



03060

5
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

INSTITUTO DE GEOLOGÍA

**"Análisis tafonómico e interpretaciones paleoecológicas del bentos en una
sucesión del Jurásico Superior (Kimmeridgiano-Tithoniano) del área de Mazapil,
Zacatecas.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS (GEOLOGÍA)

PRESENTA:

MA. ALEJANDRA DE LA MORA VIDAL

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. CELESTINA GONZÁLEZ ARREOLA

CIUDAD UNIVERSITARIA

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

269758



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE.....	i -xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	2
III. ANTECEDENTES SOBRE ASPECTOS GEOLÓGICOS, ESTRATIGRÁFICOS Y PALEONTOLÓGICOS DEL JURÁSICO EN MÉXICO.....	3
IV. AGRADECIMIENTOS.....	8
V. EL PERFIL ESTUDIADO.....	9
V. 1. Ubicación Geográfica del área del estudio.....	9
V. 2. Acceso al área de estudio.....	10
V. 3. Formación La Caja.....	11
V. 4. Bioestratigrafía del perfil (MZ-3) Cañón San Matías.....	12
VI. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	13
VI. 1. Aspectos metodológicos.....	13
VI. 2. Desarrollo de técnicas aplicadas.....	19
VI. 2.a. Trabajo de campo.....	19
VI. 2.b. Trabajo de Gabinete.....	20
VI.3 . Análisis tafonómico.....	20
VI.4. Análisis paleoecológico.....	21
VI.5. Descripción de la columna litológica y del contenido fósil (bivalvo).....	22
VII. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN TAFONÓMICA.....	33
VII.1. Características del material estudiado.....	33
VII.2. Horizontes de registro y asociaciones registradas.....	33

Nivel 1a.....	35
Nivel 1b.....	37
Nivel 1c.....	39
Nivel 1d.....	40
Nivel 1e.....	43
Intervalo 1.....	45
Nivel 2.....	46
Intervalo 2.....	47
Nivel inter 3-4.....	48
Intervalo 3.....	50
Nivel 5a.....	50
Nivel 5b.....	52
Nivel 5c.....	54
Nivel 6.....	56
Nivel 6b.....	58
Intervalo 4.....	60
Nivel 9.....	61
Nivel 11.....	63
Nivel 12a.....	65
Nivel 14a.....	67
Nivel 14b.....	69
Nivel 14e.....	70
Intervalo 5.....	72
Nivel 15 d.....	74
Nivel 15 e.....	75
Nivel 15h.....	78
Intervalo 6.....	80
Nivel 456.....	81
Intervalo 7.....	83
Nivel 457.....	83
Nivel 458.....	85

Nivel 459.....	87
Intervalo 8.....	89
Nivel 460.....	90
Nivel 462.....	92
Intervalo 9.....	93
Nivel 463.....	94
Nivel 464base.....	96
Intervalo 10.....	98
Nivel 465base.....	98
Nivel ½ 465.....	100
Nivel 467.....	101
Nivel 469.....	103
Nivel 469techo.....	105
Nivel 472.....	106
Nivel 474.....	108
Intervalo 15.....	110
Nivel ½ 475.....	111
Nivel 475techo.....	114
Intervalo 16.....	114
Nivel 476base.....	115
Nivel 476techo.....	117
Nivel 479b.....	119
Nivel 479c.....	120
Nivel 479d.....	121
Nivel 480.....	122
Intervalo 17.....	124
Nivel 481techo.....	125
Intervalo 18.....	127
Nivel 483/484.....	127
Nivel 494.....	129
Nivel 495.....	131

Nivel 496	133
Intervalo 19	133
VIII. EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LAS ASOCIACIONES	
REGISTRADAS DE BIVALVOS	135
VIII.1. Consideraciones generales	135
VIII.2. Ocurrencia de las asociaciones registradas en el	
Kimmeridgiano (Jurásico Superior)	135
VIII.3. Ocurrencia de las asociaciones registradas en el	
Tithoniano-Berriasiano p.p.	137
IX. CONCLUSIONES PALEOECOLÓGICAS	139
X. BIBLIOGRAFÍA	141

Figuras

Fig. 1. Mapa de ubicación del área de estudio.....	9
Fig. 2. Acceso al área de estudio, se señalan las carreteras principales..	10
Fig. 3. Relación entre el porcentaje de articulación/desarticulación de las valvas.....	14
Fig. 4. Triángulo que señala los casos extremos de contaminación ecológica.....	16
Fig. 5. Perfil estratigráfico MZ-3 (Cañón de San Matias).....	32
Fig. 6. Sector del perfil estratigráfico donde se ubican los Intervalos 1-3	46
Fig. 7. Sector del perfil estratigráfico donde se ubica el intervalo 4.....	60
Fig. 8. Sector del perfil estratigráfico donde se ubica el intervalo 5.....	73
Fig. 9. Sector del perfil estratigráfico donde se ubica el intervalo 6.....	80
Fig. 10. Sector del perfil estratigráfico donde se ubica el intervalo 7.....	83
Fig. 11. Sector del perfil estratigráfico donde se ubica los intervalos 8 y 9	90
Fig. 12. Sector del perfil estratigráfico donde se ubican los Intervalos 10 y 11-14	98
Fig.13. Sector del perfil estratigráfico donde se ubican los	

intervalos 15 y 16	110
Fig. 14. Sector del perfil estratigráfico donde se ubica el intervalo 17.....	125
Fig. 15. Sector el perfil estratigráfico donde se ubican los	
Intervalos 18 y 19	128

Gráficos

Gráfico VII.1.1. Espectro de la asociación registrada por familias.....	35
Gráfico VII.1.2. Espectro de la asociación a nivel de género y/o especie.....	35
Gráfico VII.1.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	36
Gráfico VII.1.4. Frecuencias relativa de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	37
Gráfico VII.2.1. Espectro de la asociación registrada por familias.....	37
Gráfico VII.2.2. Espectro de la asociación a nivel de género y/o especie.....	38
Gráfico VII.2.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	38
Gráfico VII.2.4. Frecuencias relativa de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial.....	39
Gráfico VII.3.1. Asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	39
Gráfico VII.3.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	40
Gráfico VII.4.1. Espectro de la asociación registrada familias.....	41
Gráfico VII.4.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	41
Gráfico VII.4.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	42
Gráfico VII.4.4. Frecuencias relativa de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial.....	43
Gráfico VII.5.1. Espectro de la asociación registrada por familias.....	43
Gráfico VII.5.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	44
Gráfico VII.5.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	44

Gráfico VII.5.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.....	45
Gráfico VII.6.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	47
Gráfico VII.6.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	47
Gráfico VII.7.1. Espectro de la asociación registrada por familias.....	48
Gráfico VII.7.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	48
Gráfico VII.7.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	49
Gráfico VII.7.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.....	49
Gráfico VII.8.1. Espectro de la asociación por familias.....	50
Gráfico VII.8.2. Espectro de la asociación a nivel de género y/o especie.....	50
Gráfico VII.8.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	51
Gráfico VII.8.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.....	51
Gráfico VII.9.1. Espectro por familia de la asociación registrada.....	52
Gráfico VII.9.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y especie.....	52
Gráfico VII.9.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	53
Gráfico VII.9.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	53
Gráfico VII.10.1. Espectro de la asociación registrada por familia.....	54
Gráfico VII.10.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	54
Gráfico VII.10.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	55
Gráfico VII.10.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.....	55
Gráfico VII.11.1. Espectro de la asociación registrada por familia.....	56
Gráfico VII.11.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	56
Gráfico VII.11.3 Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	57

Gráfico VII.11.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.....	57
Gráfico VII.12.1. Espectro de la asociación registrada por familias.....	58
Gráfico VII.12.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	58
Gráfico VII.12.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	59
Gráfico VII.12.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	60
Gráfico VII.13.1. Espectro de la asociación registrada por familia.....	61
Gráfico VII.13.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	62
Gráfico VII.13.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	62
Gráfico VII.13.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	63
Gráfico VII.14.1. Espectro de la asociación registrada por género.....	64
Gráfico VII.14.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	64
Gráfico VII.15.1. Espectro de la asociación registrada por familias.....	65
Gráfico VII.15.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	65
Gráfico VII.15.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	66
Gráfico VII.15.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	66
Gráfico VII.16.1. Espectro de la asociación registrada por familias.....	67
Gráfico VII.16.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	67
Gráfico VII.16.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	68
Gráfico VII.16.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	69
Gráfico VII.17.1. Espectro de la asociación registrada por especie.....	69
Gráfico VII.17.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	70
Gráfico VII. 18.1. Espectro de la asociación registrada por familia.....	70
Gráfico VII.18.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	71

Gráfico VII.18.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	71
Gráfico VII.18.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada con relación al modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento- agua.....	72
Gráfico VII.19.1. Espectro de la asociación registrada por familias.....	74
Gráfico VII. 19.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	75
Gráfico VII.20.1. Espectro de la asociación registrada por familias.....	76
Gráfico VII.20.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	76
Gráfico VII.20.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	77
Gráfico VII.20.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.....	77
Gráfico VII.21.1. Espectro de la asociación registrada por familias.....	78
Gráfico VII.21.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	78
Gráfico VII.21.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	79
Gráfico VII.21.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	79
Gráfico VII.22.1. Espectro de la asociación registrada por familias.....	81
Gráfico VII.22.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	81
Gráfico VII. 22.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	82
Gráfico VII.22.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución en la interfase sedimento.....	82
Gráfico VII.23.1. Espectro de la asociación registrada por familias.....	83
Gráfico VII.23.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	84
Gráfico VII. 23.3.Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	84
Gráfico VII. 23.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.....	85
Gráfico VII.24.1. Espectro de la asociación registrada familias.....	85
Gráfico VII.24.2..Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	86

Gráfico VII. 24.3. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	86
Gráfico VII. 24.4. Frecuencias de las asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	87
Gráfico VII.25.1. Espectro de las asociación registrada por familias.....	87
Gráfico VII.25.2. Espectro de las asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	88
Gráfico VII.25.3. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	88
Gráfico VII.25.4. Frecuencias de las asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	89
Gráfico VII.26.1. Espectro de las asociación registrada a nivel de especie.....	91
Gráfico VII.26.2. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	91
Gráfico VII.27.1. Espectro de la asociación por familias.....	92
Gráfico VII.27.2. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	92
Gráfico VII. 27.3. Frecuencia de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	93
Gráfico VII.28.1. Espectro de las asociación registrada por familias.....	94
Gráfico VII.28.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	94
Gráfico VII. 28.3. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	95
Gráfico VII. 28.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	95
Gráfico VII.29.1. Espectro de las asociación registrada por familias.....	96
Gráfico VII.29.2 Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	96
Gráfico VII.29.3. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	97
Gráfico VII.29.4. Frecuencias relativas de las asociación registrada de acuerdo a modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	97
Gráfico VII.30.1. Espectro de las asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	99
Gráfico VII.30.2. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	99
Gráfico VII. 31.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	100
Gráfico VII. 31.2. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	100

Gráfico VII.32.1. Espectro de las asociación registrada a nivel de género.....	101
Gráfico VII.32.2. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	102
Gráfico VII.32.3.Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a modo de vida y distribución espacial de la interfase sedimento-agua.....	102
Gráfico VII.33.1. Espectro de las asociación registrada por familia.....	103
Gráfico VII.33.2. Espectro de las asociación registrada por género y/o especie.....	104
Gráfico VII.33.3. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	104
Gráfico VII.33.4. Frecuencias relativas de las asociación registrada de acuerdo al modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	105
Gráfico VII.34.1. Espectro de la asociación registrada por familia.....	105
Gráfico VII.35.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de familia.....	106
Gráfico VII. 35.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	106
Gráfico VII.35.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	107
Gráfico VII. 35.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución en el sedimento.....	107
Gráfico VII.36.1. Espectro de las asociación registrada por familia.....	108
Gráfico VII.36.2. Espectro de las asociación registrada por género y/o especie.....	108
Gráfico VII.36.3. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	109
Gráfico VII.36.4. Frecuencias relativas de las asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	110
Gráfico VII.37.1. Espectro de las asociación registrada por familia.....	112
Gráfico VII.37.2. Espectro de las asociación registrada por género y/o especie.....	112
Gráfico VII.37.3. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	113
Gráfico VII.37.4. Frecuencias relativas de las asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	113
Gráfico VII.38.1. Espectro de las asociación registrada por género y/o especie.....	114

Gráfico VII. 39.1. Espectro de las asociación registrada por especie.....	115
Gráfico VII.39.2. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	115
Gráfico VII.39.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	116
Gráfico VII.39.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	116
Gráfico VII.40.1. Espectro de la asociación registrada por familia.....	117
Gráfico VII.40.2. Espectro de las asociación registrada por género y/o especie.....	117
Gráfico VII.40.3. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	118
Gráfico VII.40.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	119
Gráfico VII.41.1. Espectro de las asociación registrada por género y/o especie.....	119
Gráfico VII.41.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	120
Gráfico VII.42.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de especie.....	120
Gráfico VII.42.2. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.....	121
Gráfico VII.43.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de especie.....	121
Gráfico VII.43.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	122
Gráfico VII.44.1. Espectro con la asociación registrada por familia.....	122
Gráfico VII.44.2. Espectro de la asociación registrada por género y/o especie.....	123
Gráfico VII.44.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	123
Gráfico VII.44.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	124
Gráfico VII.45.1. Espectro de la asociación registrada por género.....	125
Gráfico VII.45.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	126
Gráfico VII.45.3. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	126
Gráfico VII.46.1. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	127
Gráfico VII. 47.1. Espectro de la asociación registrada por familia.....	129

Gráfico VII.47.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.....	129
Gráfico VII. 47.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	130
Gráfico VII.47.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución en la interfase sedimento-agua.....	131
Gráfico VII.48.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de género.....	131
Gráfico VII.48.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	132
Gráfico VII.48.3. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.....	132
Gráfico VII.49.1. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.....	133
Gráfico VIII.1. Ocurrencia estratigráfica de las familias en el Kimmeridgiano.....	136
Gráfico VIII.2. Ocurrencia estratigráfica de las familias en el Tithoniano-Berriasiano p.p.....	138
LÁMINAS.....	149-154

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo constituye la tesis de Maestría en Ciencias (Geología), que la autora realizó dentro del proyecto de Ecoestratigrafía del Mesozoico del Noreste de México, apoyado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) proyecto IN-203792, en cuyos objetivos, está la apertura a nuevas líneas de investigación, en este caso la aplicación del análisis tafonómico como antecedente para la reconstrucción paleoecológica de las asociaciones bentónicas, aunado a la formación de Recursos Humanos, dentro de la política del Instituto de Geología.

Con este espíritu conciliador se ha venido trabajando desde 1992 en nuevas directrices paleontológicas. Anteriormente a esta fecha, desde 1985 participantes del proyecto han recolectado, con estricto control estratigráfico, material fósil (amonoideos y pelecípodos) depositado en rocas del Jurásico Superior en diferentes áreas localizadas en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Coahuila y Durango. Dada la naturaleza del material fósil, se han podido realizar una serie de tesis y publicaciones de índole bioestratigráfico, sistemático y estadístico (Olóriz, 1987; Olóriz *et al.*, 1988; 1989; 1990a, b, 1993, 1996, 1997, 1998a, b; Villaseñor y González, 1988)

Como se verá más adelante en el apartado sobre antecedentes de la investigación del Jurásico Superior en México, la información acerca del grupo de bivalvos está comparativamente poco desarrollada en relación a la de los amonoideos, ya que los bivalvos han sido considerados, en diversas publicaciones desde finales del siglo XIX, como fauna acompañante. Por ello, se plantea en esta memoria, la necesidad de cubrir la deficiencia acerca del conocimiento de los pelecípodos, basándose en la consideración de aspectos de distribución estratigráfica y análisis tafonómico como precedentes para una aproximación a la reconstrucción paleoecológica. Como excepción, conviene mencionar los trabajos de Schumann (1985 y 1988) donde se aborda el problema, sin un enfoque monográfico.

En consecuencia, esta memoria pretende proporcionar el análisis tafonómico, sin duda preliminar, para así complementar la información. Por ello, se contempló la necesidad de realizar nuevas recolectas y, así, determinar los horizontes de registro con las asociaciones fósiles y su significación paleoecológica para cada uno de los niveles del perfil MZ-3 (Cañón de San Matías), Zacatecas.

En esta investigación se han considerado los antecedentes geológico-estratigráficos y paleontológicos; además se agrega un breve apartado sobre la importancia del análisis tafonómico previo al desarrollo de la reconstrucción paleoecológica.

II. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

II.1. El objetivo general de la presente investigación es analizar el proceso tafonómico como precedente obligado para la reconstrucción paleoecológica, con base en el estudio del grupo de bivalvos fósiles, recolectados en una sucesión sedimentaria del Jurásico Superior (Kimmeridgiano-Tithoniano)-Cretácico Inferior (Berriasiano), del perfil MZ-3 (Cañón de San Matías) en el área de Mazapil, Zacatecas.

II.2. Los objetivos específicos a trabajar son:

- a) El reconocimiento y la descripción de los horizontes de registro, identificando las señales tafonómicas de las asociaciones registradas y su significación paleoecológica, para inferir las condiciones de depósito. Es decir, establecer una clara diferenciación entre las señales tafonómicas y paleoecológicas.
- b) La identificación de aloctonía, autoctonía y parautoctonía de los restos presentes en el perfil sujeto a estudio, y
- c) Posibilitar una aproximación a la reconstrucción paleoecológica del perfil estudiado del área de Mazapil, Zacatecas, en el Jurásico Superior-Cretácico Inferior e inferir modelos ecoestratigráficos, para su posterior correlación con otros afloramientos reconocidos en el área.

III. ANTECEDENTES SOBRE ASPECTOS GEOLÓGICOS, ESTRATIGRÁFICOS Y PALEONTOLÓGICOS DEL JURÁSICO EN MÉXICO.

En este apartado se han considerado las publicaciones formales del Jurásico Superior en México, realizadas desde finales del siglo XIX y que incluyen de una manera u otra el estudio de invertebrados, especialmente bivalvos y amonoideos.

Inicialmente Burkardt (1836) describe fauna fósil de pelecípodos y amonoideos. Nyst y Galiotti (1839) y Nikitin (1890) de manera general mencionan la presencia de *Aucella* en la Sierra de Catorce, San Luis Potosí.

Del Castillo y Aguilera (1895) dan a conocer una monografía muy completa que incluye fauna fósil con amplia distribución geográfica; señalan la presencia de géneros como *Aucella*, *Cucullaea*, *Trigonia*, *Exogyra* y *Lucina*. Además, esta es la primera obra formal acerca de amonoideos en México. Aguilera et al. (1896) determinan la cronoestratigrafía de la Sierra de Catorce con base en estudios paleontológicos realizados por Del Castillo y Aguilera (*op. cit.*)

Burckhardt (1906 a, b; 1910a y b; 1912; 1919 y 1930), publicó información de relevancia sobre aspectos geológicos, estratigráficos y paleontológicos de la Sierra de Santa Rosa, Mazapil y Ramírez en Zacatecas y del área de San Pedro del Gallo en Durango, señalando, en algunas de estas áreas, la presencia de bivalvos. En la obra de 1930 presentó la síntesis bioestratigráfica y paleobiogeográfica del Mesozoico de México; en esta obra menciona la presencia en el Oxfordiano de géneros como *Pholadomya*, *Pleuromya*, *Trigonia*, *Gervillia*, *Astarte* y *Opis*; para el Kimmeridgiano el "Banco de *Aucellas*", con *Aulacomyella*, y en el Portlandiano *Cucullaea phosphoritica* y *Lucina* sp.

Pavlov (1907), describe las especies de *Aucella bronni*, *A. Pallasi*, *A. tenustriata*, *A. fischeriana*, *A. terebratuloides*, *A. volgensis*, estas especies son ubicadas en el Kimmeridgiano-Portlandiano Inferior.

Heim (1926), señala la presencia de amonoideos del Jurásico en el área de Tamazunchale, San Luis Potosí, y caracteriza dos unidades con abundancia de la especie *Aulacomyella heimi*, y la reconoce como especie nueva para el Kimmeridgiano Superior junto con *Haploceras* grupo *fialar*, perisphinctidos y *aptychus*.

Imlay (1937, 1939, 1940, 1943, 1952, 1953, 1980 y 1984), contribuyó con la descripción de especies de amonoideos de interés bioestratigráfico de las Formaciones La Gloria y La Casita, que afloran en el norte de México; define la estratigrafía del Jurásico Superior de México y relaciona la fauna mexicana con la Provincia Mediterránea. Además compara la fauna de pelecípodos, en función de su abundancia y señala las diferencias entre los depósitos cercanos o

alejados de la costa, comparándola con la fauna de Texas. Además señala la presencia de *Aulacomyella* en el Kimmeridgiano y en asociación *Glochiceras* con *Buchia concentrica* y *B. mosquensis*.

Rogers *et al.* (1961) en un estudio sobre la geología y los depósitos fosfáticos del norte-centro de México, menciona una diversa fauna fósil de bivalvos reconocida en la Formación la Caja.

Alencáster y Buitrón (1965) trabajaron la fauna de bivalvos y otros grupos de invertebrados del Jurásico de Petlalcingo, Puebla, correlacionándola con los afloramientos de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí y Sierra de Mazapil, Zacatecas; argumentan que dichos afloramientos corresponden a una mayor cercanía a la costa.

Lecolle de Cantú (1967) describe la especie *Inoceramus bassei* nov. sp. para el Jurásico Superior (Tithoniano Medio) de la Formación Pimienta

Cantú Chapa (1969), propone la subdivisión bioestratigráfica del Bathoniano Superior al Kimmeridgiano inferior en el estado de Veracruz, con base en unidades bioestratigráficas caracterizadas por amonoideos y pelecípodos. Este autor en 1971 y 1976, en la región de la Huasteca, reconoce la zona de *Aulacomyella neogaeum* y *Virgatosphinctes mexicanum* para la base del Tithoniano.

Enciso de la Vega (1968) describe en la Hoja Cuencamé, las rocas jurásicas en el estado de Durango, y menciona la presencia de fauna de invertebrados, incluidos bivalvos y amonoideos.

Verma y Westermann (1973) efectúan la revisión taxonómica de la fauna de amonoideos publicada por Del Castillo y Aguilera (1895), provenientes del Jurásico y Cretácico de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí. Estos autores mencionan la abundancia relativa de fauna bentónica (braquiópodos y bivalvos), junto con clastos y formas de amonoideos fuertemente ornamentadas e interpretan que la Formación La Caja en Sierra de Catorce, se depositó en aguas más someras de lo que se creía.

Beauvais y Stump (1976), estudiaron estratos de origen marino del Oxfordiano-Kimmeridgiano Temprano del Noreste-central de Sonora (ver Linares *et al.*, 1997), señalando una clara afinidad de la fauna del dominio del mar de Tethys, aunque mencionan que la distribución espacial y temporal de los moluscos no amonoideos hace que se dificulte la interpretación zoogeográfica, y que es claro que esta fauna representa una transición entre la región del Golfo de México y el mar de Tethys.

Ledezma (1981) publica una carta geológica del área de Camacho sobre las localidades fosilíferas que contienen amonoideos, pelecípodos y gasterópodos del Jurásico Superior, y propone zonas biogeográficas.

Alencáster (1984) con base en la distribución de la fauna de moluscos da una propuesta de reconstrucción paleobiogeográfica para el Jurásico Superior del Sur de México, señalando la afinidad con la Provincia Mediterránea del mar de Tethys y con el Circum-Pacífico. Reconoce *Gervillia* y *Gryphaea mexicana* para el Tithoniano del suroeste de México.

Buitrón (1984) realiza una investigación sobre gasterópodos y bivalvos del Jurásico Superior al norte de Zacatecas, reconociendo que esta fauna le permite definir relaciones paleogeográficas para Coahuila, Durango, San Luis Potosí y Puebla en México, con Alaska, Washington, Oregon, California, Texas y Arkansas en los Estados Unidos, además de algunas áreas de Canadá y Groenlandia. Esta misma autora, en 1990, señala la presencia de crinoideos asociados con las siguientes especies de pelecípodos *Myophorella (Myophorella) sologuneri*, *Lima comatulicosta*, *Eomiodon microphytes*, *Pleuromya inconstans*, *Pholadomya fidicula*, *Pholadomya protei*, *Pinna quadrifons* y *Ptychomia stantoni*, las cuales le posibilitan la correlación con la fauna de Sierra de Catorce, San Luis Potosí y la Formación Malone en Texas.

Excepcionalmente, Schumann (1985 y 1988) enfoca el estudio paleoecológico de la fauna de amonoideos y bivalvos del Kimmeridgiano-Tithoniano del noreste de México, basado en el análisis de las asociaciones faunísticas para la reconstrucción de las cuencas, señalando que las facies presentes indican condiciones euxínicas; sus observaciones le permitieron deducir que la fosilización de los ejemplares manifiesta una diferencia en la conservación entre las concreciones y las capas circundantes. Estas asociaciones están conformadas por restos de organismos planctónicos y conchas juveniles de amonoideos, en abundancia. Asimismo, define ecotipos con base en bivalvos suspensívoros en coexistencia con organismos filtradores y estados jóvenes de *Aulacomyella* y como elementos raros, ostreidos; con base en estos últimos infiere que la columna de agua era rica en plancton. Además, señala la ocurrencia de sucesos cortos, drásticos y regionales que provocaron la destrucción de fauna y flora y la subsecuente acumulación de organismos en el fondo oceánico (**tafocenosis**) y menciona que la presencia de rocas fosforíticas indican una profundidad máxima de 300 m, en un periodo transgresivo entre el Kimmeridgiano y Tithoniano, aunque ninguna de estas dos publicaciones representa una monografía que considere al proceso tafonómico como precedente obligado para la reconstrucción paleoecológica.

Olóriz (1987) establece las bases para el inicio de los análisis ecoestratigráficos y ecoevolutivos, sobre las fluctuaciones de las asociaciones de macroinvertebrados del Jurásico Superior y su relación con la geodinámica de

las plataformas de la República Mexicana, así como, la interpretación de las trazas generales de la dinámica ecoestratigráfica que caracterizó el Kimmeridgiano-Tithoniano.

Villaseñor y González (1988), presentan las descripciones de la fauna de amonoideos y *aptychus* de la Formación La Casita en la Sierra de Palotes, en el área de Cuencamé, Durango. Reconocen dos familias de este grupo de cefalópodos (amonoideos) del Kimmeridgiano, con fauna asociada de bivalvos pertenecientes a la familia Buchiidae y Pectinidae, distribuidos en cada uno de los niveles estudiados.

Oloriz *et al.* (1988) centran su investigación en aspectos paleoecológicos y realizan el primer análisis isotópico de rocas del Jurásico Superior (Kimmeridgiano) de México, y lo relacionan a cambios ambientales que determinan la composición de las asociaciones de invertebrados incluidos los bivalvos. Concluyen en propuestas acerca de la dinámica paleoambiental.

Olóriz, *et al.* (1990b) continúan su investigación sobre plataformas marinas mexicanas del Jurásico Superior y abordan la paleobiogeografía de las asociaciones de amonoideos. Asimismo, Oloriz *et al.* (1993), realizan en Cuencamé, Durango, el análisis del límite Kimmeridgiano-Tithoniano, con base en la distribución de *Hybonoticeras*, la ausencia de *Mazapilites* y el registro de *Subplanitoides siliceus*. Además, realizan el análisis tafonómico de las asociaciones de invertebrados (amonoideos-bivalvos) y observaciones sedimentológicas, para concluir en una interpretación ecosedimentaria de un ambiente moderadamente somero y de baja energía que corresponde a la sucesión estratigráfica uniforme en un ambiente proximal.

Villaseñor (1991) en la región de Mazapil, Zacatecas, estudia cuatro perfiles estratigráficos; en esta aportación complementa y afina la sistemática y bioestratigrafía local propuesta por Burckhardt (1906 b). Con base en un estricto control estratigráfico define unidades bioestratigráficas y señala la discontinuidad de los eventos y su correlación con estándares establecidos en las Provincias Mediterránea y Submediterránea. Por medio del análisis ecoestratigráfico, reconoce las siguientes variaciones en la composición de espectros faunísticos; para el Kimmeridgiano inferior el 70.2 % son bivalvos y 28.8% de amonoideos; en el Kimmeridgiano superior un 67.5% de bivalvos y 32.5% de amonoideos. Para el Tithoniano inferior señala el 43% de amonoideos y 57% de bivalvos y Tithoniano superior un 54% de amonoideos y 46% de bivalvos. Caracteriza el área como una plataforma somera, con valores medios de profundidad entre los 30 y 50 m, con alto grado de endemismo a nivel específico dentro de los diversos géneros de amonoideos, lo que supone que dicha plataforma estuvo en ocasiones subdividida y en conexión restringida con aguas oceánicas, permitiendo evolución *in situ*.

Salvador *et al.* (1992) presentan en el capítulo de Meso-américa, la revisión de las investigaciones geológicas y paleontológicas del Jurásico Superior de México, enfocadas hacia la bioestratigrafía, reconstrucción sedimentaria y ecología del ambiente, además de la biogeografía de amonoideos y la reconstrucción ecoestratigráfica con base en las asociaciones de macroinvertebrados (amonoideos-bivalvos)

Pessagno *et al.* (1993), estudian las áreas de San Pedro del Gallo, Durango y Mazapil, Zacatecas, de edad Jurásica y Cretácica. Aportan datos preliminares para incluir estas áreas al eugeosinclinal mexicano, aludiendo a que estas áreas son parte del mismo terreno de "Sierra Madre Oriental", lo cual coincide con lo expuesto por Burckhardt (1906b y 1910b); estos autores, señalan la presencia de abundante (*Parvicingulas s.l.*), con registros boreales (*Buchia*) asociados con amonoideos del Tethys e interpretan que estos terrenos fueron transportados de paleolatitudes altas (provincia boreal sur) durante el Jurásico tardío a paleolatitudes bajas (dominio del Tethys) en el inicio del Cretácico.

Michalzik y Schumann (1994) al referirse a los aspectos paleoecológicos del Jurásico superior y Cretácico inferior del noreste de México, mencionan que *Aulacomyella* esta concentrada en finas capas, comparando este registro con los yacimientos Liásicos de *Posidonia Shales* de Alemania que reflejan condiciones episódicas deficientes en oxígeno en la interfase sedimento agua.

Finalmente, Olóriz *et al.*, (1997) estudian en la Sierra de Palotes (Durango) y De Catorce (San Luis Potosí) la composición de las asociaciones de macroinvertebrados incluyendo megabentos (en su mayoría bivalvos), en secciones pertenecientes al Kimeridgiano inferior y Tithoniano inferior. Señalan la clara diferencia en los regímenes de depósito, con fluctuaciones en la tasa de sedimentación, así mismo, la monotonía o el cambio en las litofacies de las secciones proporciona el contraste entre los registros continuos y discontinuos de las asociaciones, afectados por el transporte post-mortem con influencia de tormentas. Los cambios en las litofacies son reflejos de inundaciones significativas que afectaron áreas con sedimentación terrígena dominante. Estos cambios determinaron mas o menos variaciones importantes en la composición de las asociaciones fósiles de acuerdo con su relación a condiciones ecológicas cambiantes. No obstante, interpretan que la variación en los ecoespacios no presenta una relación directa con los cambios en la composición de las litofacies. El factor biostratinómico que afecta la distribución areal de las poblaciones de amonoideos es el transporte post-mortem, que aunado a la tasa de sedimentación controla la conservación y en consecuencia determina la diversidad de las asociaciones de amonoideos registradas.

IV. AGRADECIMIENTOS

Este es uno de los apartados más incompletos de este trabajo, ya que pretendo, en él, mostrar mi agradecimiento a las personas que han contribuido para la realización de este trabajo. Han sido tantas que las mencionadas a continuación no son mas que una expresión mínima de mi reconocimiento.

En primer lugar, mi mas profundo agradecimiento a la Dra. Celestina González Arreola por ser la pieza principal para mi formación académica y que con su integridad y buena disposición, además de su paciencia me ha demostrado la manera más segura de continuar el camino hacia la investigación.

Asimismo, al Dr. Federico Olóriz Sáez por fungir como codirector de esta tesis, en especial por su orientación posterior en relación con algunos planteamientos de los análisis tafonómicos y paleoecológicos recogidos en esta memoria. A la Dra. Ana Bertha Villaseñor Martínez, por el tiempo dedicado hacia mí; tanto en campañas de campo como en trabajo de gabinete. A ambos gracias por ampliar los conocimientos acerca del Jurásico en México.

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) por haber otorgado una beca para la realización de los estudios de Maestría dentro del proyecto " Ecoestratigráfica del Mesozoico del noreste de México" IN 203792; así como a las autoridades del Instituto de Geología por facilitar la elaboración de la presente memoria.

A las Maestras Soledad Medina, Ofelia Barrientos, María Elena Suárez y al Sr. Feliciano Rodríguez, todos ellos personal de la Biblioteca del Instituto de Geología, por la ayuda brindada para la obtención del material bibliográfico.

Especialmente al Maestro Raymundo Lecuanda Camacho por contribuir en la actualización del acervo bibliográfico, y por transmitir sus experiencias para la aplicación clara y concreta de conceptos y términos para finalmente concluir en un razonamiento lógico y concreto.

A mis papás, hermanos, cuñados y sobrinos, que conforman mi familia y que gracias a la unión que existe entre nosotros, siempre ha habido y habrá alguien que me brinde palabras de aliento, y un lugar seguro para alcanzar mi meta deseada y llegar a buen término.

Y finalmente, a todos los amigos que han contribuido con un consejo y que siempre han estado en contacto conmigo. Por ello reitero las gracias a cada una de las personas mencionadas y a muchas otras que no mencioné.

V. EL PERFIL ESTUDIADO.

V.1. Ubicación Geográfica del área de estudio.

El área de estudio está limitada por los paralelos $24^{\circ} 27'$ y $24^{\circ} 43'$ de latitud norte y los meridianos $101^{\circ} 30'$ y $101^{\circ} 45'$ de longitud oeste. La sucesión estratigráfica se ubica al noreste del estado de Zacatecas y al sureste del poblado de Mazapil. Pertenecer a la subprovincia de "Sierras Atravesadas o Transversales", constituida por un conjunto de sierras orientadas en dirección E-W de poca extensión, separadas por valles extremadamente amplios, éstas se ubican en la porción más septentrional del estado de Zacatecas. El relieve está constituido de sierras y bolsones presentando en promedio 400 m.s.n.m. y ocurren desde Concepción del Oro, Zacatecas, hasta la ciudad de Torreón, Coahuila (Enciso de la Vega, 1968). Fisiográficamente el área se localiza dentro de la denominada Meseta Central o Altiplano Mexicano. (Fig.1)

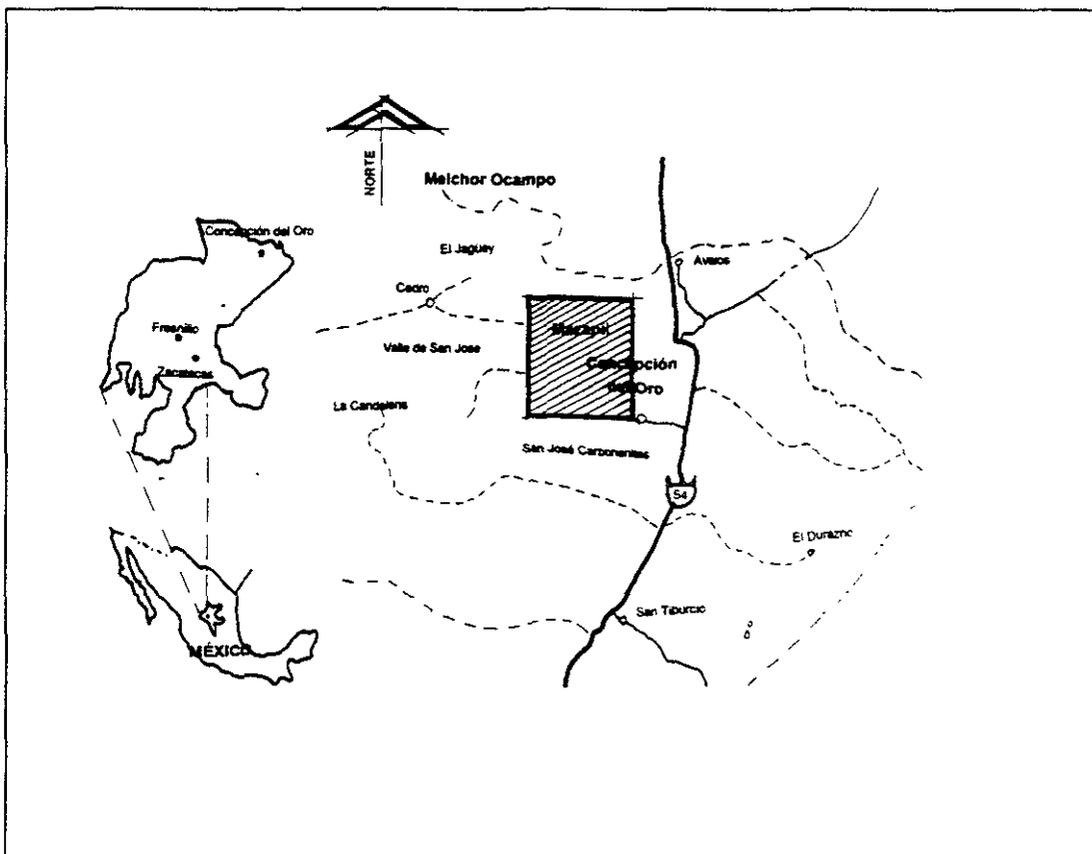


Fig. 1. Mapa de ubicación del área de estudio

V. 2. Acceso al área y perfil de estudio.

El camino que conduce al lugar de estudio es por la carretera federal No. 57 de la Ciudad de México a Matehuala, se cambia de dirección por la desviación hacia Real de Catorce, cruzando por estación Vanegas y San Tiburcio hasta el entronque con la carretera federal No. 54 (Zacatecas-Saltfílo) y aproximadamente a 40 km se toma la desviación hacia San José Carbonerillas y Sabana Grande; recorriendo una distancia aproximada de 19 km por el camino de terracería, se llega al poblado de Santa Rosa, y en dirección norte se continúa por la brecha atravesando el cauce del arroyo; esta brecha se interna hacia la sierra y desemboca en el Valle de San José; se toma el camino con trayectoria hacia el este, a la mina Mineral de Santa Rosa y la ruta prosigue hacia el norte por el camino que conduce al Cañón de San Matías. (Fig. 2)

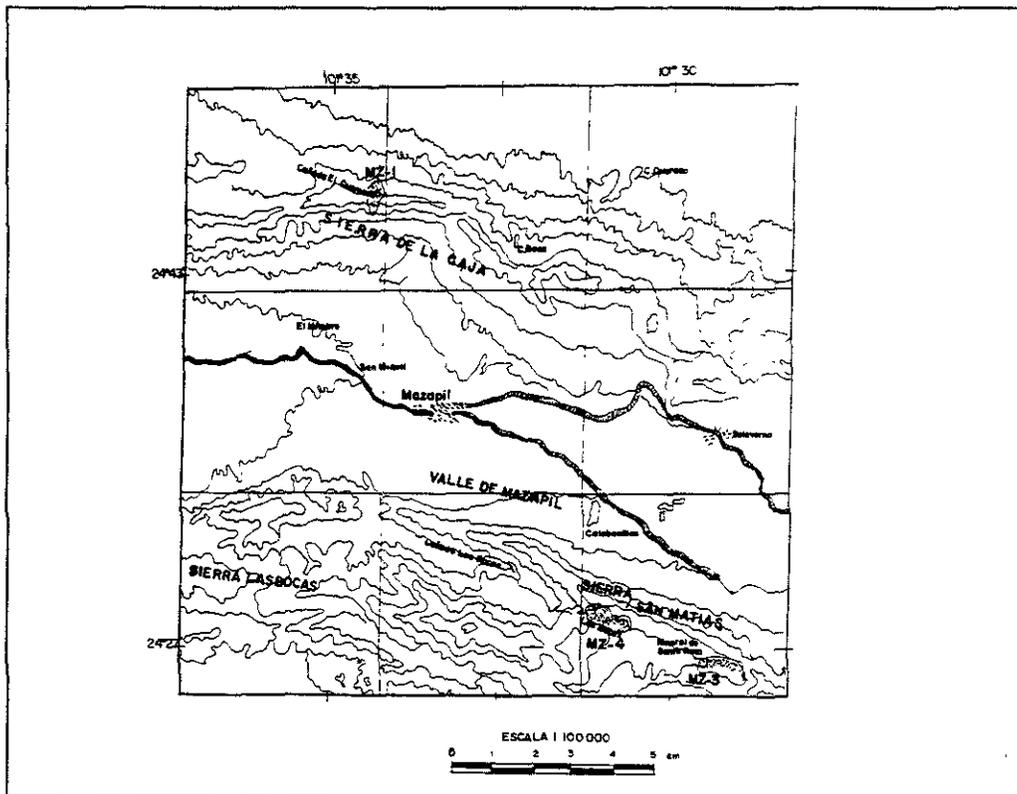


Fig. 2. Acceso al área de estudio, se señalan las carreteras principales.

V. 3. Formación La Caja

Imlay (1938) define formalmente a la Formación La Caja y le asigna una edad Kimmeridgiano, Portlandiano y Tithoniano, incluyendo el Oxfordiano más superior. Este autor reconoce ocho unidades, "Calcaires à Nérinées", de edad Oxfordiana, y las siete restantes las asigna al Kimmeridgiano-Portlandiano por su contenido fósil y litología. Le infrayace la Formación Zuloaga y le sobreyace la Formación Taraises.

Las sierras donde se encuentra ubicada la Formación La Caja deben su plegamiento a la Orogenia Laramídica, ocurrida durante el Terciario temprano (Michalzik, 1985). La transgresión marina ocurrió en el Oxfordiano temprano, reflejando un cambio de facies de plataforma hipersalina a estenohialina por una transgresión progresiva durante el Oxfordiano y Kimmeridgiano temprano; en este tiempo se desarrollaron elevaciones submarinas (Michalzik, 1986). Enciso de la Vega (1968), menciona que estructuralmente, las localidades se ubican en anticlinales recostados hacia el norte, cuyo núcleo está formado por la Formación Zuloaga, de edad Oxfordiana, y separadas por el Valle de Mazapil que corresponde al sinclinal que separa los referidos anticlinales.

En la Sierra de Mazapil (La Caja) y la Sierra de Santa Rosa, la Formación La Caja aflora principalmente en cañones, escarpes y puertos; esta formación descansa sobre las calizas masivas de la Formación Zuloaga. La localidad tipo se encuentra en la Vereda del Quemado (Imlay, 1938) en la Sierra de la Caja, al norte de Mazapil, estado de Zacatecas, localidad estudiada y descrita informalmente por primera vez por Burckhardt (1906a). Esta localidad y otras de la región de Mazapil fueron estudiadas por Villaseñor (1991) para realizar a detalle la bioestratigrafía.

La Formación La Caja, asignada tradicionalmente al Kimmeridgiano-Tithoniano, ha sido identificada en varias localidades del norte y centro de la República (Rodgers *et al.*, 1961; Córdoba, 1964, Verma y Westermann, 1973, Ledezma, 1981; Aranda *et al.*, 1987; Contreras *et al.*, 1988). Estudios recientes han corroborado que las facies de esta Formación incluyen parte del Berriasiano (Villaseñor, *op cit.*; Olóriz *et al.*, 1992, 1998b).

En la Sierra de Mazapil los afloramientos se presentan constituidos principalmente por lutita calcárea, limolita, caliza y caliza con intercalaciones de pedernal. La estratificación generalmente es delgada (10 a 20 cm), con grandes concreciones calcáreas (1 X 1.5 m aproximadamente) y algunos niveles delgados de yeso (3 a 10 cm). Los espesores de la Formación varían entre los 40 y 115 m (Villaseñor, 1991).

V.4. Bioestratigrafía del perfil (MZ-3) Cañón de San Matías

El perfil estratigráfico estudiado tiene una potencia de 112 m, le infrayace la Formación Zuloaga y le suprayace la Formación Taraises, este perfil tiene una edad de Jurásico Superior (Kimmeridgiano-Tithoniano) - Cretácico inferior (Berniasiano). Los materiales estudiados pertenecen a la Formación La Caja que está constituida básicamente de lutita calcárea de color café claro-oscuro, lutita gris rosada con estratificación delgada a media, e intercalaciones delgadas de arcilla, junto con caliza arcillosa negra y abundantes concreciones.

Los datos bioestratigráficos del área, incluyendo este perfil fueron tomados de Villaseñor, 1991 y Villaseñor *et al.* (1998). Estos autores reconocen diversas asociaciones de amonoideos que les permitieron hacer precisiones bioestratigráficas y la correlación con el estándar bioestratigráfico mediterráneo y submediterráneo. A continuación presento un resumen de la bioestratigrafía del perfil (para más detalles refiero a los lectores a las citas antes mencionadas).

En el perfil estudiado, su base corresponde al Kimmeridgiano inferior no basal (parte alta de la Zona Platynota - base de la Zona Hypselocyclum), que se caracteriza por la presencia de asociaciones de amonoideos de la familia Ataxioceratinae y Haploceratinae. En discontinuidad con la asociación anterior se reconocen dos asociaciones: la Asociación de *Idoceras* inferior, asignada a la Zona Divisum p.p. (Kimmeridgiano inferior) y la Asociación de *Idoceras* superior correspondiente a la parte alta de la Zona Divisum y parte de la Zona Acanthicum (parte alta del Kimmeridgiano inferior- base del Kimmeridgiano superior).

También en discontinuidad se registra la Asociación *Taramelliceras-Aulacostephanus*, correlacionable con la base de la Zona Eudoxus. Por arriba de estos estratos se reconoció la Asociación *Coryceras-Procraspedites*, que se caracteriza por la presencia de *Glochiceras (Coryceras) carinatum*, *Procraspedites praecursor*, junto con *Haploceras transatlanticum*, *Taramelliceras ("Metahaploceras") costatum* y perisphinctidos similares a *Pachysphinctes*, asignada a la parte media de la Zona Eudoxus. La Zona de intervalo con *Lingulaticeras*, esta caracterizada por el registro de *Lingulaticeras semicostatum* y se asigna a la parte alta de la Zona Eudoxus. Todas estas asociaciones pertenecen al Kimmeridgiano Superior. La última asociación del Kimmeridgiano es la Asociación inferior de *Hybonoticeras*, correlacionable con la Zona Beckeri.

En la base del Tithoniano inferior, se señala la presencia de la Asociación de *Hybonoticeras* superior junto con *Taramelliceras rebouletianum* asignada a la Zona Hybonotum. Por arriba se identifican las asociaciones de *Mazapilites*, *Usseliceras-Franconites* y *Parastreblites-Torquatisphinctes* correlacionables con la Zona Albertinum/Darwini (parte basal, media y alta, respectivamente).

Como lo señalan Villaseñor *et al.* (1998), una diferenciación clara del Tithoniano superior aún esta por determinarse, ya que hasta el momento las asociaciones registradas no permiten precisiones bioestratigráficas. El registro de fauna tradicionalmente asignadas al Tithoniano superior tales como *Durangites*, *Substeueroceras*, *Salinites* y *Kossmatia*, es claramente Berriasiano según el registro de calpionélidos.

VI. METODOLOGÍA DE TRABAJO

VI.1. Aspectos metodológicos

De acuerdo a los objetivos planteados, para realizar el análisis tafonómico de una secuencia estratigráfica, es necesario precisar la terminología y los criterios empleados para presentar con claridad el enfoque de esta memoria.

Considerando la definición de Tafonomía como "el estudio en todos sus detalles de la transición de los organismos muertos desde la Biosfera a la Litosfera " (Efremov, 1940, ver De Renzi *et al.*, 1975), esta disciplina se divide en dos fases para su análisis, la primera que corresponde a las observaciones **bioestratinómicas**, referentes a los procesos que tuvieron lugar mientras los organismos muertos estuvieron al descubierto y **Fosil-diagenéticas**, consisten en detallar los procesos sufridos por los organismos una vez enterrados.

Por ser este trabajo una aportación preliminar acerca de la interpretación paleoecológica y dada la naturaleza del material fósil sujeto a estudio, se realiza la interpretación bioestratinómica acerca de las modificaciones del estado mecánico de los elementos por desplazamiento (**transporte**). Los aspectos fosil-diagenéticos mas íntimamente ligados a análisis de petrología sedimentaria se abordarán en un futuro próximo, para cada uno de estos elementos, se consideraron los siguientes rasgos tafonómicos: articulación/desarticulación, concavidad y convexidad de las valvas, fragmentación y desgaste (corrosión o disolución).

Posteriormente, se caracteriza la **resedimentación tafonómica** (desplazamiento antes del enterramiento) y la **reelaboración tafonómica** (desenterramiento y desplazamiento de los elementos). En consecuencia, la proporción de los elementos resedimentados y reelaborados, permite estimar el grado de remoción de las asociaciones conservadas.

Una vez determinada la proporción de elementos resedimentados y reelaborados, se considera la retroalimentación entre las observaciones tafonómicas y criterios ecológicos de las asociaciones registradas para realizar una aproximación a la reconstrucción paleoecológica. Las distinciones

tafonomías, permiten establecer el orden de aparición en el tiempo geológico entre los diferentes horizontes de registro.

Por consiguiente, es importante señalar la diferencia entre **Horizonte de registro (Hr)** y **horizonte ecológico (he)**, el primero se relaciona con el intervalo de roca, portador de clastos y bioclastos, mientras que el horizonte ecológico se considera la representación de las características paleobiológicas de los elementos presentes o asociaciones registradas; en un horizonte de registro pueden interpretarse varios horizontes ecológicos.

