south-central Chile. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 37: 615-624.

JARAMILLO, E., C. DUARTE & H. CONTRERAS. 2000. Sandy beach macroinfauna from the coast of Ancud, Isla de Chiloé, southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 771-786.

JARAMILLO, E., STEAD, R., QUIJON, P., CONTRERAS, H. & GONZALEZ, M. 1996. Variabilidad temporal de la macroinfauna de playas arenosas en el centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 69:641-653.

KRUSKAL, J.B. & WISH, M. 1978. *Multidimensional scaling*. Sage Publications. Beverley Hills. California.

Lawrence JM (1975). On the relationships between marine plants and sea urchin. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 13 :213-286.

LEY N°19.473. *Ley de Caza y su Reglamento*. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Subdepartamento vida silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

LONGHURST A. 1981. *Analysis of marine ecosystems*. Academic Press, London.

LÓPEZ, C. A. & W. B. STOTZ. 1997. Descripción de la fauna asociada a *Corallina officinalis* L. en el intermareal rocoso de la costa de "Palo Colorado" (Los Vilos, IV Región, Chile). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 32(1) : 17-35

MACKAS D, K. DENMAN & M. ABBOTT. 1985. Plankton patchiness: biology in the physical vernacular. *Bulletin of Marine Science*, 37 (2): 652-674.

MARTÍNEZ D & G GONZÁLEZ (2004) *Las Aves de Chile, Nueva Guía de Campo*. Ediciones del Naturalista, 620 pp.

MCALLEECE, N., GAGE, J.D.G., LAMBSHEAD, P.J.D., PATERSON, G.L.J. (1997) *BioDiversity Professional statistics analysis software*. - See more at: <http://www.sams.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro#sthash.pZmXvD4X.dpuf>

MCLACHLAN, A., JARAMILLO, E., DONN, T. & WESSELS, F. 1993. Sandy beach macrofauna communities and their control by the physical environment: a geographical comparison. *Journal of Coastal Research*. Special Issue 15:27-38.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI) Decreto supremo 05/1998 Modificado por el Decreto 53/2003. Reglamento de la Ley de Caza. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Subdepartamento vida silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI) Ley 19.473/1996. Ley de Caza. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Subdepartamento vida silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

MINISTERIO DEL MEDIOAMBIENTE (MMA). 2012. Decreto Supremo 33/2012. *Aprueba y oficializa nómina para el quinto proceso de clasificación de especies silvestres según estado de conservación.* Diario oficial de la república de Chile. Publicado el 27 de febrero de 2012.

MINISTERIO DEL MEDIOAMBIENTE (MMA). 2012. Decreto Supremo 41/2012. *Aprueba y oficializa nómina para el sexto proceso de clasificación de especies silvestres según estado de conservación.* Diario oficial de la república de Chile. Publicado el 11 de abril de 2012.

MINISTERIO DEL MEDIOAMBIENTE (MMA). 2012. Decreto Supremo 42/2012. *Aprueba y oficializa nómina para el séptimo proceso de clasificación de especies silvestres según estado de conservación.* Diario oficial de la república de Chile. Publicado el 11 de abril de 2012.

MINISTERIO DEL MEDIOAMBIENTE (MMA). 2013. Decreto Supremo 13/2013. *Aprueba y oficializa nómina para el noveno proceso de clasificación de especies silvestres según estado de conservación.* Diario oficial de la república de Chile. Publicado el 25 de julio de 2013.

MINISTERIO DEL MEDIOAMBIENTE (MMA). 2013. Decreto Supremo 19/2013. *Aprueba y oficializa nómina para el octavo proceso de clasificación de especies silvestres según estado de conservación.* Diario oficial de la república de Chile. Publicado el 11 de febrero de 2013.

MINISTERIO DEL MEDIOAMBIENTE (MMA). 2012. Decreto supremo 29/2012. *Aprueba Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres según estado de Conservación.* Diario oficial de la república de Chile. Publicado el 27 de abril de 2012.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2007. Ley 19.300/2007. *Bases Generales del Medio Ambiente.* Modificada por la Ley 20.173/2007. Diario oficial de la república de Chile.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2005. Decreto supremo 75/2005. *Aprueba Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres.* Diario oficial de la república de Chile. Publicado el 11 de mayo de 2005.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2007. Decreto supremo 151/2007. *Oficializa primera clasificación de especies silvestres según estado de conservación.* Diario oficial de la república de Chile. Publicado el 24 de marzo de 2007.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2008a. Decreto Supremo 50/2008. *Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de*

*clasificación de especies según estado de conservación.* Diario oficial de la república de Chile. Publicado el 30 de junio de 2008.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2008b. Decreto Supremo 51/2008. *Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según estado de conservación.* Diario oficial de la república de Chile. Publicado el 30 de junio de 2008.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2009. Decreto Supremo 23/2009. *Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies silvestres según estado de conservación.* Diario oficial de la república de Chile. Publicado el 7 de mayo de 2009.