Con estas consideraciones, el fin que se pretende, es determinar la **autoctonía/aloctonía** tafonomía de las asociaciones registradas, dando especial atención a la coincidencia/no coincidencia entre el lugar de vida y acúmulo de los elementos; con ello se interpreta la coherencia ecológica de las asociaciones registradas.

En la siguiente figura (Fig. 3) se muestra la relación entre el porcentaje de articulación/desarticulación de las valvas por horizonte de registro, con el grado de transporte que sufrieron los elementos.

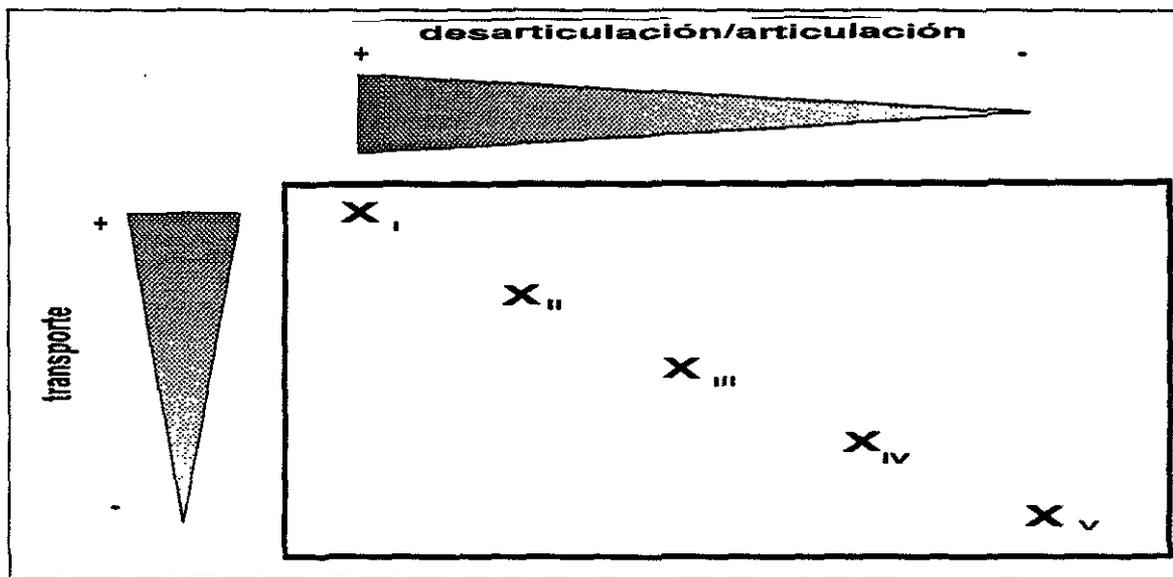


Fig. 3. El eje "X" representa el porcentaje de articulación/desarticulación de las valvas del horizonte de registro y el eje "Y" representa el grado de transporte que sufren los elementos, él (X) representa cada uno de los casos.

Caso I. Desarticulación al 1 mayor grado de transporte

Caso II Desarticulación 0.75/articulación 0.25, menor grado de transporte y contaminación ecológica

Caso III. Desarticulación al 0.50/articulación 0.50, grado de transporte poco determinante, pero con señales de depósito *in situ*.

Caso IV. Desarticulación 0.25/ articulación 0.75, grado de transporte menor y contaminación ecológica

Caso V. Articulación 1, sin transporte

A continuación se presenta un gráfico (fig. 4), que ejemplifica los posibles casos del comportamiento de las asociaciones registradas identificando las señales tafonómicas (desarticulación, índice de concavidad/convexidad, valvas con desgaste/ sin desgaste) y las consideraciones ecológicas, principalmente modo de vida (infauna, seminfauna y epifauna), además de la determinación del nivel de contaminación ecológica entre cada uno de los horizontes ecológicos reconocidos que constituyen el horizonte de registro.

Los criterios generales que se aplicaron para la construcción de este modelo son:

- A) Emplazamiento original correspondiente al horizonte de registro.
- B) Reconocimiento del deterioro debido a procesos erosivos, y
- C) Elementos alóctonos de áreas adyacentes con acumulación de los restos sin coherencia ecológica.

Asimismo, se consideran tres de los elementos tafonómicos más significativos, cada uno de los lados del triángulo corresponden a: **a)** desarticulación/ articulación; **b)** índice de convexidad/concavidad (valor absoluto de la función entre la diferencia de valvas cóncavas y convexas entre el número total de valvas por género, considerando cada uno de los géneros presentes en las asociaciones por nivel igual a 1) y, **c)** con desgaste y sin desgaste.

Las consideraciones anteriores se tomaron en cuenta únicamente para los casos II, y IV, los cuales representan la mezcla ecológica y en consecuencia la contaminación, por ello en texto se señala la contaminación en función del modo de vida, como consideraciones ecológicas de los organismos epifaunales, infaunales y seminfaunales. Los casos I, III y V no se han considerado ya que representan: **I)** Desarticulación al 100 %; todos los ejemplares cóncavos, desgastados y reelaborados. **Aloctonía**; **III)** Desarticulación/ 50 % cóncavas; 50 % convexa/ transporte medio/ **mezcla ecológica** y **V)** Articuladas/ convexas/ sin transporte/ **autoctonía**.

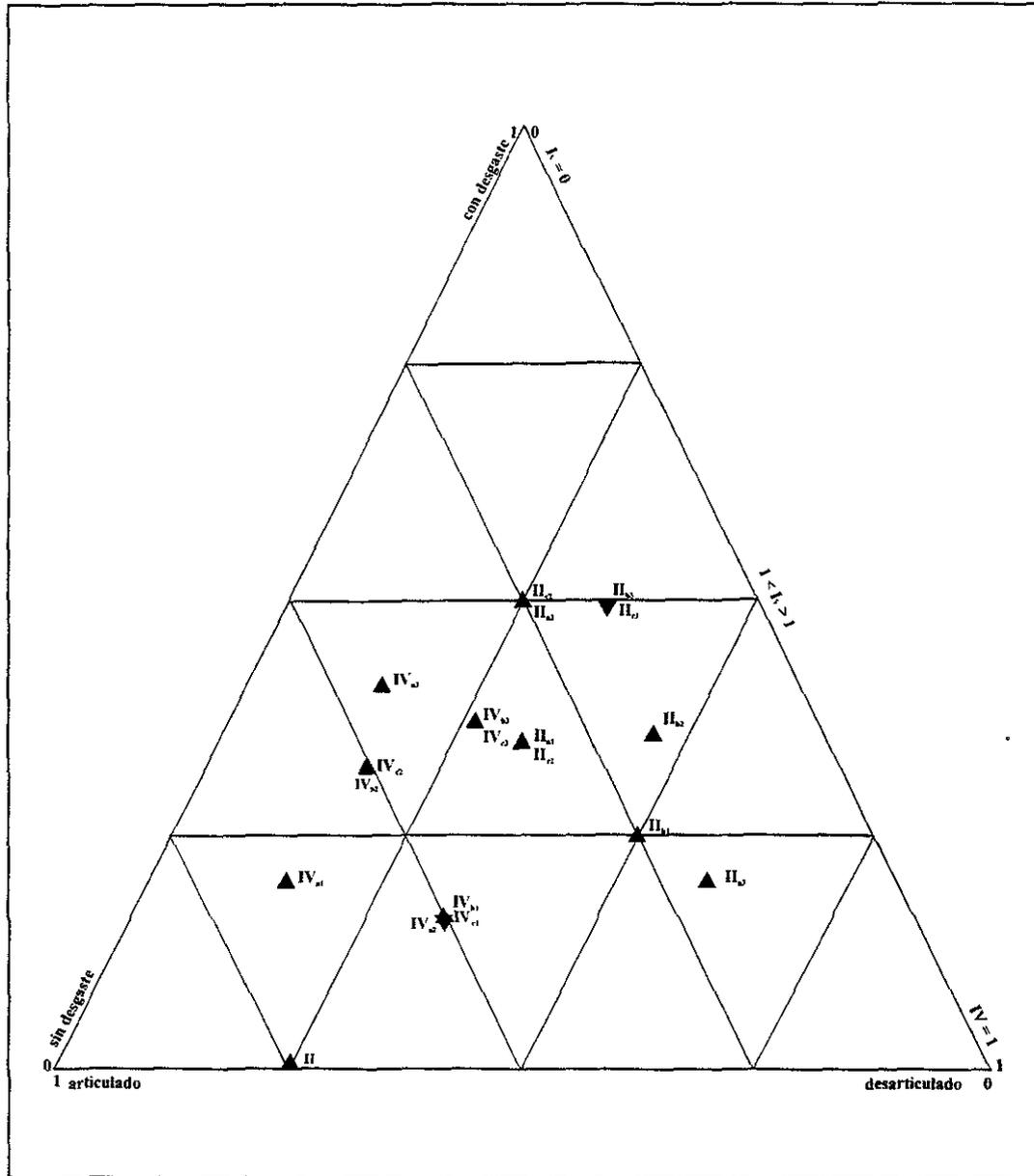


Fig. 4. Triángulo que señala los casos extremos de contaminación ecológica, para los casos II y IV, se dan dos tipos de marcas: (triángulos) que corresponden a las frecuencia relativa que modifican los diferentes criterios tafonómicos.

Dentro de los casos analizados (II y IV) a continuación se describen las posibles combinaciones, de acuerdo a los criterios tafonómicos utilizados, así como, las consideraciones ecológicas.

IIa. Desarticulación 0.75; articulación 0.25; índice de concavidad <1; con desgaste 0.75 y sin desgaste 0.25 ⇒ resedimentados con mezcla ecológica

IIa1. 0.75 epifauna; 0.25 infauna ⇒ resedimentación; mayor transporte con coherencia ecológica, epifauna alóctona e infauna autóctona

IIa2. 0.50 epifauna; 0.50 infauna ⇒ mayor coherencia ecológica y menor transporte que el anterior, consideración de las características paleobiológicas (tipo de concha mas o menos favorable para la remoción)

IIa3. 0.25 epifauna; 0.75 infauna ⇒ coherencia ecológica con poco transporte.

IIb. Desarticulación 0.75; articulación 0.25; índice de concavidad <1; con desgaste 0.50 y sin desgaste 0.50.

IIb1. 0.75 epifauna; 0.25 infauna ⇒ Causas posibles, proceso erosivo, horizonte de registro igual a horizontes ecológicos, desgaste de la epifauna para conocer el grado del transporte.

IIb2. 0.50 epifauna; 0.50 infauna ⇒ Causa: depositación de los elementos que afectan en mayor o menor medida el transporte; consideración de las evidencias por procesos hidrodinámicos.

IIb3. 0.25 epifauna; 0.75 infauna ⇒ transporte de la epifauna; autoctonía de la infauna y con la coincidencia del horizonte de registro y el horizonte ecológico.

IIc. Desarticulación 0.75; articulación 0.25; índice de concavidad <1; con desgaste 0.25 y sin desgaste 0.75.

IIc1. 0.75 epifauna; 0.25 infauna ⇒ Transporte de piezas epifaunales, gran desarticulación de las piezas e índice de convexidad/concavidad del 0.5 y menos transporte.

IIc2. 0.50 epifauna; 0.50 infauna ⇒ Causa: depositación de los elementos que afectan en mayor o menor medida y sin transporte; horizonte de registro igual a los horizontes ecológicos.

IIc3. 0.25 epifauna; 0.75 infauna \Rightarrow transporte de la epifauna; autoctonía de la infauna, el índice de concavidad/convexidad se considera del 0.5, y con mayor desgaste.

IVa. Desarticulación 0.25; articulación 0.75; índice de concavidad mayor al 0.5; con desgaste 0.25 y sin desgaste 0.75.

IVa1. 0.25 epifauna; 0.75 infauna \Rightarrow poco transporte de la epifauna, la mayoría de la infauna articulada y sin desgaste, considerando el índice de concavidad/convexidad de 0.8.

IVa2. 0.50 epifauna; 0.50 infauna \Rightarrow transporte de la epifauna; autoctonía de la infauna, debido posiblemente a la articulación tan alta que presentan los infaunales junto con un porcentaje significativo de los epifaunales, el índice concavidad/convexidad es del 0.8 y para ambos casos poco desgaste.

IVa3. 0.75 epifauna; 0.25 infauna \Rightarrow transporte de la epifauna; autoctonía de la infauna. Transporte menor de la infauna, índice de concavidad/convexidad del 0.5 por ello se maneja poco desgaste de las valvas.

IVb. Desarticulación 0.25; articulación 0.75; índice de concavidad de 0.5 a 0.8; con desgaste 0.50 y sin desgaste 0.50.

IVb1. 0.25 epifauna; 0.75 infauna \Rightarrow autoctonía de la infauna, transporte de la epifauna en menor grado, aún con desgaste evidente de la valvas, pero el índice de concavidad/convexidad del 0.8.

IVb2. 0.25 epifauna; 0.75 infauna \Rightarrow transporte de la epifauna; autoctonía de la infauna. La epifauna presenta un mayor porcentaje de articulación, con un índice de concavidad/convexidad del 0.6 y con valvas significativamente desgastadas.

IVb3. 0.25 epifauna; 0.75 infauna \Rightarrow transporte de la epifauna; autoctonía de la infauna. Se evidencia un mayor grado de desarticulación en ambos casos, con un índice de concavidad/convexidad del 0.6.

IVc. Desarticulación 0.25; articulación 0.75; índice de concavidad 0.6 a 0.8 con desgaste 0.75 y sin desgaste 0.25.

IVc1. 0.25 epifauna; 0.75 infauna \Rightarrow transporte de la epifauna; autoctonía de la infauna. Epifauna transportada en mayor grado, con desgaste notorio de las valvas con un índice de concavidad/convexidad de 0.8

IVc2. 0.50 epifauna; 0.50 infauna \Rightarrow transporte de la epifauna; autoctonía de la infauna. El transporte de la fauna en ambos casos menor que el caso

anterior, mayor porcentaje de desarticulados con un índice de concavidad/convexidad del 0.35, con desgaste.

Ivc3. 0.75 epifauna; 0.25 infauna ⇒ transporte de la epifauna; autoctonía de la infauna.

VI.2. Desarrollo de técnicas aplicadas

La toma de datos y la recolecta del material se realizó a lo largo de varias campañas comprendidas entre 1992-1996, con el interés de obtener información fiable cuantitativa y cualitativa y realizando un muestreo con estricto control estratigráfico, en el perfil denominado MZ-3 (Cañón de San Matías) del Jurásico Superior - Cretácico Inferior del área de Mazapil, Zacatecas, considerando las asociaciones de amonoideos registradas anteriormente por Villaseñor (1991).

En esta investigación se tomaron en cuenta a los bivalvos en primer lugar, y en segundo término los amonoideos y elementos fortuitos como *aptychi*, serpúlidos y braquiópodos.

Para la recolecta de ejemplares de bivalvos se emplearon dos técnicas: una de ellas, consistió en emplear martillo de geólogo para fragmentar la roca y obtener 50 ejemplares como tamaño de muestra por estrato, por considerarse este un número estadísticamente significativo, para el reconocimiento de la diversidad y abundancia al nivel de observación y análisis escogidos.

La otra técnica aplicada fue de cuadrantes de 1m² considerada por McKinney (1986), tomando en consideración la superficie de estratificación expuesta para cada nivel.

VI.2.a. Trabajo de campo

Con base en el reconocimiento de campo, se seleccionó el perfil MZ-3 (Cañón de San Matías) por las condiciones favorables para el muestreo paleontológico y la abundancia de bivalvos.

El perfil se midió con brújula Brunton y cinta métrica, considerando los siguientes datos:

Descripción de litofacies. Resaltando las diferencias litológicas entre techo y muro, y señalando la presencia de superficies de erosión, estructuras sedimentarias y granulometría con ayuda de lupa 10x.

- Porcentaje de bivalvos con relación a los amonoideos (espectros)

Además de observaciones puntuales acerca de criterios tafonómicos para cada ejemplar, siendo estos: distribución espacial; calidad de conservación que engloba a los dos criterios siguientes; fragmentación y alteración superficial junto con articulación y desarticulación de las valvas, además, orientación preferencial de las valvas, posición de las valvas con respecto a la superficie de estratificación (cóncavo o convexo).

- Forma del elemento y tamaño del ejemplar

- Relación que guardan los moldes internos y externos con el sedimento de relleno y las capas colindantes.

VI.2.b. Trabajo de Gabinete

Una vez recolectado el material fósil, se procedió a la limpieza y catalogación del mismo, marcando cada uno de los ejemplares con las siglas MZ-3, número del nivel de procedencia, año de recolecta, para su posterior estudio sistemático; se realizó la limpieza de cada ejemplar con ayuda de cincel, martillo y lápiz vibrador neumático.

Posteriormente el material fósil más significativo fue seleccionado para ser fotografiado, y previo a la toma de las mismas, este fue cubierto con NH_4Cl (Cloruro de amonio), para resaltar la morfología y estructuras del ejemplar.

El estudio sistemático se hizo siguiendo los lineamientos del Treatise on Invertebrate Paleontology (Moore, 1969) al nivel de Familia y bibliografía especializada del grupo de pelecípodos para la determinación de género y especie. Cabe señalar que algunos ejemplares sólo se determinaron al nivel genérico debido al estado de conservación.

VI.3. Análisis tafonómico

En esta etapa de laboratorio se complementaron los datos obtenidos en el campo con la cuantificación de la composición taxonómica de los ejemplares, abundancia relativa, riqueza de especies, talla, porcentaje de ejemplares articulados (bivalvos), presencia de ejemplares incrustados en conchas y calidad de conservación estimada de acuerdo a la jerarquía taxonómica, con base en las características siguientes: constitución de la concha; fragmentación, bioerosión, incrustación y disolución (Speyer y Brett, 1986).

Se realizaron gráficos de frecuencias relativas y posteriormente espectros de cada asociación registrada por nivel, para caracterizar la resedimentación o reelaboración de las asociaciones registradas por nivel.

VI.4. Análisis paleoecológico.

Una vez determinada la **autóctonía** y **alóctonía** de las asociaciones registradas, se emplearon los criterios de Scott *In* Scott y West (1974); Boucot (1981) y Aberhan, (1994), para señalar la ocurrencia de las **asociaciones resedimentadas** o **reelaboradas**. Basándose en el concepto de actualismo restringido, se consideraron inferencias acerca del modo de vida, para la determinación de algunas características de las poblaciones bentónicas estudiadas, para la posterior caracterización de los intervalos de litofacies con las asociaciones registradas.

Se identificaron las especies que indican una relación entre ellas debido a los requerimientos alimenticios en el mismo nicho (Bambanch, 1963 y Root, 1967), considerando los morfotipos de los ejemplares que comparten las mismas adaptaciones morfológicas para hábitos alimenticios, modos de vida y distribución espacial para la determinación de la coherencia habitat-fauna.

Una vez definida cada una de las asociaciones se empleó el análisis de las frecuencias por medio de **tafogramas terciarios** (Krumbreim y Sloss, 1963 y Kowalewski et al., 1995), para su posterior discusión.

A continuación se enlistan las abreviaturas utilizadas para la caracterización de las asociaciones registradas:

Modo de vida	Distribución espacial	Abreviaturas
infaunal (IN)	nivel bajo (NB)	IN,NB
	nivel medio (NM)	IN,NM
semifaunal (SI)	enterrador somero (ES)	SI,ES
	enterrador medio (EM)	SI,EM
	enterrador profundo (E.prof)	SI,E.prof
epifaunal (EP)	bisado (B)	EP,B
	libre nadador (L)	EP,L

VI.5. Descripción de la columna litológica y del contenido fósil (bivalvos)

A continuación se describe cada uno de los niveles que componen el perfil MZ-3 (Cañón de San Matías, Fig. 5); estos niveles están caracterizados por su litología, presumiblemente depositada bajo condiciones físicas uniformes en un determinado tiempo, así como, por su contenido faunístico. Existen niveles que se describen pero que no contienen fauna.

Nivel 1a.

Margocaliza de color gris, en contacto con la Formación Zuloaga, presencia de clastos oscuros, la fauna se presenta en la superficie de estratificación. Espesor de 63 cm.

Fauna presente: *Astarte posticalva* y *Astarte* sp.; *Aulacomyella* sp.; *Posidonia* sp., *Buchia* sp., *Pholadomya inconstans*, *Ostrea* sp. y ejemplares indeterminados.

Nivel 1b

Margocaliza, presencia de interlechos y venillas de calcita, sin diferencias litológicas infra y suprayacentes. Espesor 55 cm.

Fauna presente *Buchia* sp., *Astarte* sp., *Grammatodon crassilineatus*

Nivel 1c

Margocaliza con venillas de yeso, espesor de 50 cm.

Fauna presente: *Gryphaea mexicana* y *Posidonia* sp.

Nivel 1d

Margocaliza tableada con interlechos areníticos con un espesor de 40 cm.

Fauna presente: *Astarte ajuariana*, *Astarte* sp., *Buchia* sp., *Grammatodon crassilineatus*, *Lucina potosina*, *Lucina* sp., *Pholadomya protei*, *Pholadomya* sp., *Posidonia* sp. *Unicardium excentricum*, ejemplares indeterminados.

Nivel 1e

Lutita calcárea de color crema claro. Espesor de 40 cm.

Fauna presente: *Gryphaea* sp., *Gryphaea mexicana*; *Pholadomya inconstans*, *Pholadomya hemicardia*, *Pholadomya* sp., *Pholadomya protei*, *Posidonia* sp., *Astarte* sp., *Cucullaea* sp., *Buchia* sp., *Pleuromya inconstans*, *Lucina potosina*, ostreido y ejemplares indeterminados.

Nivel Inter 3-4.

Lutita calcárea de color café claro a amarillo claro, estratificación paralela. Espesor del intervalo de 160 cm, nivel muestreado espesor de 20 cm.

Fauna presente: *Lucina potosina*, *Lucina* sp., ostreido, ejemplares indeterminados.

Nivel 5

Limolita calcárea de color crema a rosado, sin laminaciones. Se presenta condensación del material fósil, techo erosivo.

Fauna presente: *Lucina potosina*.

Nivel 5a

Limolita calcárea de color crema a rosado, sin laminaciones. Se presenta condensación del material fósil. Espesor de 55 cm.

Fauna presente: *Astarte sp.*, *Astarte posticalva*, *Astarte ajuariana*, *Pholadomya sp.*, *Posidonia sp.*, *Lucina sp.*, ejemplares indeterminados.

Nivel 5b

Limolita calcárea de color crema a rosado, sin laminaciones. Se presenta condensación del material fósil, nivel con techo erosivo. Espesor de 15 cm.

Fauna presente: *Astarte posticalva*, *Lucina potosina* y *Posidonia sp.*

Nivel 5c

Limolita calcárea de color crema a rosado, sin laminaciones, espesor de 10 cm.

Fauna presente: *Astarte sp.*, *Astarte posticalva*; *Astarte ajuariana*, *Pholadomya sp.*, *Posidonia sp.*, *Lucina sp.*, ejemplares indeterminados.

Nivel 5d

Limolita calcárea de color crema a rosado con granulometría de grano fino, sin laminaciones, espesor de 10 cm.

Fauna presente: *Astarte posticalva*, *Astarte ajuariana*, *Astarte cf. posticalva*, *Astarte sp. cf. posticalva*, *Lucina potosina*, *Lucina sp.*, *Posidonia sp.*, ejemplares indeterminados.

Nivel 6

Limolita de color gris claro intemperizado, la superficie del estrato expuesta, muro expuesto con gran cantidad de amonites y bivalvos en menor proporción. La superficie de techo es erosiva, con laminación paralela de tipo arcilloso. Espesor del intervalo de 140 cm.

Fauna presente: *Buchia tenuistriata*, *Buchia concentrica*, *Buchia sp.*, *Artica sp.*, ejemplares indeterminados, elementos fortuitos *aptychi*.

Nivel 9

Marga de color gris crema con presencia de concreciones calcáreas.

Fauna presente: *Lucina potosina*, *Lucina sp.*, *Ostrea sp.* y *Oxytoma sp.*

Nivel 11

Techo erosivo carbonatado con presencia de concreciones, laminación paralela deformada por la presencia de las concreciones, granulometría fina, la distribución de los granos es de fina a gruesa con sedimentos carbonatados a arcillosos con cambios de color claro a oscuro. Espesor de 55 cm.

Nivel 12

Intervalo de limolita de color café claro fracturada, bien consolidada con concreciones de gran tamaño, estratos adyacentes y suprayacentes limolíficos, techo erosivo calcáreo con impresiones de amonites y bivalvos mal conservados. Espesor de 50 cm.

Nivel 12a

Limolita de color café claro con laminación paralela. La distribución del tamaño del grano es de fino a grueso hacia muro, con granos de color oscuro, espesor de 30 cm.

Fauna presente: *Buchia sp.*, *Buchia russiensis*, *Buchia okensis*, *Buchia tenustriata*, *Nanogyra sp.*, ejemplares indeterminados.

Nivel 13a

Limolita de color crema claro, poco consolidada, contiene granos de color oscuro brillantes con granos de color claro, presencia de partículas de mica y/o cuarzo. Espesor de 40 cm.

Nivel 14a

Intervalo de limolita calcárea color café claro, con intercalaciones calcáreas, consolidada, presencia de concreciones de color gris oscuro. Interlechos con gran cantidad de ammonites *Glochiceras*. Espesor del intervalo de roca 240 cm.

Nivel 14b

Limolita calcárea con intercalaciones calcáreas y presencia de concreciones.

Fauna presente: *Buchia concentrica* y *Buchia volgensis*

Nivel 14e

Limolita calcárea con intercalaciones calcáreas y presencia de concreciones.

Fauna presente: *Posidonia sp.*, *Aulacomyella neogaeum*, *Astarte sp.*, *Buchia sp.* y *Arctica coteri*.

Nivel 15

Nivel condensado de caliza de color negro.

Fauna presente: amonoideos.

Nivel 15d

Limolita calcárea de arenítica.

Fauna presente: *Astarte posticalva* y *Astarte sp.*

Nivel 15e

Limolita calcárea arenítica de color gris.

Fauna presente: *Posidonia sp.*, *Buchia sp.* y *Ostrea sp.*

Nivel 15h

Limolita calcárea arenítica con concreciones de color obscuro

Fauna presente: *Buchia okensis*, *Buchia sp.*, *Ostrea sp.* y *Astarte sp.*

Nivel 18

Limolita calcárea de color café claro (crema). A techo presencia de calcita que no marca diferencias con los niveles infra y suprayacentes, sin fauna. Espesor del intervalo de 150 cm.

Nivel 453

Nivel de limolita calcárea de color gris claro, espesor de 81 cm.

Nivel 455

Caliza arenítica de color gris claro, con granulometría fina, espesor 50 cm.

Nivel 456

Caliza arenítica tableada de color gris claro, con laminaciones arcillosas, espesor de 1m.

Fauna presente: *Lucina potosina* y *Grammatodon cf. crassilineatus*

Nivel 457

Caliza de color obscuro con lutita calcárea de color gris obscuro intemperizada a color amarillento, interlechos de poca laminación, roca intemperizada de color rojizo. Espesor de 50 cm.

Fauna presente: *Buchia concentrica*, *Astarte posticalva*, *Lucina sp.*, elementos fortuitos *aptychus*

Nivel 458

Caliza arenosa de color obscuro con interlechos de laminación muy delgada. Espesor de 40 cm.

Fauna presente: *Buchia concentrica*, *Buchia okensis*, *Astarte posticalva* y *Lucina potosina*.

Nivel 459

Caliza arenosa de color gris oscuro interlechos de poca laminación. Espesor 71 cm

Fauna presente: *Astarte posticalva*, *Buchia sp.*, *Lucina potosina*, ejemplares indeterminados, elementos fortuitos gasterópodo y braquiópodo.

Nivel 460

Se presentan niveles calcáreos. Espesor de 19 cm.

Fauna presente: *Lucina potosina*.

Nivel 461

Caliza lutítica de color oscuro interlechos laminados de 30 cm de espesor, de color café claro, techo erosivo. Material fósil con coloración amarillenta, espesor de 75 cm.

Fauna presente: *Lucina potosina*.

Nivel 462

Lutita calcárea, parte media del estrato con lentejones de color oscuro. Espesor de 20 cm.

Fauna presente: *Aulacomyella neogaeum*, *Buchia sp.* y ejemplares indeterminados.

Nivel 464 base

Caliza de color gris oscuro, con concreciones. Espesor de 20 cm.

Fauna presente: *Buchia concentrica*, *Lucina potosina* y *Arctica sp.*

Nivel 465 base

En la base se observa caliza arenosa de color gris oscuro con interlechos de limolita calcárea, Espesor de 25 cm.

Fauna presente: *Astarte sp.*, y elementos fortuitos como *aptychus* y serpulidos.

Nivel ½ 465

Caliza con gran cantidad de silex (lo que le da una brillantez característica a la roca). Espesor de 60 cm.

Fauna presente: *Astarte posticalva* y *Astarte sp.*, con ejemplares indeterminados.

Nivel 466.

Margocaliza de color crema claro

Nivel 467

Caliza margosa con interlechos de limolita calcárea, cambios de color a muro con evidencia de erosión, clasificación del grano. Espesor de 40 cm.

Fauna presente: *Buchia* sp., *Lucina* sp.

Nivel 468

Limolita calcárea de color crema

Nivel 469 techo

Caliza arenosa con interlechos de lutita calcárea. Espesor de 75 cm.

Fauna presente: *Buchia* sp, *Buchia okensis*, *Buchia russensis*, *Buchia keyserling*, *Retroceramus* sp., ejemplares indeterminados, elementos fortuitos como *aptychi*, serpúlidos y belemnites.

Nivel 470muro

Caliza de color oscuro con clastos negros, se tomaron datos de la superficie de estratificación. Espesor de 25 cm.

Nivel 472

Arenisca limosa tabular con intercalaciones de caliza margosa, techo erosivo, roca de color oscuro (gris oscuro), presencia de fracturas rellenas de calcita, con interlechos de color amarillento. Espesor de 30 cm.

Fauna presente: *Astarte ajuariana*, *Astarte posticalva*, *Astarte* sp., *Lucina potosina*, *Lucina* sp., ostreido, ejemplares indeterminados y elementos fortuitos como serpúlidos.

Nivel 474

Caliza arenítica, con intercalaciones de lutita calcárea. Espesor de 24 cm.

Fauna presente: *Astarte* sp., *Lucina* sp., *Lucina potosina*, *Buchia tenustriata*, *Buchia* sp., *Pholadomya* sp., *Parallelodon montayensis*, ejemplares indeterminados y *aptychi*.

Nivel ½ 475

Limolita calcárea de color café, techo limolítico de color amarillento, se dan diferencias litológicas hacia la base de limolita de color café oscuro, techo con caliza gris clara, superficies de estratificación expuestas, granos de color oscuro, presencia de silex con un espesor de 2 cm. Espesor de 17 cm.

Fauna presente: *Arctica coteri*, *Astarte posticalva*, *Buchia concentrica*, *Buchia russiensis*, *Buchia* sp., *Buchia tenustriata*, *Grammatodon crassilineatum*, *Ostrea* sp., ejemplares indeterminados, *aptychi*.

Nivel 475 techo

Arenisca limosa. Espesor 20 cm.

Fauna presente: *Astarte* sp.

Nivel 476 base

Limolita calcárea, con intercalaciones de lutita calcárea de color gris, sin diferencias litológicas, superficie erosionada. Espesor 16 cm.

Fauna presente: *Lucina potosina*, *Lucina sp.*, ?*Lucina sp.*, *Buchia sp.*, ejemplares indeterminados, como elementos fortuitos belemnites y serpúlidos.

Nivel 476 techo

Caliza arenítica de aspecto nodular con intercalaciones de lutita calcárea
Espesor de 26 cm.

Fauna presente: *Astarte posticalva*, *Buchia concentrica*, *Lucina potosina*, *Grammatodon crassilineatus*, *Pleuromya sp.*, ejemplares indeterminados y *aptychus*.

Nivel 477

Presencia de caliza con intercalaciones de limolita, superficie erosionada, material deformado. Espesor de 36 cm.

Nivel 479 b

Arenisca limosa de color gris parduzco, niveles arcillo-limosos intercalados de color rosado - rojizo con 3 cm de espesor, a techo presencia de nódulos de caliza gris de 11 cm. Espesor de 30 cm.

Fauna presente: *Buchia concentrica*

Nivel 479 c

Arenisca limosa de color gris pardusco, sin nódulos, con presencia de un nivel de sílex de 1 a 2 cm de espesor. Espesor total 90 cm.

Fauna presente: *Buchia concentrica*, *Buchia okensis*, *Buchia sp.*

Nivel 479 d

Arenisca limosa de color gris oscuro, sin sílex. Espesor 30 cm.

Fauna presente: *Buchia concentrica*, ejemplares indeterminados, elementos fortuitos *aptychi* y un gasterópodo.

Nivel 480

Caliza arenítica de color gris claro, con venillas transversales de techo a muro, (venillas de calcita), presencia de nódulos, laminaciones de lutita tableada. Espesor de 61 cm.

Fauna presente: *Buchia sp.*, *Astarte posticalva*, elementos fortuitos como braquiópodos

Nivel 481 techo

Caliza de color gris oscuro con laminaciones de lutita tableada. Espesor 56 cm.

Fauna presente: *Buchia sp.*, *Buchia russiensis*, *Buchia concentrica*, *Lucina sp.* y ejemplares indeterminados.

Nivel 483/484

Intervalo de caliza limolítica de color gris claro, a 12 cm del muro se presenta un nivel de color rojizo de 1.5 cm de espesor que marca un cambio de litología a caliza de color gris oscuro. Presenta laminillas limolíticas. Espesor total 57 cm.

Fauna presente: *Camptonectes (Camptochlamys) obscurus*

Nivel 486

Limolita calcárea con intercalaciones de bandas de sílex y a techo del intervalo se presenta un nivel de yeso de 2 cm de espesor y remata este con una banda de sílex de 3 cm de espesor. Espesor del intervalo de 64 cm.

Nivel 489

Limolita rosada tableada, intervalo constituido de varios niveles con la misma litología. Espesor de 23 cm.

Nivel 490 techo

Limolita de color amarillo claro, con granulometría fina, se observan nódulos de tamaño pequeño, se presentan bandas de sílex a techo, presencia de lentejones limolíticos. Espesor de 12 cm

Fauna presente: *Lucina potosina*

Nivel 492

Limolita calcárea gris claro sin sílex. Espesor de 83 cm.

Nivel 493

Lutita calcárea con sílex, en la base no se dan diferencias litológicas, laminación con coloración café claro, a 30 cm de la base se presenta un nivel de yeso de 8 cm de espesor. El intervalo tiene un espesor total de 47 cm.

Nivel 494

Limolita calcárea nodular, sólo la parte superior del nivel muestra bandas con sílex, se presenta laminación arcillosa, diferencias litológicas con capas de sílex y la arenisca, se encuentran los bivalvos con una patina oscura. Espesor de 11 cm.

Fauna presente: *Posidonia sp.*, *Grammatodon crassilineatus*, ejemplares indeterminados, posiblemente ostreidos

Nivel 495

Intervalo de lutita calcárea, presencia de pátina de óxido de hierro, con cuerpo laminado de lutita calcárea, con evidencias de precipitación calcárea. Espesor de 280 cm.

Fauna presente: *Buchia* sp. y ?*Lima* sp., con ejemplares indeterminados.

Nivel 496

Limolita calcárea de color rosa a crema, con laminación a techo, presencia de bandas de sílex. Espesor de 4.5 cm.

Nivel 496/497

Intervalo de limolita calcárea de color rosa a crema, a 5 cm de la base se localiza un nivel con bivalvos y a techo del mismo una banda de sílex de 11 cm de espesor y posteriormente un cuerpo laminado de limolita calcárea y otra banda de sílex con un espesor de 13 cm, el intervalo termina con un cuerpo laminado de 6 cm. Espesor del nivel muestreado de 5 cm.

Nivel 498

Caliza limolítica de color crema claro, presencia de bandas de sílex a 30 cm de la base. Espesor de 26 cm.

Nivel 499

Limolita calcárea de color de color gris con bandas de sílex de un espesor de 2.5 cm. Espesor total de 65 cm.

A continuación se enuncian los intervalos y los niveles que los conforman.

Intervalo 1 (Niveles 1a a 1e)

Intervalo de margo caliza con lutita calcárea de color crema (Fig. 6)

Intervalo 2 (Nivel 2)

Intervalo de caliza de color crema claro (Fig. 6).

Intervalo 3 (Nivel inter 3-4)

Constituido de lutita calcárea de color café claro a amarillo claro (Fig. 6).

Intervalo 4 (niveles 5a a 6b).

Constituido de limolita de color gris y limolita calcárea (Fig. 7).

Intervalo 5 (Niveles 9 a 14f)

Constituido de limolita calcárea y caliza margosa con concreciones calcáreas (Fig. 8).

Intervalo 6 (Niveles 15a a 448)

Constituido de margo caliza de color crema claro con concreciones calcáreas (fig. 9).

Intervalo 7 (Niveles 449 medio a 456)

Constituido de caliza arenosa de color gris claro (Fig. 10).

Intervalo 8 (Niveles 457 a 459)

Constituido de caliza arenosa de color gris oscuro (Fig. 11).

Intervalo 9 (Niveles de 460 a 462)

Intervalo constituido de caliza margosa (Fig. 11).

Intervalo 10 (Nivel 464)

Intervalo margo calizo con grandes concreciones (Fig. 12).

Intervalo 11 (Nivel ½ de 465)

Constituido de caliza margosa (Fig. 12).

Intervalo 12 (nivel 466)

Constituido de caliza margosa (Fig. 12).

Intervalo 13 (Nivel 467)

Constituido de caliza margosa con intertechos de limolita calcárea (fig. 12).

Intervalo 14(Nivel 468)

Caliza margosa (Fig. 12).

Intervalo 15 (Niveles 469 a 474)

Constituido de caliza arenosa de color oscuro con intercalaciones de lutita calcárea y caliza margosa de color oscuro (Fig. 13).

Intervalo 16 (Niveles 474 a 475techo)

Constituido de limolita calcárea y arenisca limosa (Fig. 13).

Intervalo 17 (Niveles 476 a 480)

Constituido de limolita calcárea, caliza, arenisca limosa y caliza arenítica (Fig. 17).

Intervalo 18 (Nivel 481)

Constituido de margo caliza y caliza (Fig. 15).

Intervalo 19 (Niveles 482 a 496)

Constituido de caliza limolítica, limolita calcárea, lutita, lutita calcárea y limolita calcárea (Fig. 15).

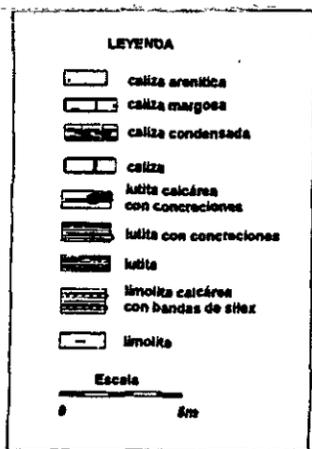
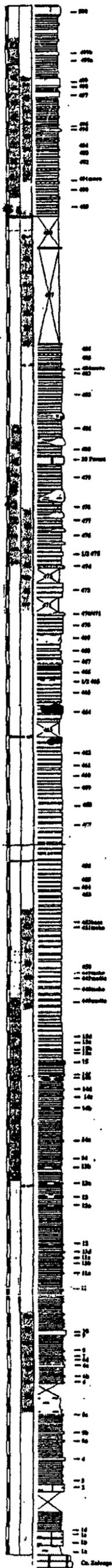


Fig. 5. Perfil estratigráfico MZ-3 (Canón de San Matías).

VII. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN TAFONÓMICA.

VII.1. Características del material estudiado

El material estudiado consta de 2500 ejemplares incluidos impresiones, moldes internos y externos, las características de algunos ejemplares, constan de articulación del umbón, con valvas abiertas (*Aulacomyella neogaeum*), sin selección de tamaños, así como, estratos con ejemplares en etapa "juvenil", además de 122 amonoideos, 17 *aptychi*, 8 serpúlidos y 4 braquiópodos; en su mayoría bivalvos presentan un buen estado de conservación, lo que permitió su determinación a nivel genérico y/o específico.

El material estudiado consta de ejemplares articulados, desarticulados y fragmentados, algunos con bordes y superficies desgastadas y otros con deformación plástica, debida posiblemente a las condiciones de depósito. De manera excepcional se menciona el excelente grado de conservación de ejemplares recolectados en concreciones. En las láminas I a III, se ilustran algunos de los géneros y/o especies más representativos, señalando algunas de sus características tafonómicas.

VII.2. Horizontes de registro y asociaciones registradas.

En el siguiente apartado se describen, para cada nivel muestreado, la asociación registrada representando su espectro faunístico por familias en orden de abundancia (Gráficos tipo 1) y a nivel de género y/o especie (Gráficos tipo 2) siguiendo un orden sistemático. Asimismo, se caracterizan las asociaciones indicando: **1)** rasgos tafonómicos [articulación/desarticulación (**ar/de = 1/0**), índice de concavidad/convexidad (**iv = 0 a 1**) y con desgaste/sin desgaste (**cd/sd = 1 a 0**) (Gráficos tipo 3, los números corresponden al género y/o especie del respectivo espectro)] y, **2)** las consideraciones paleobiológicas como son modo de vida (infaunal, seminfaunal y epifaunal) y distribución espacial en la interfase sedimento-agua (Gráficos tipo 4), teniendo en cuenta la litología del nivel (litofacies). Cabe aclarar que cuando la asociación que se registra es monogénica solo se presenta un espectro y no se presenta el gráfico correspondiente a modo de vida y distribución espacial.

Las abreviaturas utilizadas para los rasgos paleobiológicos de las asociaciones registradas por nivel son las siguientes:

Modo de vida	Distribución espacial	Abreviaturas
infaunal (IN)	nivel bajo (NB)	IN,NB
	nivel medio (NM)	IN,NM
seminfaunal (SI)	enterrador somero (ES)	SI,ES
	enterrador medio (EM)	SI,EM
	enterrador profundo (E. prof.)	SI,E. prof.
epifaunal (EP)	bisado (B)	EP,B
	libre nadador (L)	EP,L

Los criterios generales que se aplicaron para la descripción de cada uno de los niveles muestreados fueron:

A) Emplazamiento original correspondiente al horizonte de registro

B) Reconocimiento del deterioro debido a procesos erosivos

C) Elementos alóctonos de áreas adyacentes con acumulación de los restos sin coherencia ecológica.

Los criterios antes mencionados, son necesarios para analizar la naturaleza del material fósil y permiten la interpretación bioestratigráfica del proceso mecánico que operó sobre los elementos (transporte), para la determinación del grado de remoción de las asociaciones registradas, aspecto que se menciona al final del análisis de cada nivel; para así llegar a determinar el nivel de retroalimentación de las condiciones tafonómicas.

Realizado el análisis por nivel, se hizo la caracterización de los 19 intervalos establecidos por criterios litológicos (ver apartado VI. Descripción de la columna litológica y contenido fósil), la cual se presenta al final de cada conjunto de niveles analizados correspondientes al intervalo. Este análisis, incluye la retroalimentación entre la información litológica, tafonómica y paleobiológica de las asociaciones de bivalvos registradas. De manera que se puede deducir la autoctonía/aloctonía de los horizontes de registro. Además, se hace el análisis de la abundancia en relación a la distribución estratigráfica.

Nivel 1a.

Constituido de margocaliza con la siguiente asociación registrada, Buchiidae (*Buchia sp.*), Ostreidae (*Ostrea sp.*), Astartidae (*Astarte posticalva*) y Posidoniidae (*Posidonia sp.* y *Aulacomyella neogaeum*). Gráficos VII.1.1. y VII.1.2.

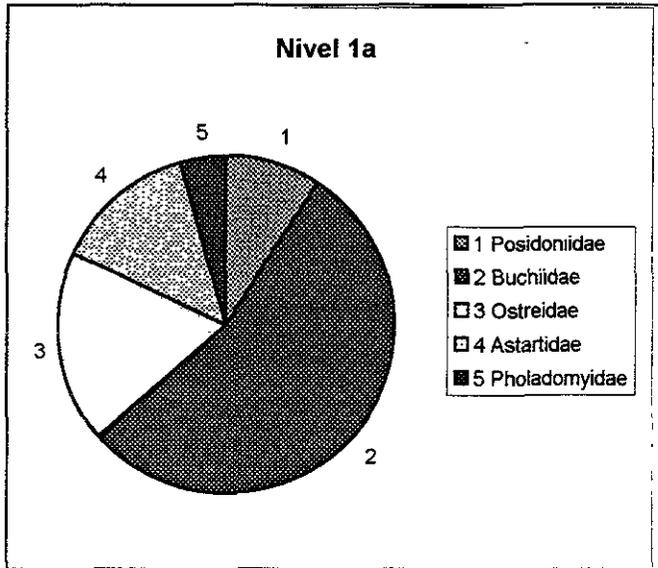


Gráfico VII.1.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

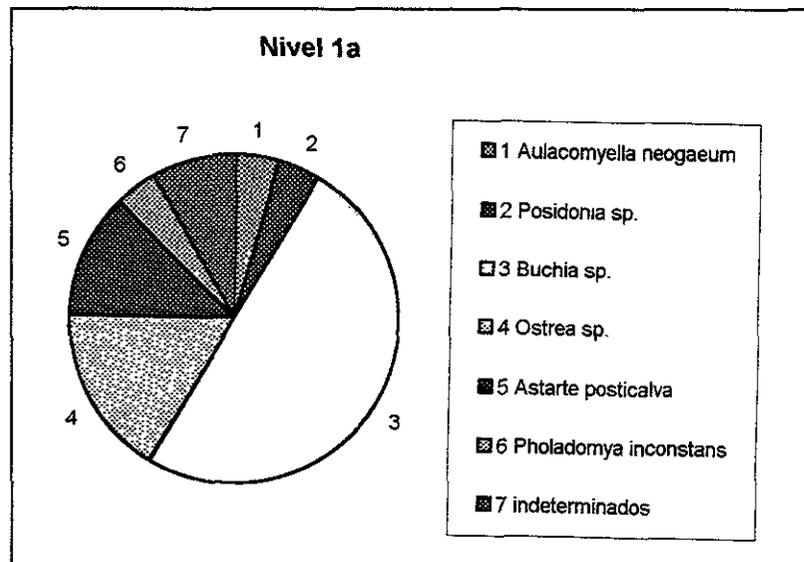


Gráfico VII.1.2. Espectro de la asociación a nivel de género y/o especie.

De los rasgos tafonómicos se señalan, un alto grado de desarticulación por género y/o especie, el índice de concavidad/convexidad tiene un valor 1

(convexidad), con excepción de *Aulacomyella neogaeum* y *Pholadomya inconstans* que presentan valvas articuladas. El resto de los ejemplares en el horizonte de registro presenta un desgaste significativo. Gráfico VII.1.3.

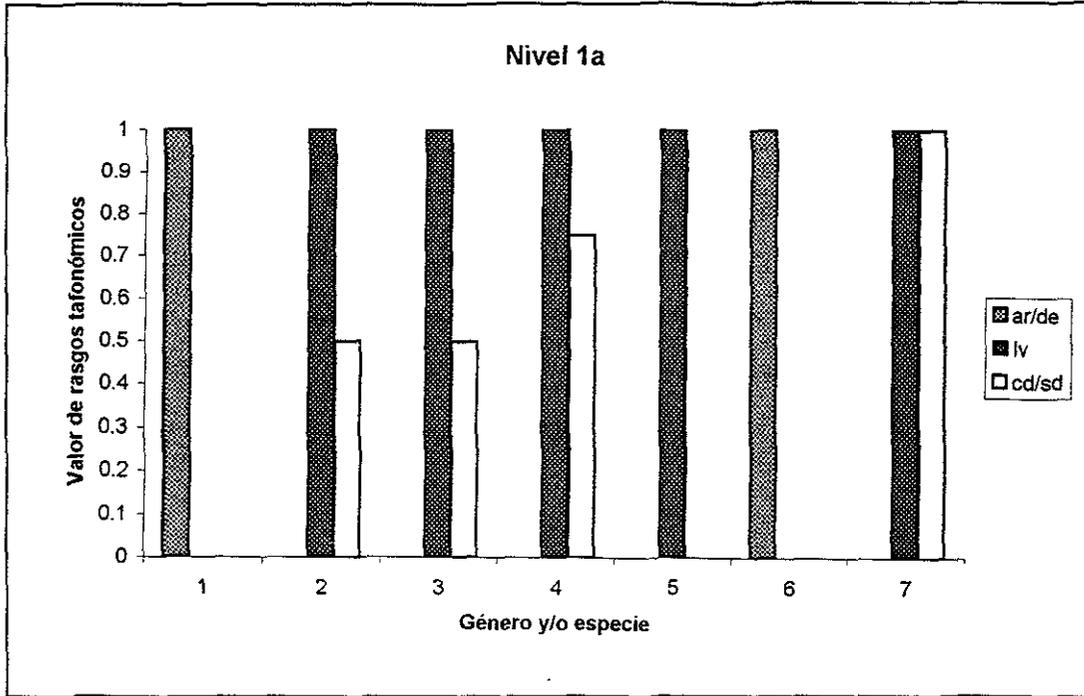


Gráfico VII.1.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto a las características paleobiológicas, se reconoce una abundancia de organismos epifaunales con bisco (*Posidonia* y *Aulacomyella*) y organismos en reposo (*Ostrea*) y existe coherencia ecológica de los diferentes horizontes ecológicos. Gráfico VII.1.4.. Se deduce que la asociación fue resedimentada por procesos erosivos, con transporte mínimo y en consecuencia la asociación registrada es alóctona.