MINSEGPRES (2007) Proceso 1 de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación. Decreto Supremo N° 151 del 6 de diciembre de 2006. Ministerio Secretaría General de la Presidencia; publicado en el Diario Oficial el 24 de marzo de 2007.

MINSEGPRES (2008a) Proceso 2 de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación. Decreto Supremo N° 50 del 24 de abril de 2008 Ministerio Secretaría General de la Presidencia; publicado en el Diario Oficial el 30 de junio de 2008.

MINSEGPRES (2008b) Proceso 3 de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación. Decreto Supremo N° 51 del 24 de abril de 2008 Ministerio Secretaría General de la Presidencia; publicado en el Diario Oficial el 30 de junio de 2008.

MINSEGPRES (2009) Proceso 4 de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación. Decreto Supremo N° 23 del 3 de marzo de 2009 Ministerio Secretaría General de la Presidencia; publicado en el Diario Oficial el 7 de mayo de 2009.

MONTERO P., G. DANERI, L. CUEVAS, H. GONZÁLEZ, B. JACOB, L. LIZÁRRAGA & E. MENSCHERL. 2007. Productivity cycles in the coastal upwelling area off Concepción: The importance of diatoms and bacterioplankton in the organic carbon flux. *Progress in Oceanography* 75: 518-530.

MORENO, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T - Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

MUÑOZ-PEDREROS A & J YAÑEZ. 2000. Mamíferos de Chile. Ediciones CEA. Valdivia Chile. 456 pp.

NAVARRETE A, N LAGOS & P OJEDA. 2014. Latitudinal diversity patterns of Chilean coastal fishes: searching for causal processes. *Revista Chilena de Historia Natural*, 1:2

PAGÈS, F. & J.M. GILI. 1991. Vertical distribution of epipelagic siphonophores at the confluence between Benguela waters and the Angola Current over 48 hours. *Hydrobiologia*, 216/217: 355-362.

PIELOU, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal Theoretical Biology*, 13: 131-144.

PURCELL, J. AND GROVER, J. 1990. Predation and food limitation as causes of mortality in larval herring at a spawning ground in British Columbia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 59, 55–61.

PUTZEYS, S., HERNÁNDEZ-LEÓN. 2005. A model of zooplankton diel vertical migration off the Canary Islands: implication for active carbon flux. *Journal of Sea Research* 53 (2005) 213– 222.

REGLAMENTO GENERAL para la observación de Mamíferos, Reptiles y Aves hidrobiológicas y del registro de avistamiento de cetáceos. Ministerio del Medio Ambiente, Contenido en el D.S. número 38, del 16 de Febrero del 2012, Ministerio de Fomento, Economía y Turismo.

RINGELBERG J. 1995. Changes in light intensity and diel vertical migration: a comparison of marine and freshwater environments. *J Mar Biol Assoc UK* 75:15–25.

RIVERA, P. 1968. Sinopsis de las diatomeas de la bahía de Concepción, Chile. *Gayana Botánica* 18, 112 p.

ROBINSON, C; D. HAY; J. BOOTH AND J. TRUSCOTT, 1996. Standard methods for sampling resources and habitats in coastal subtidal regions of British Columbia. Part 2. 115 pp.

RODRÍGUEZ R. 1980. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. 4ª edición. America for the Wildlife Society, Inc. USA.

ROJAS, O., A. MUJICA, M. LABRA, G. LEDERMANN & H. MILES. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. Corporación de Fomento de la Producción, AP 83-31. IFOP Chile, 98 p. + anexos.

ROTTMANN J & MV LÓPEZ-CALLEJA (1992) Estrategia Nacional de Conservación de Aves. UNORCH y SAG. Serie Técnica Año 1, Número 1. 16 pp.

Saavedra, M. 2008. Caracterización del ensamble de macroinfauna bentónica en bahía Conchalí. Los Vilos, IV Región. En Biodiversidad de Fauna en Minera Los Pelambres. Novoa F.F. & M. Contreras (Eds). 312 pp.

SAG (2004) Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales en Fauna Silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Subdepartamento de Gestión Ambiental. Santiago, Chile. 180 pp.

SAG (2010) La Ley de Caza y su Reglamento. Legislación, Ley de Caza Nº 19.473. Servicio Agrícola y Ganadero, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, 96 pp.

SAG (2011) La Ley de Caza y su Reglamento. Legislación, Ley de Caza Nº 19.473. Servicio Agrícola y Ganadero, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, 96 pp.