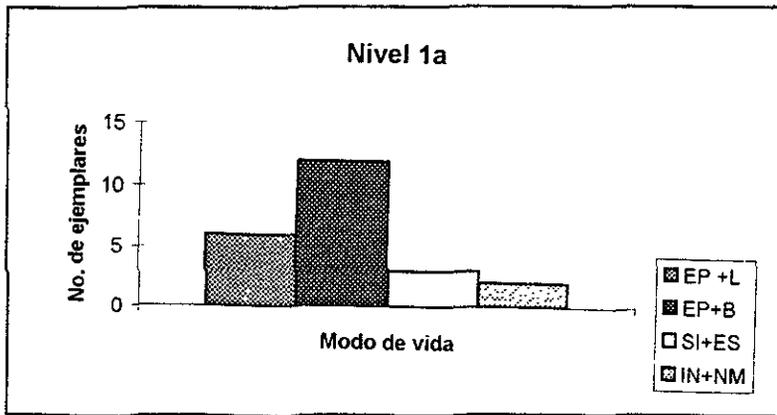


Gráfico VII.1.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Nivel 1b.

Constituido por margocaliza, se identificó la siguiente asociación registrada Astartidae (*Astarte* sp.), Buchiidae (*Buchia* sp.) y Paralelodontidae (*Grammatodon crassilineatus*). Gráficos VII.2.1. y VII.2.2.

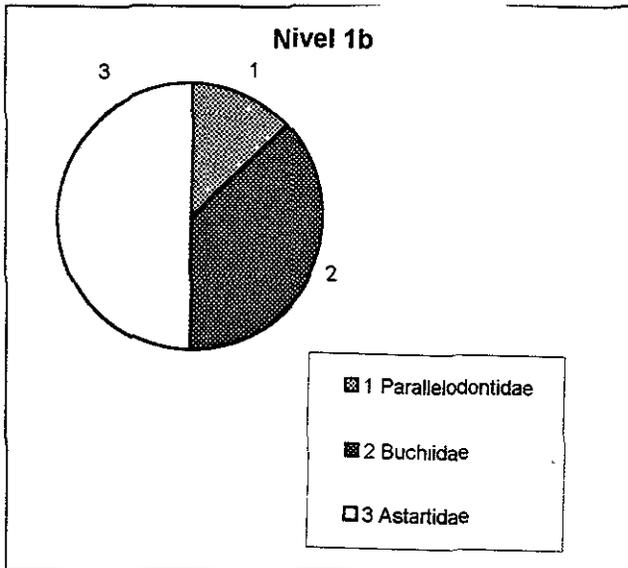
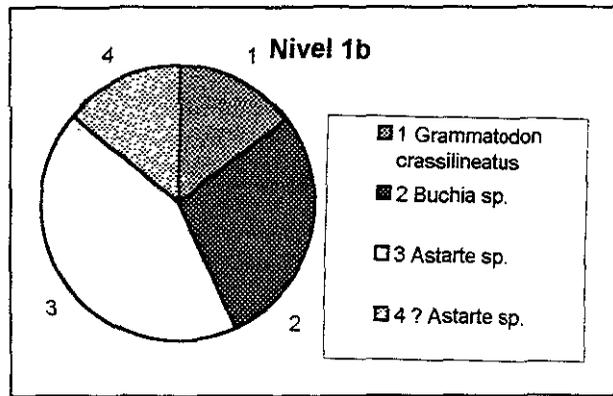


Gráfico VII.2.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

Gráfico VII.2.2. Espectro de la asociación a nivel de género y/o especie.



De los rasgos tafonómicos se señalan, un alto grado de desarticulación por género. El índice de concavidad/convexidad tiene el valor 1, con excepción de *Grammatodon crassilineatus* que presenta las valvas articuladas. El resto de los ejemplares, en el horizonte de registro, presenta un desgaste significativo. Gráfico VII.2.3.

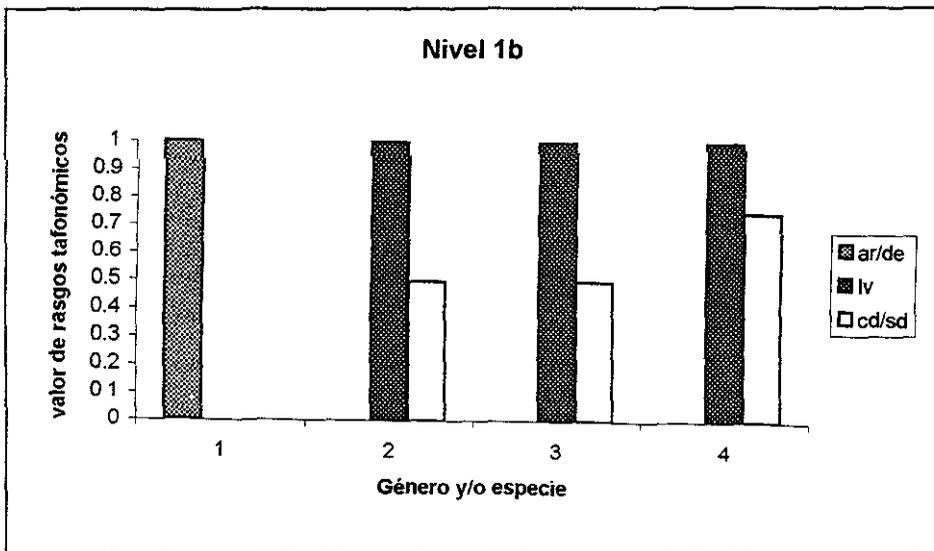


Gráfico VII.2.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto a las características paleobiológicas, se reconoce el predominio de organismos seminfaunales enterradores de nivel medio y bajo (*Grammatodon* y

Astarte, respectivamente), además de organismos epifaunales bisados (*Buchia*) y existe coherencia ecológica de los diferentes horizontes ecológicos. Gráfico VII.2.4.

Por lo anterior, se deduce que la asociación registrada fue resedimentada, con bajo transporte y en consecuencia la asociación es alóctona.

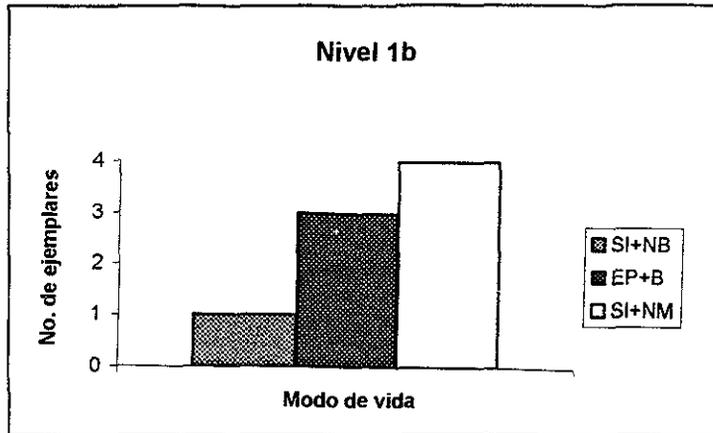


Gráfico VII.2.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial.

Nivel 1c

Constituido de margocaliza con venillas de yeso, con la siguiente asociación registrada Posidoniidae (*Posidonia* sp) y Gryphaeidae, (*Gryphaea mexicana*). Gráfico VII.3.1.

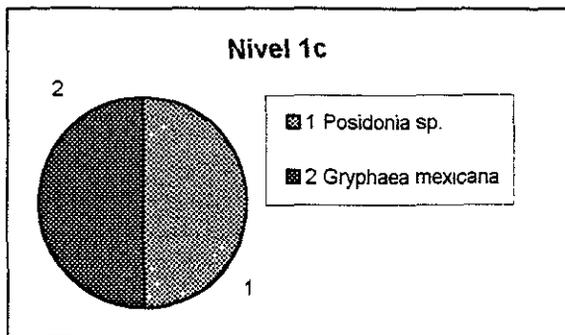


Gráfico VII.3.1. Asociación registrada a nivel de género y/o especie.

De los rasgos tafonómicos se señalan, desarticulación, el índice de concavidad/convexidad tiene el valor 0 (concavidad), con desgaste medio. Gráfico VII.3.2.

El modo de vida en ambos casos es epifaunal, el horizonte de registro es igual al horizonte ecológico. Se reconoce que la asociación fue resedimentada y alóctona.

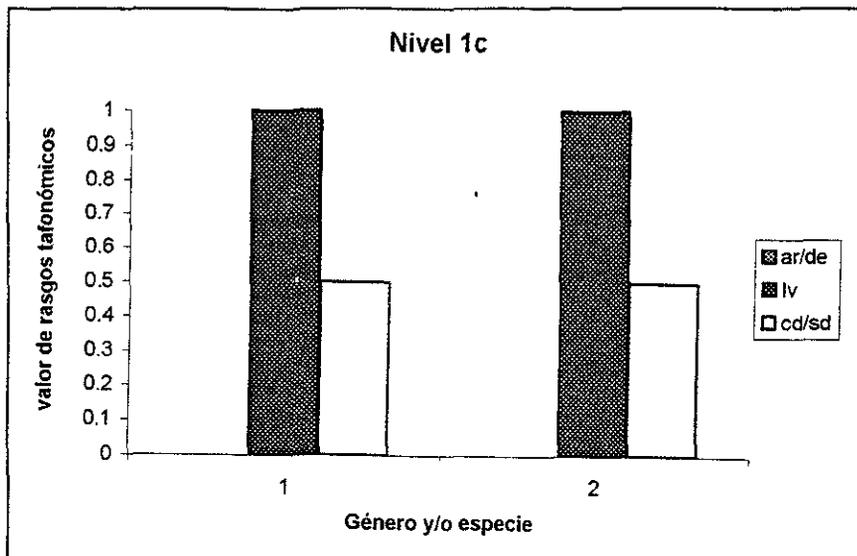


Gráfico VII.3.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

Nivel 1d

Constituido por margocaliza con interlechos areníticos, con la siguiente asociación registrada *Astartidae* (*Astarte posticalva*, *Astarte ajuariana*, *Astarte* sp.), *Pholadomyidae* (*Pholadomya protei*, *Pholadomya* sp.), *Posidoniidae* (*Posidonia* sp), *Buchiidae* (*Buchia* sp.), *Paralelodontidae* (*Grammatodon crassilineatus*, *Unicardium excentricum*). Gráficos VII.4.1. y VII.4.2.

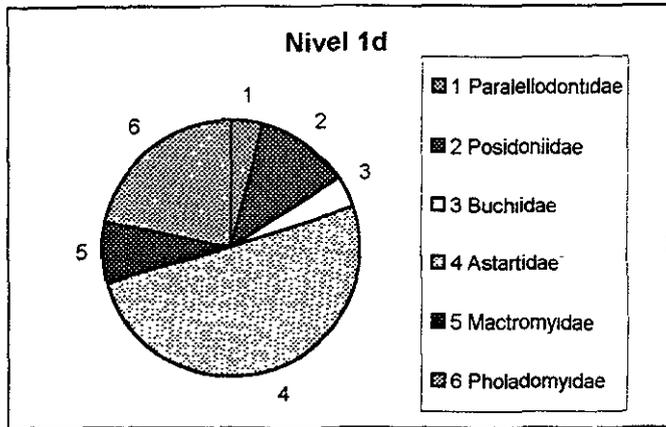


Gráfico VII.4.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

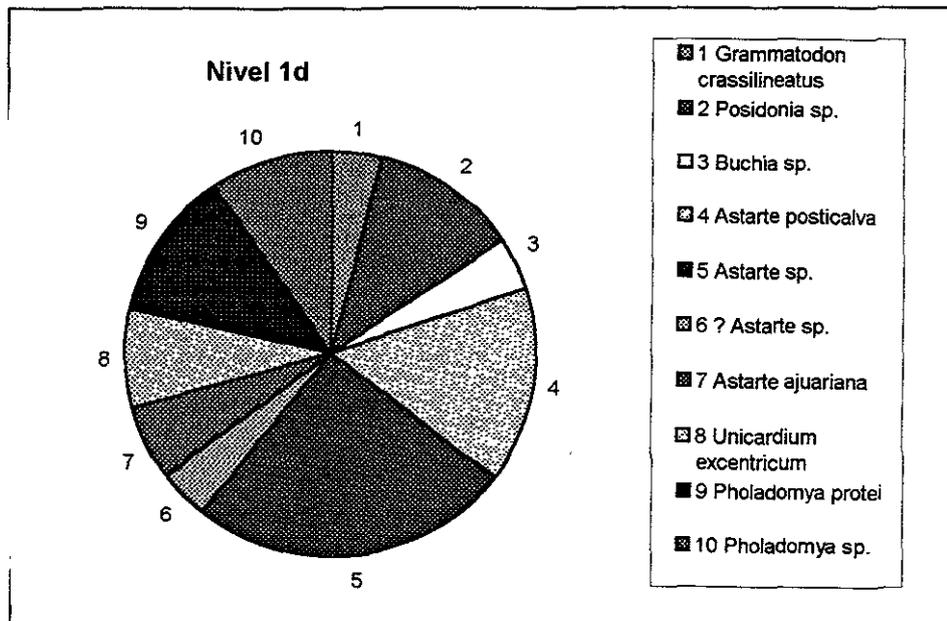


Gráfico VII.4.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

De los rasgos tafonómicos se señalan, un alto grado de desarticulación con excepción de *Pholadomya protei*, *Pholadomya sp.* y *Astarte posticalva*. El índice de concavidad/convexidad presenta una tendencia predominante a 0, con desgaste poco significativo y ejemplares fragmentados. Gráfico VII.4.3.

Una de las características de esta asociación es la concentración de conchas de tamaño similar.

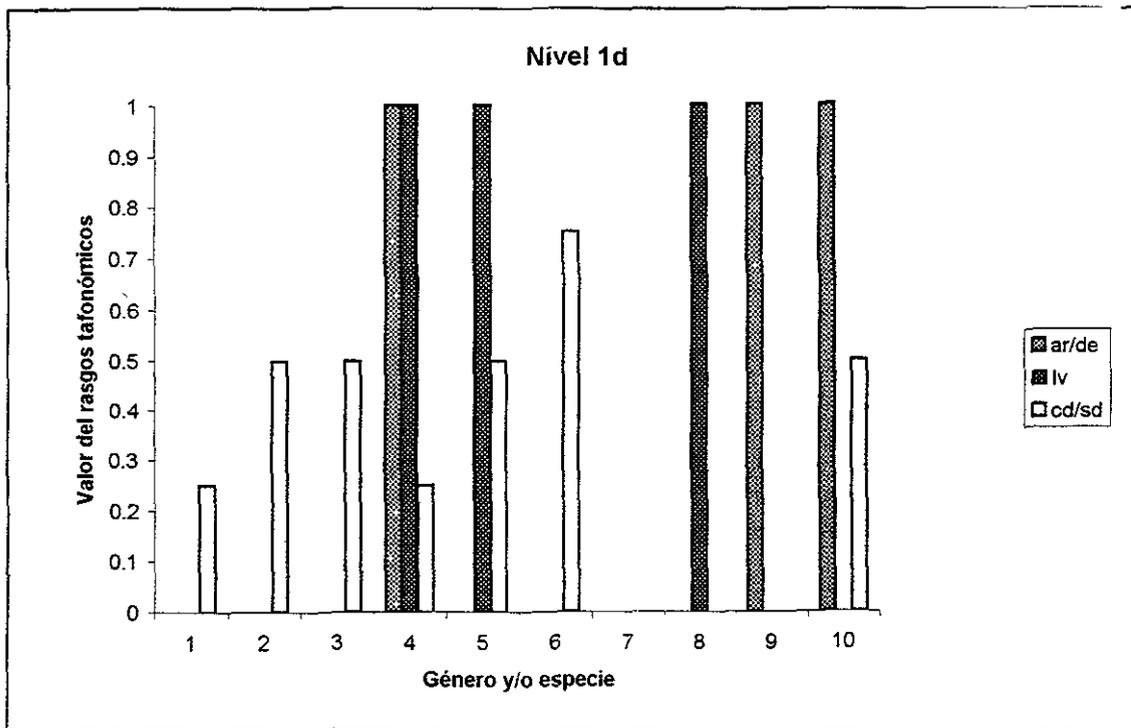


Gráfico VII.4.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto a las características paleobiológicas, se reconoce una abundancia de organismos seminfaunales enterradores someros y medios (*Astarte*, *Unicardium*, respectivamente), además de infauna enterradora baja (*Pholadomya*). Los epifaunales se presentan con biso (*Posidonia* y *Buchia*). Existe mezcla ecológica de diferentes horizontes ecológicos, pero con coherencia ecológica. Gráfico VII. 4.4.

Se infiere que existió un proceso erosivo que provocó la mezcla ecológica, presentándose resedimentación y, en consecuencia, toda la fauna registrada se considera alóctona.

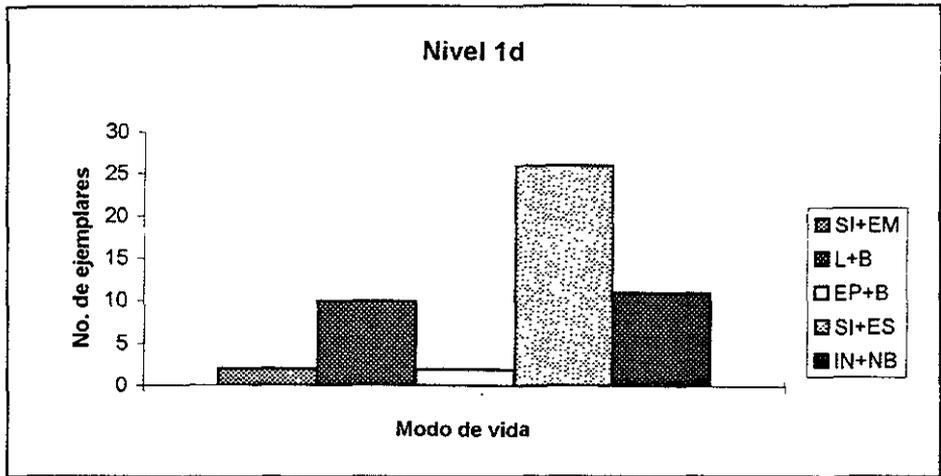


Gráfico VII.4.4. Frecuencias relativa de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial.

Nivel 1e

Constituido de lutita calcárea de color crema claro. Se registra la siguiente asociación: Posidoniidae (*Posidonia* sp., ?*Posidonia* sp.), Pholadomyidae (*Pholadomya inconstans*, *Pholadomya hemicardia*, *Pholadomya protei* y *Pholadomya* sp.), Gryphaeidae (*Gryphaea mexicanum*, *Gryphaea* sp.), Cucullaedae (*Cucullea* sp.), Astartidae (*Astarte* sp., ?*Astarte* sp.), Buchiidae (*Buchia* sp.); Lucinidae (*Lucina* sp.), Ostreidae (*Ostrea* sp.) y Pleuromyidae (*Pleuromya inconstans*). Gráficos VII.5.1. y VII.5.2.

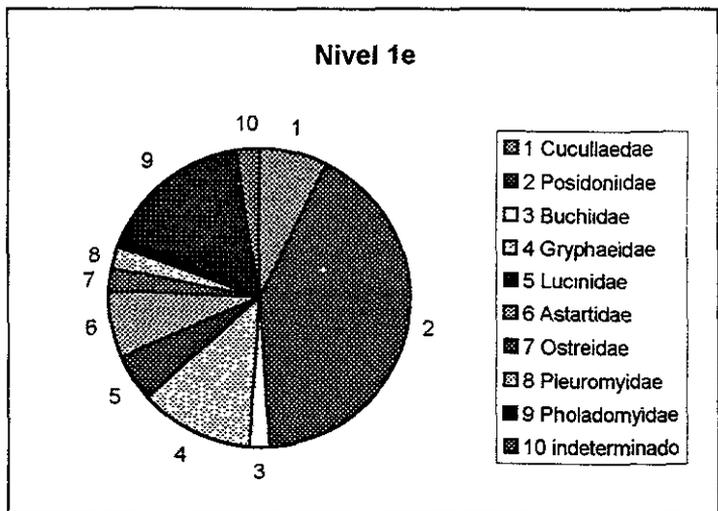


Gráfico VII.5.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

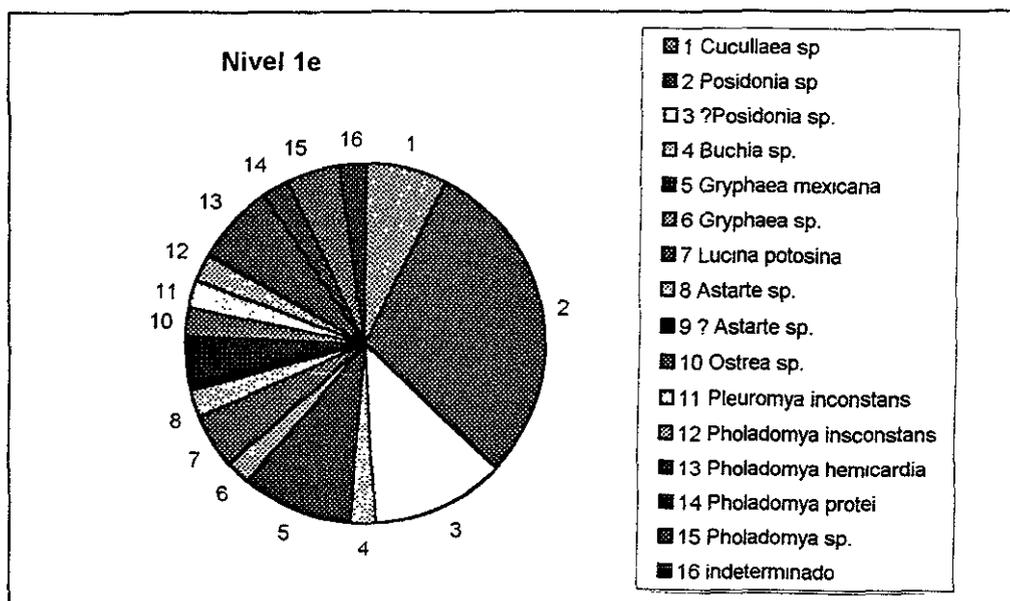


Gráfico VII.5.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

De los rasgos tafonómicos se señalan, un grado intermedio de articulación por género y/o especie, el índice de concavidad/convexidad presenta un valor 1, con excepción de *Gryphaea*. Los ejemplares presentan un desgaste significativo, excepto en *Pholadomya inconstans*, *Pholadomya hemicardia*, *Pholadomya protei*. Gráfico VII. 5.3.

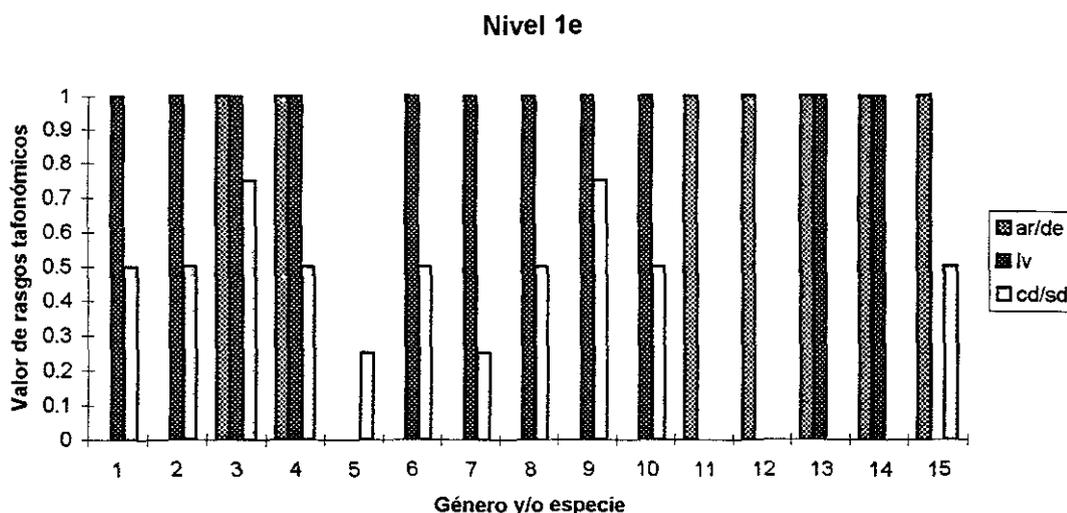


Gráfico VII.5.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto a las características paleobiológicas se reconoce una abundancia de organismos infaunales de nivel medio y bajo (*Pholadomya* sp.) y epifaunales con bisco (*Posidonia* sp.) y escasos seminfaunales enterradores someros (*Lucina* sp.). Existe coherencia ecológica de los diferentes horizontes ecológicos. Gráfico VII. 5. 4. Se deduce que la asociación fue resedimentada con un nivel de transporte bajo, reconociéndose que infauna y seminfauna son autóctonas y la epifauna es alóctona.

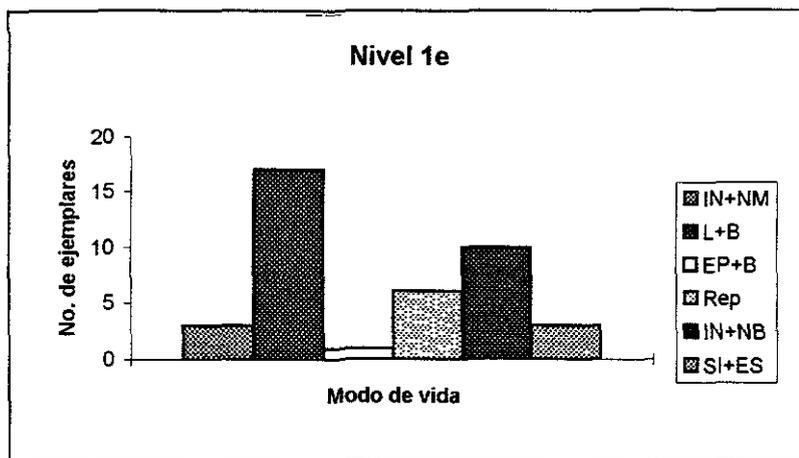


Gráfico VII.5.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.

Los niveles anteriormente descritos constituyen el primer intervalo que se caracteriza a continuación.

Intervalo 1

Intervalo de margocalizas con lutita calcárea de color crema (Fig. 6).

De las asociaciones registradas, de acuerdo al registro estratigráfico, se observa la disminución en abundancia de la familia Buchiidae relacionada con el aumento de la familia Astartidae.

Considerando los rasgos tafonómicos, en todo el intervalo es notoria la presencia generalizada de ejemplares desarticulados, sin embargo, en el nivel más superior predominan los articulados. El desgaste, en general, es poco significativo, a excepción de nivel superior. Es evidente la tendencia 1 (convexidad) del índice de concavidad/convexidad (Iv), excepto en el nivel 1d.

En relación a los aspectos paleobiológicos, en todos niveles se presenta el horizonte ecológico de epifauna bisada. Relacionada con la disminución de abundancia referida anteriormente, se observa la presencia de seminfauna de nivel medio y bajo junto con infauna enterrada baja. Existe coherencia ecológica de los diferentes horizontes ecológicos.

Las asociaciones registradas son resedimentadas, con bajo transporte, generalizándose la aloctonía, excepto la seminfauna e infauna del nivel 1e que son autóctonas.

Las asociaciones registradas representan una coincidencia entre lugar de vida y muerte.

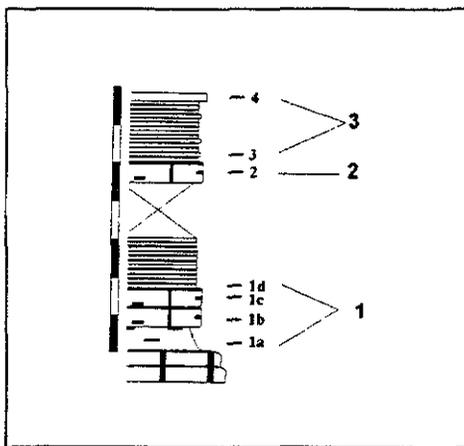


Fig. 6. Sector del perfil estratigráfico donde se ubican los intervalos 1-3.

Nivel 2

Caracterizado por caliza margosa de color crema claro. La asociación registrada caracterizada únicamente por Buchiidae (*Buchia russiensis* y *Buchia sp.*). Gráfico VII.6.1.

De los rasgos tafonómicos se señalan, la desarticulación, el desgaste es de grado medio a bajo y un índice de concavidad/convexidad con valor 0 (concavidad).

Esta asociación monogenérica representa el horizonte de epifaunales bisados.

Se asume un nivel de transporte bajo, resedimentación y aloctonía de la asociación registrada. Gráfico VII.6.2.

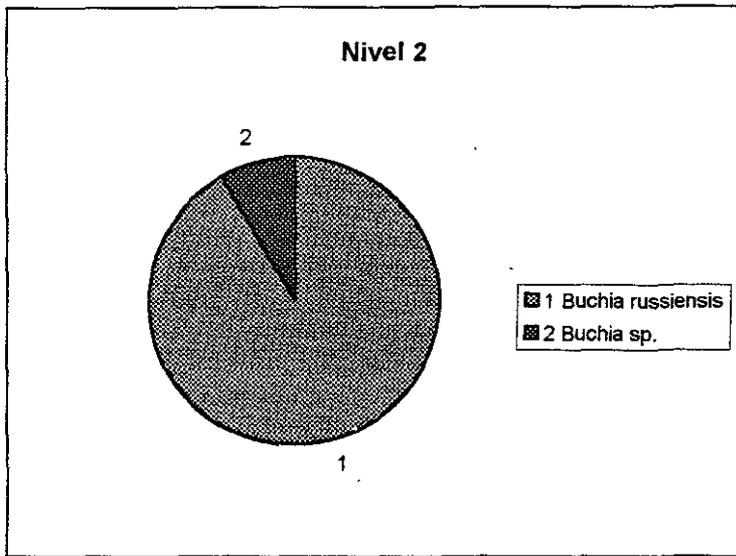


Gráfico VII.6.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

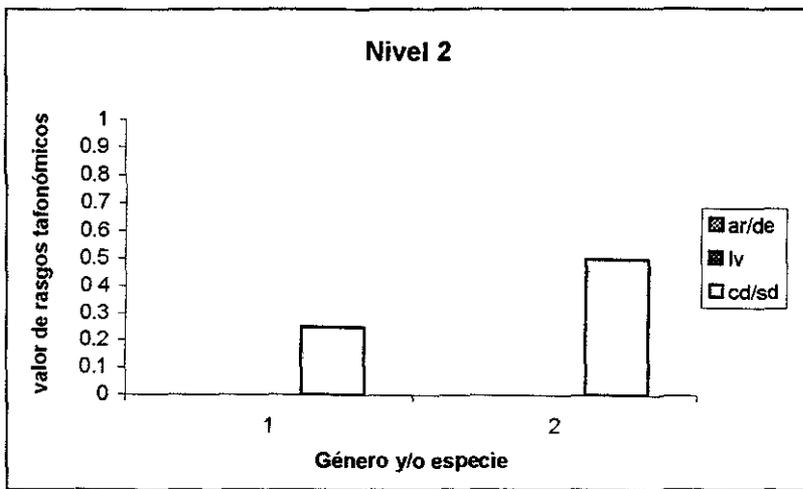


Gráfico VII.6.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

Intervalo 2

El nivel previo, constituye el intervalo 2 por lo que la caracterización es la misma (ver Figura 6).

Nivel inter 3-4.

Constituido por lutita calcárea de color café claro a amarillo claro. La fauna presente Lucinidae (*Lucina potosina*, *Lucina sp.*), Ostreidae, (*Ostrea sp.*) y ejemplares fortuitos de Trigoniidae (? *Myophorella sp.*). Gráficos VII.7.1. y VII.7.2.

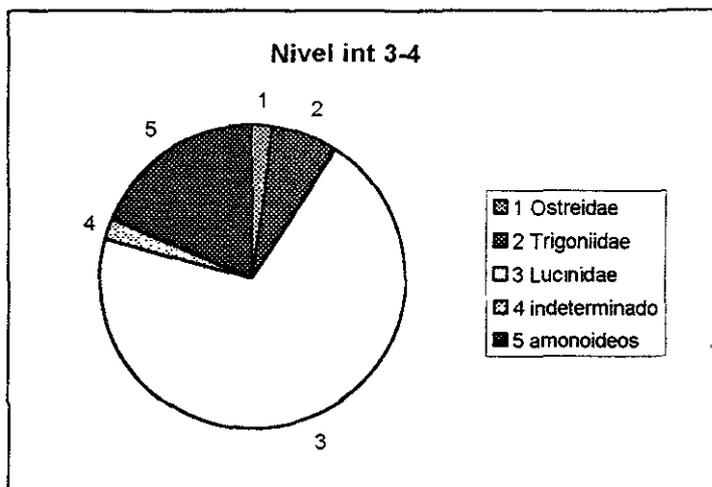


Gráfico VII.7.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

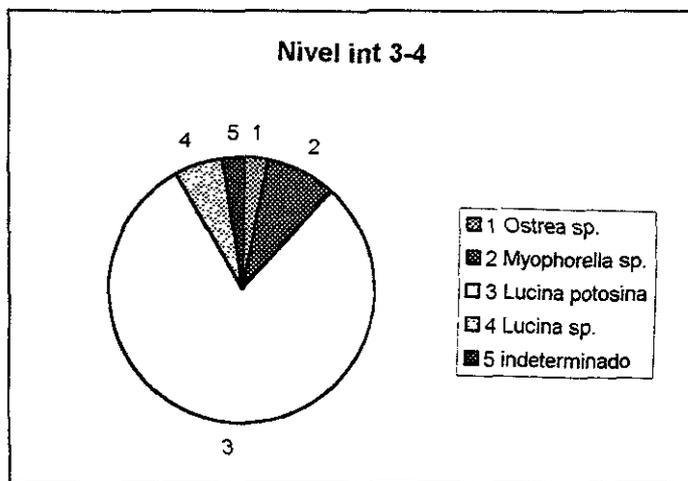


Gráfico VII.7.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

De los rasgos tafonómicos se señalan, un alto grado de desarticulación, el índice de concavidad/convexidad con valor 1 (convexidad) y un desgaste medio y relativamente alto (*Ostrea sp.* y *Lucina sp.*, respectivamente). Gráfico VII.7.3.

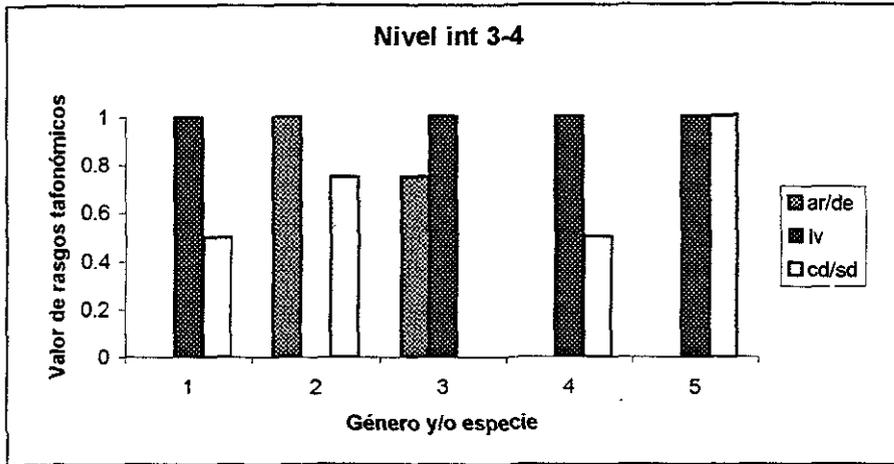


Gráfico VII.7.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto a su modo de vida y distribución espacial se presenta un predominio de organismos infaunales de nivel bajo, los elementos fortuitos (Trigoniidae) son seminafaunales enterradores someros. Existe coherencia ecológica entre el horizonte de registro y los diferentes horizontes ecológicos. Gráfico VII.7.4.

De acuerdo a los datos analizados, se deduce que la asociación fue resedimentada, con un transporte mínimo y con procesos erosivos, en consecuencia la asociación registrada es alóctona.

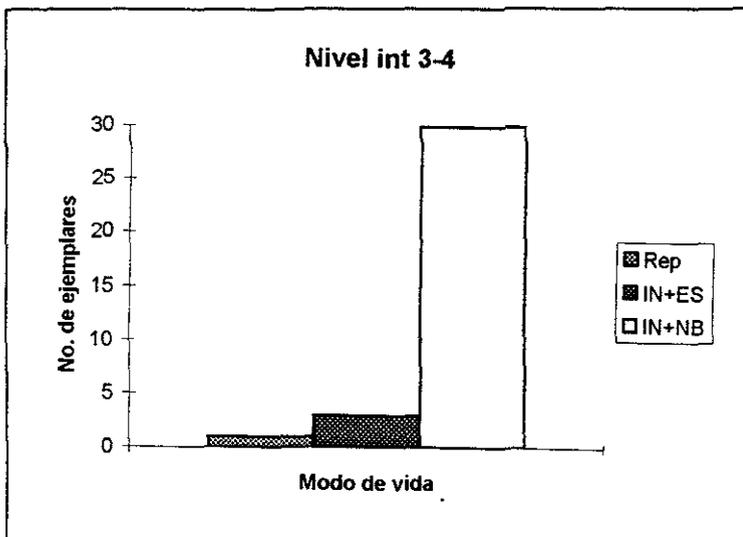


Gráfico VII. 7.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.

Intervalo 3

El nivel previo, constituye el intervalo 3 por lo que la caracterización es la misma (ver Figura 6).

Nivel 5a

Limolita calcárea de color crema a rosado, donde se registró la siguiente asociación Astartidae (*Astarte sp.*, *Astarte posticalva*, *Astarte ajuariana*), Posidoniidae (*Posidonia sp.*), Pholadomyidae (*Pholadomya sp.*) y Lucinidae (*Lucina sp.*). Gráficos VII.8.1. y VII.8.2.

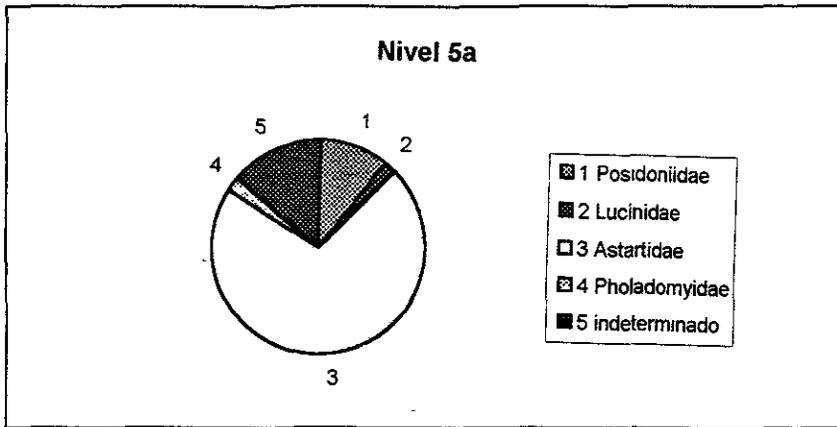


Gráfico VII. 8.1. Espectro de la asociación por familias.

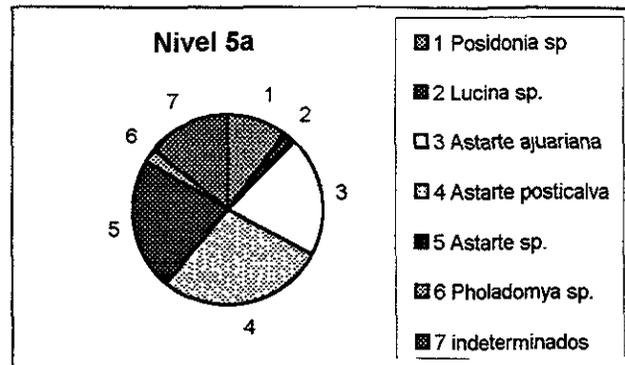


Gráfico VII. 8.2. Espectro de la asociación a nivel de género y/o especie.

Los rasgos tafonómicos señalan un alto grado de articulación de los ejemplares. El índice de concavidad/convexidad presenta un valor de 1, con excepción de *Astarte ajuariana* que registró un valor 0 (concavidad). El desgaste es significativo, excepto en el género *Astarte*. Gráfico VII. 8.3.

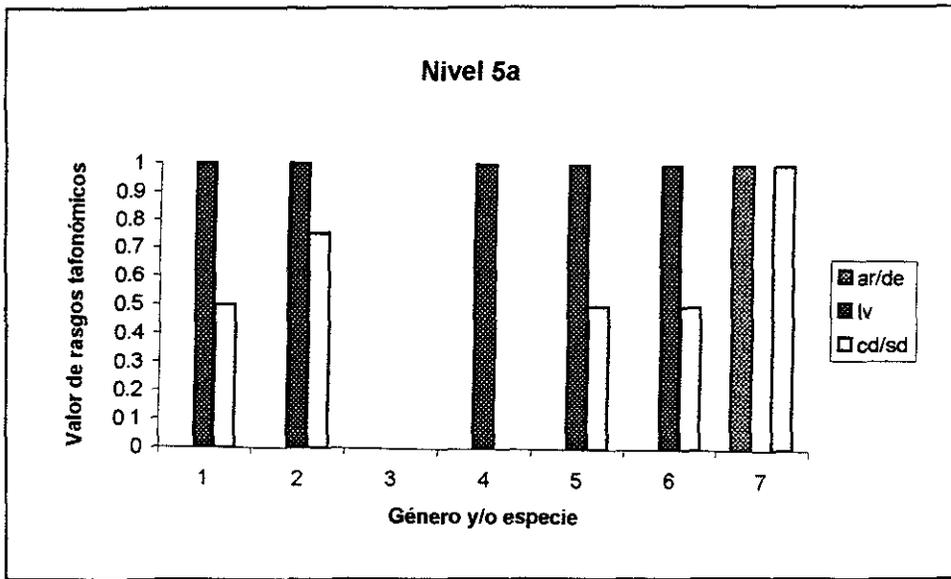


Gráfico VII. 8.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

La distribución espacial en el sedimento y el modo de vida de la asociación registrada, demuestra la dominancia de organismos seminfaunales enterradores someros y se suma la presencia de infaunales enterradores de nivel medio, también están presentes, pero en menor número los epifaunales con biso (*Posidonia*). Esto señala la coherencia ecológica entre el horizonte de registro y los diferentes horizontes ecológicos.

Se deduce que la asociación registrada es resedimentada, con la autococtnia de infaunales y seminfaunales y con un grado bajo de transporte de los organismos epifaunales. Gráfico VII.8.4.

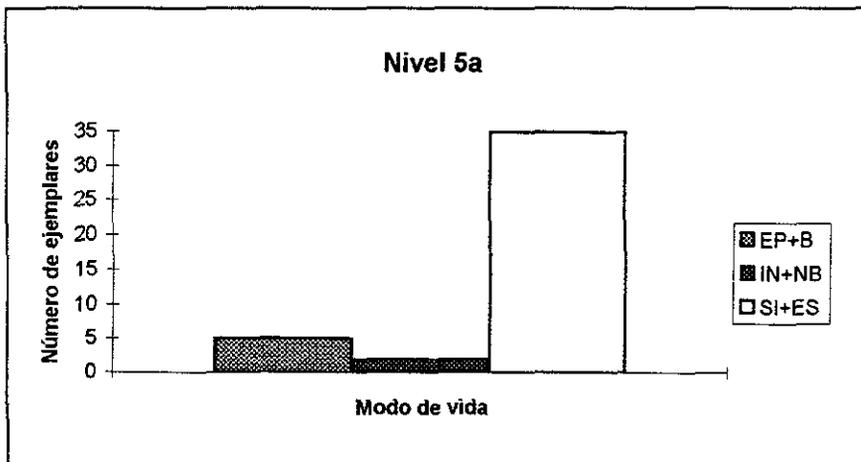


Gráfico VII. 8.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.

Nivel 5b

Intervalo constituido de limolita calcárea de color crema a rosado. La asociación registrada es Astartidae (*Astarte posticalva*, *Astarte ajuariana*, *Astarte* cf. *ajuariana*, *Astarte* sp. cf. *posticalva* y *Astarte* sp.), Lucinidae (*Lucina potosina* y *Lucina* sp.) y Posidoniidae (*Posidonia* sp.). Gráficos VII.9.1. y VII. 9.2.

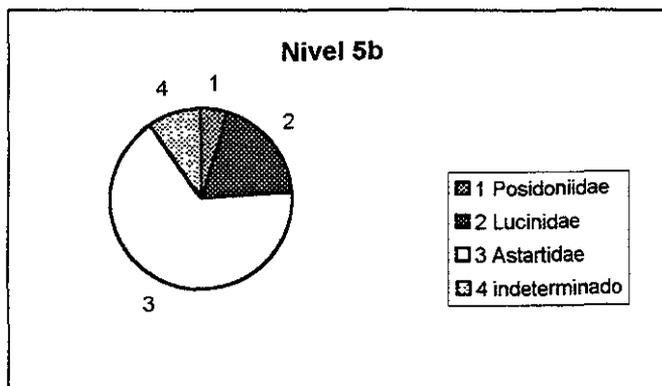


Gráfico VII. 9.1. Espectro por familias de la asociación registrada.

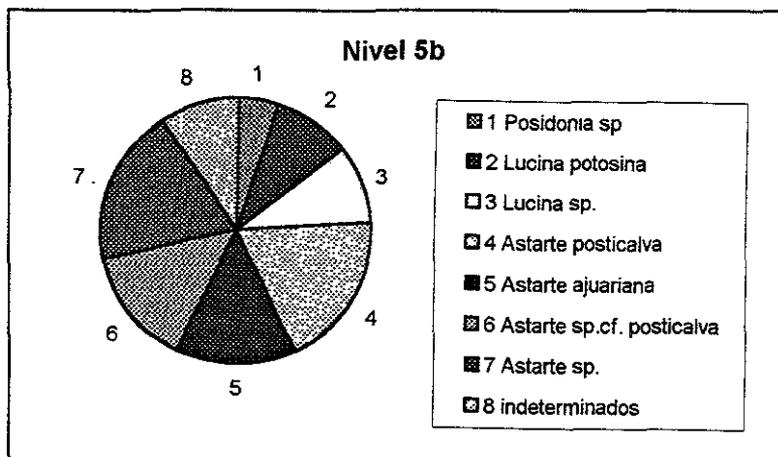


Gráfico VII. 9.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y especie.

Los rasgos tafonómicos de la asociación registrada señalan un alto grado de articulación, el índice de concavidad/convexidad para Astartidae es de 0.64 y el resto de los ejemplares se presentan en posición convexa ($lv = 1$). El desgaste es significativo en *Posidonia* sp., *Lucina* sp. y *Astarte* sp. y en el resto de los ejemplares es muy bajo. Gráfico VII. 9.3.

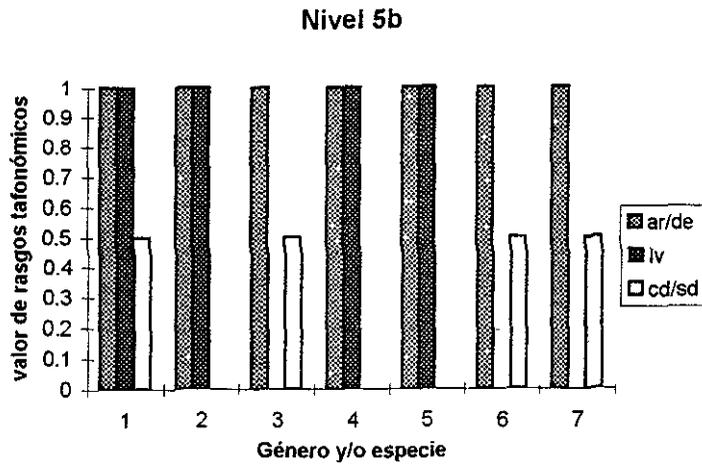


Gráfico VII. 9.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

De acuerdo a su distribución espacial y modo de vida, se presenta un predominio de organismos seminfaunales enterradores someros como son los astartidos e infaunales de nivel medio (lucínidos), los epifaunales bisados se presentan en menor abundancia.

Esta caracterización, junto con los rasgos tafonómicos señala la coherencia ecológica, pero existe resedimentación, la fauna seminfaunal es autóctona y la epifaunal alóctona. El horizonte de registro sufrió algún proceso erosivo y el transporte de los ejemplares epifaunales fue mínimo. Gráfico VII. 9.4.

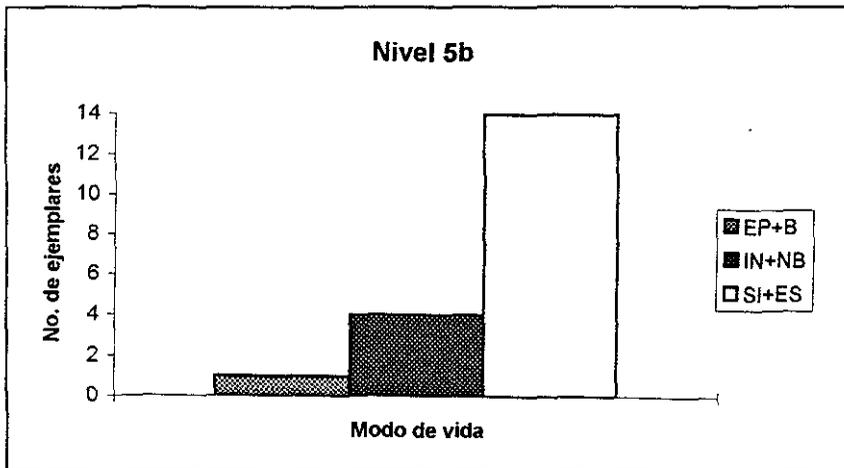


Gráfico VII. 9.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Nivel 5c

Constituido de limolita calcárea de color crema a rosado. La asociación registrada es Lucinidae (*Lucina potosina*, *Lucina balmensi* y *Lucina* sp.), Astartidae (*Astarte* sp., *Astarte posticalva*, *Astarte ajuariana*) y Arctidae (*Arctica* sp.). Además existen serpúlidos. Gráficos VII. 10.1. y VII.10.2.

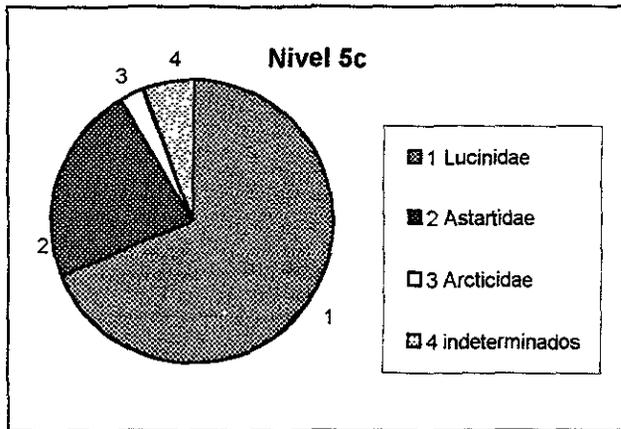


Gráfico VII. 10.1. Espectro de la asociación registrada por familia.

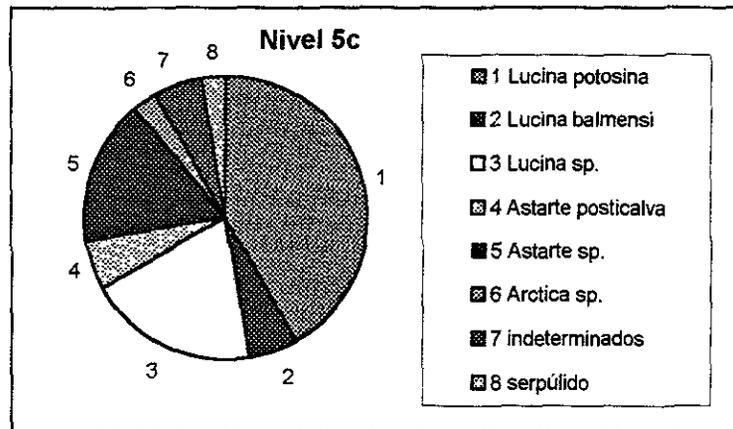


Gráfico VII. 10.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

Los rasgos tafonómicos muestran que todas las valvas, en el horizonte de registro, están desarticuladas, excepto en *Lucina potosina* que se presenta, en algunos casos, con articulación y desplazamiento. El índice de concavidad/concavidad presenta una tendencia predominante a 0 (concavidad), el porcentaje de desgaste, en la mayoría de los casos, es significativo. Gráfico VII.10.3.

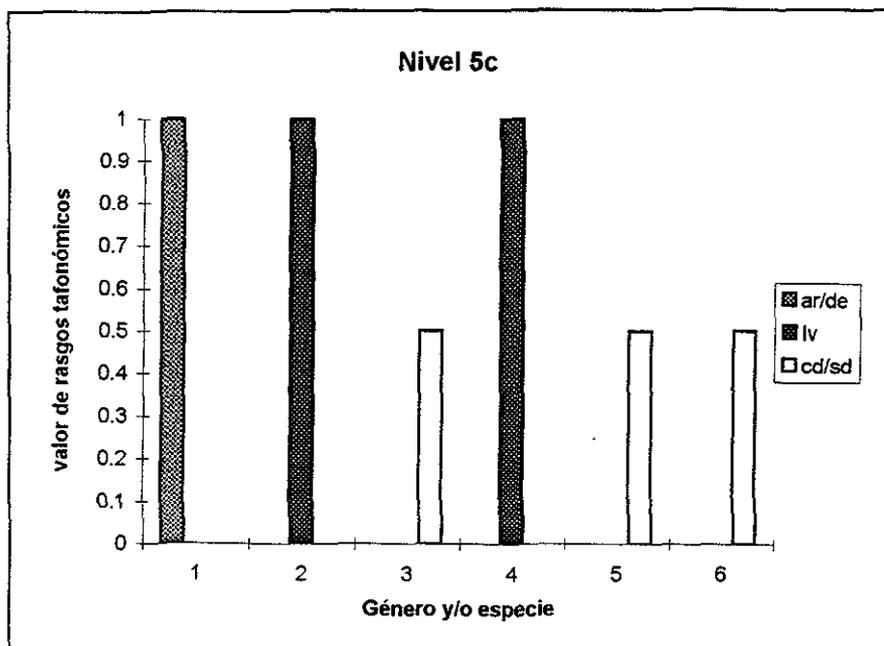


Gráfico VII. 10.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto a las características paleobiológicas, se reconoce predominio de infauna de nivel bajo y medio y se registraron seminfaunales enterradores someros. Se determina una mezcla ecológica de fauna resedimentada y autoctonía de seminfaunales. Gráfico VII.10.4.

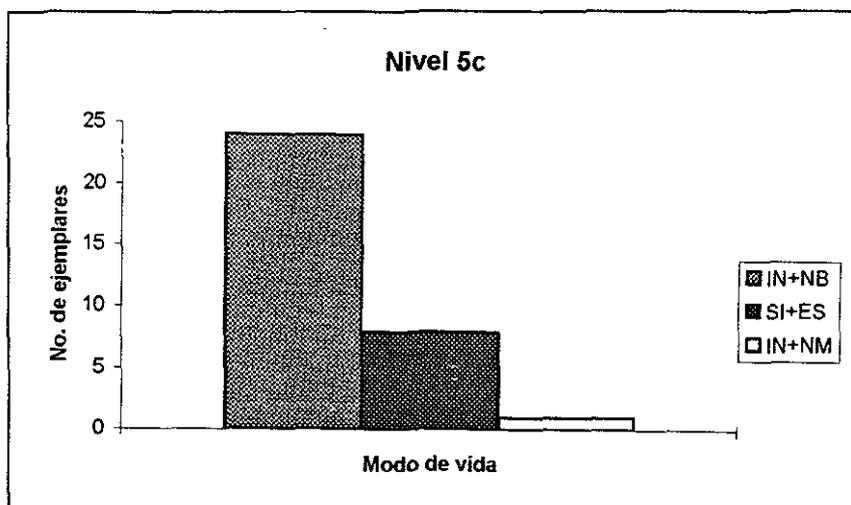


Gráfico VII.10.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.

Nivel 6

Constituido por limolita de color gris claro. La asociación que se registra es Buchiidae (*Buchia tenuistriata*, *Buchia concentrica*, *Buchia sp.*) y Articiidae (*Artica sp.*), junto con ejemplares indeterminables y *aptychi*. Gráficos VII.11.1. y VII.11.2.

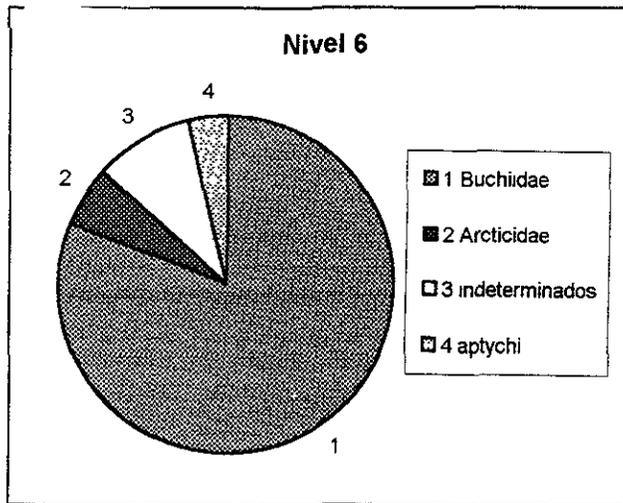


Gráfico VII. 11.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

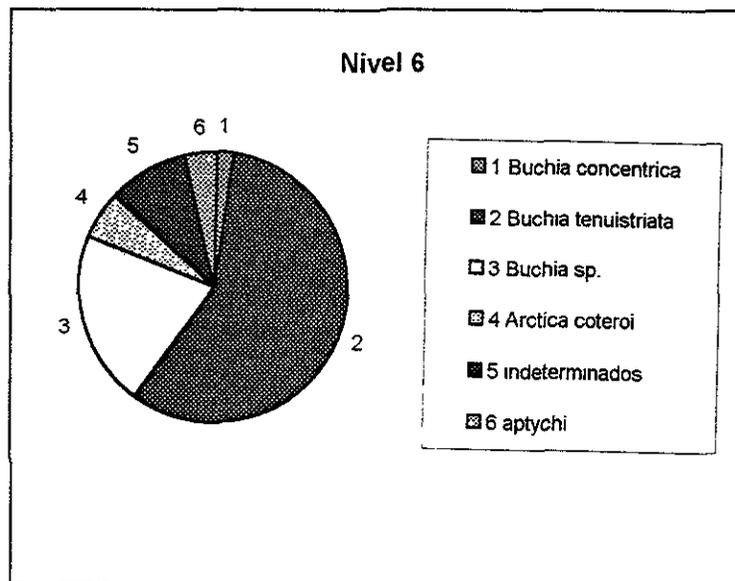


Gráfico VII. 11.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

De los rasgos tafonómicos se señalan, que todos los ejemplares están desarticulados, el índice de concavidad/convexidad es valor 1 (convexidad), el desgaste es poco significativo. Gráfico VII.11.3.

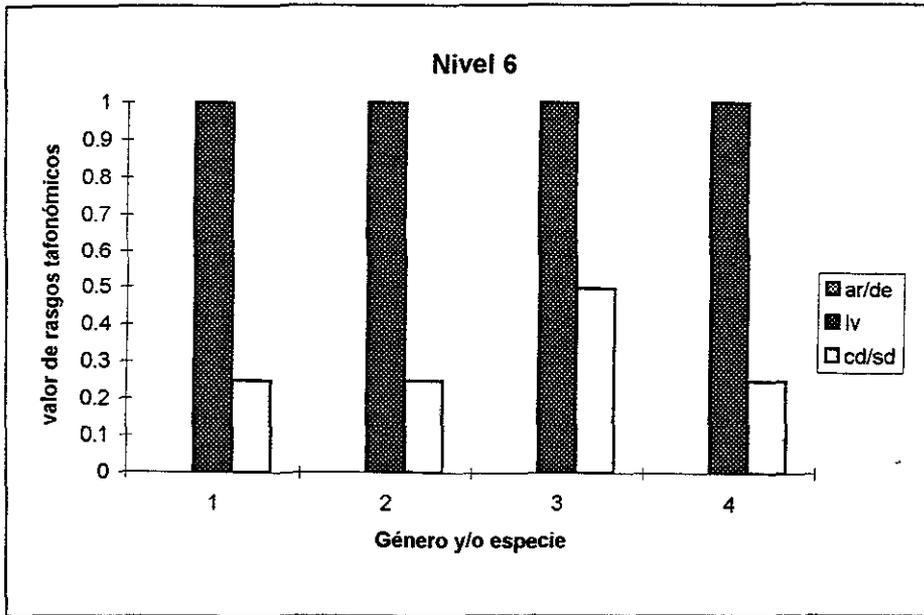


Gráfico VII. 11.3 Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En relación al modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua, se reconoce un predominio de epifaunales bisados (*Buchia concentrica*, *B. tenustriata* y *B. sp.*), además de infauna de nivel medio, existe coherencia ecológica entre los diferentes horizontes ecológicos. Gráfico VII.11.4.

Se infiere que la asociación fue resedimentada, con un grado de transporte significativo de los infaunales, y fauna epifauna autóctona.

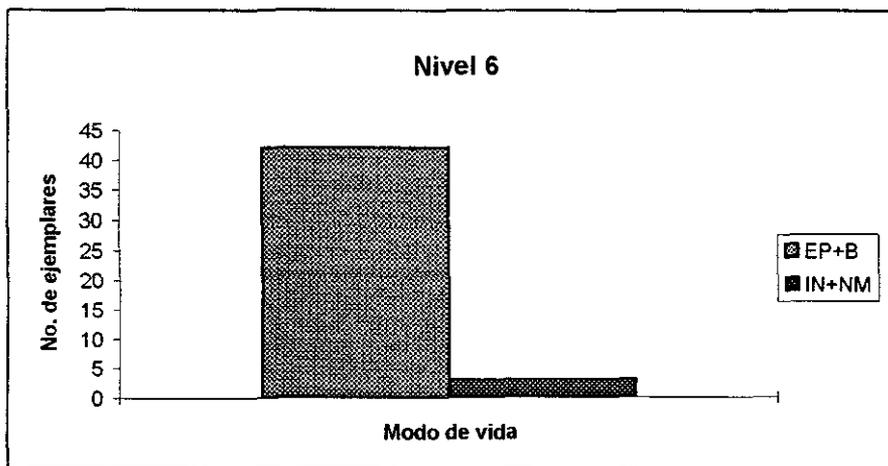


Gráfico VII. 11.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.

Nivel 6b

Constituido por limolita de color gris claro. La asociación caracterizada, únicamente, por dos familias Posidoniidae (*Posidonia* sp.) y Buchiidae (*Buchia concentrica* y *Buchia* sp.). Gráficos VII.12.1. y VII.12.2.

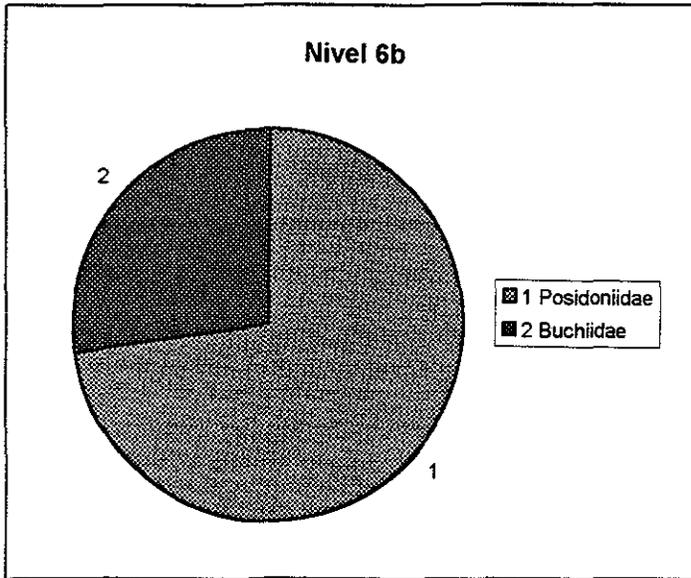


Gráfico VII. 12.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

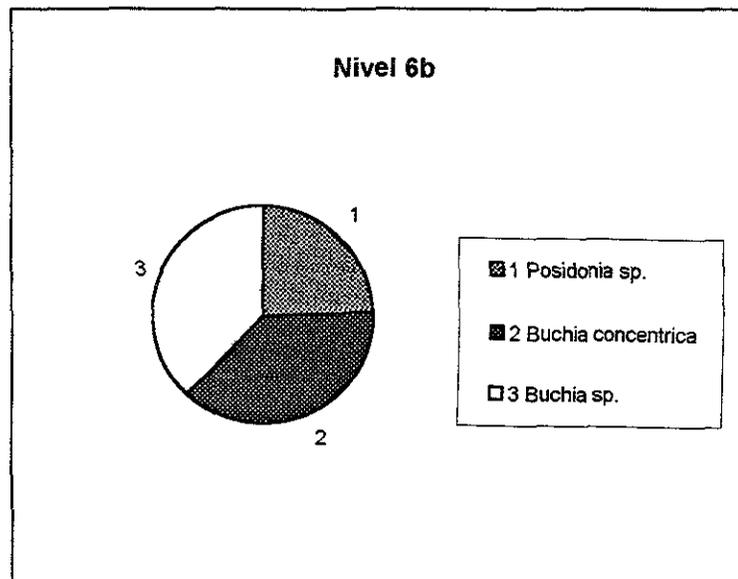


Gráfico VII. 12.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie

Los rasgos tafonómicos señalan un predominio de fauna articulada en Buchiidae y desarticulación en *Posidonia sp.* Es notable la diferencia en cuanto a tamaños entre los diferentes géneros siendo los buchiidos de menor tamaño. En los desarticulados el índice de concavidad/convexidad con valor 0 (concavidad), y los articulados se encontraron en posición oblicua. El desgaste es poco significativo. Gráfico VII.12.3.

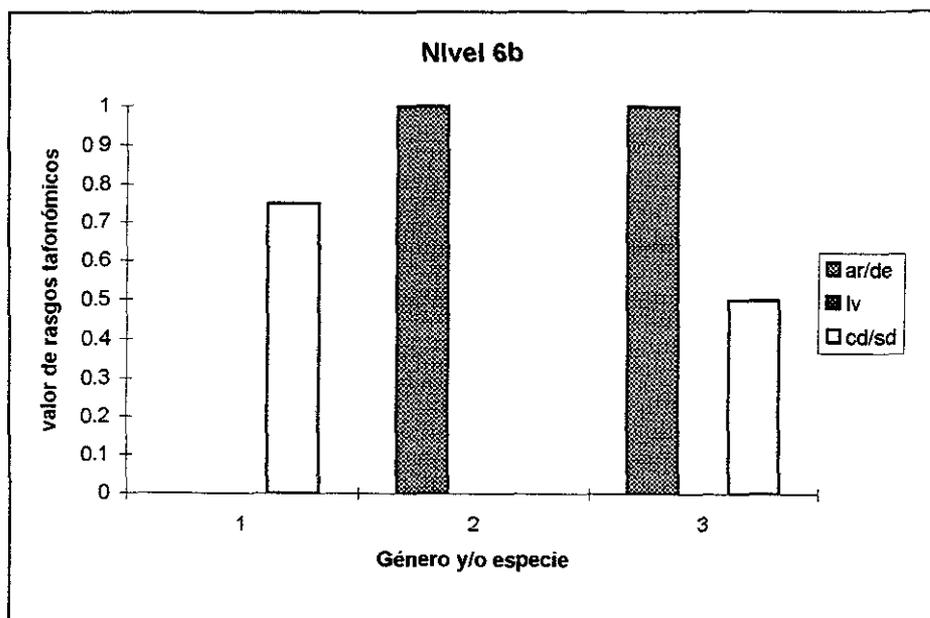
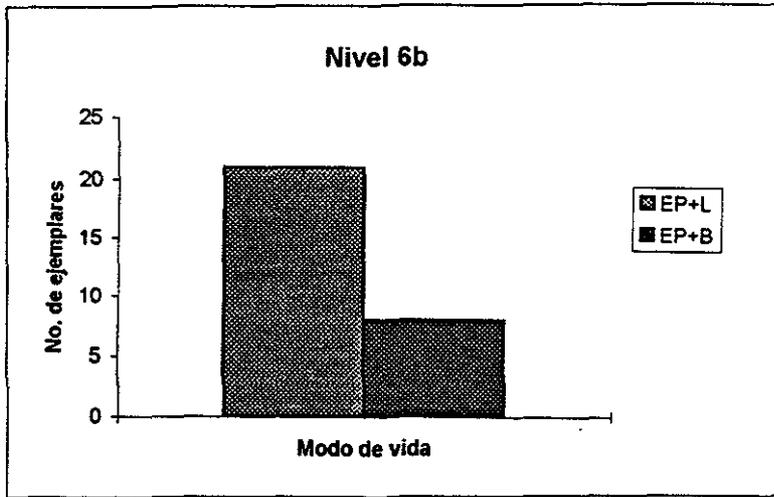


Gráfico VII. 12.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En relación a las características paleobiológicas, se reconoce un predominio de epifaunales bisados y libres nadadores. En cuanto a los aspectos paleobiológicos se infiere una mayor resistencia al transporte en Posidoniidae debido al modo de fijación, que posibilita la adaptación a los cambios en la tasa de sedimentación. Los horizontes ecológicos demuestran la coherencia ecológica. Gráfico VII. 12.4.

Se determina la resedimentación de los ejemplares, con transporte lateral. La asociación es alóctona.



VII. 12.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Los niveles anteriormente descritos constituyen el 4 intervalo que se caracteriza a continuación.

Intervalo 4

Intervalo constituido de limolita de color gris y limolita calcárea. En este intervalo se presenta un espesor cubierto (Fig. 7).

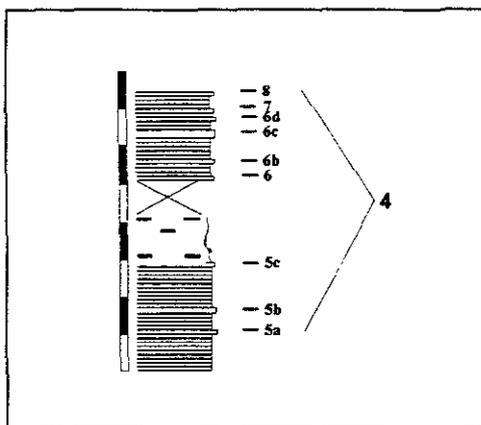


Fig. 7. Sector del perfil estratigráfico donde se ubican los intervalos.

De las asociaciones registradas, de acuerdo al registro estratigráfico, se aprecia en niveles inferiores el predominio por abundancia de la familia Astartidae,

asociada con Lucinidae, además se registran ejemplares de la familia Posidoniidae. Por arriba de los niveles cubiertos, se presentan niveles de limolita calcárea, con el registro, únicamente, de Posidoniidae predominante y Buchiidae.

En relación a los rasgos tafonómicos de las asociaciones registradas, se presenta la generalización de ejemplares articulados, excepto en el nivel anterior a la zona cubierta que se caracteriza por la desarticulación de los ejemplares. En todos los casos el desgaste es poco significativo y el índice de concavidad/convexidad (IV) presenta una tendencia generalizada a 1 (convexidad), con excepción del último nivel donde los organismos se presentan oblicuos.

Los aspectos paleobiológicos, se identifica un dominio de seminfaunales enterradores someros (Astartidae y Lucinidae, respectivamente) y en los últimos niveles con epifaunales (Posidoniidae y Buchiidae). Existe la coherencia ecológica entre los horizontes de registro y los horizontes ecológicos.

Las asociaciones registradas son resedimentadas, con transporte mínimo, generalizándose la autoctonía, excepto la epifauna del nivel más superior que es alóctona.

Nivel 9

Nivel margoso con presencia de concreciones. La asociación registrada consta de Lucinidae (*Lucina potosina* y *Lucina sp.*), Ostreidae (*Ostrea sp.*) y Oxytomidae (*Oxytoma sp.*). Gráficos VII.13.1. y VII.13.2.

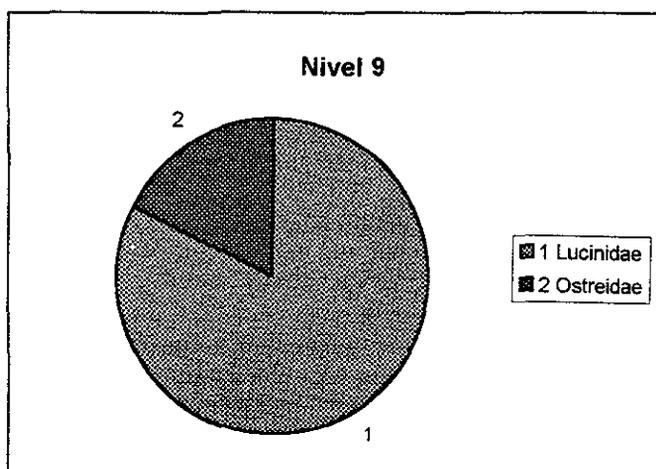
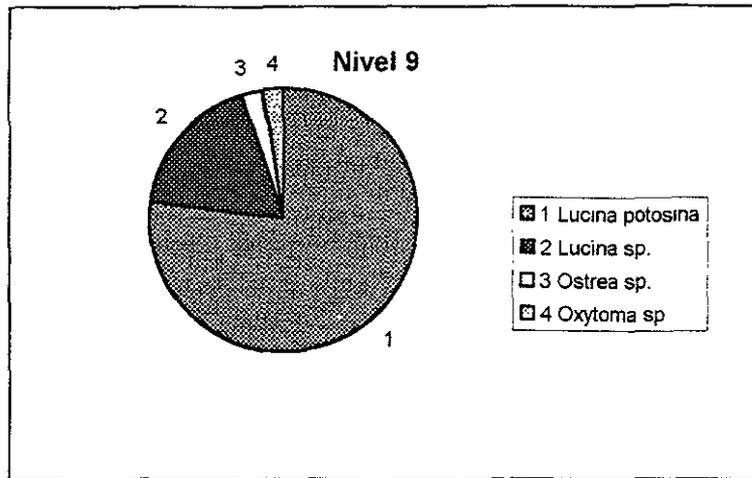


Gráfico VII. 13.1. Espectro de la asociación registrada por familias

Gráfico VII. 13.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.



Los rasgos tafonómicos de la asociación registrada señalan la articulación en Lucinidae y desarticuladas en Ostreidae y Oxytomidae. El índice de concavidad/convexidad presenta la tendencia intermedia. El desgaste de los ejemplares es poco significativo. Gráfico VII.13.3.

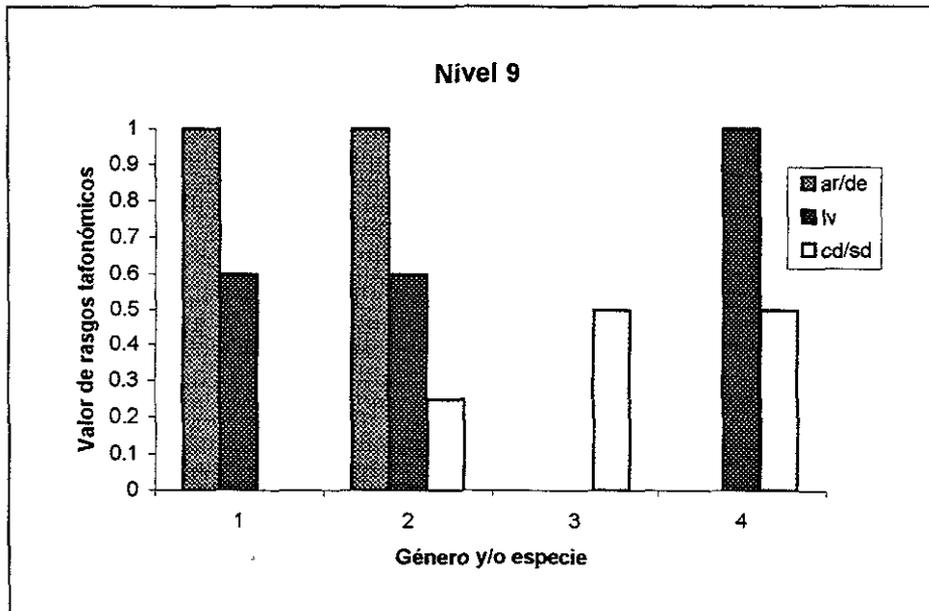


Gráfico VII. 13.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto a las características paleobiológicas se reconoce la abundancia de organismos infaunales de nivel bajo y la presencia de organismos en reposo (*Ostrea sp.*). Existe coherencia ecológica de los diferentes horizontes ecológicos. Gráfico VII. 13.4.

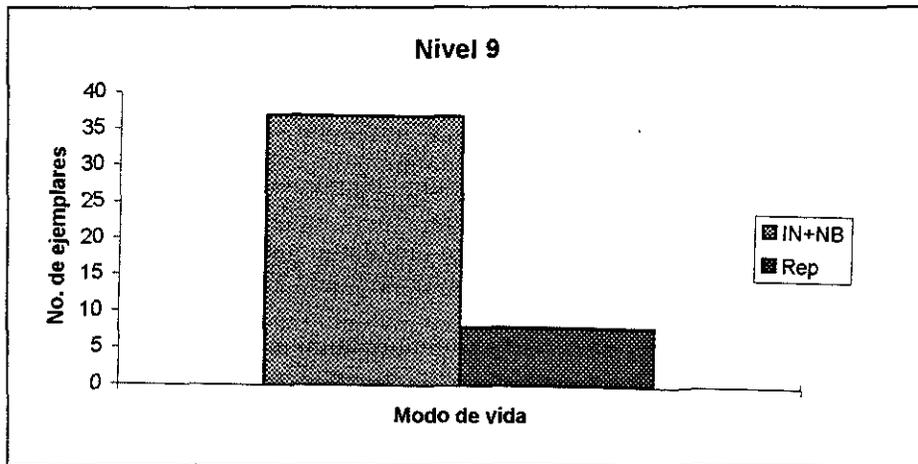


Gráfico VII. 13.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua

Se deduce que la fauna fue resedimentada, con infauna autóctona y epifauna alóctona.

Nivel 11

Estrato constituido de limolita calcárea y presencia de concreciones. Este nivel presenta una asociación monogenérica constituida por Astartidae (*Astarte sp.*) y ejemplares indeterminados. Gráfico VII. 14.1.

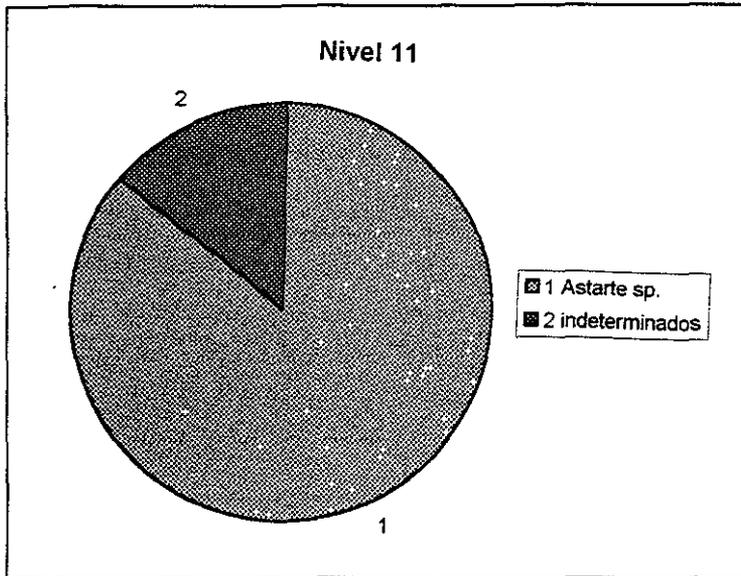


Gráfico VII. 14.1. Espectro de la asociación registrada por género.

En cuanto a los rasgos tafonómicos se detalla la fauna presente en concreciones, y en estratos limolíticos presentan la misma fauna, pero con diferencia en la conservación. Se observa la desarticulación de todos los ejemplares, el desgaste es significativo y el índice de concavidad/convexidad con valor 0 (concavidad).

En este caso los ejemplares tienen un modo de vida seminfaunal enterradores someros. No se detalla la información paleoecológica por tratarse de una asociación monogénica. Gráfico VII.14.2. Se deduce que la fauna es alóctona, con transporte mínimo.

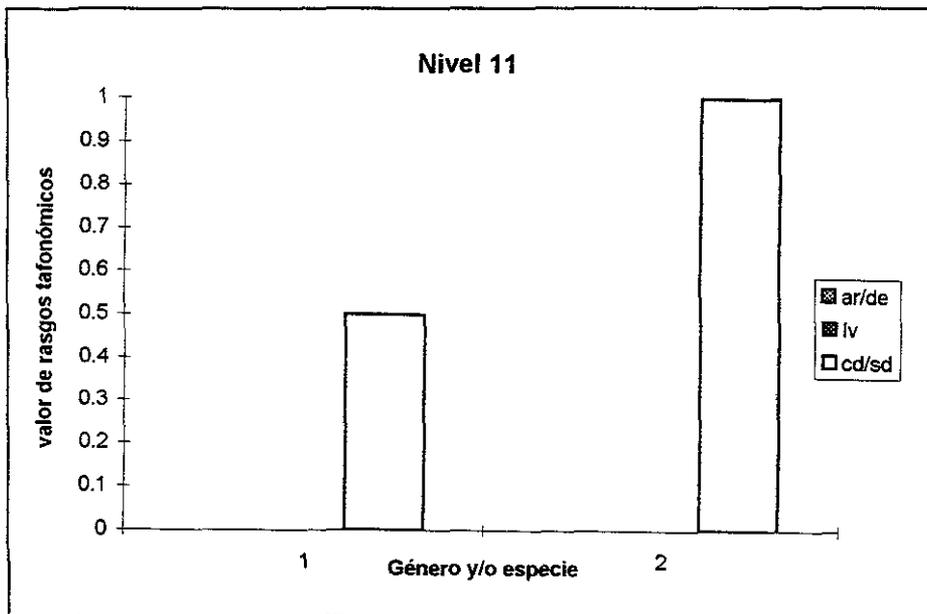


Gráfico VII. 14.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

Nivel 12a

Limolita de color café claro. Las asociaciones que se registran son Buchiidae (*Buchia russiensis*, *Buchia okensis*, *Buchia tenustriata*, *Buchia* sp.) Gryphaeidae (*Nanogyra* sp.) y ejemplares indeterminados. Gráficos VII.15.1 y VII.15.2

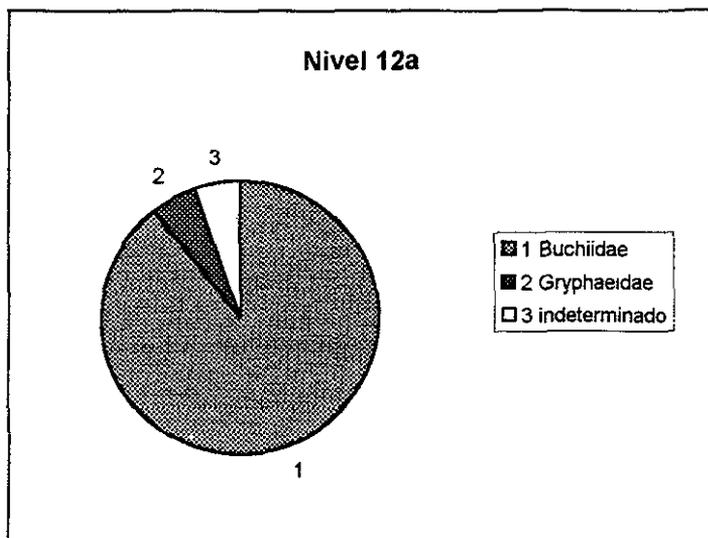


Gráfico VII. 15.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

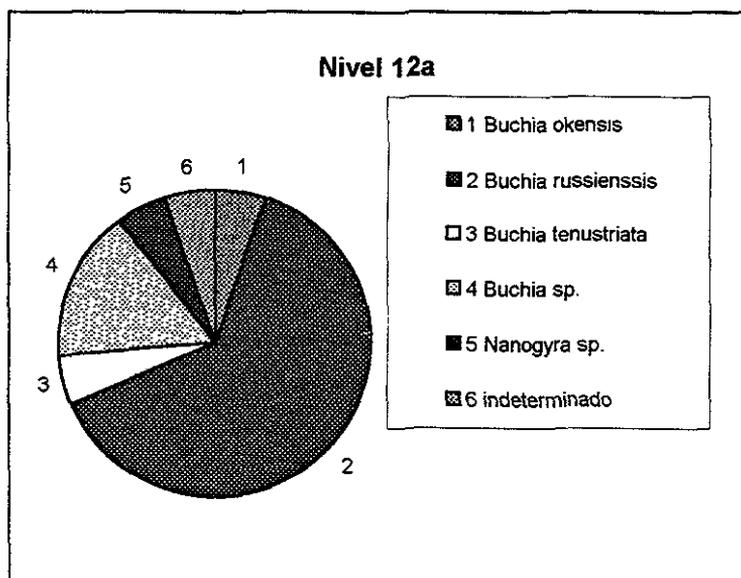


Gráfico VII. 15.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

Los rasgos tafonómicos de esta asociación señalan un alto grado de desarticulación, pero las valvas están completas y el grado de desgaste es poco significativo. El índice de concavidad/convexidad tiene un valor 1 (convexidad). Gráfico VII.15.3.

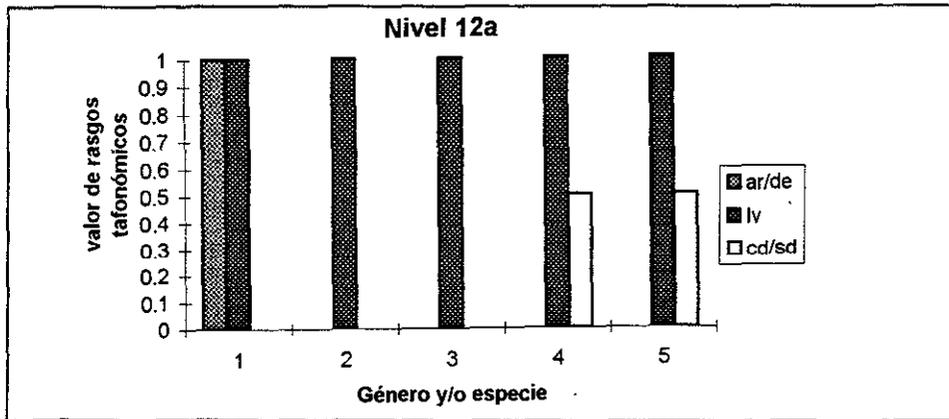


Gráfico VII. 15.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto a las características paleobiológicas la fauna registrada esta constituida por epifauna y el horizonte de registro en igual al horizonte ecológico. Gráfico VII.15.4.

De acuerdo a lo anterior, es posible determinar la resedimentación, con un transporte mínimo, lo que conlleva a reconocer la autoctonía de la asociación registrada.

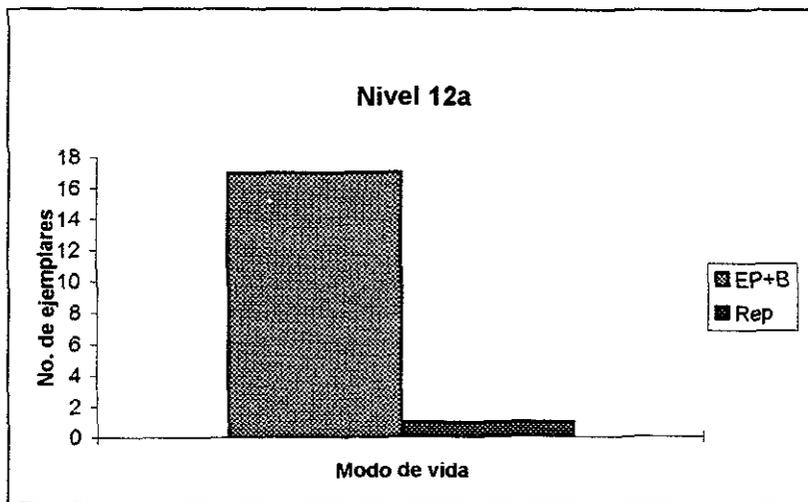


Gráfico VII. 15.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Nivel 14a

Constituido de limolita calcárea con intercalaciones calcáreas y presencia de concreciones. La asociación que lo caracteriza es Astartidae (*Astarte* sp.), Buchiidae (*Buchia piochii* y *Buchia* sp.), Posidoniidae (*Aulacomyella neogaeum*) y ejemplares indeterminables. Gráficos VII.16.1 y VII.16.2.

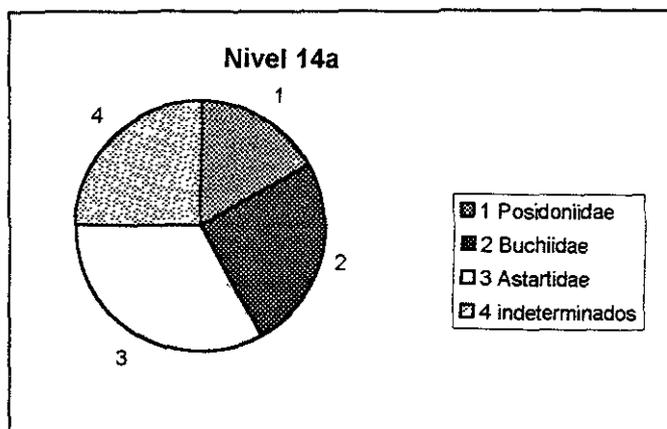


Gráfico VII. 16.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

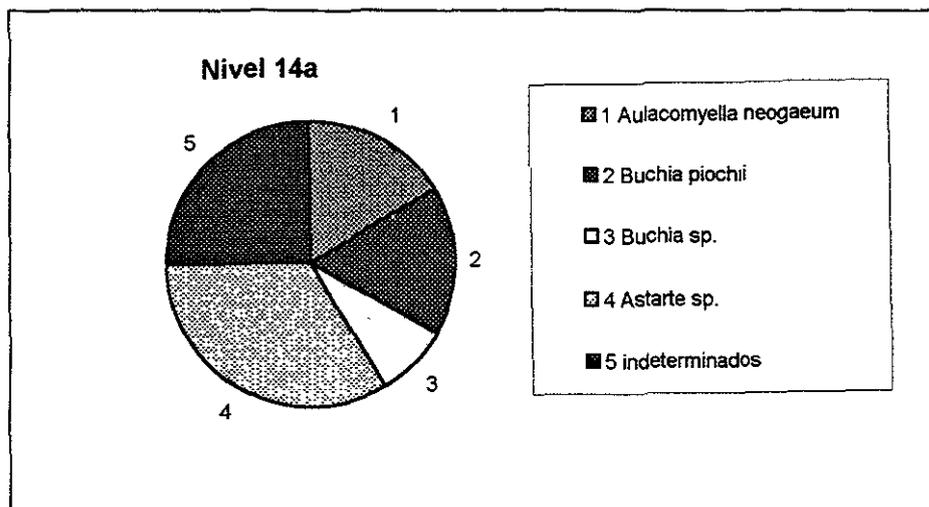


Gráfico VII. 16.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

Los rasgos tafonómicos señalan un alto grado de desarticulación, con excepción de la articulación en *Aulacomyella neogaeum*. El índice de concavidad/convexidad tiene un valor 0 (concavidad), excepto en

Aulacomyella neogaeum que se presenta convexa. El desgaste es poco significativo. Gráfico VII. 16.3.

En relación a su distribución espacial en el sedimento y su modo de vida, se infiere el predominio de organismos seminfaunales enterradores someros, junto con la presencia de epifaunales. Existe coherencia ecológica entre los diferentes horizontes ecológicos.

Por los rasgos anteriores, a pesar de señalar la coherencia ecológica dentro del horizonte de registro, presumiblemente la exhumación de la concentración de conchas fue producida por procesos erosivos, que conlleva al transporte de los mismos. Se determina la resedimentación, así como, la aloctonía de la fauna. Gráfico VII. 16.4.

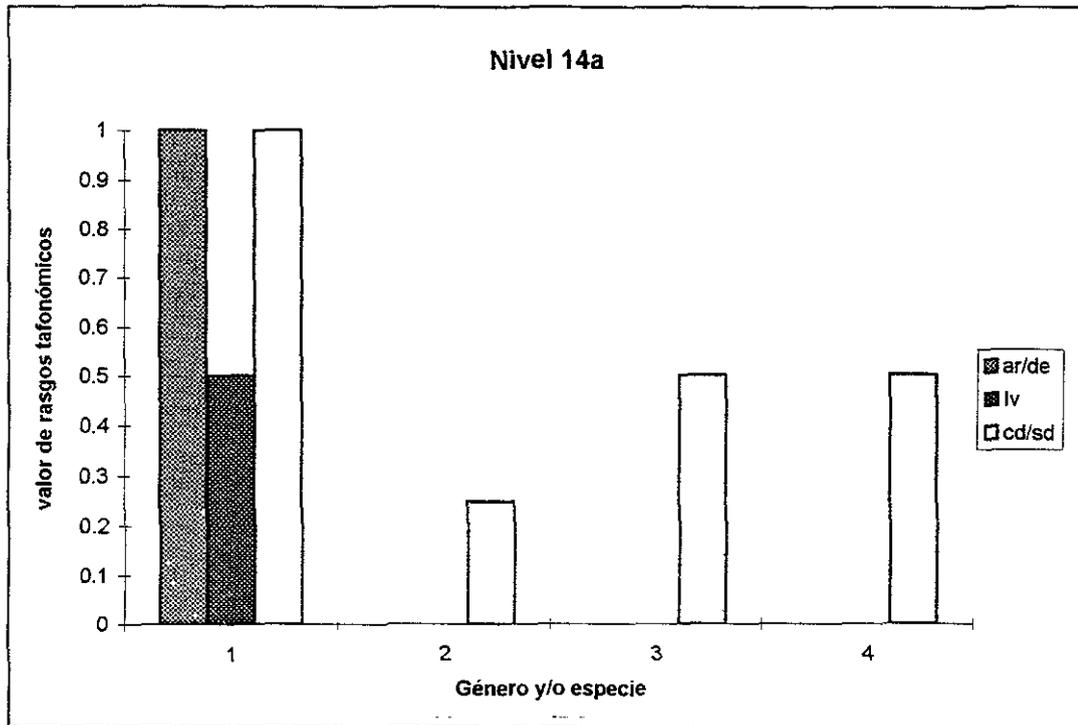


Gráfico VII. 16.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

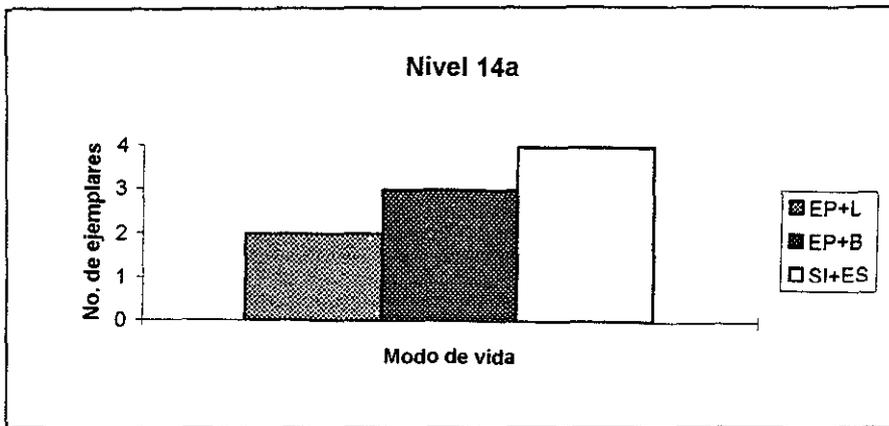


Gráfico VII. 16. 4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Nivel 14 b.

Constituido por limolita calcárea con intercalaciones calcáreas, presencia de concreciones . La asociación presente es monogenérica con dos especies Buchiidae (*Buchia concentrica* y *Buchia volgensis*). Gráfico VII.17.1

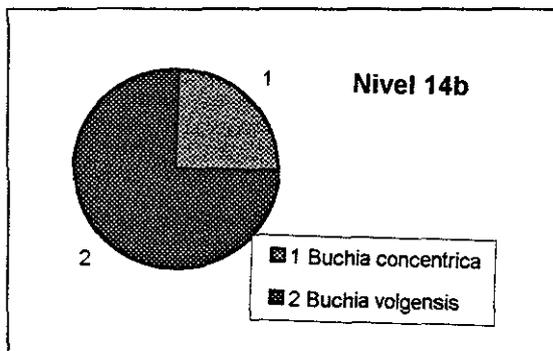


Gráfico VII. 17.1. Espectro de la asociación registrada por especie.

Los rasgos tafonómicos demuestra la desarticulación en ambas especies, el desgaste es poco significativo y el índice de concavidad/convexidad presenta la tendencia intermedia. Gráfico VII. 17.2.

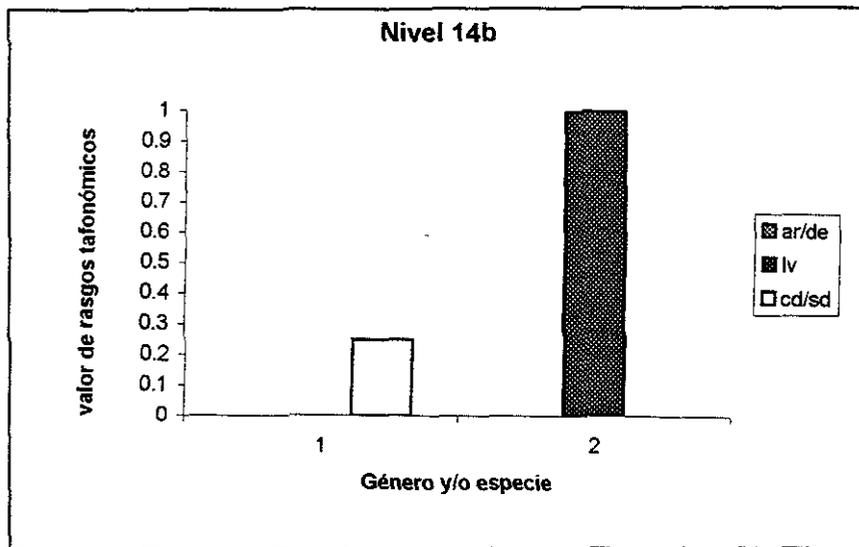


Gráfico VII. 17.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

Caracterizado paleobiológicamente por organismos epifaunales bisados. No se detalla la coherencia ecológica por no estar presentado otro horizonte ecológico que permita un análisis comparativo.

Por las características mencionadas, la asociación registrada se considera resedimentada y alóctona.

Nivel 14e.

Constituido de limolita calcárea con intercalaciones calcáreas, presencia de concreciones, se caracteriza por presentar la siguiente asociación Posidoniidae (*Posidonia sp.* y *Aulacomyella neogaeum*), Astartidae (*Astarte sp.*), Buchiidae (*Buchia sp.*), Arctiidae (*Arctica coterai*) y ejemplares indeterminados. Gráficos VII.18.1 y VII.18.2.