SANTELICES, B. 1988. Algas marinas de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

SAYRE, R., E. ROCA, G. SEDAGHATKISH, B. YOUNG, S. KEEL, R. ROCA & S. SHEPPARD (2000) Nature in Focus: Rapid Ecological Assessment. The Nature Conservancy

(TNC) – Island Press. Washington DC. 182 pp. Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada (1995) Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Santiago.

SAG Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, 2007. Pingüino de Humboldt. Medio ambiente, especies protegidas.

SHANNON, C. & W. WEAVER. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana. 117 p.

SHORT, A.D. 2000. Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics. Wiley

SHORT, A.D. & L.D. WRIGTH. 1983. Physical variability of sandy beaches. Sandy beaches as ecosystem. En McLachlan, A. & T. Erasmus, W. Junk Publishers, The Hague: 133-144.

SIELFELD, 1983 W. Mamíferos marinos de Chile. Santiago: Ediciones Universidad de Chile, 199pp.

SIELFELD, 1999, W., Castilla, J.C. Estado de conservación y conocimiento de las nutrias en Chile. Estud. Oceanol. Santiago, Chile, 1999. 18: 69-79. ISSN 0071-173X.

SMITH P & RICHARDSON S (1979) Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO Documentos Técnicos de Pesca, 175: 1-107.

SOBREVILA C & P BATH (1992) Evaluación ecológica rápida. Un manual para usuarios de América Latina y El Caribe. Edición Preliminar. Programa de ciencias para América Latina. The Nature Conservancy 1851, North Lynn street Arlington VA 22209, USA.

SOKA, L. R. R. & J. ROHLF. 1981. Biometry. W.H. Freeman and Co., San Francisco. 776 pp.

SUTHERLAND, W. 1996. Ecological census techniques. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. 336 pp.

TABILO-VALDIVIESO E. (1997) Intermediate disturbance and the design of mitigation plans for wildlife. Impact Assessment. 15: 49-54.

THIEL M, MACAYA EC, ACUÑA E, ARNTZ WE, BASTIAS H, BROKORDT K, CAMUS PA, CASTILLA JC, CASTRO L, CORTÉS M, DUMONT CP, ESCRIBANO R, FERNANDEZ M, FAJARDO JA, GAYMER CF, GOMEZ I, GONZALEZ AE, GONZALEZ H, HAYE PA, ILLANES JE, IRIARTE JL, LANCELLOTTI DA, LUNA-JORQUERA G, LUXORO C, MANRIQUEZ PH, MARÍN V, MUÑOZ P, NAVARRETE SA, PEREZ E, POULIN E, SELLANES J, SEPÚLVEDA H, STOTZ W, TALA F, THOMAS A, VARGAS CA, VASQUEZ JA & VEGA JMA (2007) The Humboldt current system of northern and central Chile. Oceanographic processes, Ecological interactions and socioeconomic feedback. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, 45: 195-344.

TOMAS, C. R. 1996. Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, San Diego.

UNESCO. 1978. Phytoplankton Manual. Monographs on Oceanographic Methodology, 6, 337 pp.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitteilungen Internationale Vereinigung Limnologie, 9: 1-38.

VÁSQUEZ, J. 2002. Evaluación base para una eventual área marina protegida (AMP) en el norte de Chile (III Región). Informe Técnico. Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar, Coquimbo. 93 pp

VÁSQUEZ, J.A. & VEGA, J.M. A. 2004. Ecosistemas marinos costeros del Parque Nacional Bosque Fray Jorge. En Historia Natural del Parque Nacional Bosque Fray Jorge.13:235-252. F.A. Squeo, J.R. Gutiérrez & I.R. Hernández (Eds).

VILLEGAS, MARIO J; STOTZ, WOLFGANG; LAUDIEN, JÜRGEN (2005): First record of an epibiosis between the sand crab *Emerita analoga* (Stimpson, 1857) (Decapoda: Hippidae) and the mussel *Semimytilus algosus* (Gould, 1850) (Bivalvia, Mytilidae) in southern Peru. Helgoland Marine Research, 60(1), 25-31

WARWICK, R.M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. Mar. Biol., 92:557-562.

YÁÑEZ, J. 1997. Reunión de trabajo de especialistas en mamíferos marinos acuáticos para categorización de especies según estado de conservación. Not. Men. Mus. Nac. Hist. Nat., 330:8-16.

ZAR, J. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice-hall, Inc New Jersey 660 pp.

ZÚÑIGA O, H BAEZA Y R CASTRO. 1983. Análisis de la macrofauna bentónica del sublitoral de la bahía de Mejillones del Sur. Estud. Oceanol., 3: 41-62.