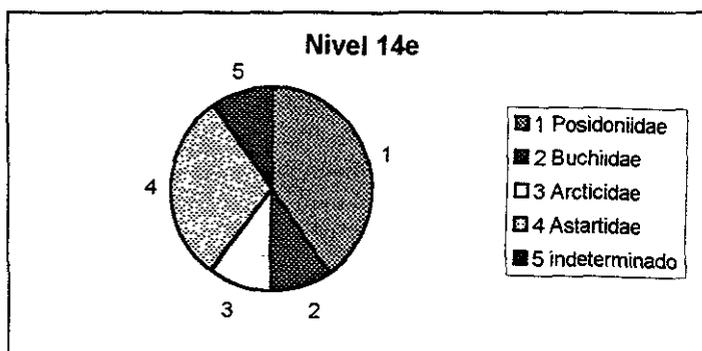


Gráfico VII. 18.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

Gráfico VII.18.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

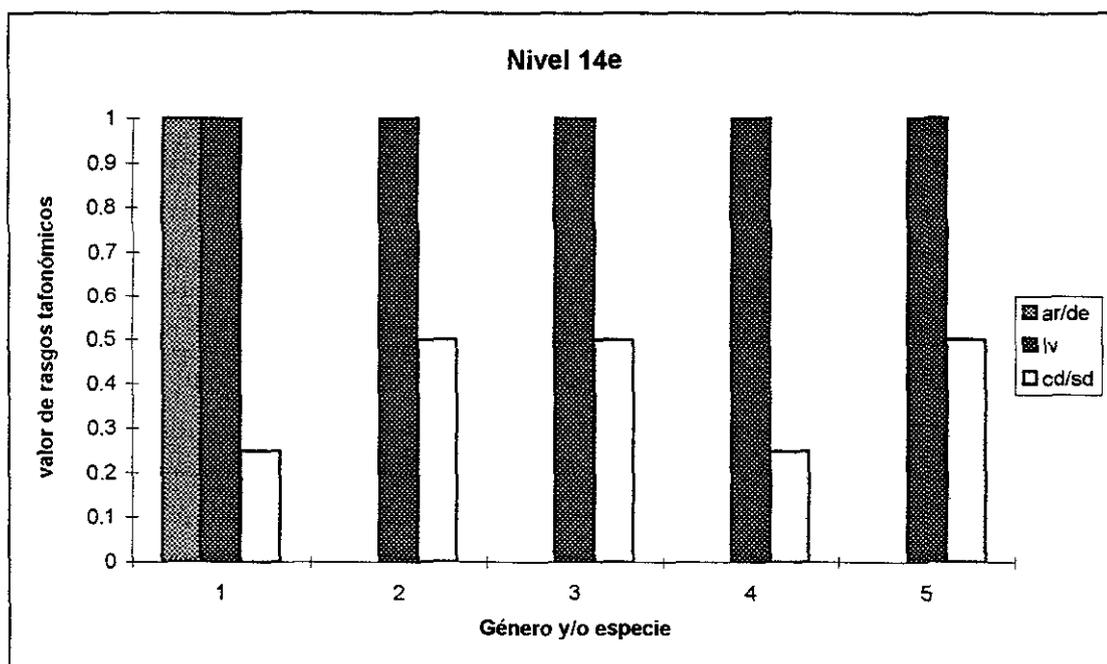
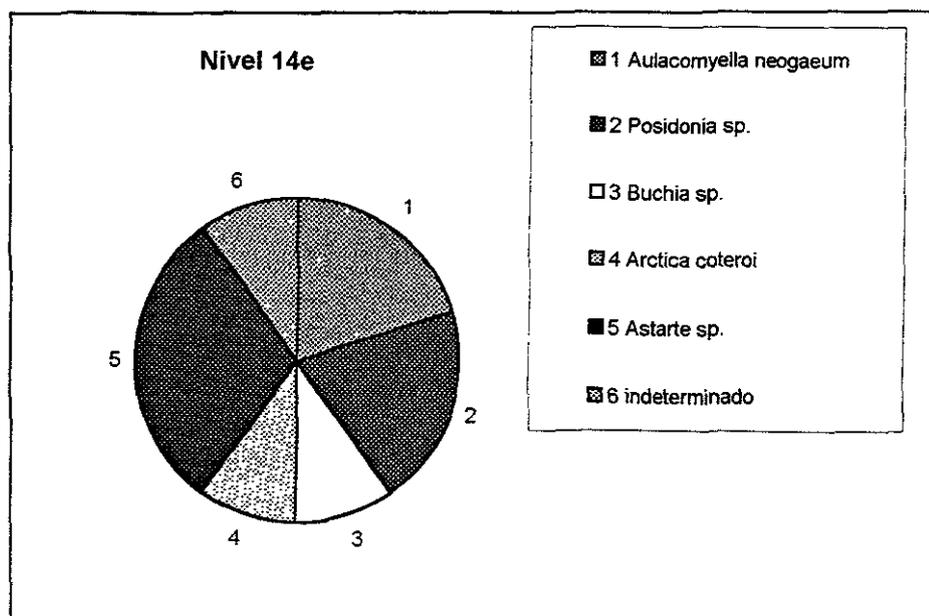


Gráfico VII.18.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

Los rasgos tafonómicos señalan un alto grado de desarticulación, con excepción de *Aulacomyella neogaeum*, todos los ejemplares en posición convexa (lv = 1), el desgaste se considera poco significativo, pero se presentan moldes internos.
Gráfico VII. 18.3.

En cuanto a las características paleobiológicas se reconoce una abundancia de organismos epifaunales libre nadadores y bisados, junto con infaunales y seminafaunales enterradores someros. Existe coherencia ecológica entre los horizontes de registro y horizontes ecológicos. Gráfico VII18.4.

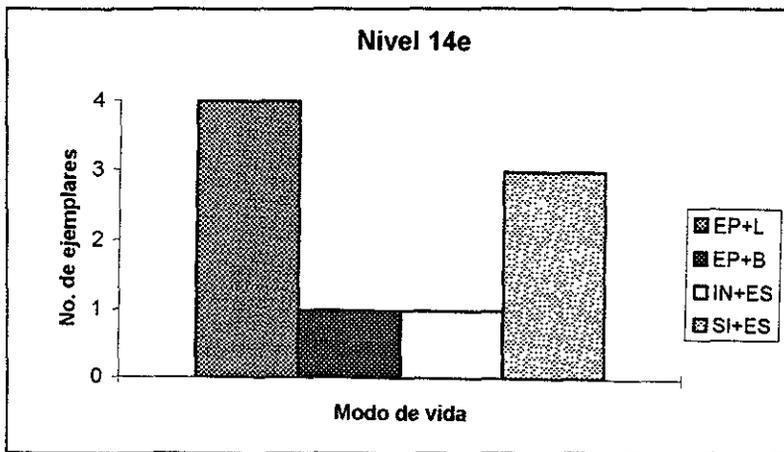


Gráfico VII.18.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada con relación al modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Se determina que la asociación registrada es resedimentada, afectada por procesos erosivos que ocasionaron la mezcla ecológica. Se infiere la aloctonía de la epifauna por un transporte mínimo y la autoctonía de la infauna.

Intervalo 5

Constituido por limolita calcárea , caliza margosa con concreciones calcáreas (Fig. 8).

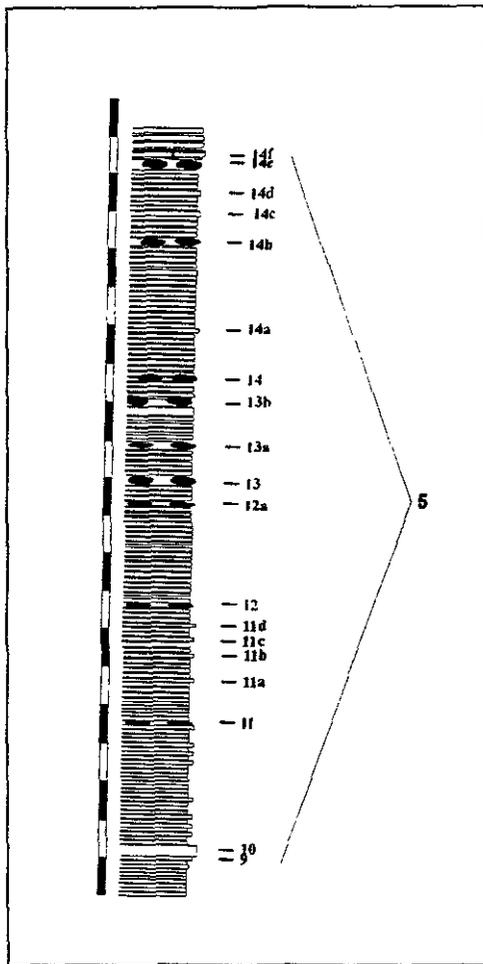


Fig. 8. Sector del perfil estratigráfico donde se ubica el intervalo 5.

Es necesario señalar que en este intervalo existen niveles cuya abundancia de ejemplares fósiles es muy baja (2 a 3 ejemplares), por ello no se detalló su análisis.

En este intervalo es interesante el reconocimiento de la distribución estratigráfica de la familia Astartidae que se registra únicamente en niveles basales y superior del intervalo; Buchiidae se presenta sólo en niveles intermedios y en el superior es escasa y Posidoniidae sólo se presenta en los dos últimos niveles.

En relación a los rasgos tafonómicos, en todo el intervalo es notoria la presencia generalizada de ejemplares desarticulados, casos excepcionales se registran en *Aulacomyella neogaeum* que presenta valvas articuladas abiertas en posición convexa, con la conservación de la región del umbón. En general el desgaste es poco significativo, en cuanto al índice de concavidad/convexidad (IV) la tendencia es intermedia.

En relación a los aspectos paleobiológicos, el horizonte ecológico de epifauna se presenta en todos los horizontes de registro, los organismos seminafaunales en el nivel intermedio y la infauna en el nivel inferior y superior. Este aspecto esta relacionado con las variaciones en abundancia y determina las variaciones en cuanto a la diversidad.

Se infiere la coherencia ecológica entre lugar de vida y muerte de las asociaciones registradas, pero se interpreta la resedimentación de los ejemplares registrados. En cuanto a la aloctonía/autoctonía del registro en el intervalo, se identifica que la infauna y seminafauna es autóctona y la epifauna es alóctona, lo que provoca la mezcla ecológica, posiblemente por un proceso erosivo que indujo la exhumación de la concentración de conchas de los organismos epifaunales

Nivel 15d

Nivel constituido de de caliza arenítica. La asociación presente es monogénica, Astartidae (*Astarte posticalva* y *Astarte sp.*). Gráfico VII. 19.1.

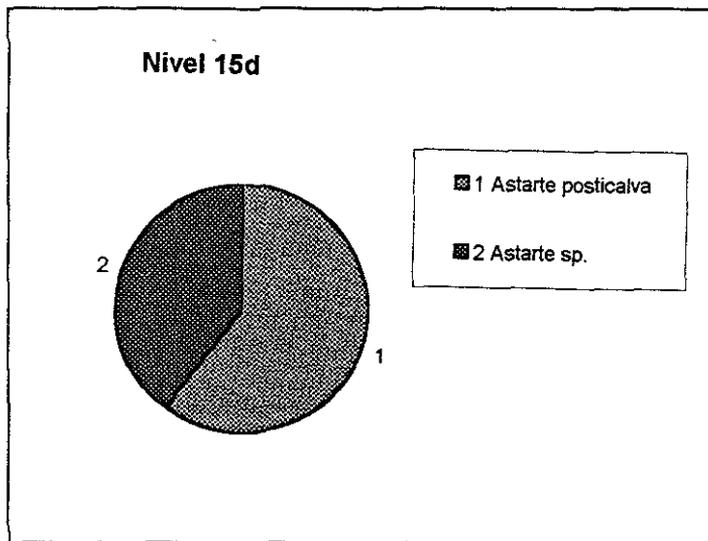


Gráfico VII.19.1. Espectro de la asociación registrada por género y/o especie.

Los rasgos tafonómicos demuestran una desarticulación en todos los ejemplares, el desgaste es poco significativo y el índice de concavidad/convexidad presenta tendencia a 1 (Gráfico VII.19.2.)

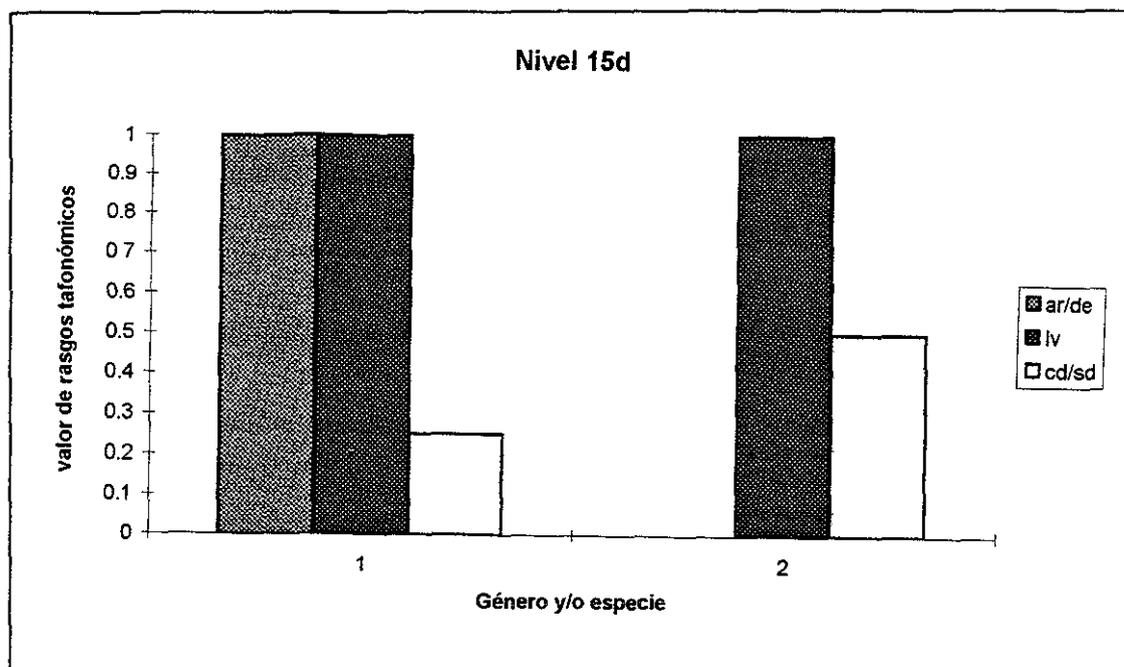


Gráfico VII. 19.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

Caracterizado paleobiológicamente por organismos seminfaunales enterradores de nivel bajo. En el horizonte de registro sólo se determina un horizonte ecológico, por ello, no se determina un análisis comparativo. Y dadas estas características, la asociación registrada se considera resedimentada y alóctona.

Nivel 15e

Constituido de caliza arenítica de color gris, se caracteriza por presentar la siguiente asociación Posidoniidae (*Posidonia sp.*), Buchiidae (*Buchia sp.*) y Ostreidae (*Ostrea sp.*). Gráficos VII. 20.1 y VII. 20.2.

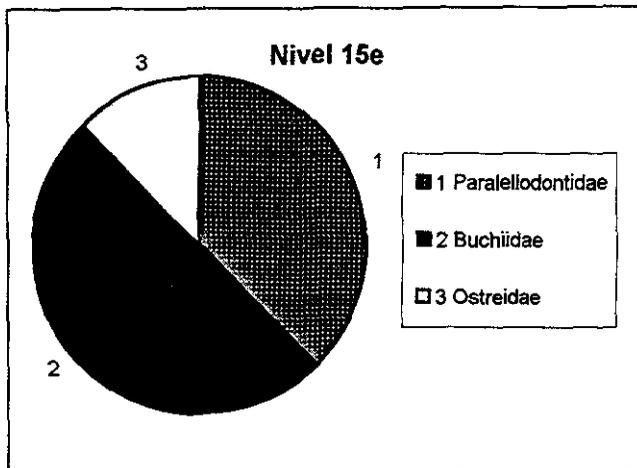


Gráfico VII.20.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

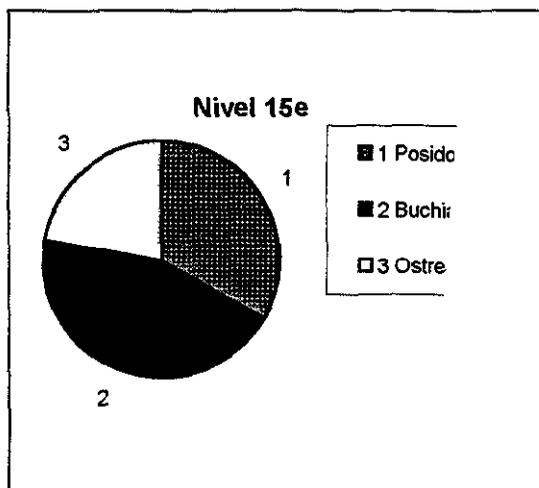
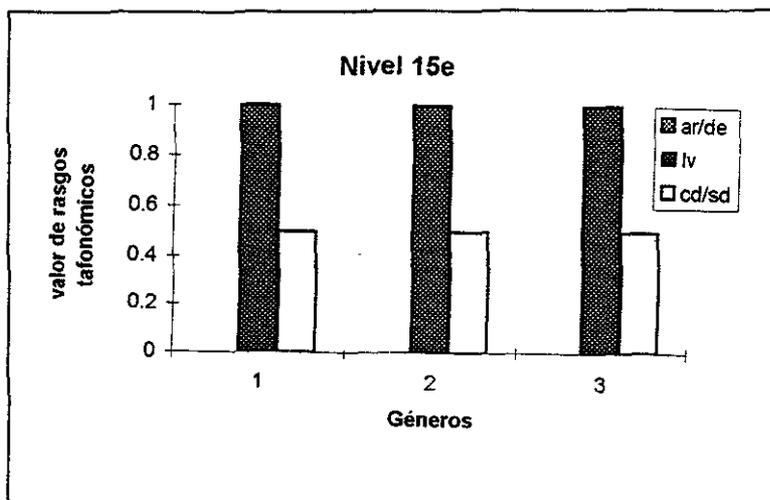


Gráfico VII. 20.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

Los rasgos tafonómicos señalan un alto grado de desarticulación, todos los ejemplares en posición convexa ($lv=1$), el desgaste es poco significativo. Gráfico VII. 20.3.

Gráfico VII. 20.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.



De acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua se presentan únicamente organismo epifaunales con dos variantes en la distribución espacial, libre nadador (*Posidonia* sp.) y bisado (*Buchia* sp). La coherencia ecológica está presente. Gráfica VII. 20.3.

Se determina, la resedimentación de los ejemplares, la fauna libre nadadora posiblemente sufrió un transporte, por ello se determina la aloctonía de la asociación registrada.

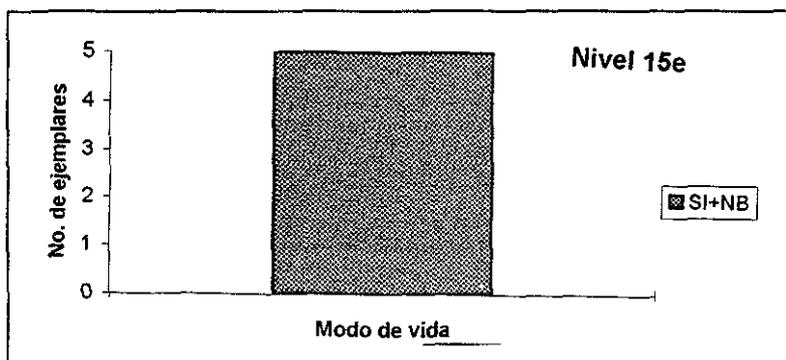


Gráfico VII. 20.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Nivel 15h

Nivel constituido de caliza arenífica con concreciones de color oscuro. La asociación presente es Buchiidae (*Buchia okensis*, *Buchia sp.*), Ostreidae (*Ostrea sp.*) y Astartidae (*Astarte sp.*). Gráficos VII. 21.1. y VII. 21.2.

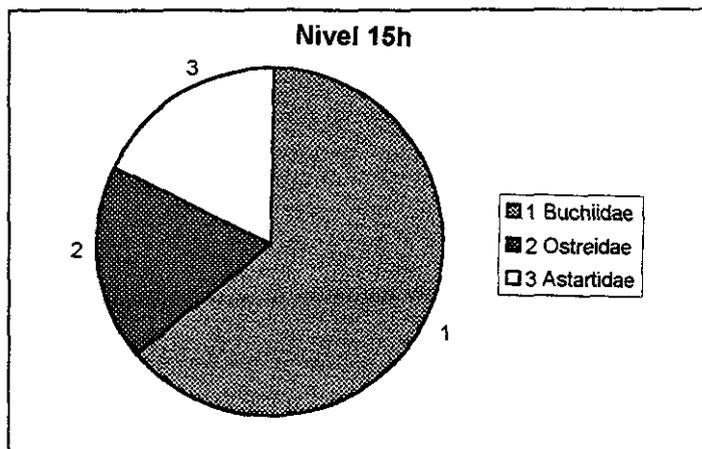


Gráfico VII. 21.1. Espectro de la asociación registrada por familias

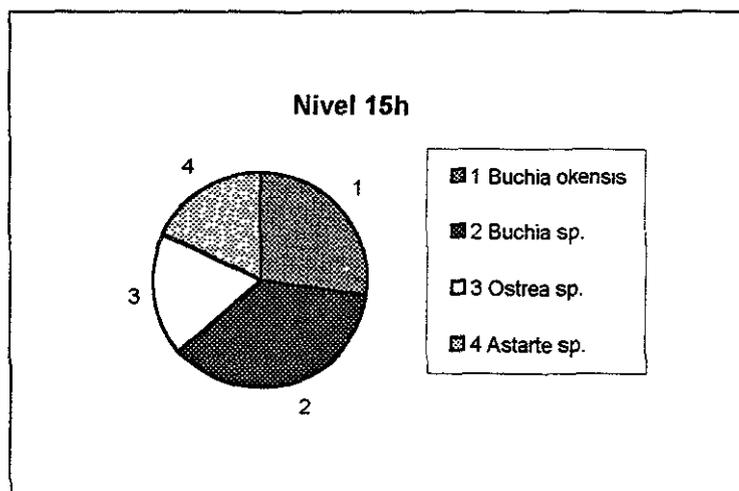


Gráfico VII. 21.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

Los rasgos tafonómicos son desarticulación en algunos ejemplares de Buchiidae, el índice de concavidad/convexidad es 1 (convexidad), el desgaste es poco significativo. Gráfico VII. 21.3.

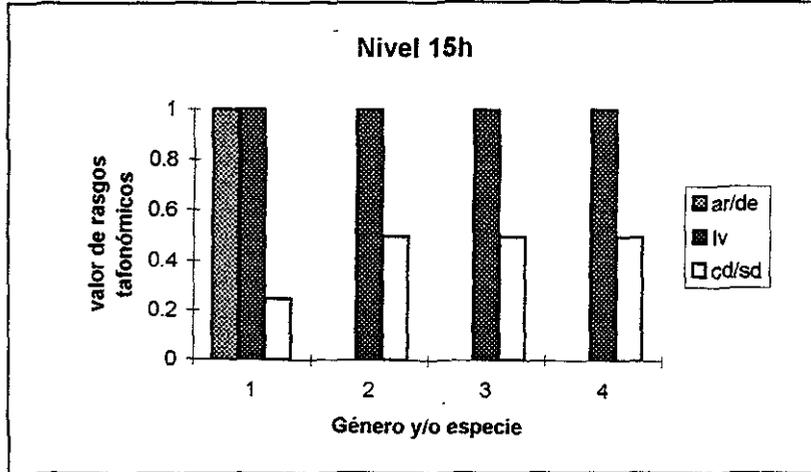


Gráfico VII. 21.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

De acuerdo a las características paleobiológicas se reconoce el dominio de epifauna con bicho (Buchiidae)., por ello se deduce que los ejemplares epifaunales son alóctonos, pero la presencia de semifaunales enterradores de nivel bajo contaminaron el lugar de vida y muerte de los epifaunales. Se considera la asociación es resedimentada y alóctona. Gráfico VII 21.4.

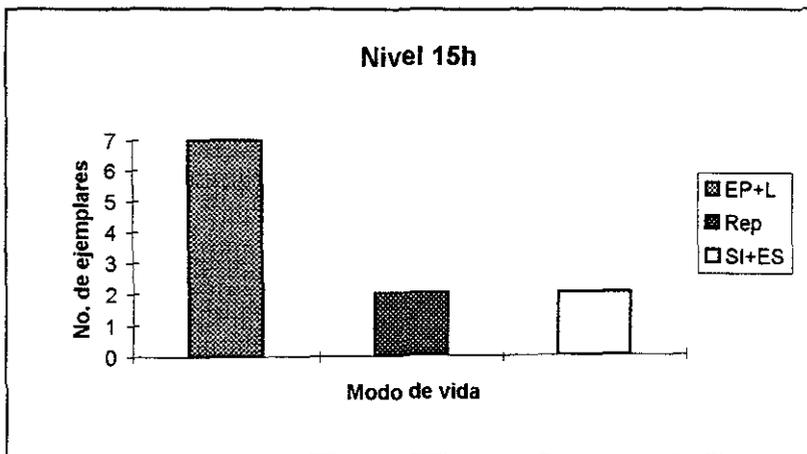


Gráfico VII. 21.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Intervalo 6

Intervalo constituido por caliza arenítica con concreciones calcáreas de color obscuro (Fig. 9)

Es necesario señalar que en este intervalo existen niveles sin registro de bivalvos, sólo se analizan los niveles inferiores de este intervalo.

En este intervalo se reconoce la distribución estratigráfica de la familia Buchiidae

En relación a los rasgos tafonómicos, en el intervalo se generaliza la desarticulación de la mayoría de los ejemplares recolectados, con un grado de desgaste poco significativo, pero que influye en la determinación taxonómica a nivel específico. En cuanto al índice de concavidad/convexidad es 1 en todos los casos.

En relación a los aspectos paleobiológicos, el horizonte ecológico de la epifauna se presenta en todos los intervalos y el registro de seminafaunales enterradores de nivel bajo se consideran como elementos poco significativos, pero que este aspecto las variaciones de abundancia de los epifaunales determinan la diversidad de los horizontes de registro.

Se infiere la coherencia ecológica entre lugar de vida y muerte de las asociaciones registradas y se interpreta la resedimentación de estas, considerando una mayor tendencia a la aloctonía de los epifaunales y que por algún proceso erosivo que indujo a la exhumación de la acumulación de las conchas de los organismos epifaunales.

El siguiente intervalo litológico incluye los niveles de 15a a 448. (Fig. 9)

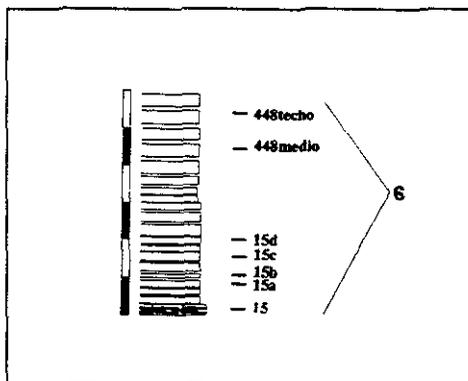


Fig. 9. Sector del perfil estratigráfico donde se ubica el intervalo 6.

Nivel 456

Constituido de caliza arenosa de color gris claro. La asociación que lo caracteriza es Lucinidae (*Lucina potosina* y *Lucina sp.*) y Paralellodontidae (*Paralellodontide sp.*). Gráficos VII 22.1. y VII. 22.2.

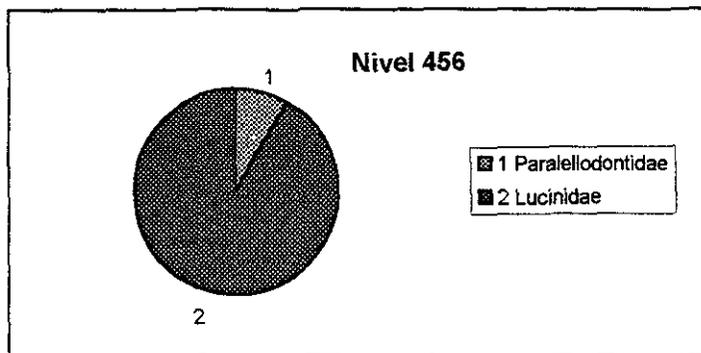


Gráfico VII 22.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

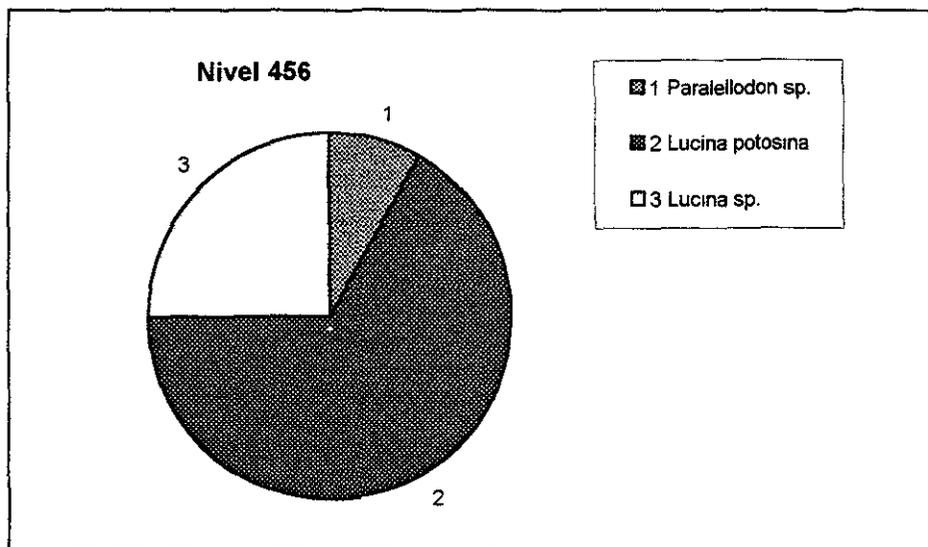


Gráfico VII. 22.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

De los rasgos tafonómicos se señalan, un alto grado de desarticulación, el índice de concavidad/concavidad presenta la tendencia 1 (convexidad). En todos los ejemplares el desgaste es significativo. Gráfico VII.22.3.

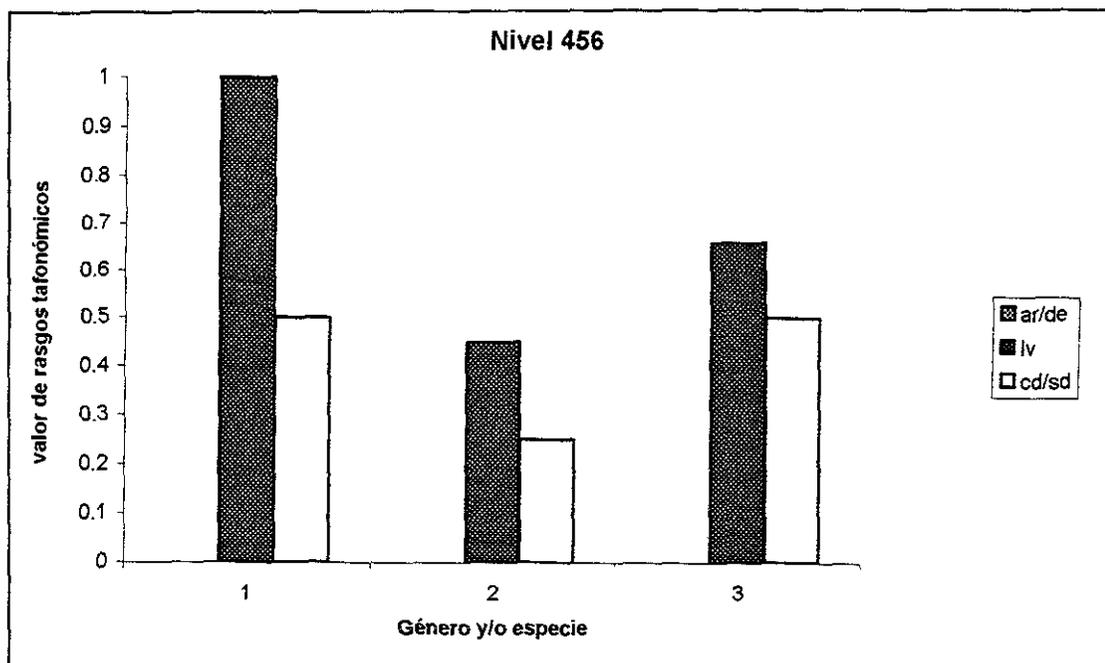


Gráfico VII. 22.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

De acuerdo a las características de la distribución espacial en el sedimento y su modo de vida, el horizonte de registro muestra el predominio de infauna de nivel bajo y seminfauna de nivel medio. Existe coherencia ecológica entre el horizonte de registro y los horizontes ecológicos. Gráfico VII. 22.4

Se deduce la resedimentación de la asociación registrada con transporte mínimo y en consecuencia la asociación es alóctona

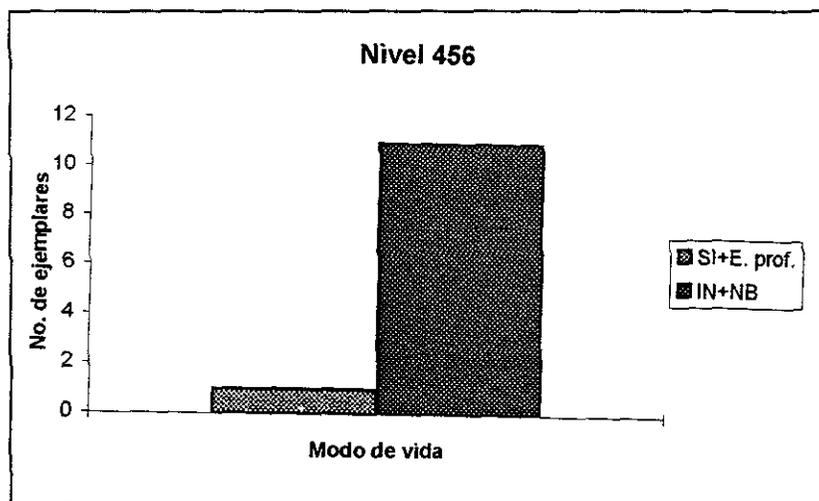


Gráfico VII. 22.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.

Intervalo 7.

Las mismas características en interpretación, antes señaladas ya que es un solo nivel. (Fig. 10)

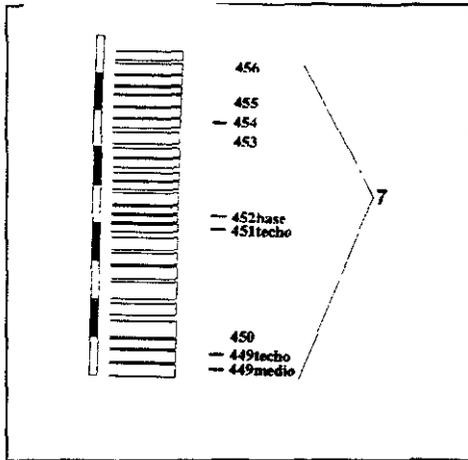


Fig. 10. Sector del perfil estratigráfico donde se ubica el intervalo 7.

Nivel 457

Constituido de caliza de color gris oscuro. La asociación presente es Buchiidae (*Buchia concentrica*, *Buchia okensis* y *Buchia* sp.) y Astartidae (*Astarte posticalva*). Gráficos VII.23.1. y VII.23.2.

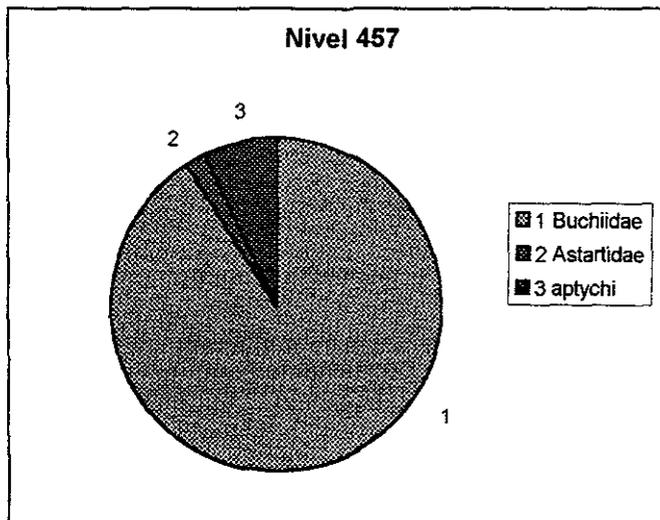
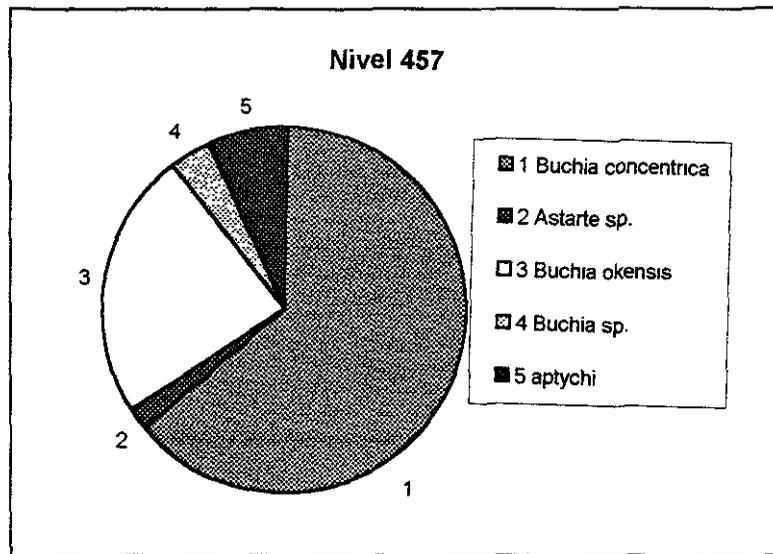


Gráfico VII. 23.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

Gráfico VII. 23.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie



Los rasgos tafonómicos son: un alto grado de desarticulación, un índice de concavidad/convexidad que presenta la tendencia intermedia, excepto *Buchia sp.* que esta convexa, el desgaste es poco significativo. Gráfico VII. 20.3.

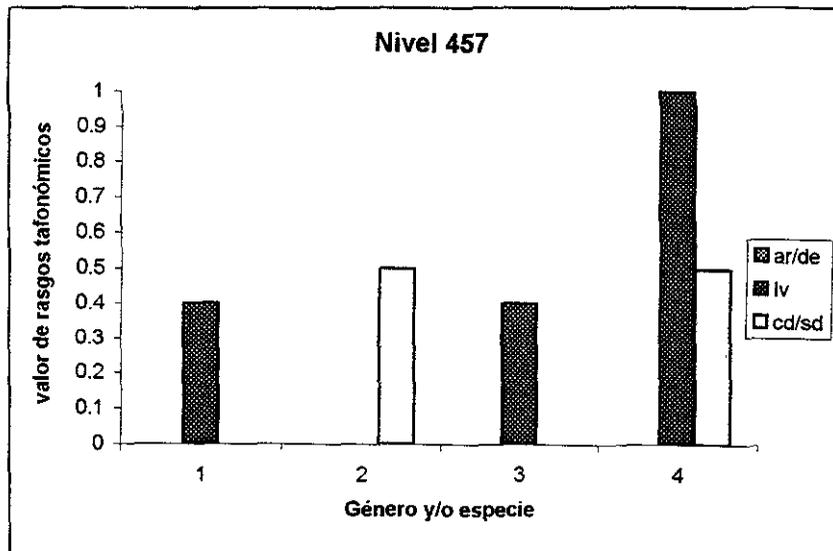


Gráfico VII. 23.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto a las características paleobiológicas se reconoce el dominio de epifauna con biso (Buchiidae). El horizonte de registro coincide con el horizonte ecológico. Gráfico VII. 23.4.

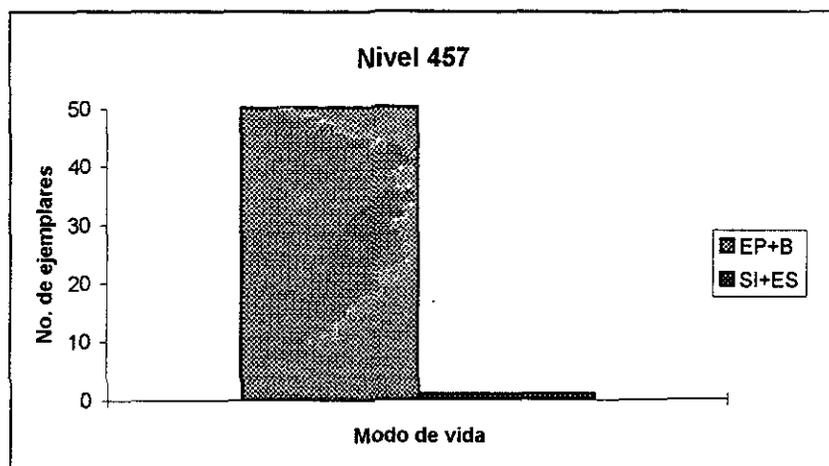


Gráfico VII. 23.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en el sedimento.

Por las características mencionadas, se deduce que los ejemplares fueron resedimentados y se determina la autoctonía de la epifauna con contaminación de seminafauna como elemento fortuito.

Nivel 458

Nivel de caliza arenosa de color oscuro. La asociación que lo caracteriza es Buchiidae (*Buchia concentrica* y *Buchia okensis*); Astartidae (*Astarte posticalva*) y Lucinidae (*Lucina potosina*). Gráficos VII.24.1. y Gráfico VII.24.2.

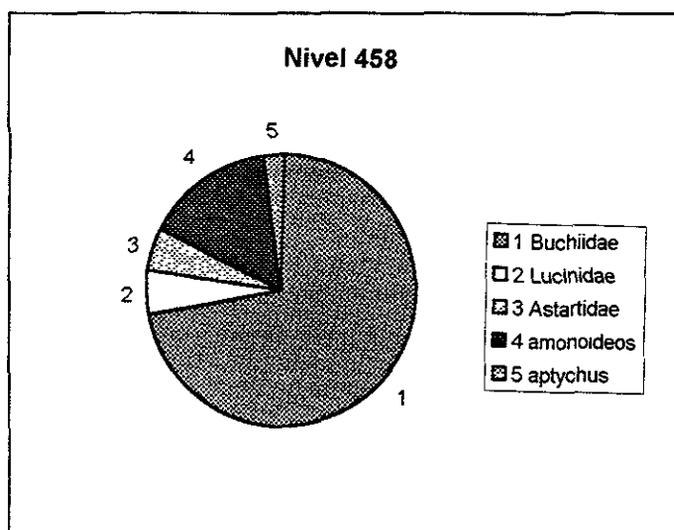
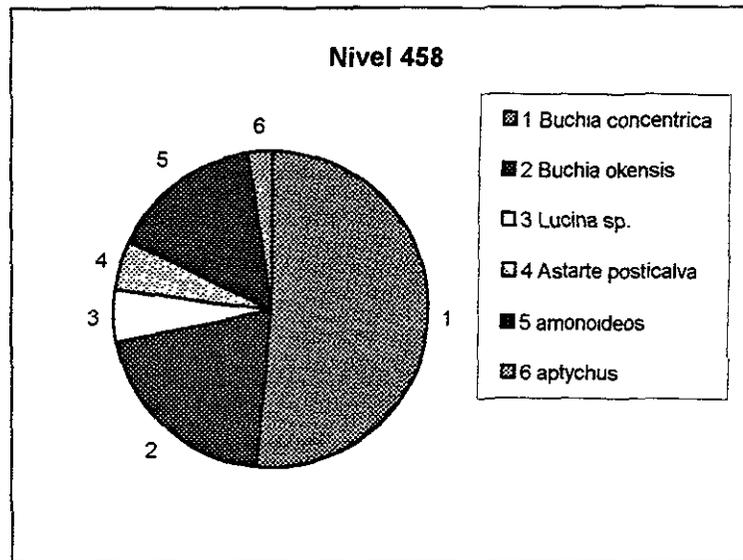


Gráfico VII. 24.1. Espectro de la asociación registrada por familia.

Gráfico VII.24.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie



De los rasgos tafonómicos se señalan, la presencia de ejemplares articulados y desarticulados con la misma proporción. El índice de concavidad/convexidad (lv) presenta el valor 1 (convexidad). El desgaste es poco significativo, excepto *Lucina* sp y que presenta un desgaste medio. Gráfico VII. 24.3.

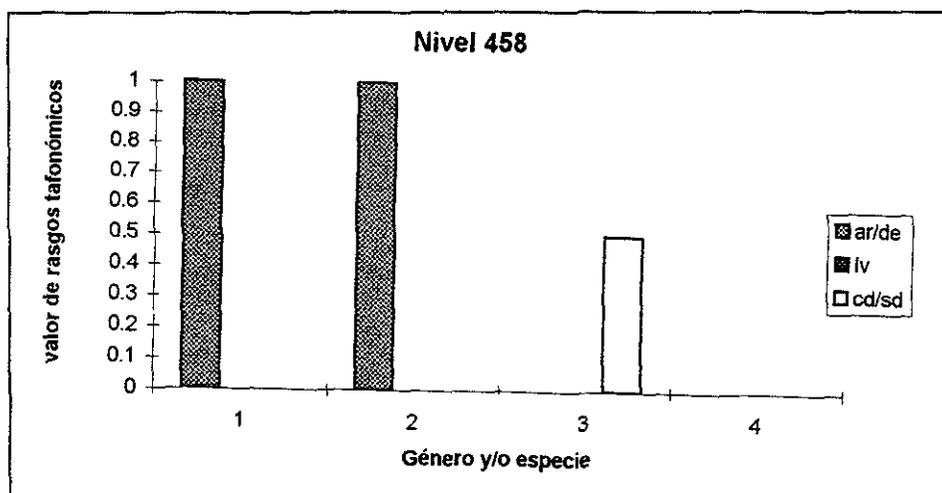


Gráfico VII. 24.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

La distribución espacial en la interfase sedimento-agua y su modo de vida permite inferir tres horizontes ecológicos, predominio de epifauna con biso (*Buchiiidae*), epifaunales de nivel medio y seminfaunales enterradores someros, existiendo coherencia ecológica. Gráfico VII.21.4.

Se infiere l resedimentación. Determinándose e infiriéndose, se determina la autoctonía de la epifauna por no presentar desarticulación y la infauna y seminfauna provocan la mezcla ecológica en el área de vida de la epifauna.

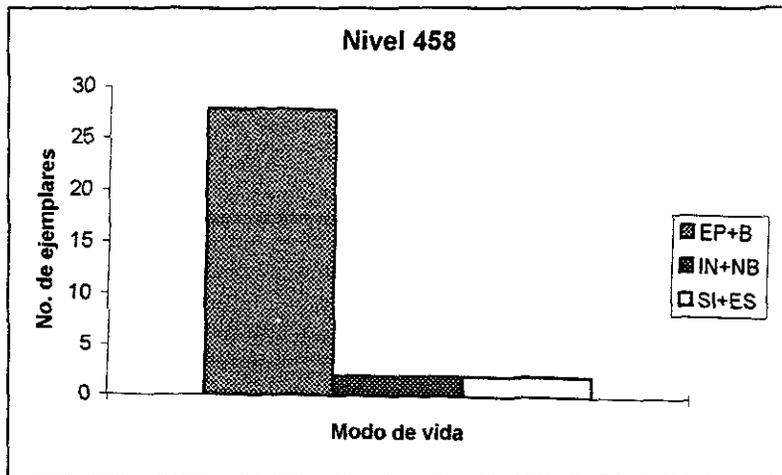


Gráfico VII.24.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Nivel 459

Constituido de caliza arenosa de color gris obscuro. La asociación que lo caracteriza es *Buchiiidae* (*Buchia sp.*); *Astartidae* (*Astarte posticalva*), *Lucinidae* (*Lucina potosina*) y la presencia de amonoides, gasterópodo y braquiópodo. Gráficos VII.25.1. y VII.25.2.

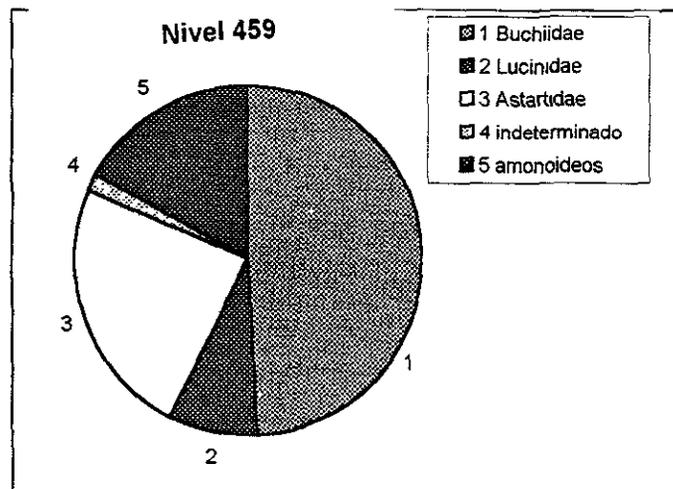


Gráfico VII.25.1. Espectro de la asociación registrada por familias

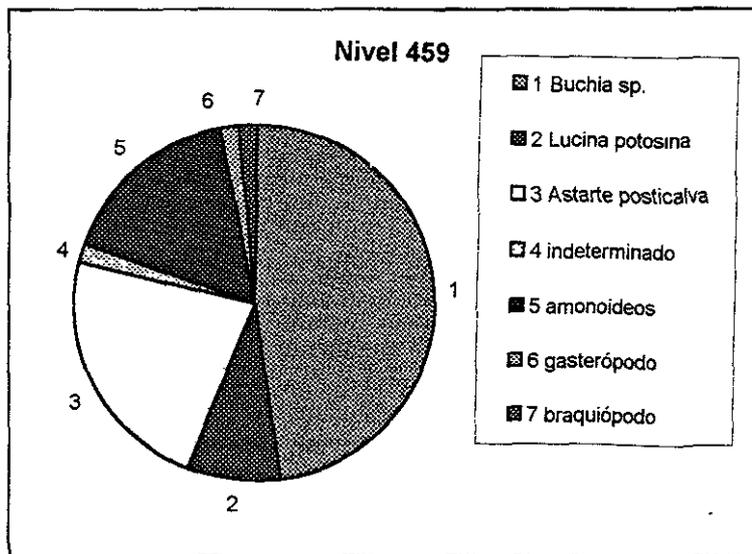


Gráfico VII. 25.3. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie

De los rasgos tafonómicos se señalan, un alto grado de desarticulación, el índice de concavidad/convexidad con valor 0 (concavidad) y *Buchia sp.* esta convexa, el desgaste solo se presenta en grado alto en *Buchia sp.*. Gráfico VII. 25.3.

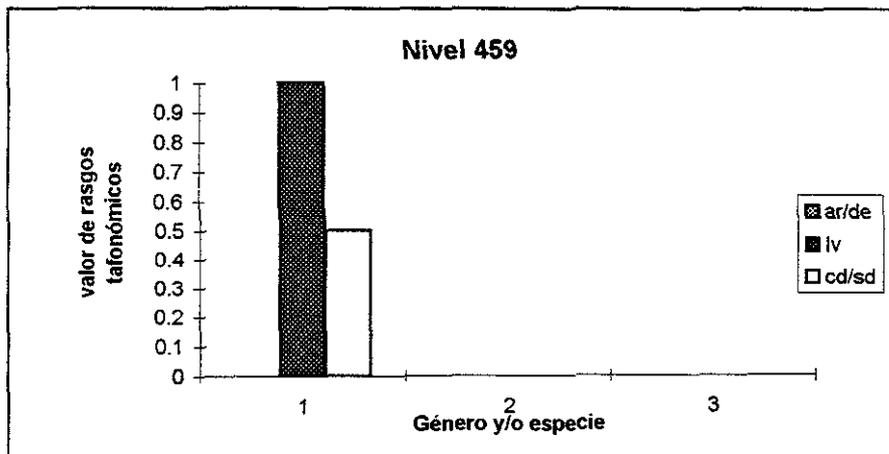


Gráfico VII. 25.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto al modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua, se infiere la predominancia de organismos epifaunales bisados (*Buchia sp.*), junto con seminfauna enterradora somera e infaunal de nivel bajo. Se observa coherencia ecológica de los tres diferentes horizontes ecológicos. Gráfico VII.25.4.

Por todo ello, se deduce que la asociación registrada fue resedimentada, se determina la autoctonía de epifaunales, aún considerando el desgaste y el resto de la fauna se considera que fue transportada mínimamente, ocasionando la contaminación ecológica por los seminfaunales e infaunales.

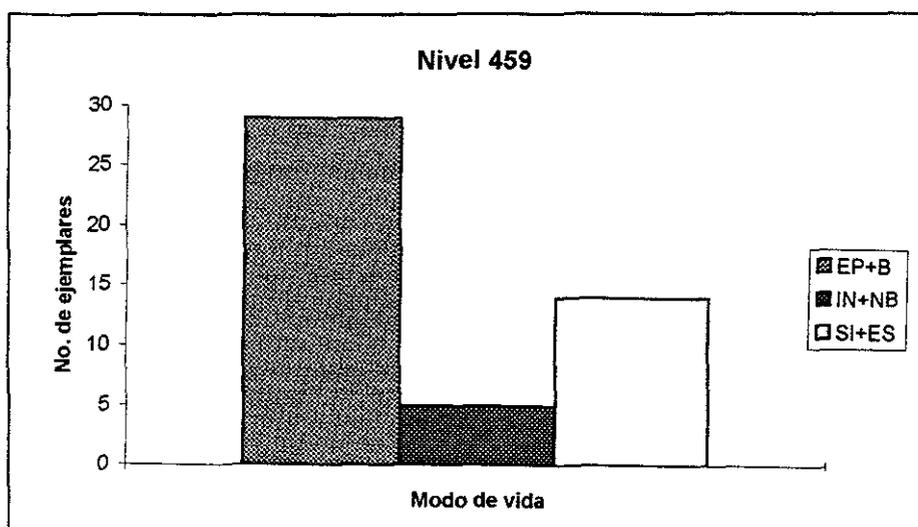


Gráfico VII. 25.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución en la interfase sedimento-agua.

Los niveles anteriormente descritos constituyen el intervalo 8 que se caracteriza a continuación.

Intervalo 8

Constituido por caliza arenosa de color gris oscuro, con interlechos de lutita calcárea a techo. Fig. 11.

En este intervalo la distribución estratigráfica de las familias es uniforme, tanto en abundancia como en diversidad.

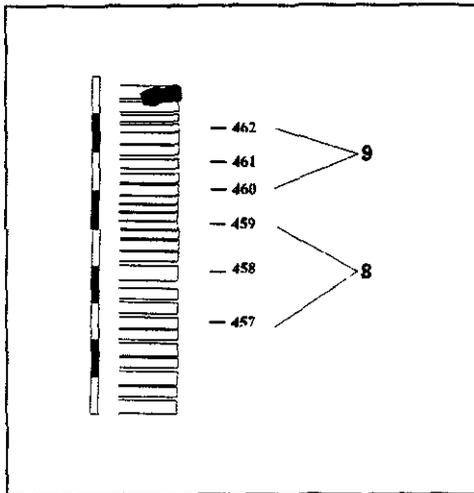


Fig. 11. Sector del perfil estratigráfico donde se ubican los intervalos 8 y 9.

En relación a los rasgos tafonómicos, en todo el intervalo es notoria la presencia generalizada de ejemplares desarticulados, con excepcional registro de articulados. En general el desgaste de los ejemplares es poco significativo, excepto en nivel medio donde es significativo. El índice de concavidad/convexidad (iv) tiene una tendencia generalizada a 0 (concavidad), sin embargo en nivel intermedio presenta proporciones equivalentes entre concavidad/convexidad.

En relación a los aspectos paleobiológicos, en todo el intervalo se presenta el horizonte ecológico de epifauna bisada y el de seminfauna enterradora somera, el horizonte ecológico de infauna solo se presenta en el nivel bajo y superior. Existe coherencia ecológica en los diferentes horizontes ecológicos. Las asociaciones registradas son resedimentadas, con bajo transporte en infaunales.

Las asociaciones registradas representan una coincidencia entre el lugar de vida y muerte de los epifaunales por lo que se generaliza la autoctonía de esta fauna. Posiblemente, y debido a procesos erosivos los infaunales y seminfaunales son parte de una contaminación.

Nivel 460

Constituido de caliza margosa. La asociación que lo caracteriza es monogénica, Lucinidae (*Lucina potosina* y *Lucina ajuariana*). Gráfico VII.26.1.

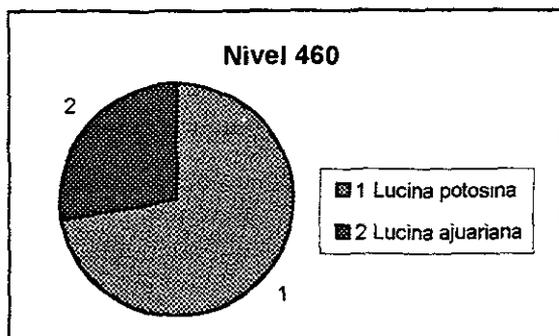


Gráfico VII.26.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de especie

De los rasgos tafonómicos se señalan, un alto grado de desarticulación, el índice de concavida/convexidad presenta un valor 1 (convexidad), los ejemplares no presentan desgaste. Gráfico VII.26.2.

En cuanto a las características paleobiológicas, se reconoce que el horizonte de ecológico de infaunales de nivel bajo es igual al horizonte de registro.

Se deduce que los ejemplares son resedimentados, con transporte mínimo, en consecuencia la asociación registrada es alóctona.

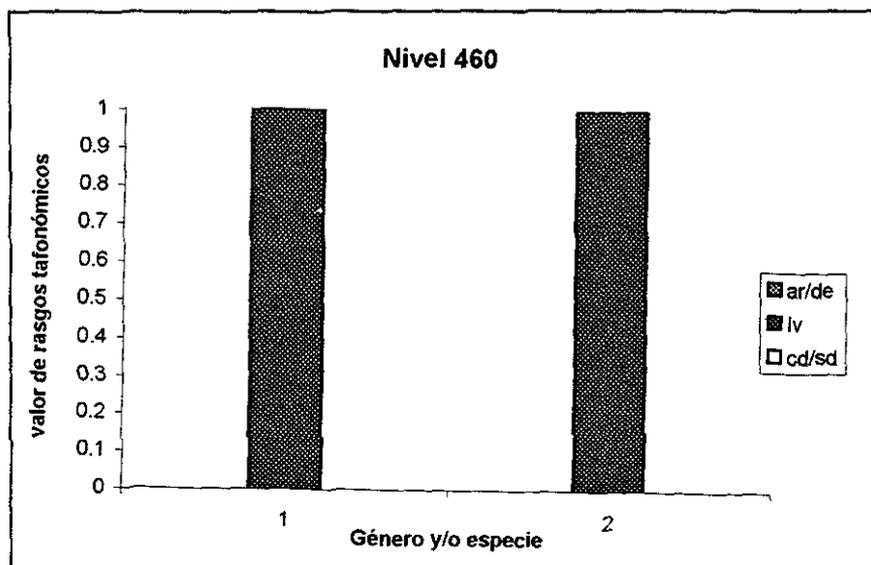


Gráfico VII.26.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

Nivel 462

Constituido de lutita calcárea. La asociación presente es Posidoniidae (*Aulacomyella neogaeum*) y Buchiidae (*Buchia sp.*). Gráfico VII.27.1.

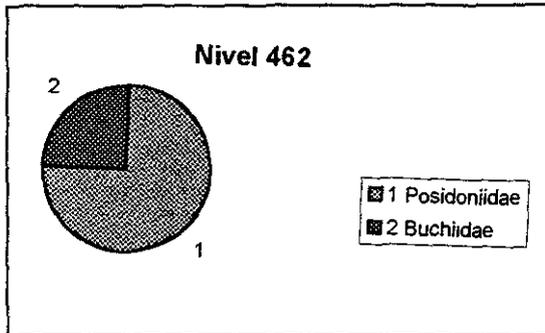


Gráfico VII. 27.1. Espectro de las asociación registrada por familias

De los rasgos tafonómicos se señalan, un grado intermedio entre la articulación y desarticulación, el índice de concavidad/convexidad tiene un valor 1 (convexidad) y no se presenta desgaste. Gráfico VII. 27.2.

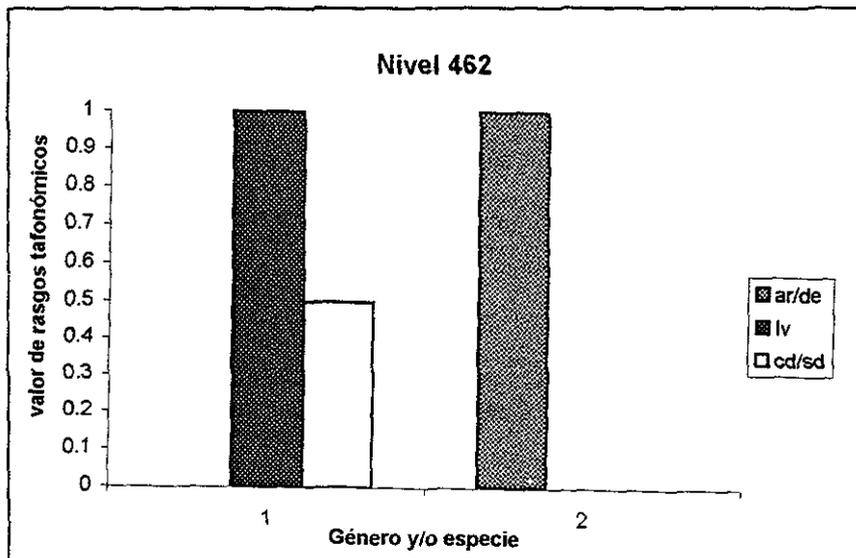


Gráfico VII. 27.2. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.

De acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua se presentan únicamente organismos epifaunales con dos variantes en la distribución espacial, libre nadador (*Posidonia sp.*) y bisado (*Buchia sp.*). La coherencia ecológica esta presente. Gráfico VII. 27.3.

Se determina la resedimentación de los ejemplares, la fauna libre nadadora posiblemente sufrió un transporte mínimo, considerándose una asociación autóctona.

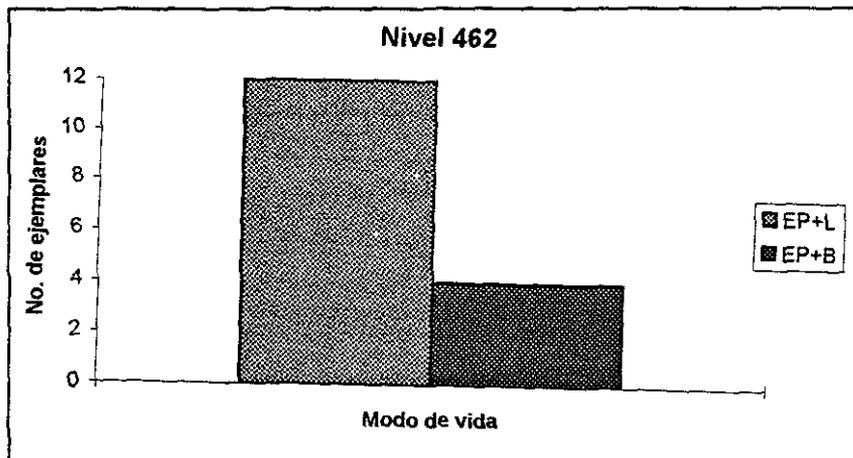


Gráfico VII. 27.3. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Los dos niveles previamente analizados representan el intervalo 9, que se describe a continuación

Intervalo 9

Intervalo constituido por caliza margosa (ver Figura 11).

Se observa una diferencia estratigráfica en la composición faunística de las asociaciones registradas. Este hecho también se ve reflejado en los rasgos tafonómicos, presentándose, en el nivel inferior únicamente ejemplares desarticulados y en el nivel superior ejemplares articulados y desarticulados. En relación al índice de concavidad/convexidad (IV) presenta un valor 1 (convexidad) en todo el intervalo. Sin embargo, en cuanto al desgaste, este si es diferente en los distintos niveles en el inferior sin desgaste y en el superior se presentan ejemplares desgastados y sin desgaste.

En relación a los aspectos paleobiológicos, la diferencia en la composición faunística antes señalada, determina la diferencia en cuanto al modo de vida y distribución espacial de los organismos, lo que se refleja en la no coherencia ecológica en el intervalo.

Las asociaciones registradas en el intervalo son resedimentadas y la diferencia entre la aloctonía y autoctonía de las asociaciones registradas se debe,

posiblemente, a aspectos paleobiológicos (como diferencia entre lugar de vida y muerte y/o adaptación).

Nivel 463.

Constituido de caliza arenosa. La asociación registrada esta caracterizada por Buchiidae (*Buchia sp.*), Lucinidae (*Lucina potosina*) y Arctiidae (*Arctica sp.*). Gráficos VII.28.1. y VII. 28.2.

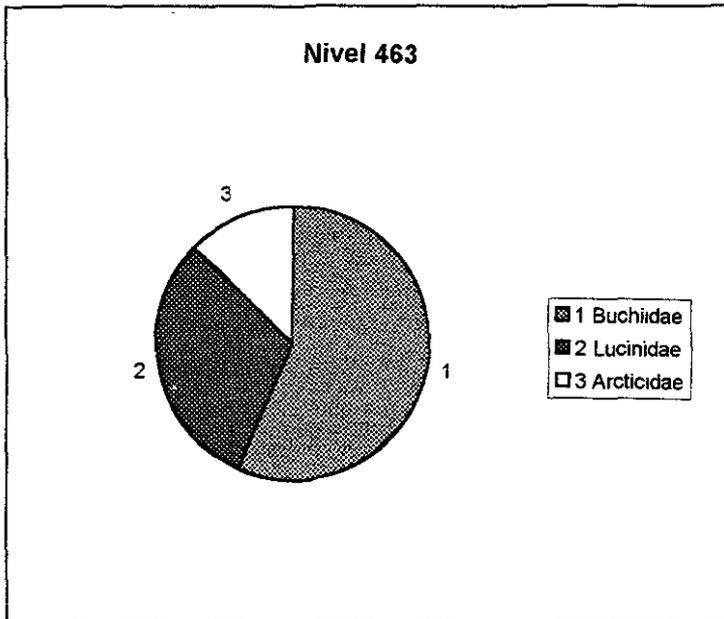
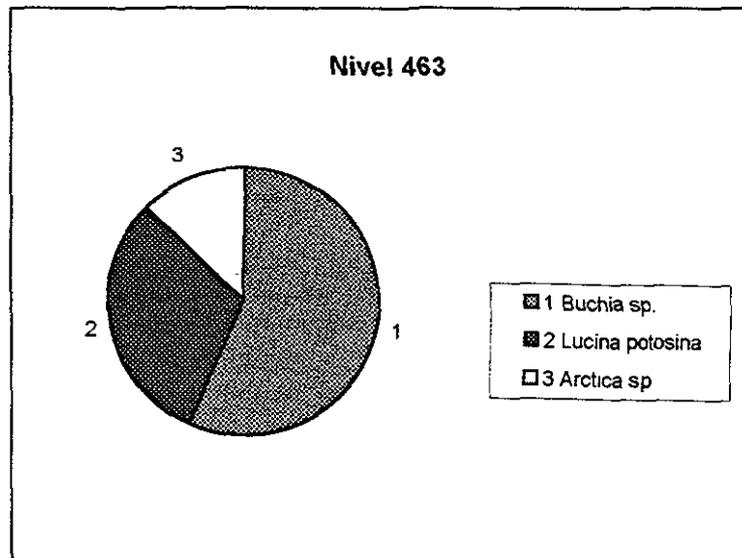


Gráfico VII.28.1. Espectro de la asociación registrada por familias

Gráfico VII. 28.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.



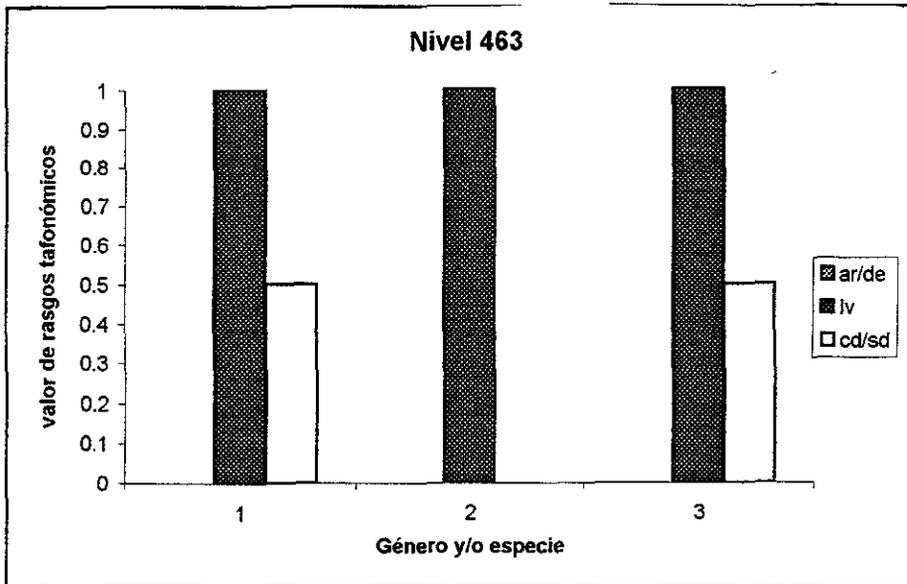


Gráfico VII.28.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

Los rasgos tafonómicos muestra que todos los ejemplares están desarticulados, el índice de concavidad/convexidad con valor 1 (convexidad), en el horizonte de registro se presentan ejemplares sin desgaste y algunos con desgaste regularmente significativo. Gráfico VII.28.3.

De acuerdo a las características de modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua se reconoce una abundancia de organismos epifaunales con biso (*Buchia* sp.), e infaunales de nivel bajo y medio. Existe una coherencia ecológica de los diferentes horizontes ecológicos. Gráfico VII.28.4.

Se deduce que la asociación fue resedimentada por procesos erosivos, con transporte mínimo por lo que se determina como alóctona.

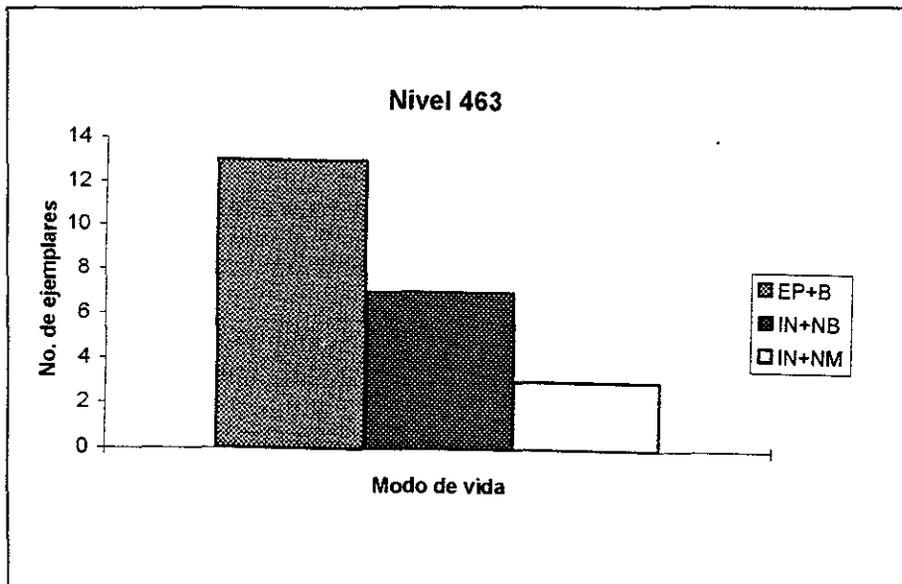


Gráfico VII.28.4. Frecuencias de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Nivel 464base

Constituido por caliza margosa con grandes concreciones. La asociación registrada esta caracterizada por Buchiidae (*Buchia concentrica*), Lucinidae (*Lucina potosina*) y Arctiidae (*Arctica* sp.). Gráficos VII.29.1. y VII.29.2.

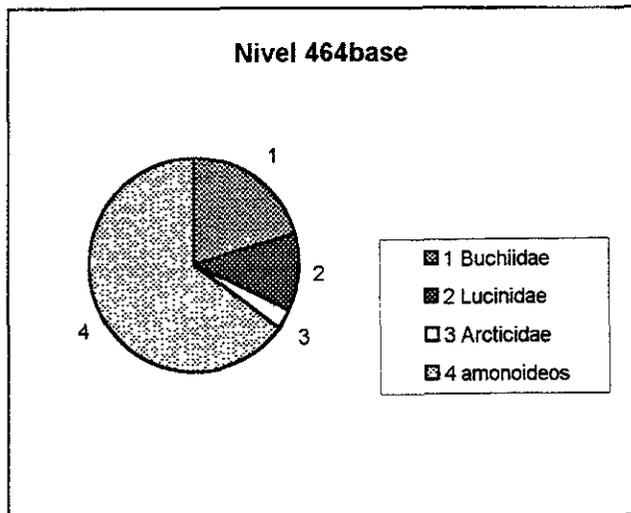


Gráfico VII.29.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

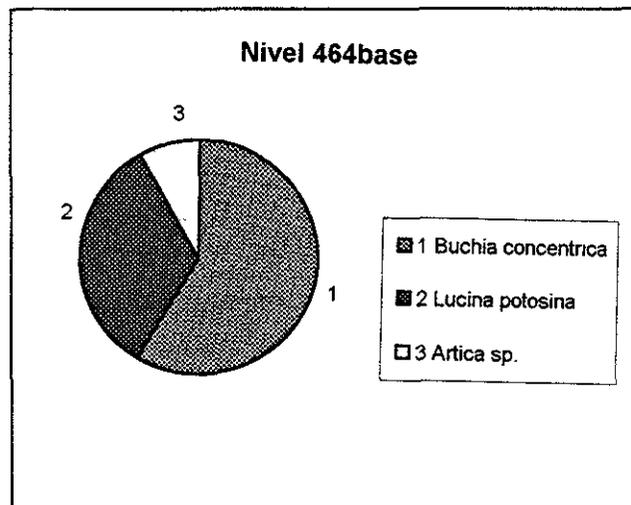


Gráfico VII.29.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

Los rasgos tafonómicos muestran que todos los ejemplares están desarticulados, el índice de concavidad/convexidad presenta un valor 1 (convexidad), en el horizonte de registro se presentan ejemplares sin desgaste y algunos con desgaste regular. Gráfico VII.29.3.

En cuanto a las características paleobiológicas se reconoce una abundancia de organismos epifaunales con biso (*Buchia* sp.), e infaunales de nivel bajo y medio.

Existe una coherencia ecológica de los diferentes horizontes ecológicos. Gráfico VII.29.4.

La resedimentación de la asociación se deduce que fue por la acción de procesos erosivos, con transporte moderado por lo que se determina como alóctona.

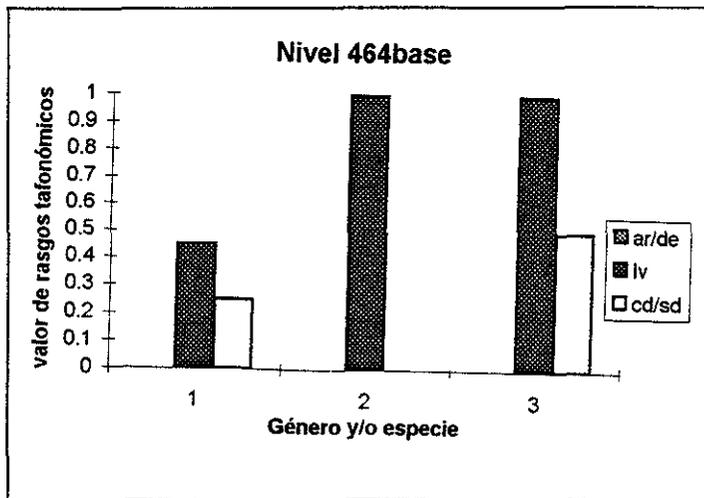


Gráfico VII.29.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

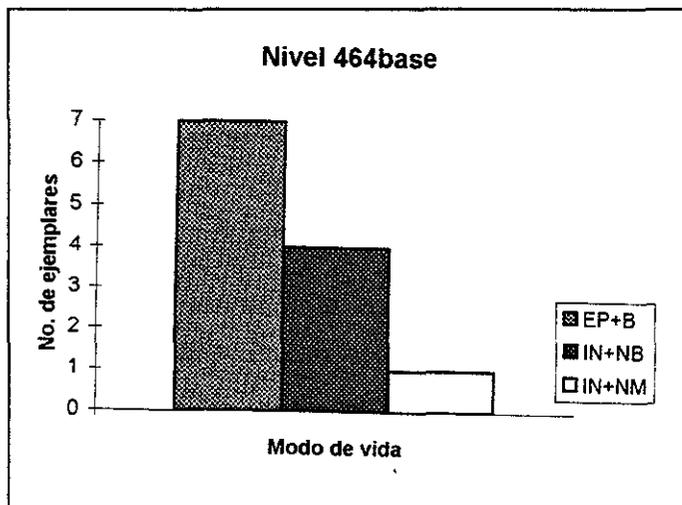


Gráfico VII. 29.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Los dos niveles anteriormente descritos constituyen el intervalo 10 que se caracteriza a continuación.

Intervalo 10

Intervalo de margocaliza con grandes concreciones (Fig. 12)

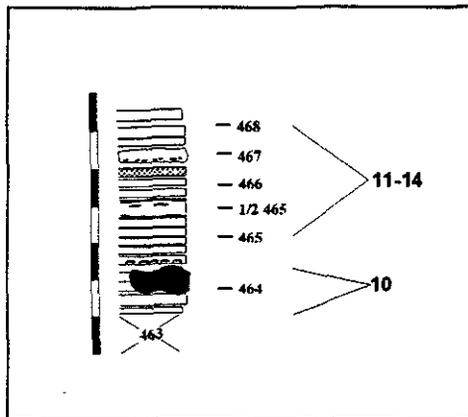


Fig. 12. Sector del perfil estratigráfico donde se ubican los intervalos 10 y 11-14.

De acuerdo al registro estratigráfico se observa la uniformidad en abundancia y composición de las asociaciones registradas, constituidas por las familias Buchiidae, Lucinidae y Arctiidae.

Considerando los rasgos tafonómicos, en el intervalo es notoria la presencia de ejemplares desarticulados, el desgaste es poco significativo en infaunales y mas evidente en epifaunales. El índice de concavidad/convexidad (Iv) presenta un valor 1 (convexidad).

En relación a los aspectos paleobiológicos, en el intervalo se presentan los horizontes ecológicos epifaunal bisado e infaunal de nivel medio y bajo. Existe coherencia ecológica en el horizonte de registro.

Las asociaciones registradas son resedimentadas, con bajo transporte, generalizandose la aloctonía.

Nivel 465base

Nivel de caliza arenosa de color gris claro. Las asociación presente es monogenérica de Astartidae (*Astarte* sp.), junto con aptychus, amonoideos y serpúíidos. Gráfico VII. 30.1.

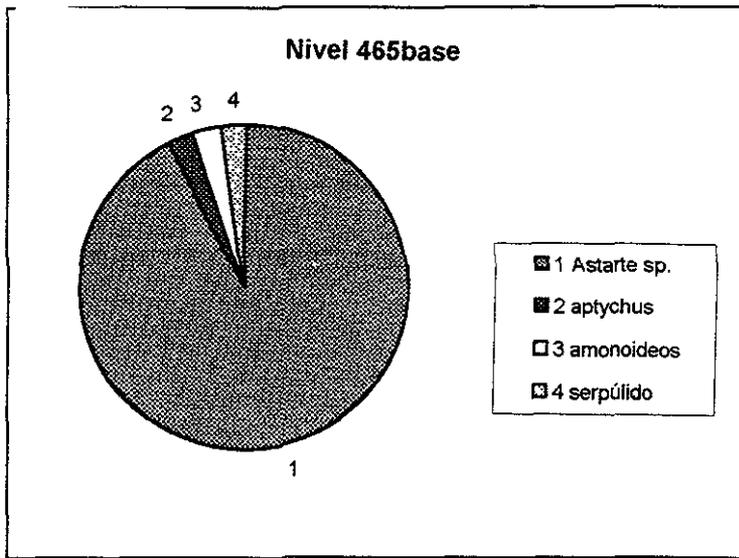


Gráfico VII.30.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

Los rasgos tafonómicos señalan que todas las valvas están desarticuladas y en posición convexa, el desgaste es poco significativo. Gráfico VII. 30.2.

Al tratarse de una asociación monogenérica, con características paleobiológicas de seminafaunales enterradores someros, se reconoce un solo horizonte ecológico esta representado en horizonte de registro.

Se deduce que la asociación registrada fue resedimentada, con transporte mínimo y en consecuencia la asociación es alóctona.

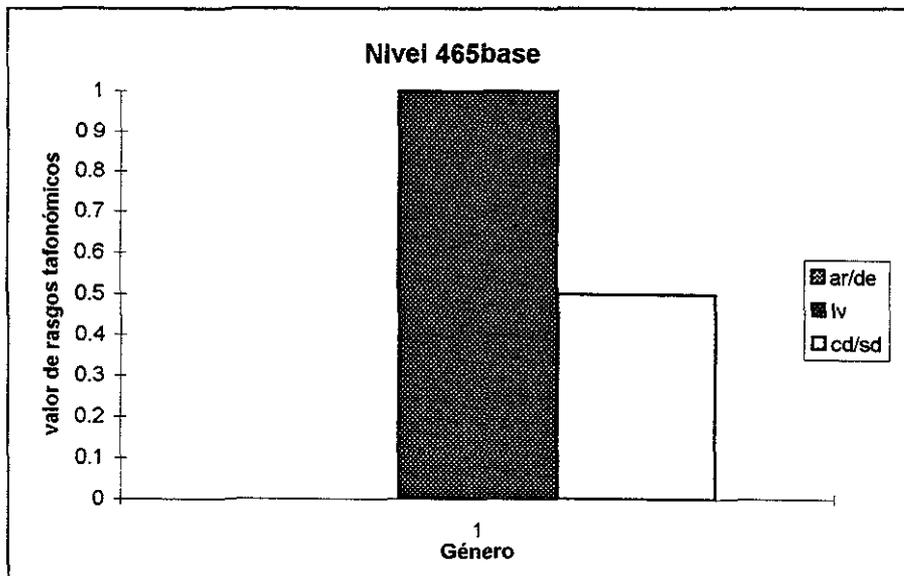


Gráfico VII.30.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

Nivel 1/2 465

Constituido de caliza margosa. La asociación que lo caracteriza es monogénica con *Buchia concentrica* y *Buchia russiensis*. Gráfico VII.31.1.

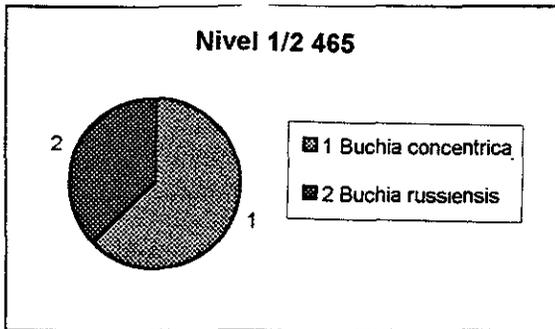


Gráfico VII.31.1. Espectro de las asociación registrada a nivel de género y/o especie.

De los rasgos tafonómicos se señalan, un alto grado de articulación, el índice de concavidad/convexidad presenta un valor 1 (convexidad). En el horizonte de registro el desgaste es poco significativo. Gráfico VII.31.2.

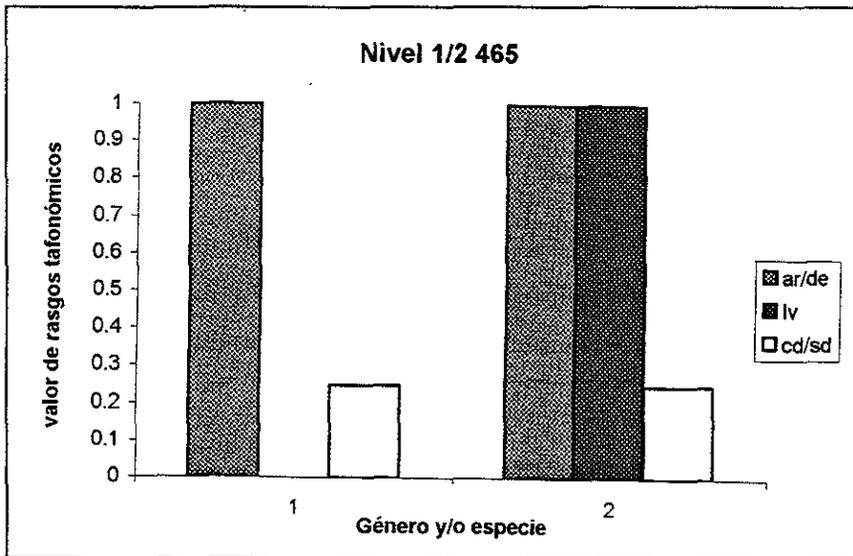


Gráfico VII.31.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

Las características paleobiológicas de esta asociación monogénérica evidencian su epifaunal con biso y permiten reconocer que el horizonte de registro está representado el horizonte ecológico.

Se deduce que la asociación fue resedimentada y es parautóctona.

Nivel 467

Constituido de caliza margosa con interlechos de limolita calcárea. La asociación que se registra es Buchiidae (*Buchia* sp.) y Lucinidae (*Lucina* sp.). Gráfico VII.32.1.

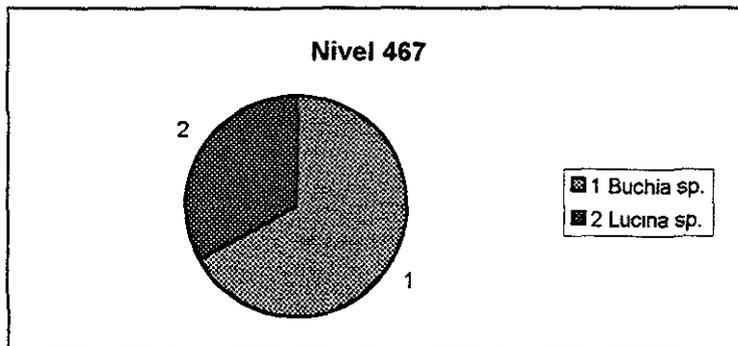


Gráfico VII.32.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de género.

Los rasgos tafonómicos consisten en la desarticulación de las valvas, con un índice de concavidad/convexidad que varía según la familia, siendo convexo Lucinidae y un nivel intermedio en Buchiidae, en ambas familias el desgaste es poco significativo. Gráfico VII.29.2.

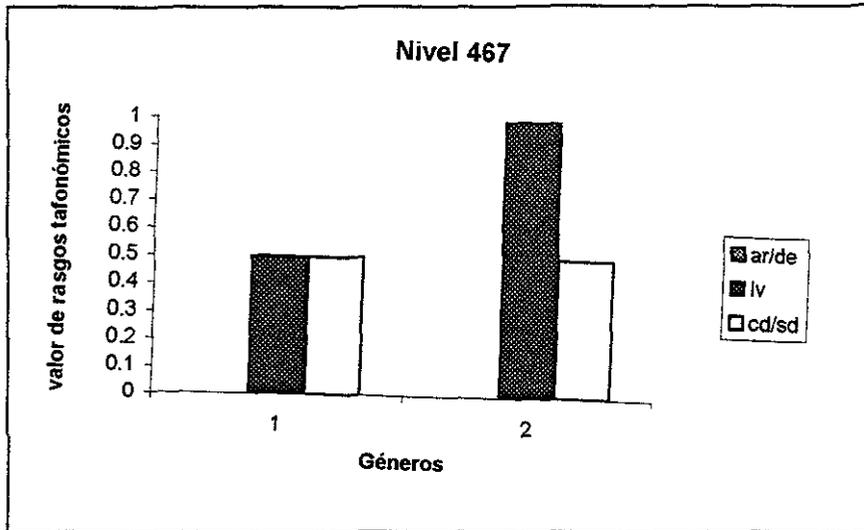


Gráfico VII.32.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

De acuerdo al modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua, se reconoce el horizonte ecológico epifaunal con biso (Buchidae) e infaunal de nivel bajo (Lucinidae), existiendo coherencia ecológica en el horizonte de registro. Gráfico VII.32.3.

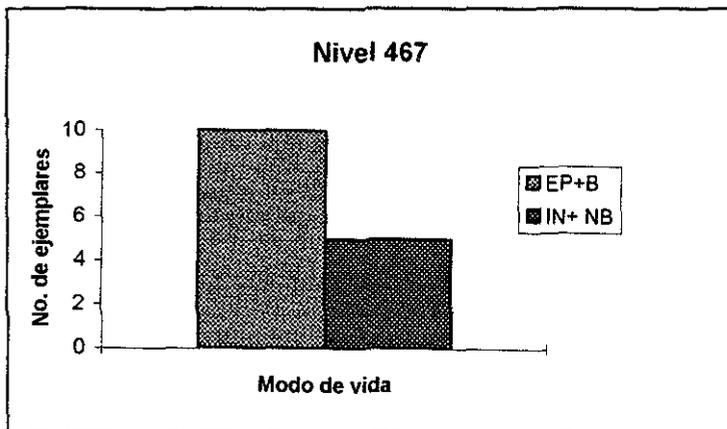


Gráfico VII.32.3. Frecuencias relativas de las asociación registrada de acuerdo a modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Se deduce que la asociación registrada fue resedimentada posiblemente por procesos erosivos, con transporte mínimo y se considera alóctona.

Los niveles anteriores, junto con dos niveles sin registro (466 y 468), representan los intervalos 11 a 14, respectivamente. Debido a que cada nivel corresponde a un intervalo no se caracterizan ya que comparten los mismos rasgos. (ver Figura 12).

Nivel 469

Constituido de caliza arenosa con interlechos de lutita calcárea. La asociación que lo caracteriza es Buchiidae (*Buchia okensis*, *Buchia russensis*, *Buchia keyserling*, *Buchia* sp) e Inoceramidae (*Retroceramus* sp.), con *aptychi*, serpúlidos y belemnites. Gráficos VII.33.1. y VII. 33.2.

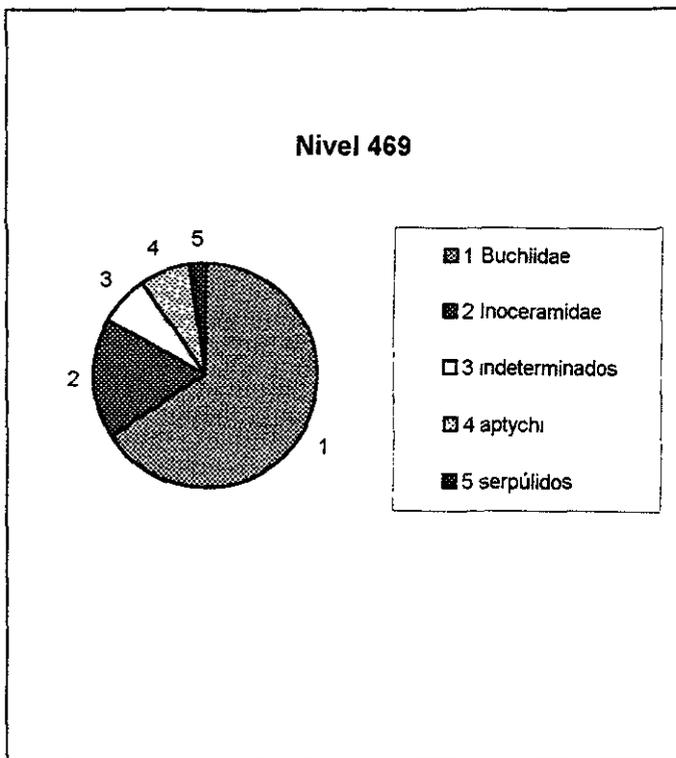


Gráfico VII.33.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

De los rasgos tafonómicos se señalan, un alto grado de desarticulación, excepto *Retroceramus* sp. El índice de concavidad/convexidad presenta valor 1 (convexidad). Los ejemplares no presentan desgaste a excepción de *Buchia* sp y *Retroceramus* sp. Gráfico VII. 33.3.

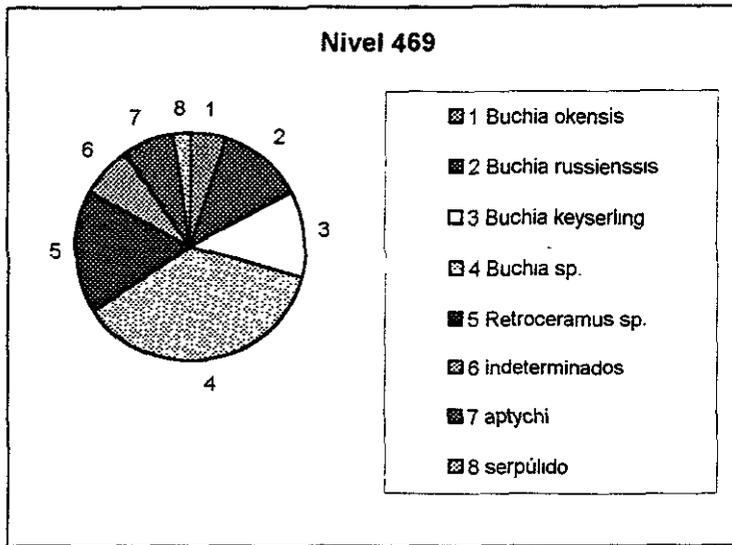


Gráfico VII.33.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

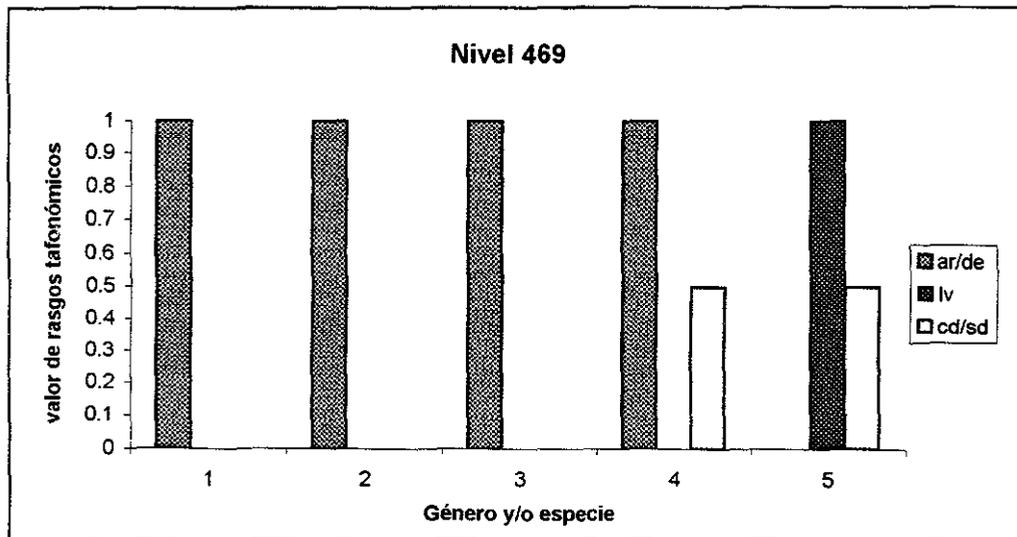


Gráfico VII.33.3. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.

De acuerdo a su modo de vida, se reconoce un solo horizonte ecológico, epifaunales bisados de nivel medio(*Buchiidae*). Gráfico VII.33.4.

Se deduce que la asociación registrada fue resedimentada, con transporte mínimo y representa una asociación autóctona.

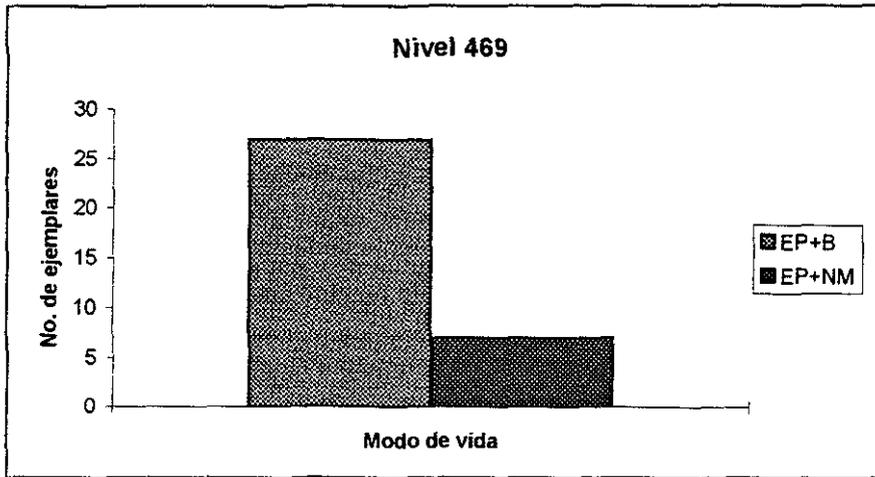


Gráfico VII.33.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Nivel 469 techo

Constituido de caliza arenosa con interlechos de lutita calcárea. La asociación registrada es monogénica y monoespecífica por *Buchia concentrica*. Gráfico VII.34.1.

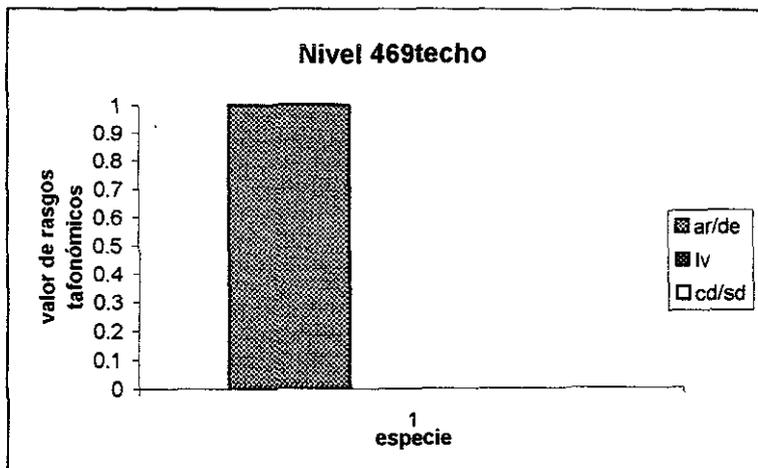


Gráfico VII. 34.1. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

Los rasgos tafonómicos son articulación y sin desgaste y concavidad

En cuanto a las características paleobiológicas el horizonte de registro es igual al ecológico epifaunal bisado.

Esta asociación monoespecífica fue resedimentada y es autóctona.

Nivel 472

Constituido de caliza margosa de color oscuro. La asociación registrada es Lucinidae (*Lucina potosina*, *Lucina sp.*), Astartidae (*Astarte ajariana*, *Astarte posticalva* y *Astarte sp.*) y Ostreidae (*Ostrea sp.*), junto con ejemplares indeterminables y serpúlidos. Gráficos VII.35.1. y VII.35.2.

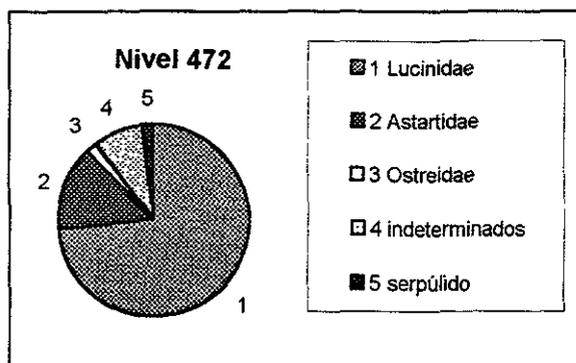


Gráfico VII.35.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de familia

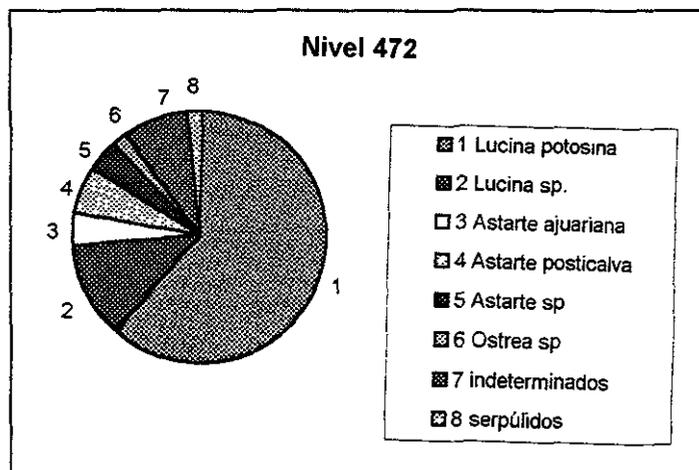


Gráfico VII.35.2. Espectro de las asociaciones registradas a nivel de género y/o especie.

Los rasgos tafonómicos señalan un alto grado de desarticulación, el índice de concavidad/convexidad con valor 1 (convexidad). En el horizonte de registro se presenta un desgaste significativo en Lucinidae y *Astarte sp.*, no significativo en *Astarte posticalva* y sin desgaste *Astarte ajariana*. Gráfico VII.35.3.

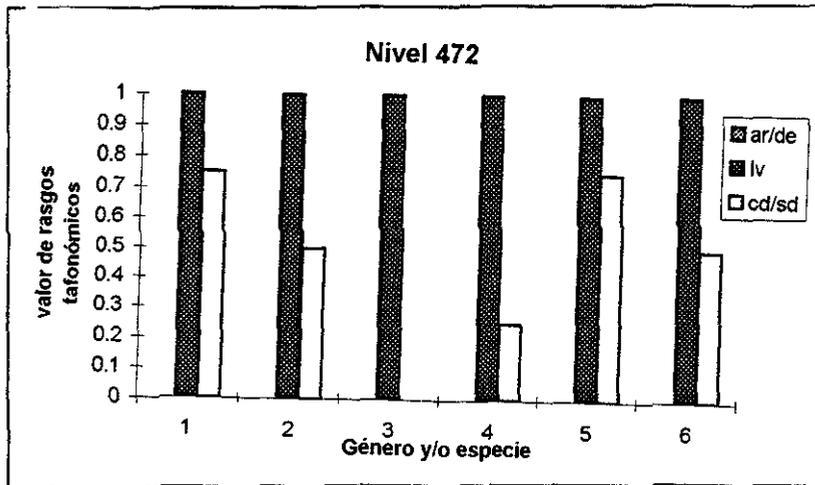


Gráfico VII.35.3. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada.

De acuerdo al modo de vida y distribución espacial en el sedimento se presenta el dominio de infauna de nivel medio y la presencia de seminfauna enterradores someros (*Lucinidae*) y un ejemplar en reposo (*Ostrea sp.*). Existe coherencia entre los horizontes ecológicos. Gráfico VII.35.4.

Se deduce que la asociación fue resedimentada, debido, posiblemente a un proceso erosivo que produjo la mezcla ecológica de infauna y seminfauna. El transporte fue mínimo y la asociación registrada es alóctona.

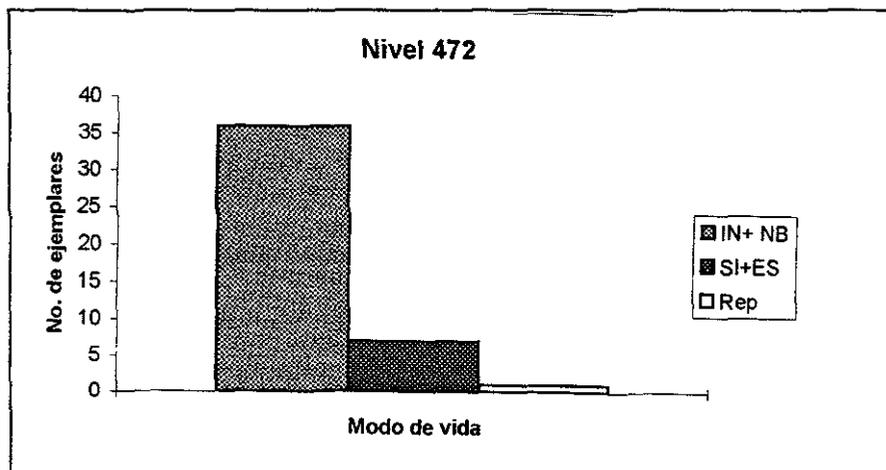


Gráfico VII.35.4. Frecuencias de las asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución en el sedimento.

Nivel 474

Constituido de caliza areniscosa. La asociación que se registran es Lucinidae (*Lucina potosina*, *Lucina* sp), Buchiidae (*Buchia tenustriata*, *Buchia* sp); Paralellodontidae (*Paralellodon montayensis*), Astartidae (*Astarte* sp.), Pholadomyidae (*Pholadomya* sp.) y ejemplares indeterminables. Gráficos VII.36.1. y VII.36.2.

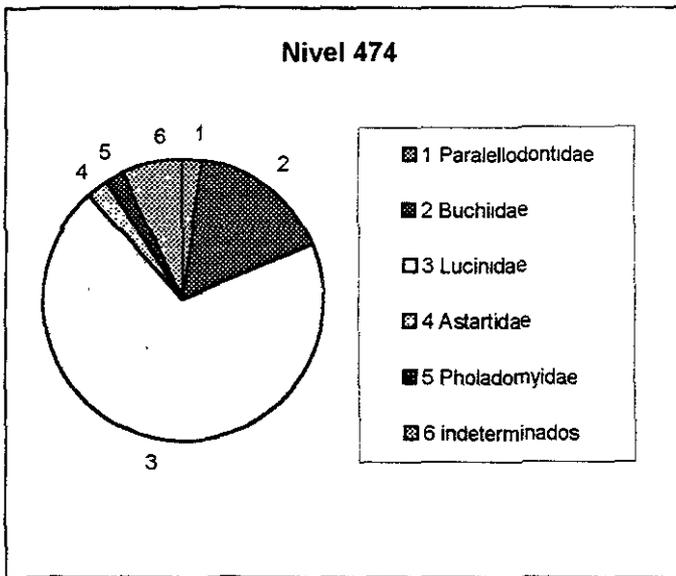


Gráfico VII.36.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

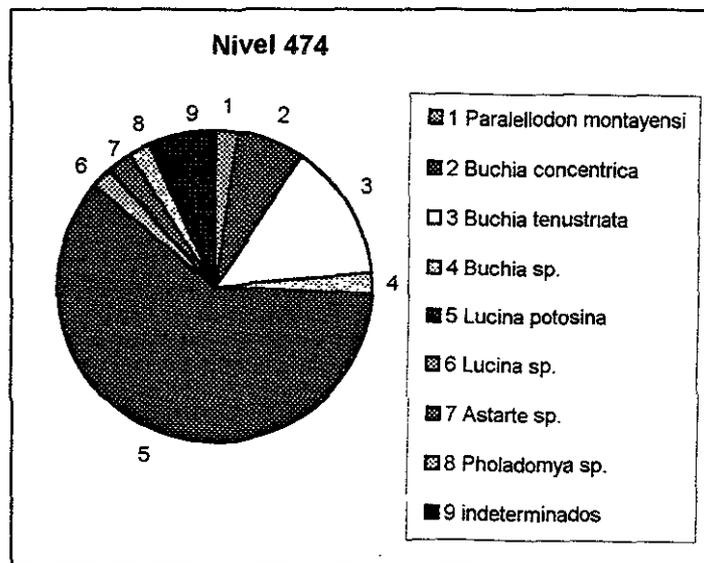


Gráfico VII.36.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

De los rasgos tafonómicos se señalan, la articulación en la mayoría de los Buchiidae y en Pholadomyidae, la desarticulación se presenta en Paralellodontidae, Lucinidae y Astartidae. De los ejemplares desarticulados el índice de concavidad/convexidad presenta valor 1 (convexidad), excepto *Astarte sp.* que es concavo. El desgaste es significativo, con excepción de Buchiidae que no presenta desgaste. Gráfico VII.36.3.

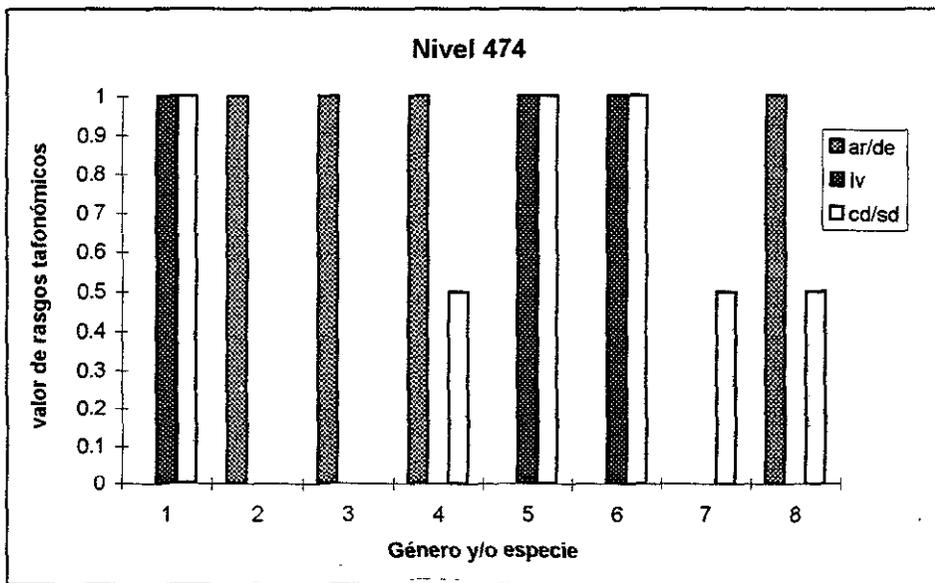


Gráfico VII.36.3. Rasgos tafonómicos de las asociación registrada

En cuanto a las características de modo de vida se presenta un dominio de organismos infaunales de nivel bajo, además existe epifauna bisada y seminfauna de nivel somero y bajo. Existe coherencia ecológica en los diferentes horizontes ecológicos. Gráfico VII.36.4.

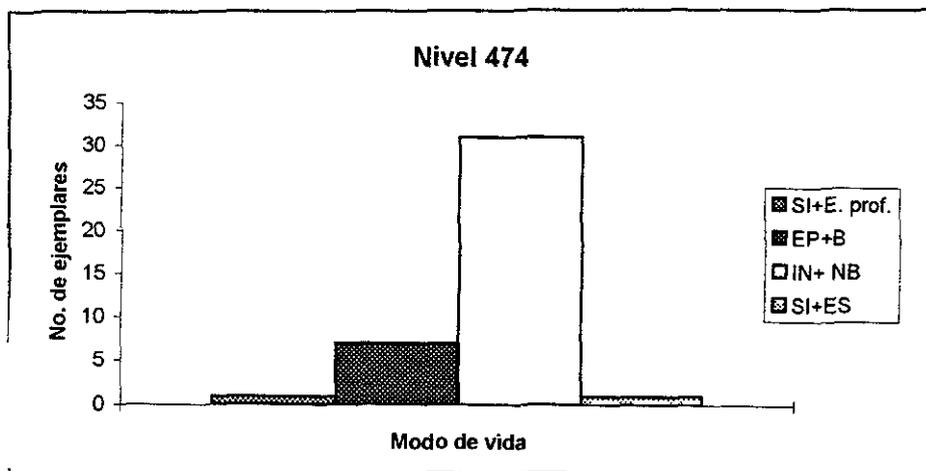


Gráfico VII.36.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo al modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento agua

Se considera que la asociación fue resedimentada con la mezcla ecológica de epifauna. Se identifica la autoctonía de epifaunales y la aloctonía de infaunales.

Los niveles anteriores constituyen el intervalo 15 que se caracteriza a continuación.

Intervalo 15

Constituido de caliza arenosa de color oscuro con intercalaciones de lutita calcárea y caliza margosa de color oscuro. Fig. 13

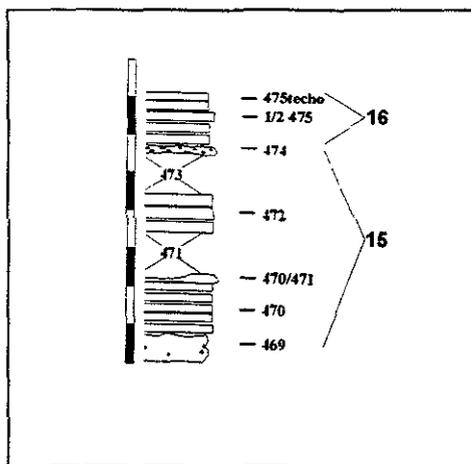


Fig. 13. Sector del perfil estratigráfico donde se ubican los intervalos 15 y 16.

De acuerdo al registro estratigráfico, las asociaciones registradas en cada nivel presentan composición diferente. Se resalta la variación en abundancia y diversidad de las asociaciones, observándose alternancia entre niveles de abundancia y diversidad y un nivel monogénico con poca abundancia (Buchiidae).

En relación a los rasgos tafonómicos, en todo el intervalo se resalta el carácter de que los ejemplares articulados no están desgastados, mientras que los desarticulados presentan un desgaste significativo. El índice de concavidad/convexidad, presenta la tendencia a 1 (convexidad), excepto en el caso de algunos ejemplares articulados que se presentan oblicuos.

Considerando los aspectos paleobiológicos, en el intervalo se registra epifauna, infauna y el registro de seminafauna se considera fortuito (solo un ejemplar, en dos niveles). En los dos primeros niveles sólo se reconoció el horizonte ecológico de epifauna, en el penúltimo nivel se registra el horizonte ecológico de infauna enterradora somera y en el superior se presentaron los horizontes ecológicos infaunal y epifaunal. En el intervalo existe coherencia ecológica entre los diferentes horizontes ecológicos.

Las asociaciones registradas son resedimentadas, la infauna posiblemente sufrió transporte aunque mínimo y, por los rasgos tafonómicos se considera alóctona. En cuanto a la epifauna se reconoció su autoctonía. Sin embargo, el análisis general permite interpretar que hay coincidencia entre el lugar de vida y muerte.

Nivel ½ 475

Constituido de limolita de color café. La asociación registrada es Astartidae (*Astarte posticalva*), Buchiidae (*Buchia concentrica*, *Buchia russiensis*, *Buchia tenustriata*, *Buchia sp.*), Paralelodontidae (*Grammatodon crassilineatus*), Arctidae (*Arctica coteri*) y Ostreidae (*Ostrea sp.*), además de ejemplares indeterminables y aptychi. Gráficos VII.37.1. y VII. 37.2.

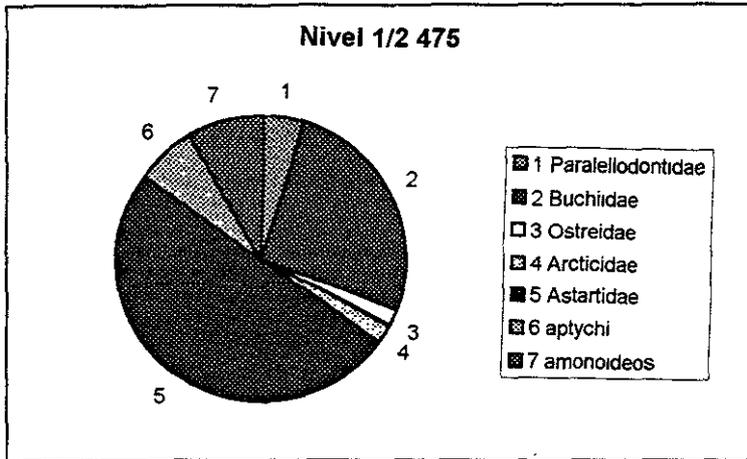


Gráfico VII.37.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

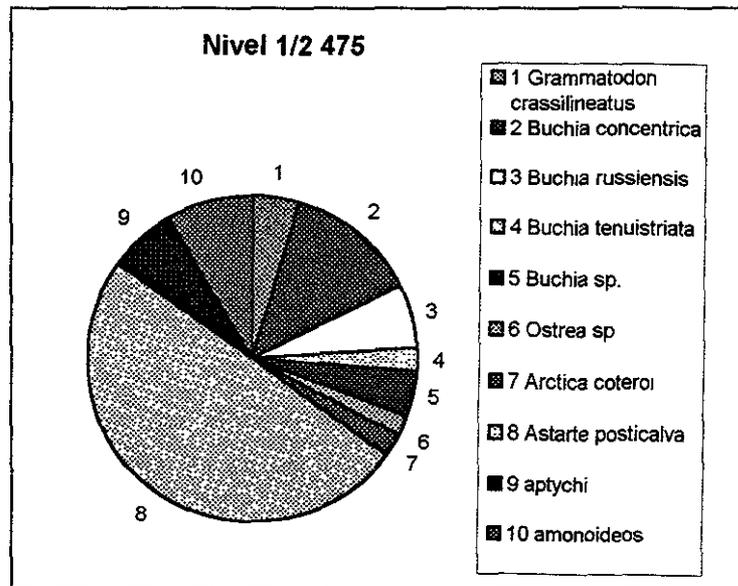


Gráfico VII. 37.2. espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

En relación a los rasgos tafonómicos se observa el predominio de la fauna articulada, con excepción de Astartidae y Arctiidae, las cuales presentan valvas desarticuladas, el índice de concavidad/convexidad presenta una tendencia hacia 1 (convexidad). En el horizonte de registro se presenta un desgaste poco significativo con excepción de algunos ejemplares de *Astarte posticalva* que si presentan desgaste. Gráfico VII.37.3.

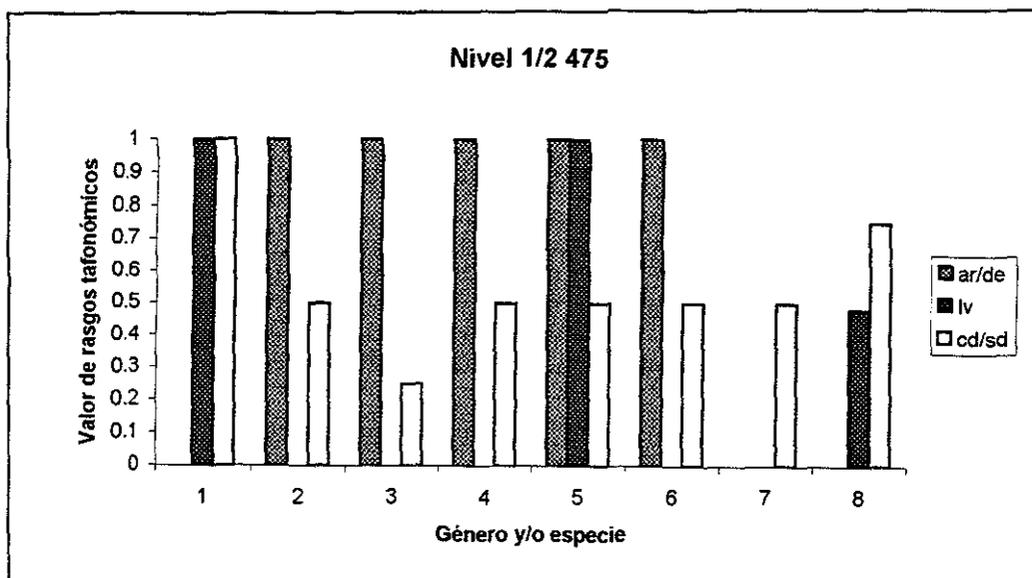


Gráfico VII. 37.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto al modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua, se presenta el predominio de seminfauna enterradora somera y profunda (Astartidae y Paralelodontidae, respectivamente), además se registra epifauna bisada; la infauna de nivel medio se considera un registro fortuito (1 ejemplar). Existe coherencia ecológica entre los diferentes horizontes. Gráfico VII.37.4.

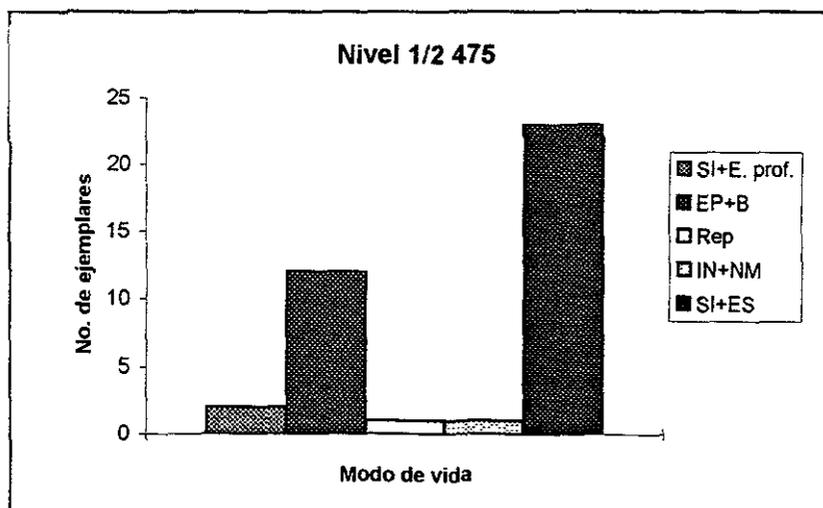


Gráfico VII.37.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Se deduce que la asociación fue resedimentada y se considera autóctona.

Nivel 475techo

Constituido de arenisca limosa. La asociación que se registra es monogénica de Astartidae (*Astarte* sp.)

De los rasgos tafonómicos se señalan, un alto grado de desarticulación y el índice de concavidad/convexidad tiene un valor 1 (convexidad) y el desgaste es significativo. Gráfico VII.38.1.

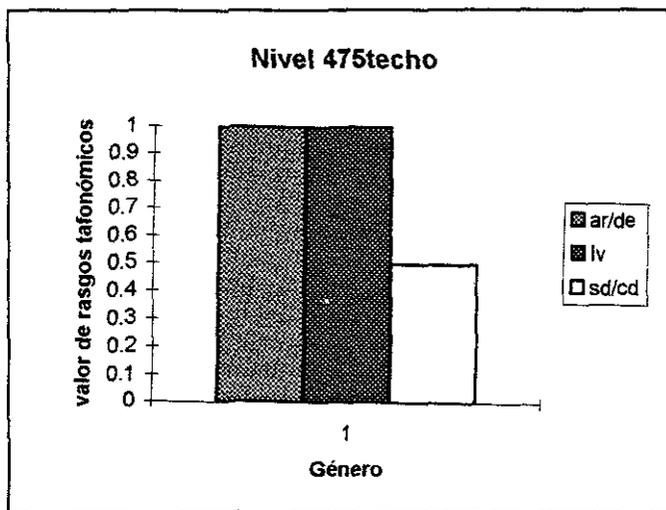


Gráfico VII.38.1. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto a las características paleobiológicas se trata de infauna enterradora somera y el horizonte de registro corresponde al horizonte ecológico. la asociación fue resedimentada y alóctona.

Los dos niveles previamente descritos corresponde al intervalo 16 (ver Figura 13) y se describe a continuación

Intervalo 16

Intervalo constituido de limolita calcárea y arenisca limosa.

De acuerdo al registro estratigráfico, se distingue la variación en abundancia y diversidad. En relación a los rasgos tafonómicos se generaliza la articulación, el

índice de concavidad/convexidad (IV) es con tendencia al valor 1 (convexidad), el desgaste es poco significativo en el nivel inferior y significativo en el superior.

Considerando los aspectos paleobiológicos, los horizontes ecológicos registrados son epifauna bisada, seminfauna enterradora somera e infauna enterradora somera, sin embargo, este aspecto solo se presenta en la parte baja del intervalo ya que en el techo se registró una asociación monogenérica. Se considera que existe coherencia ecológica en el horizonte de registro.

Se deduce que las asociaciones registradas fueron resedimentadas, reconociéndose aloctonía de la infauna y autoctonía del resto de la asociación.

Nivel 476 base

Constituido de limolita calcárea. Las asociaciones registradas son Lucinidae (*Lucina potosina*, *Lucina* sp., ?*Lucina* sp.), Buchiidae (*Buchia* sp.), ejemplares indeterminados, belemnites y serpúlidos. Gráficos VII.39.1. y VII.39.2.

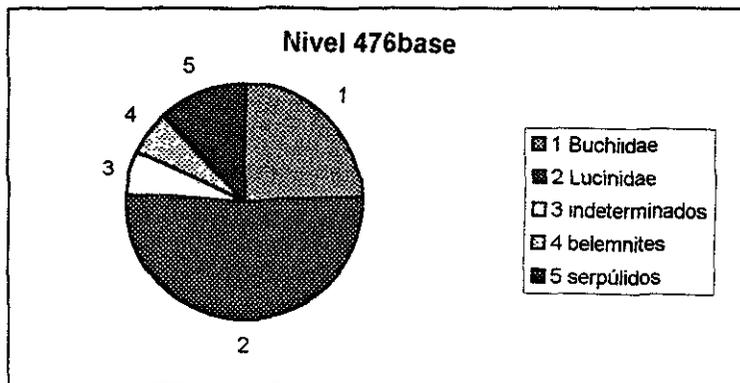
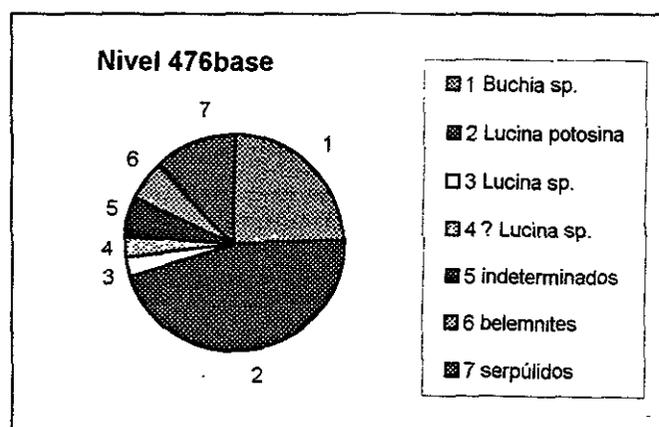


Gráfico VII.39.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

Gráfico VII.39.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.



De los rasgos tafonómicos se señalan, un alto grado de desarticulados, el índice de concavidad/convexidad presenta una tendencia hacia 1 (convexidad). El desgaste es significativo. Gráfico VII.39.3.

En relación a las características paleobiológicas, se reconocen los horizontes de registro infaunal de nivel bajo (Lucinidae) y epifaunal bisado (Buchiidae). Existe coherencia ecológica de los diferentes horizontes ecológicos. Gráfico VII.39.4.

Por todo lo anterior se determina que la asociación registrada fue resedimentada probablemente por procesos erosivos con transporte mínimo, por lo que se considera autóctona.

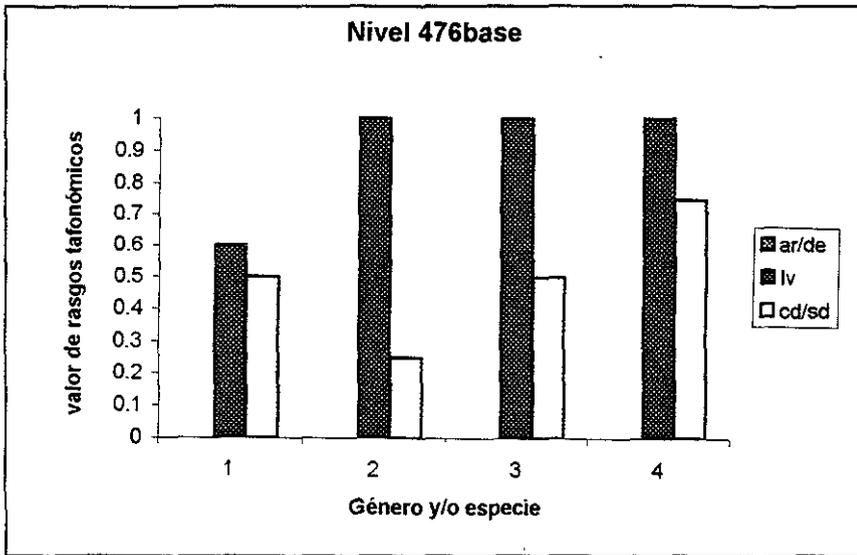


Gráfico VII.39.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

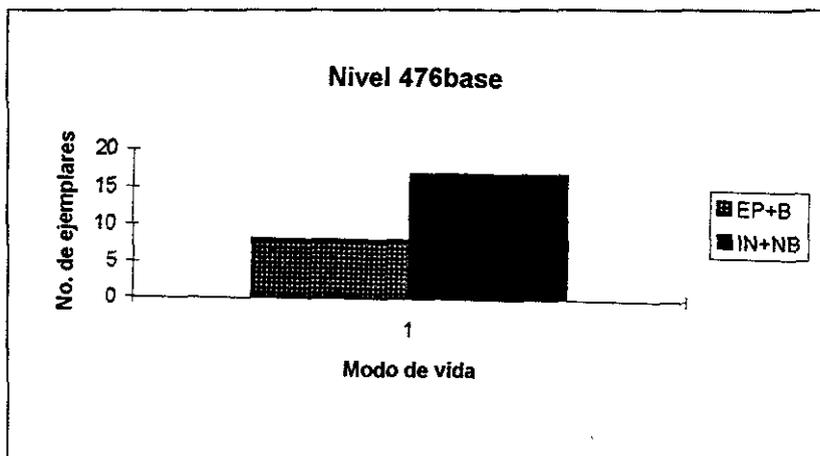


Gráfico VII.39.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Nivel 476 techo

Constituido de caliza arenosa con intercalaciones de lutita calcárea. La asociación registrada es: Astartidae (*Astarte posticalva*), Lucinidae (*Lucina sp.*), Buchiidae (*Buchia concentrica*), Paralelodontidae (*Grammatodon crassilineatus*), Pleuromyidae (*Pleuromya sp.*), además de ejemplares indeterminados y aptychus. Gráficos VII.40.1. y VII.40.2.

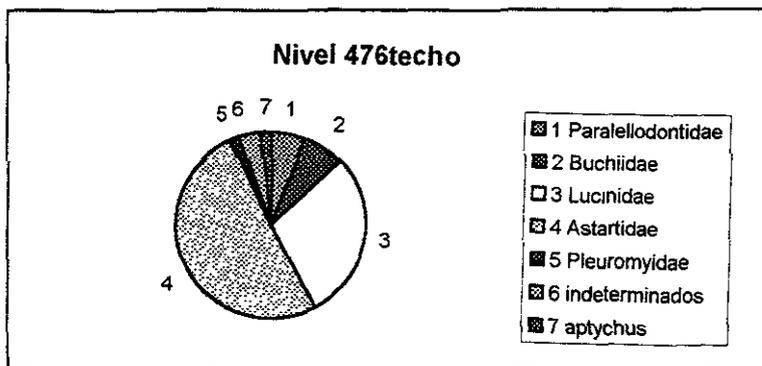


Gráfico VII.40.1. Espectro de la asociación registrada por familias.

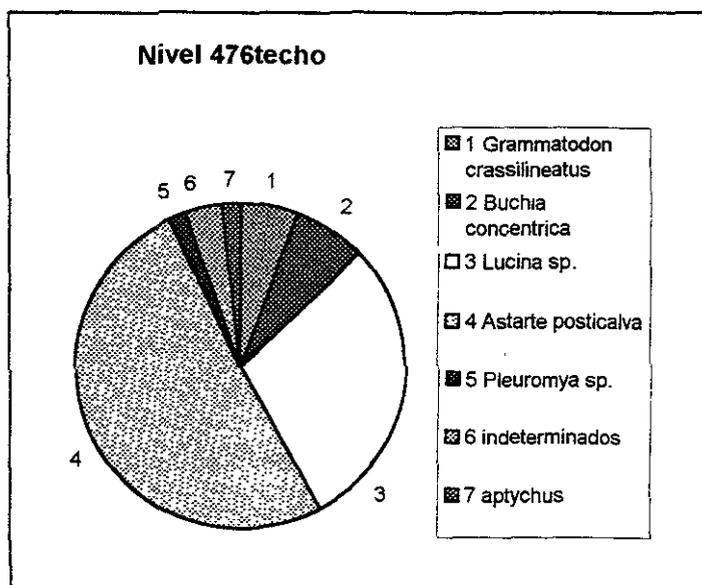


Gráfico VII.40.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

De acuerdo a los rasgos tafonómicos, se observa desarticulación, excepto en *Grammatodon crassilineatus*. El índice de concavidad/convexidad presenta valor 1 (convexidad). El desgaste es poco significativo. Gráfico VII.40.3.

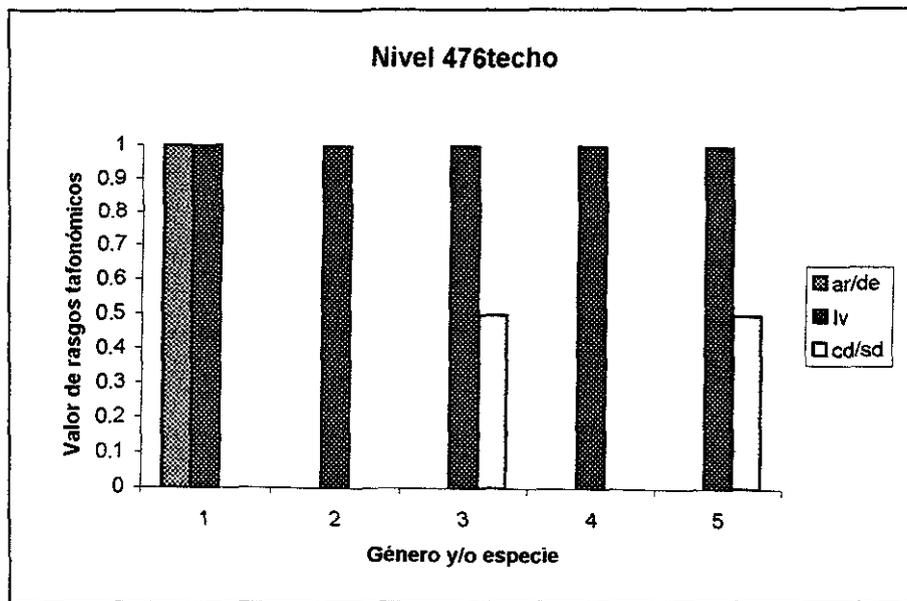


Gráfico VII.40.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En relación a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento - agua, se presenta un dominio de seminafaunales enterradores someros y profundos (*Astartidae* y *Paralelodontidae*, respectivamente), además de infaunales de nivel bajo (*Lucinidae* y *Pleuromyidae*) y la epifauna bisada (*Buchiidae*). Se determina la existencia de coherencia ecológica en el horizonte de registro.

Se deduce, que la asociación fue resedimentada por procesos erosivos con transporte mínimo, la asociación registrada es alóctona. Gráfico VII.40.4.

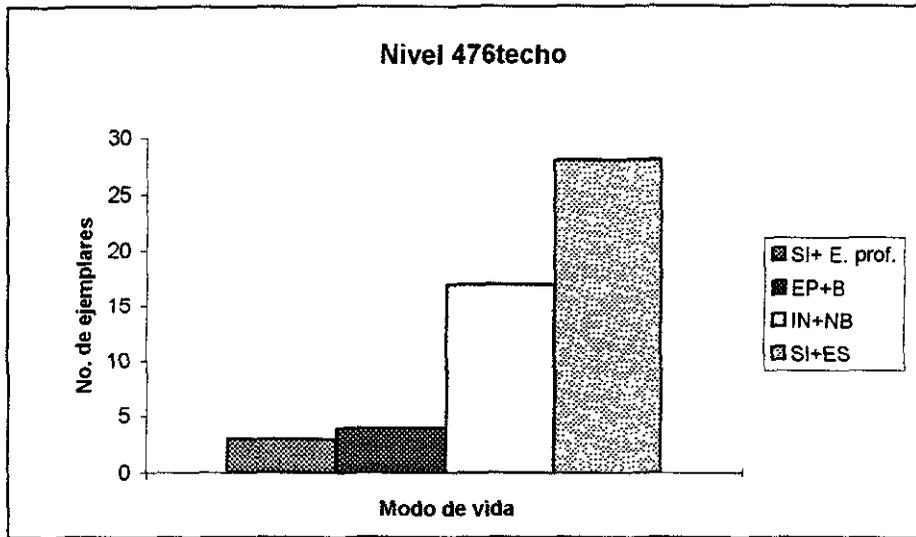


Gráfico VII.40.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Nivel 479 b

Constituido de arenisca limosa de color gris pardusco con intercalaciones arcillosas y nódulos calcáreos. La asociación que se registra es monogénica Buchiidae (*Buchia concentrica* y *Buchia* sp.). Gráfico VII.41.1.

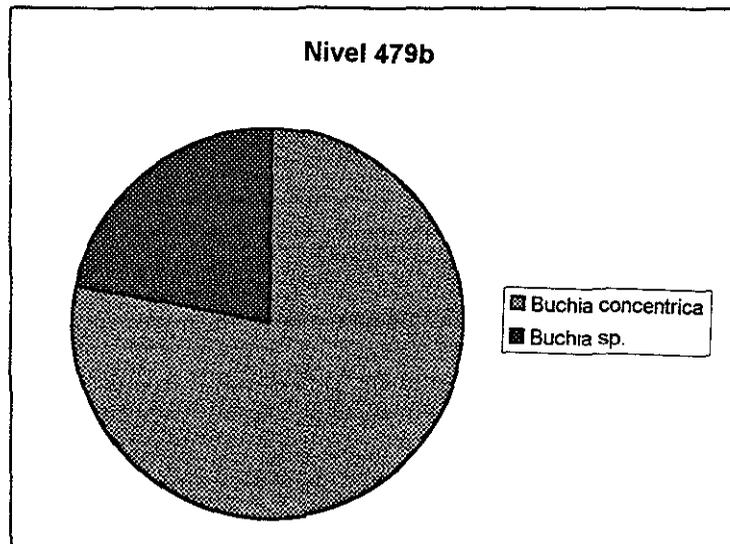


Gráfico VII.41.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

De los rasgos tafonómicos se observa que los ejemplares están desarticulados, en cuanto al índice de concavidad/convexidad se presenta un valor 1 (convexidad) y el desgaste es significativo. Gráfico VII.41.2.

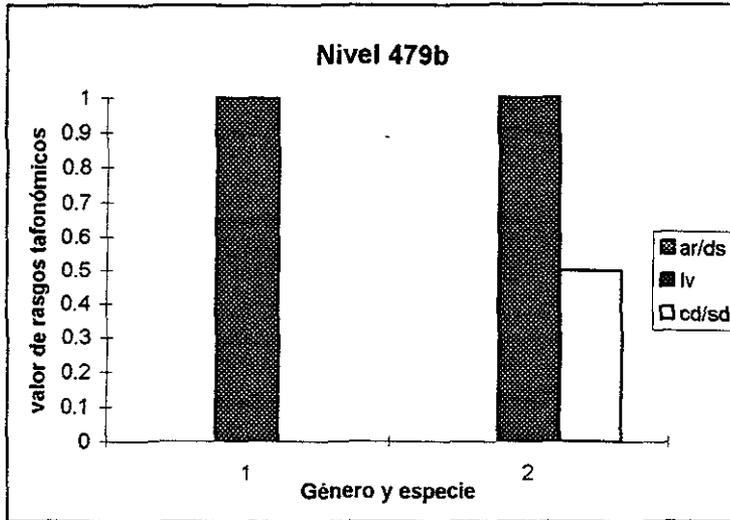


Gráfico VII. 41.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En relación al modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua, se determina la presencia de epifauna bisada y el horizonte de registro es igual al horizonte ecológico.

Se deduce que la asociación fue resedimentada y es alóctona.

Nivel 479 c

Constituido de arenisca limosa de color gris pardusco, sin nódulos, con presencia de un nivel de sílex. La asociación registrada es monogénica con Buchiidae (*Buchia concentrica*, *Buchia okensis*, *Buchia sp.*). Gráfico VII. 42.1.

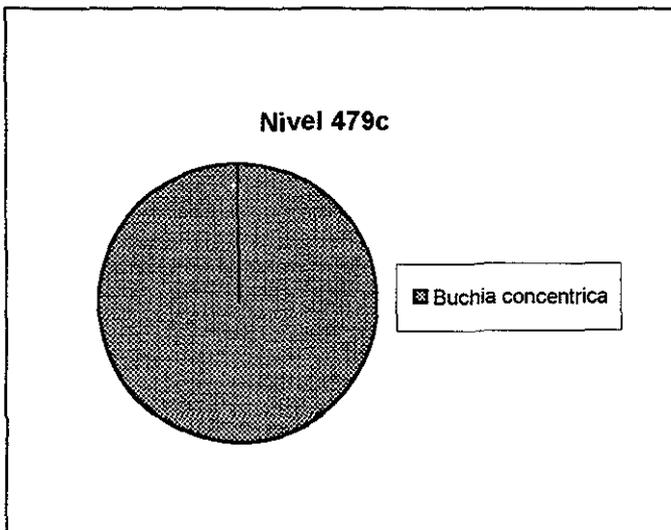


Gráfico VII. 42.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de especie.

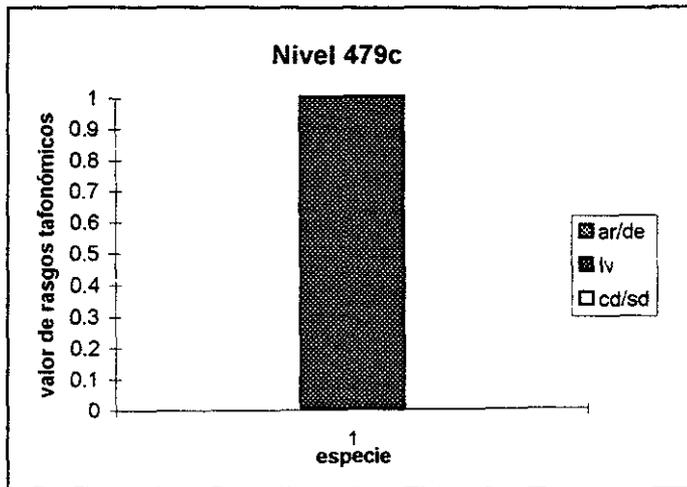


Gráfico VII.42.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

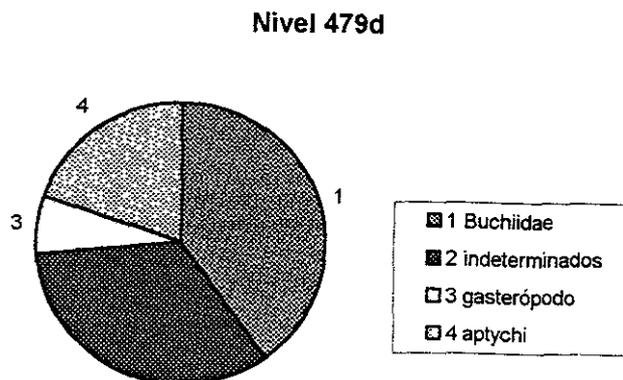
De los rasgos tafonómicos se señalan, la presencia de desarticulación, con un índice de concavidad/convexidad de valor 1 (convexidad). No se observa desgaste. Gráfico VII.42.2

En relación al modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua, se reconoce en horizonte ecológico de epifauna bisada.

Se deduce que la fauna fue resedimentada y es alóctona.

Nivel 479 d

Constituido de arenisca limosa de color gris oscuro. La asociación registrada es monogénica con Buchiidae (*Buchia concentrica*), además se registran un gasterópodo y *aptychi*. Gráfico VII.43.1.



De los rasgos tafonómicos se señalan, la desarticulación de las valvas, el índice de concavidad/convexidad con valor 1 (convexidad) y se presentan desgastadas. Gráfico VII.43.2.

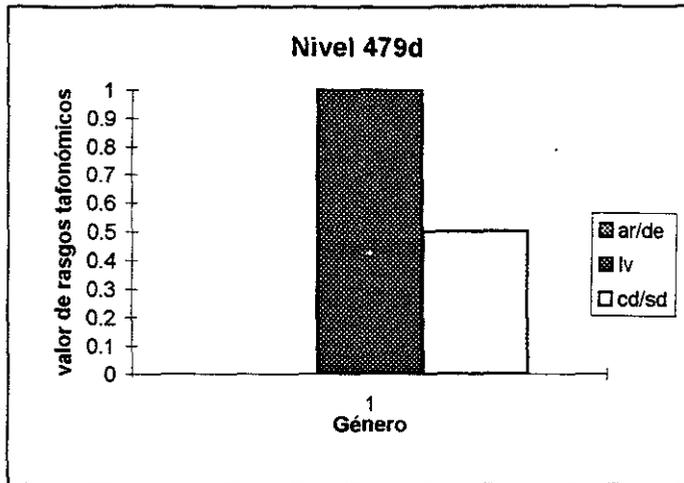


Gráfico VII.43.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En relación al modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua, se determina la presencia de epifauna bisada y que el horizonte de registro es igual al horizonte ecológico.

Se deduce que la asociación fue resedimentada y es alóctona.

Nivel 480

Constituido de caliza arenífica de color gris oscuro. La asociación que se registra es Astartidae (*Astarte posticalva*) y Buchiidae (*Buchia sp.*), con un braquiópodo. Gráficos VII.44.1. y VII.44.2.

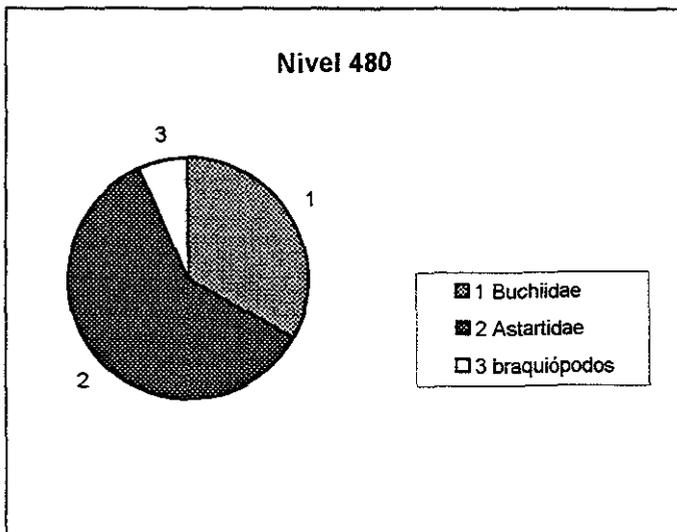
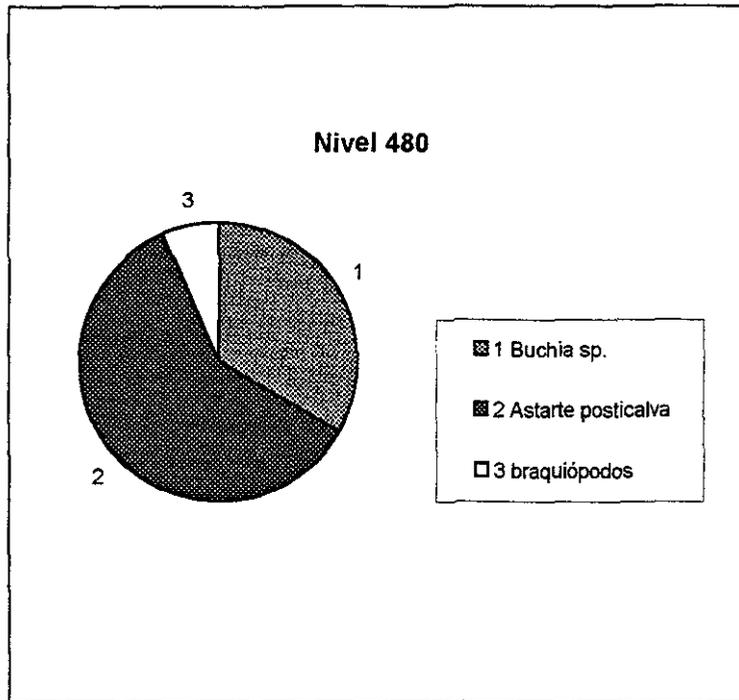


Gráfico VII.44.1. Espectro con la asociación registrada por familias.

Gráfico VII.44.2.
Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.



De los rasgos tafonómicos se señalan, la presencia de desarticulación de Buchiidae y articulación en Astartidae, el gráfico muestra la articulación del braquiópodo, el índice de concavidad/convexidad presenta un valor 1 (convexidad), el desgaste es poco significativo. Gráfico VII.44.3.

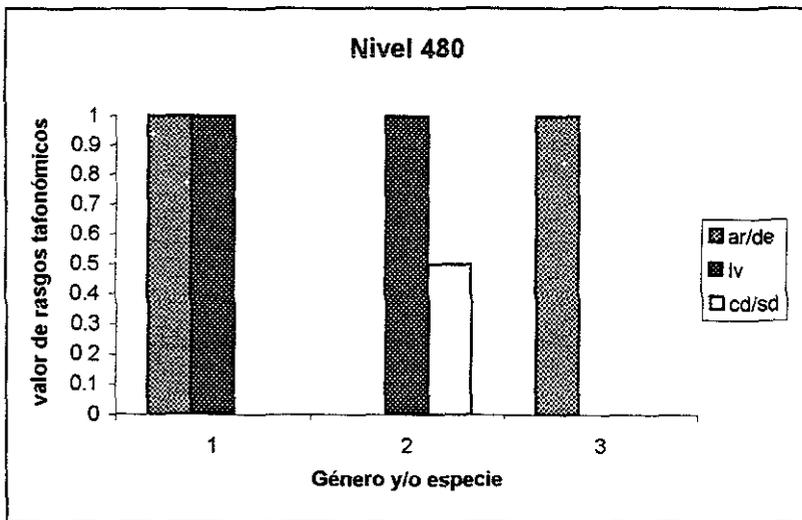


Gráfico VII.44.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

Por su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento - agua, se reconocen los horizontes ecológicos semifauales enterradores someros

(Astartidae) y epifaunales bisados (Buchiidae), existiendo coherencia ecológica en el horizonte de registro. Gráfico VII.44.4.

Se deduce que la asociación registrada fue resedimentada, la epifauna se considera alóctona y la infauna como autóctona.

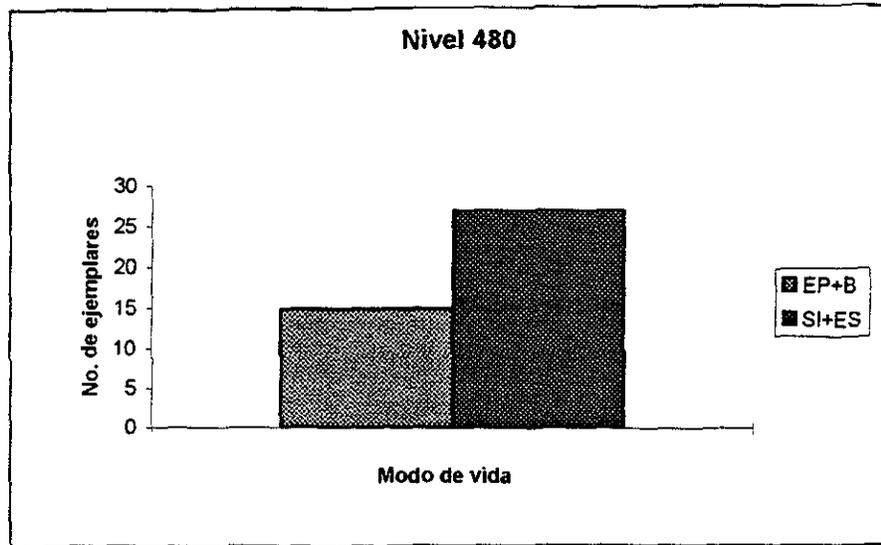


Gráfico VII.44.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución en la interfase sedimento-agua.

Los niveles previamente descritos constituyen el intervalo 17 que se caracteriza a continuación.

Intervalo 17

Constituido de limolita calcárea, caliza, arenisca limosa y caliza arenífica. Fig. 14.

De acuerdo al registro estratigráfico, en las asociaciones registradas se observa poca diversidad, e inclusive hay registro de asociaciones monogénicas, la abundancia en general es baja, excepto en el nivel superior.

En relación a los rasgos tafonómicos se observa la desarticulación como carácter generalizado, excepto en algunos ejemplares infaunales. El índice de concavidad/convexidad (Iv) presenta un valor 1 (convexidad) en todo el intervalo. El desgaste es significativo, excepto en la asociación registrada en el nivel 479c.

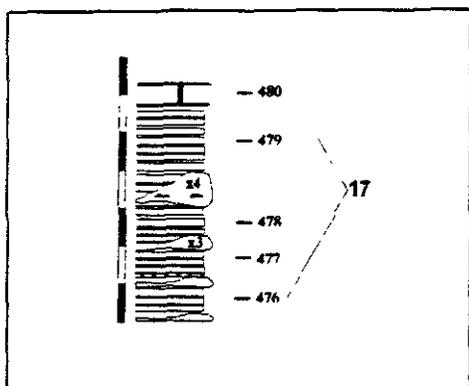


Fig. 14. Sector del perfil estratigráfico donde se ubica el intervalo 17.

Considerando los aspectos paleobiológicos, como carácter generalizado se registra el horizonte ecológico de epifauna, además, sólo en la parte inferior, se reconoce el horizonte infaunal, la semifauna esta en la base (no primer nivel) y cima del intervalo. Por consiguiente, la coherencia ecológica, sólo se reconoce en la parte inferior y superior del intervalo.

Las asociaciones registradas son resedimentadas y posiblemente sufrieron transporte aunque este fue mínimo. En este intervalo la aloctonía es un carácter generalizado, con la excepción del nivel superior donde la epifauna muestra rasgos tafonómicos que indican la parautoctonía.

Nivel 481 techo

Constituido de caliza de color gris oscuro. La asociación que se registran es Astartidae (*Astarte sp.*); Ostreidae (*Ostrea sp.*) y ejemplares indeterminables. Gráfico VII.45.1.

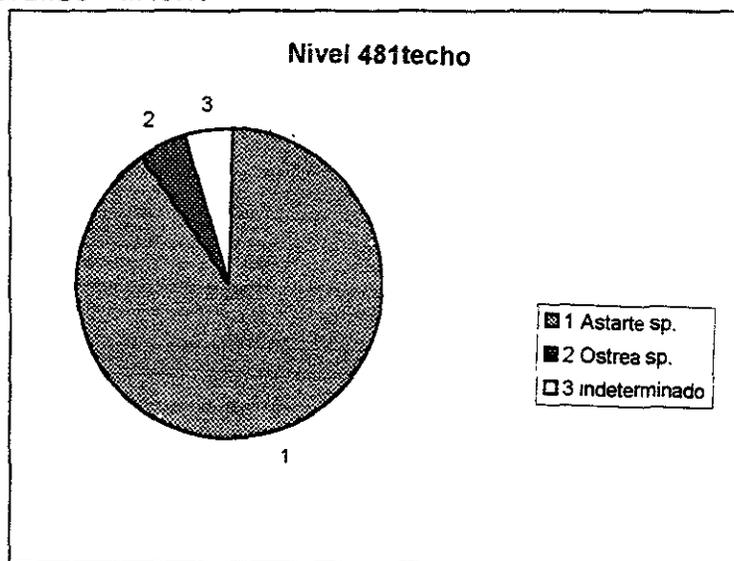


Gráfico VII.45.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de género.

De los rasgos tafonómicos se señalan, la desarticulación de todos los ejemplares y el índice de concavidad/convexidad presenta valor 1 (convexidad), y el desgaste es significativo. Gráfico VII.45.2.

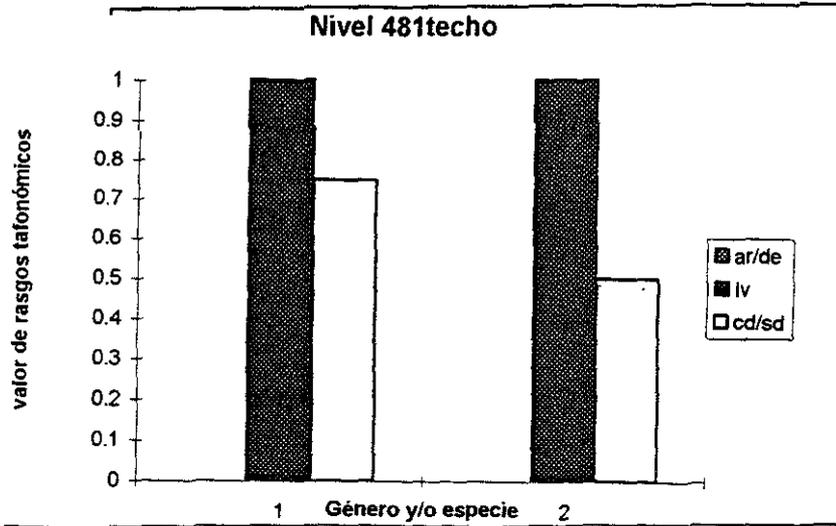


Gráfico VII.45.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En relación a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua, se aprecia el dominio de organismos infaunales enterradores someros (Astartidae), y se registra fortuitamente un ejemplar en reposo (*Ostrea sp.*). Gráfico VII.45.3.

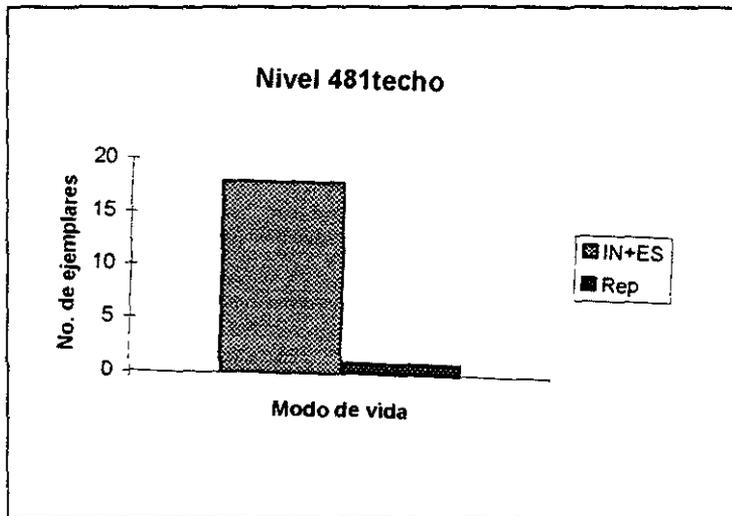


Gráfico VII.45.3. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua.

Se considera que la asociación fue resedimentada, y es alóctona.

El **Intervalo 18** (Fig. 15) tiene un espesor de 2 m, esta constituido por niveles de margocaliza y un nivel de caliza a techo que corresponde al descrito previamente, por lo que su caracterización es la misma.

Nivel 483/484

Constituido de caliza limolítica de color gris claro. La asociación registrada es monogénica y monoespecífica con Pectiniidae como *Camptonectes* (*Camptochlamys*) *obscurus*.

De los rasgos tafonómicos se señalan, la desarticulación, en cuanto al índice de concavidad/convexidad se presenta una fuerte tendencia hacia el valor 1 (convexidad), sólo dos de las valvas se apreciaron en posición cóncava, respecto al desgaste este es poco significativo, pero se observan fracturas, debido, posiblemente a cierto grado de compactación. Gráfico VII.46.1.

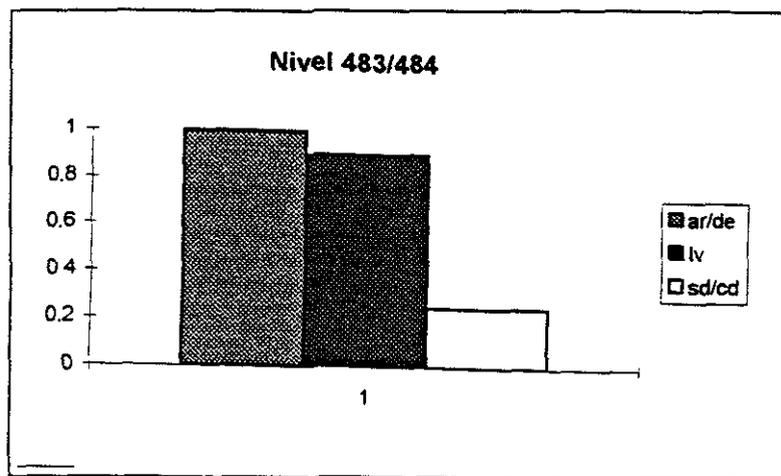


Gráfico VII.46.1. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

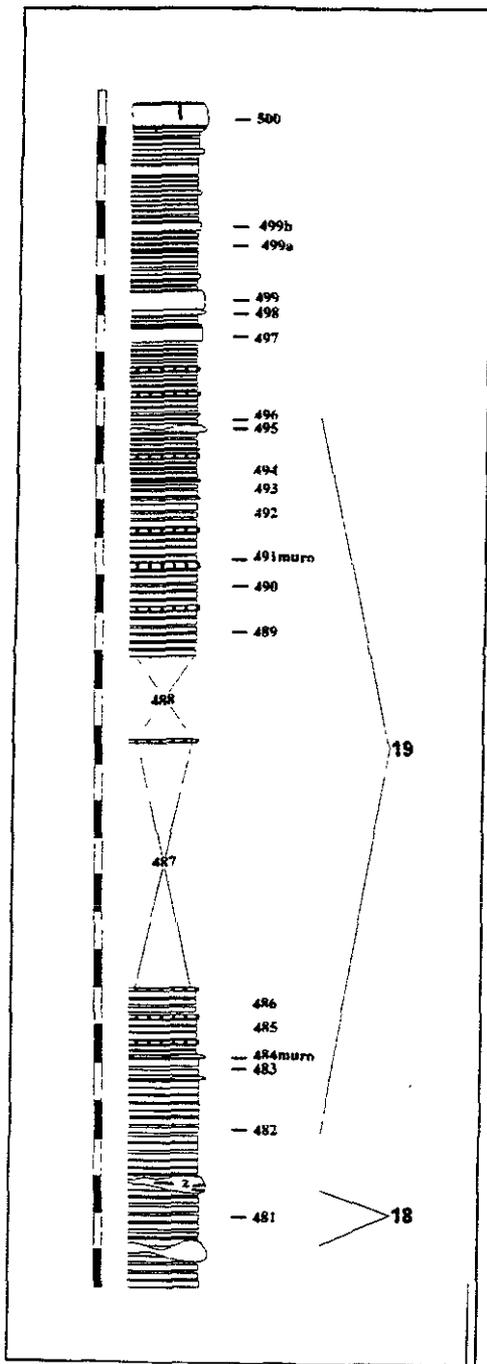


Fig. 15. Sector del perfil estratigráfico donde se ubican los intervalos 18 y 19.

Por su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua, se consideran epifaunales con biso, libre nadadores y el horizonte de registro es igual al horizonte ecológico.

Esta asociación fue resedimentada y es alóctona.

Nivel 494

Constituido de limolita calcárea nodular. La asociación que lo caracteriza es Lucinidae (*Lucina* sp.), Buchiidae (*Buchia concentrica* y *Buchia* sp.), Posidoniidae (*Posidonia* sp.) y Ostreidae (*Ostrea* sp.), además de ejemplares indeterminados. Gráficos VII.47.1. y VII.47.2.

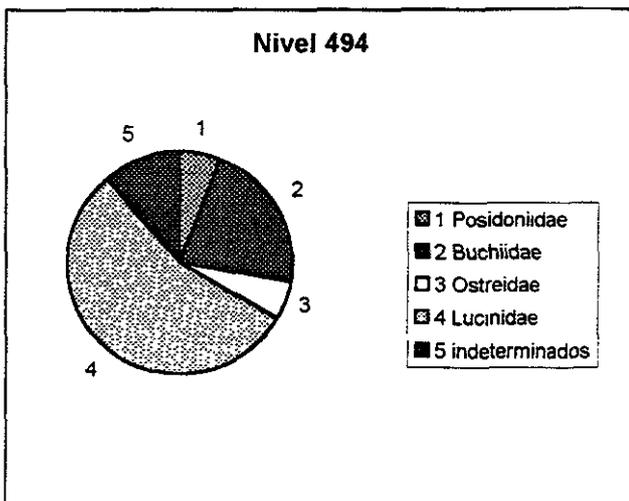


Gráfico VII.47.1. Espectro con la asociación registrada por familias.

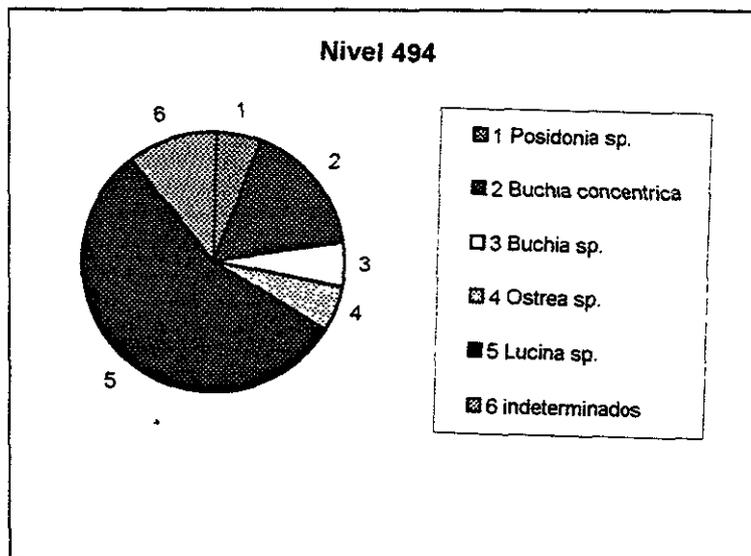


Gráfico VII.47.2. Espectro de la asociación registrada a nivel de género y/o especie.

De los rasgos tafonómicos se señalan, un alto grado de articulación, excepto en *Lucina* sp. que esta desarticulada, en relación al índice de concavidad/convexidad se presenta con valor 1 (convexidad). En relación al grado de desgaste, este es poco significativo. Gráfico VII. 47.3.

Considerando las características paleobiológicas, se reconoce el registro de epifaunales bisados y en reposo y seminafaunales enterradores someros. Se reconoce la coherencia ecológica en el horizonte de registro. Gráfico VII. 47.4.

Se deduce que la asociación fue resedimentada por procesos erosivos con transporte mínimo, y se considera que la asociación registrada de seminafaunales es alóctona y la de epifaunales es autóctona.

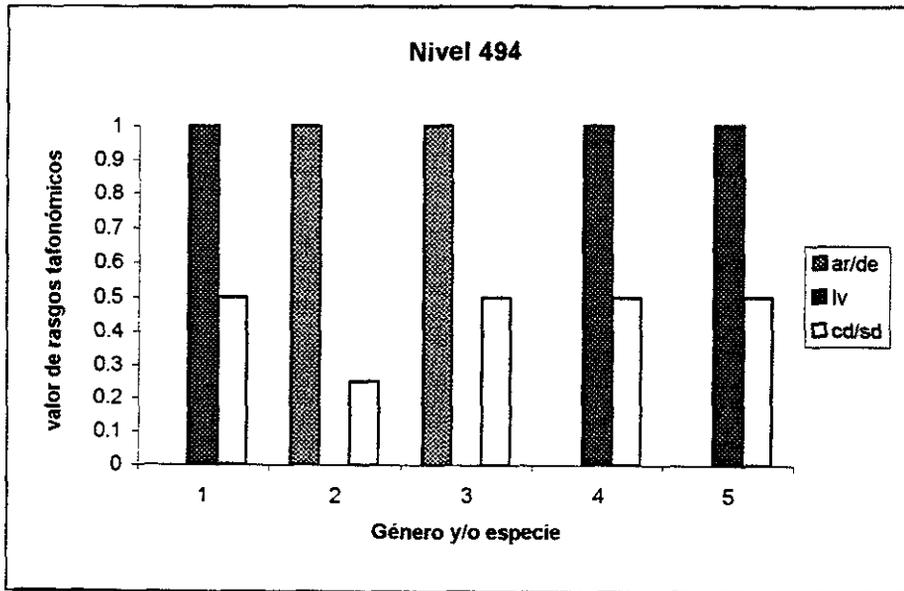


Gráfico VII.47.3. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

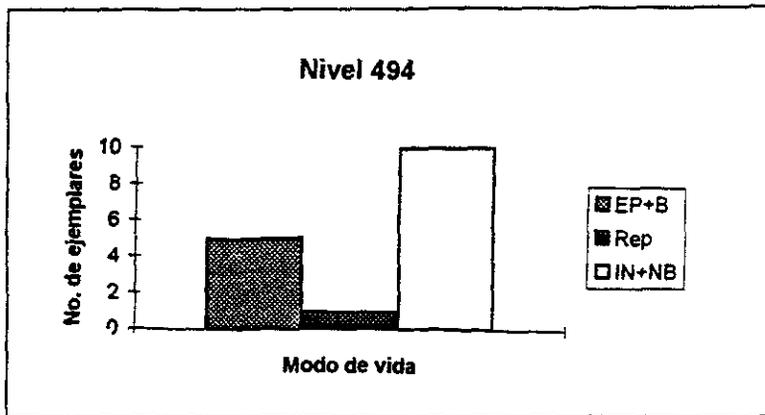


Gráfico VII.47.4. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua

Nivel 495

Constituido de lutita calcárea con laminaciones de limolita. La asociación que lo caracteriza es Buchiidae (*Buchia* sp.) y Limidae (? *Lima* sp.). Gráfico VII.48.1.

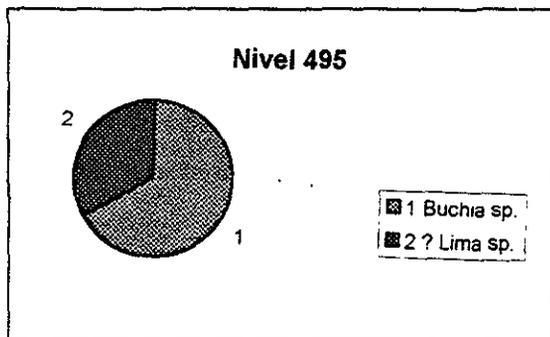


Gráfico VII.48.1. Espectro de la asociación registrada a nivel de género.

Los rasgos tafonómicos que se señalan son desarticulación, el índice de concavidad/convexidad es intermedio. El desgaste es poco significativo. Gráfico VII.48.2.

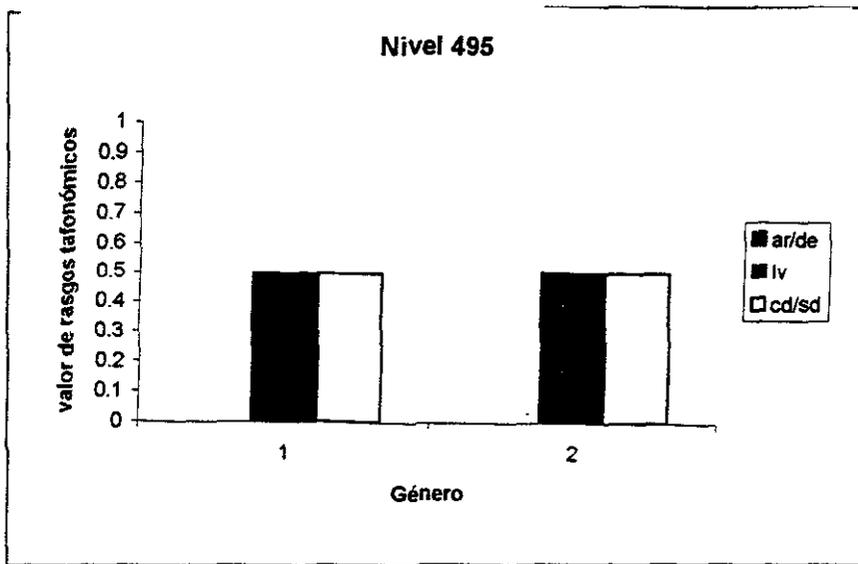


Gráfico VII.48.2. Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

De acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua, se reconocen dos horizontes ecológicos, el epifaunal bisado (*Buchiidae*) y el infaunal de nivel bajo (? *Lima* sp.). Existe coherencia ecológica entre los diferentes horizontes ecológicos. Gráfico VII.48.3.

Se deduce que la asociación registrada fue resedimentada con transporte mínimo y se determina que la asociación es alóctona.

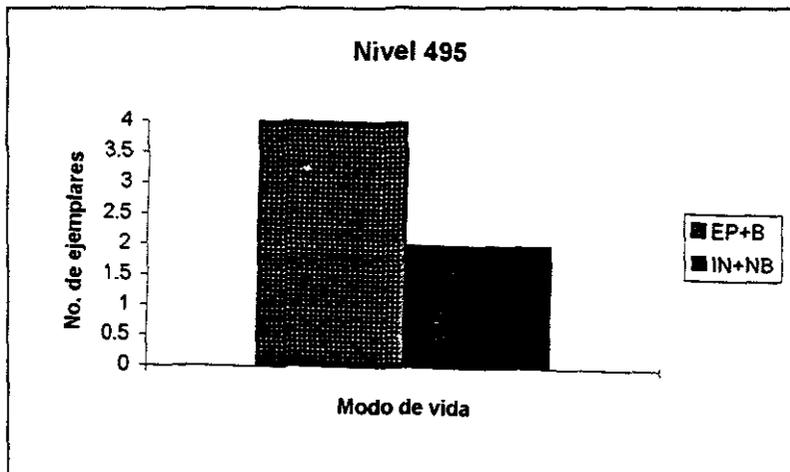


Gráfico VII.48.3. Frecuencias relativas de la asociación registrada de acuerdo a su modo de vida y distribución espacial en la interfase sedimento-agua

Nivel 496

Constituido de limolita calcárea de color rosa a crema, caracterizado por la asociación monoespecífica de Buchiidae (*Buchia concentrica*).

Dentro de los rasgos tafonómicos se señalan, la articulación, y por ello no se determina el índice volteo. El desgaste es muy poco significativo. Gráfico VII.49.1.

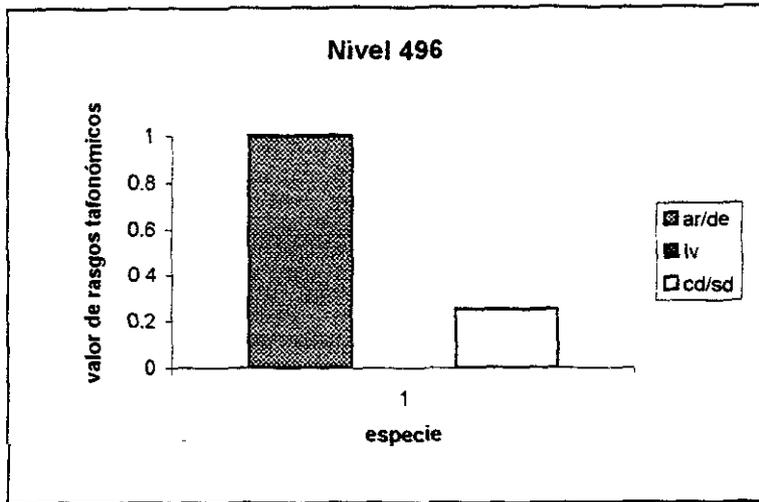


Gráfico VII.49.1.
Rasgos tafonómicos de la asociación registrada.

En cuanto a las características paleobiológicas, se reconoce el horizonte ecológico de epifaunales con biso; el horizonte de registro es igual al horizonte ecológico.

Se deduce que la asociación fue resedimentada y es posible inferir la autoctonía de la fauna.

Los niveles previamente descritos constituyen el intervalo 19, que se caracteriza a continuación.

Intervalo 19

Constituido de caliza limolítica, limolita calcárea, lutita, lutita calcárea y limolita calcárea (ver Figura 15).

De acuerdo al registro estratigráfico, las asociaciones registradas presentan una composición diferente, se resalta la variación en abundancia que va de mayor a menor; en general, la diversidad es baja, inclusive se registran asociaciones monoespecíficas, como excepcional en el intervalo es el registro diverso del nivel 494.

En relación a los rasgos tafonómicos, se registraron tanto ejemplares articulados como desarticulados, el índice de concavidad/convexidad (Iv) presenta el valor 1 (convexidad) y en relación al desgaste, se observa tanto de manera significativa, como poco significativo.

Considerando los aspectos paleobiológicos, se reconoce el registro generalizado del horizonte ecológico de epifauna bisada, solo en los niveles medios se identificaron los horizontes ecológicos de seminfauna e infauna, respectivamente. De manera general se reconoce la coherencia ecológica entre los horizontes ecológicos y el horizonte de registro.

Las asociaciones registradas fueron resedimentadas, se infiere un transporte mínimo que produjo la aloctonía de algunos ejemplares, pero se registra epifauna autóctona.

VIII. EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LAS ASOCIACIONES REGISTRADAS DE BIVALVOS

VIII.1. Consideraciones generales

En el tiempo geológico, de manera general, las asociaciones bentónicas que se han conservado, aportan un buen potencial para el entendimiento de la ocurrencia de las asociaciones registradas, dando claras evidencias de las relaciones entre los factores biológicos y físicos a través del espacio y tiempo. Según Ziegler (1965), el estudio de estas asociaciones permite el reconocimiento de los factores ecológicos que controlan los patrones de distribución.

Para el estudio de las asociaciones bentónicas (comunidad marina de fondo), es indispensable el reconocimiento de: **a)** la fauna a niveles taxonómicos inferiores como género y/o especie (Bretsky, 1969; Boucot, 1983), **b)** los cambios en la diversidad (Bambach, 1977), **c)** su composición morfofuncional en relación a los requerimientos ecológicos "guild", (Larson y Rhoads, 1983) y, **d)** la distribución espacial en la interfase sedimento-agua "tiering" (McGhee, 1981; Fürsich, 1984; Aberhan, 1992, 1993), para finalmente analizar los patrones espacio temporales de la distribución.

En el apartado de **Análisis e interpretación tafonómica** del perfil estudiado (MZ-3 Cañón de San Matías), se caracterizaron las asociaciones registradas por nivel e intervalo, siguiendo los aspectos previamente mencionados (**a-d**).

A continuación, y con el fin de reconocer los patrones espacio - temporales de la distribución, se analiza la ocurrencia de las familias en los 19 intervalos diferenciados, el análisis se hace para el Kimmeridgiano (intervalos 1-10) y Tithoniano-Berriasiano (intervalos 11-19). Se toma en cuenta la propuesta de Aberhan (1994), en relación a considerar la abundancia y relación con otros constituyentes del espectro, además de la identificación de morfotipos en función de su modo de vida.

VIII.2. Ocurrencia de las asociaciones registradas en el Kimmeridgiano (Jurásico Superior). Gráfico VIII.1.

En general la litología es de margocaliza, lutita calcárea, limolita calcárea con concreciones, caliza y caliza margosa con concreciones.

Se observó la presencia de la familia Buchiidae (*Buchia tenustriata*, *B. concentrica*, *B. russiensis*, *B. okensis*, *B. volgensis* y *B. sp.*), en los intervalos inferiores (1-3) y superiores (6-9), se continua con la presencia en los intervalos 4 y 5 de Astartidae (*Astarte ajuariana*, *A. posticalva* y *A. sp.*) y Lucinidae (*Lucina potosina* y *L. sp.*). Del intervalo 4 al 9 se observa la ocurrencia de Posidoniidae (*Posidonia sp.*, *Aulacomyella neogaeum*), Paralellodontidae (*Grammatodon crassilineatus*), Arctiidae (*Arctica coteri*, *A. sp.*) y Pholadomyidae (*Pholadomya protei*, *hemicardia*, *inconstans*), las familias Pleuromyidae (*Pleuromya inconstans*),

Ostreidae (*Ostrea* sp.), *Cucullaeidae* (*Cucullaea* sp.) y *Mactromyidae* (*Unicardium excentricum*) ocurren con pocos ejemplares en todo el intervalo.

Distribución de familias en el Kimmeridgiano

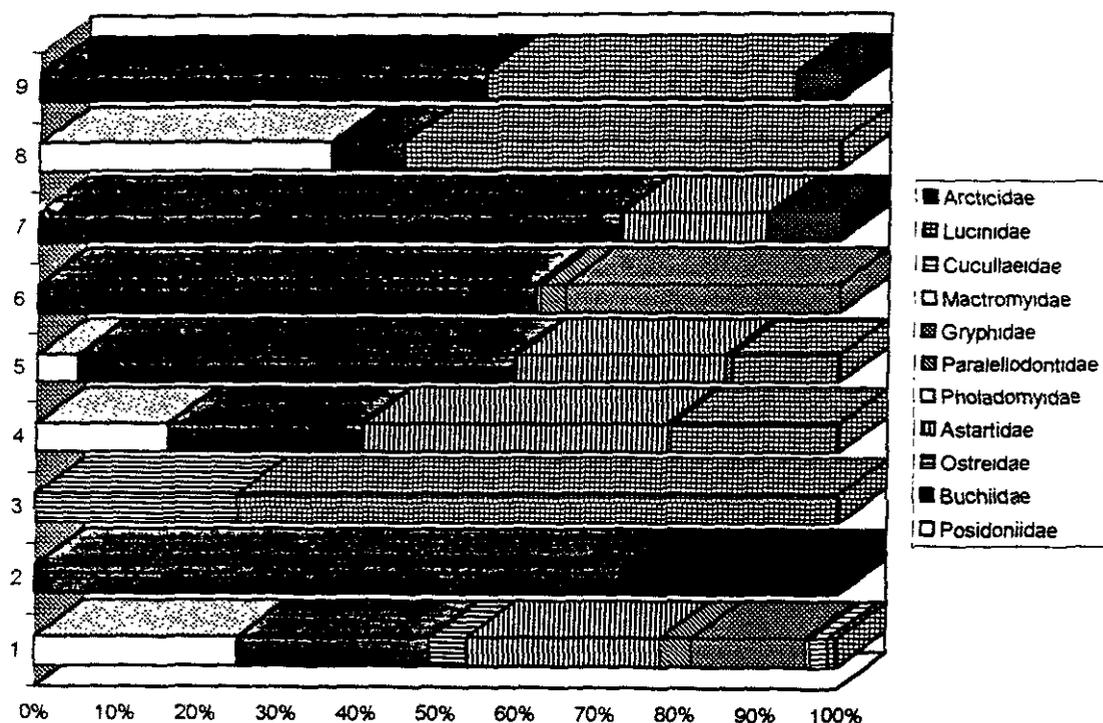


Gráfico VIII.1.. Ocurrencia estratigráfica de las familias en el Kimmeridgiano.

En cuanto a la abundancia de familias, Buchiidae presenta un dominio, pero disminuye en porcentaje, hasta la no presencia en el intervalo 3, registrándose nuevamente, con la misma dominancia hasta el fin del Kimmeridgiano. En relación a la disminución de Buchiidae, se presenta el aumento en abundancia de Astartidae o Lucinidae.

La diversidad de la familia Buchiidae, se incrementa en los niveles superiores.

Del análisis general de los rasgos tafonómicos y aspectos paleobiológicos, durante el Kimmeridgiano, se presenta un alto grado de desarticulación en la epifauna bisada, el desgaste es poco significativo. En la parte intermedia se reconoce infauna y semifauna articulada, pero estratigráficamente se reconoce un aumento de la desarticulación. En general se presenta coherencia ecológica.

En todos los casos algunos ejemplares fueron resedimentados y posiblemente, la acción de un proceso erosivo ocasionó la exhumación de valvas, lo que permitió cierto grado de transporte.

Considerando la clasificación de grados tafonómicos según Brandt (1989), en la parte inferior del Kimmeridgiano (intervalos 1 a 3) es posible identificar el grado "C" (representa un transporte lateral mínimo, sin considerarse un retrabajo, y existen mayores evidencias de efectos de la exposición de los ejemplares), en función de la litología presente en el intervalo. Es decir, en margo caliza, lutita y caliza se presenta el dominio de epifauna desarticulada con un grado mínimo de transporte y valvas convexas.

En la parte intermedia (intervalos 4 y 5), la presencia de infaunales y seminafaunales articulados con la invasión de algunos elementos epifaunales, determina el grado "B" (refleja un transporte lateral con evidencias de un transporte lateral mínimo, con alto grado de desarticulación y baja incidencia de fracturamiento de los ejemplares), debido a que se reconoce el grado mínimo de transporte por la alta articulación, y se posibilita el depósito y posterior enterramiento de los elementos.

Finalmente, en la parte superior del Kimmeridgiano (intervalos 6 a 9), se repiten las condiciones de la parte inferior, pero con la presencia de elementos infaunales y seminafaunales.

VIII.3. Ocurrencia de las asociaciones registradas en el Tithoniano-Berriasiano p.p.. Gráfico VIII.2.

La litología del intervalo es de caliza margosa, caliza arenosa con intercalaciones de lutita calcárea, caliza margosa, limolita calcárea, caliza, arenisca, caliza arenítica, margocaliza, caliza limosa, limolita calcárea, lutita y limolita calcárea.

Al analizar la ocurrencia de las diferentes familias para el Tithoniano-Berriasiano, se observó nuevamente el predominio de Buchiidae (*Buchia concentrica*, *B. keyserling*, *B. okensis*, *B. russiensis*, *B. tenustriata* y *Buchia* sp.). Además, se registran Astartidae (*A. ajuariana*, *A. posticalva* y *A.* sp.), Lucinidae (*Lucina potosina*, *L.* sp.), Paralelodontidae (*Grammatodon crassilineatus* y *Parallelodon montayensis*), Arcticidae (*Arctica coteroi*), Ostreidae (*Ostrea* sp.), Pleuromyidae (*Pleuromya* sp.), Pholadomyidae (*Pholadomya* sp.), Inoceramidae (*Retroceramus* sp.), Pectinidae (*Camptonectes (Camptochlamys) obscurus*) y Posidoniidae (*Posidonia* sp.) Gráfico VIII.2

Distribución de familias en el Tithoniano-Berriasiano

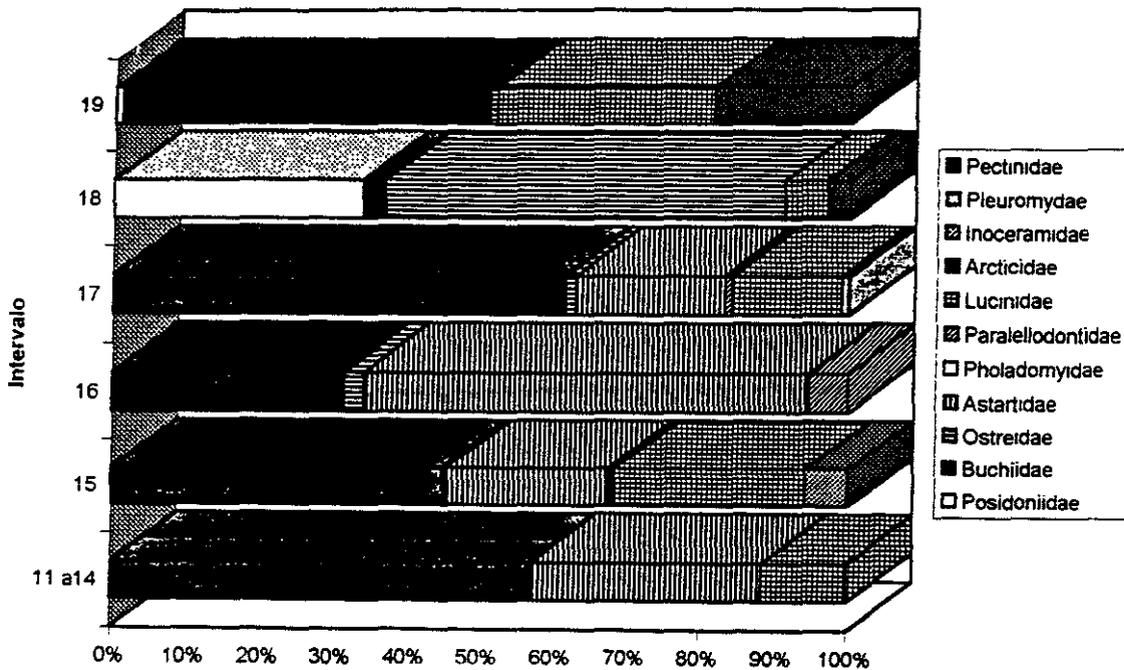


Gráfico VIII.2. Ocurrencia estratigráfica de familias en el Tithoniano-Berriasiano p.p..

Se observa la repetición del patrón señalado en el Kimmeridgiano, esto es, la presencia de Astartidae y Luciniidae, en relación a la disminución en abundancia de Buchiidae.

Del análisis general de los rasgos tafonómicos y aspectos paleobiológicos se señala, en la parte intermedia y superior del intervalo, la presencia de epifauna desarticulada en posición convexa, coincidente con la infauna articulada, aspecto que está relacionado con la diversidad registrada. En la parte superior, a diferencia de la parte inferior, la epifauna se presenta articulada y generalmente se presentan en posición oblicua.

Son interesantes los registros de niveles monogenéricos, en especial el de pectínidos, con excelente grado de conservación y fracturamiento de las valvas, debido posiblemente a la compactación del sedimento, pero sin deformación plástica.

En todos los casos hubo resedimentación, con transporte poco significativo para los diferentes horizontes ecológicos reconocidos (epifaunal, seminafaunal e infaunal). Sin embargo, la alternancia de los eventos, está en función de la abundancia de los registros de epifaunales e infaunales, y el evidente transporte de la seminafauna se debe, posiblemente, a la acción de algún proceso erosivo que exhumó las valvas. Se reconoce, en la mayoría de los casos, la autoctonía de la epifauna, con la repetición de las condiciones identificadas en el Kimmeridgiano.

Por la identificación de los diferentes horizontes de registro y de acuerdo a los grados tafonómicos, se resalta la coherencia ecológica en los intervalos analizados.

Retomando, la clasificación de los grados tafonómicos según Brandt (1989), se determina el grado tafonómico "C" en la parte inferior (intervalo 11 a parte inferior del intervalo 15). Los rasgos tafonómicos de las asociaciones registradas y la alternancia de la litología de caliza, presentan el dominio de epifauna articulada con bajo transporte.

En la parte intermedia (parte superior del intervalo 15 a parte inferior del intervalo 17), se determina el grado tafonómico "B", se presenta un grado mínimo de transporte, algunas valvas desarticuladas y en la mayoría de los casos la epifauna se presenta articulada y en posición oblicua.

Por los rasgos tafonómicos mencionados, la coherencia ecológica y el no reconocimiento de evidencias de exhumación de la concentración de conchas, se concluye, que el depósito de los ejemplares se produjo en condiciones físicas estables. Finalmente, en la parte superior del intervalo 17 al 19, se repiten las condiciones de la parte inferior con la característica de la disminución de la abundancia y diversidad de las asociaciones registradas, dominando evidentemente los organismos epifaunales.

En conclusión, para todo el perfil estratigráfico analizado, la identificación de los grados tafonómicos permite suponer que el transporte relativo de valvas a una determinada distancia, la energía del ambiente y la frecuencia de episodios del depósito, posibilitan la identificación de la alternancia en tiempo de la repetición de condiciones de depósito.

En esta memoria, se evaluó por análisis espectral las asociaciones fósiles, considerando los rasgos tafonómicos para la reconstrucción paleoecológica. Y se plantea la posibilidad de analizar diferentes perfiles estratigráficos con este mismo enfoque, para así obtener la reconstrucción del medio de depósito y la caracterización de las plataformas en el Jurásico Superior. En términos paleoecológicos (por ende paleobiológicos) y tafonómicos, estos últimos íntimamente ligados al transcurso de la dinámica eco-sedimentaria en el sustrato.

IX. CONCLUSIONES PALEOECOLÓGICAS

- Colonización del sustrato y condiciones de depósito

Se reconoce la presencia de asociaciones autóctonas dominadas por organismos epifaunales en intervalos calcáreos, excepto en los intervalos 1 y 4, de facies de margocaliza y limolita respectivamente. Conviene destacar, que la diversidad reconocida en epifaunales es mayor en horizontes calizos, lo que permite inferir la posible existencia de relaciones entre las condiciones sedimentarias que determinan el incremento de carbonatos y la mejora de condiciones de vida para la epifauna.

Por el contrario, las asociaciones autóctonas registradas dominadas por infauna somera son frecuentes en facies de margocaliza, limolita y lutita calcárea. En congruencia con el comportamiento comentado para la epifauna, se asume que las condiciones ecológicas favorables para que la infauna registrada se relacionarían con los factores que determinarían el registro de la disminución en el depósito de carbonatos.

Características paleobiológicas y adaptación a las condiciones de depósito.

Dadas las características de las asociaciones autóctonas registradas dominadas por epifaunales, las cuales se reconocen como formas bisadas con capacidad de colonización en periodos breves, se interpreta que los organismos epifaunales reconocidos actuaron como especies "oportunistas" capaces de adecuarse a los cambios en las condiciones de depósito.

En cuanto a los organismos infaunales, someros y profundos, la compresión generalizada de sus conchas también es compatible con una notable capacidad para el enterramiento rápido.

La interpretación de epifaunales e infaunales como colonizadores ágiles no impide reconocer que la mayor frecuencia de asociaciones dominadas por epifaunales revela su mayor habilidad para la ocupación del sustrato en breves intervalos de tiempo.

- Horizontes ecológicos (He) y coherencia ecológica.

En cada uno de los intervalos analizados, las asociaciones autóctonas registradas posibilitan la identificación de diversos horizontes ecológicos en el horizonte de registro. A partir de la composición faunística observada, es posible reconocer mezcla de horizontes ecológicos en algunos de los

horizontes de registro. El hecho de que se trate de asociaciones autóctonas determina que la mezcla de horizontes ecológicos fue debida a efectos de compactación sedimentaria. En estas condiciones es posible admitir la ausencia de efectos de inhibición sobre la epifauna y, por tanto, un nivel aceptable de co-adaptación en la colonización del substrato a los distintos niveles disponibles del ecoespacio para bentos.

- Identificación del grupo trófico.

Analizando las asociaciones autóctonas registradas se identificada la coherencia ecológica en los horizontes de registro y se concluye en el carácter homogéneo del grupo trófico dominante (suspensívoros). La presencia de detritívoros es ocasional y, por tanto, no permite una análisis detallado de su significación.

- Horizontes de registro de asociaciones autóctonas.

El reconocimiento de las asociaciones autóctonas permite identificar su posición a techo en algunos de los intervalos reconocidos. Con excepción del intervalo 9 que se ubica en un nivel intermedio del intervalo correspondiente. Conviene destacar que las asociaciones autóctonas en los horizontes infrayacentes se caracterizan por su baja diversidad, alta desarticulación, valvas en posición convexa y desgaste significativo.

De esta manera, la ubicación aludida complementa los criterios litológicos utilizados para establecer los límites propuestos para cada intervalo de facies reconocido. Este hecho permite plantear a futuro el reconocimiento de posibles secuencias eco-sedimentarias.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Aberhan, M., 1992. Palökologie und zeitliche Verbreitung benthischer Faunengemeinschaften im Unterjura von Chile: *Beringeria*, 5, 174 p.
- Aberhan, M., 1993 Faunal replacement in early Jurassic of Northern Chile: Implications for the evolution in Mesozoic benthic shelf ecosystems: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 103: 155-177.
- Aberhan, M., 1994. Guild-structure and evolution of Mesozoic Benthic Shelf Communities. *Palaios*, 9(6): 516-545
- Ager, D.V., 1963, principles of paleoecology. Mc Graw-Hill, Ney York, 371p.
- Aguilera J.G., Ordoñez, E. y Buelna, R.J., 1896. Bosquejo Geológico de México: Boletín del Instituto de Geología , México, No. 4-6.
- Alencáster , G. y B.E. Buitrón, 1965. Fauna del Jurásico Superior de la Región de Petlalcingo, Estado de Puebla: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, No. 2, pte. II: 1-53,
- Alencáster, G., 1984. Late Jurassic- Cretaceous Molluscan Paleogeography of the Southern half of Mexico. *In: G.E.G. Westermann (ed.) Jurassic-Cretaceous Biochronology and Paleogeography of North America. Geol. Assoc. Canadian, Spec. Paper 27: 77-88.*
- Bambach, R.K., 1977. Species richness in marine benthic habitats through the Phanerozoic. *Paleobiology*, 3:152-167.
- Bambach, R.K., 1983. Ecospace utilizations and guilds in marine communities through the Phanerozoic: *In: Teverz, M.J.S: and P.L. McCall (eds.). Biotic interactions in recent and Fossil Benthic Communities. Plenum Press, New York: 719-746.*
- Beauvais L. y T.E. Stump, 1976. Corals, Molluscs, and Paleogeography of Late Jurassic strata of the Cerro Pozo Serna, Sonora, Mexico. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 19(4): 275-301.
- Boucot, A., J., 1981. Principles of benthic Marine Paleoecology. Academic Press, 463 p.

- Boucot, A. J., 1983. Does evolution take place in an ecological vacuum?. II.
Journal of Paleontology, 57: 1-30.
- Brandt, D.S., 1989. Taphonomic grades as classification for fossiliferous assemblages and implications for paleoecology. Palaios, 4: 303-309
- Bretsky, P.W., 1969 Evolution of Paleozoic benthic marine invertebrate communities. Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 6: 45-69
- Buitrón, B.E., 1984. Late Jurassic Bivalves and Gastropods from Northern Zacatecas, Mexico, and their Biogeographic significance. In: . G.E.G. Westermann (ed.) Jurassic-Cretaceous Biochronology and Paleogeography of North America. Geol. Assoc. Canadian, Spec. Paper 27, pp.
- Buitrón, S., B.E., 1990. La presencia de *Angulocrinus polycronus* Felix en el Oxfordiano del Sur de México. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, XXII(3): 19-25.
- Burkardt, H.J., 1836. Aufenthalt und Reisen in Mexico in den Jahren 1825-1834 2Bd (in 1) illust. Stuttgart.
- Burckhardt, C., 1906a. Géologie de la Sierra de Mazapil et Santa Rosa: Guide des Excursions du Xe Congrès Géologique International. Mexico., XXVI (Excursion du Nord)
- Burckhardt, C., 1906b. La Faune jurassique de Mazapil avec un appendice sur les fossiles de Crétacique inférieur: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, México, Bol. No. 23: 216 p.
- Burckhardt, C., 1910a, Nuevos datos sobre el Jurásico y Cretácico en México. Parergones Instituto de Geología México, III(5): 281-301.
- Burckhardt, C., 1910b, Estudio geológico de la región de San Pedro del Gallo, Durango. Parergones Instituto de Geología México, 3(6): 307-357.
- Burckhardt, C., 1912, Faunes Jurassiques et Cretaciques de San Pedro del Gallo, Durango. Instituto de Geología, México, Boletín 29, 264 p.
- Burckhardt, C., 1919, Faunas Jurásicas de Symon (Zacatecas) y Faunas Cretácicas de Zumpango del Río (Estado de Guerrero): Boletín Instituto de Geología., México, No. 33, 135 p.

- Burckhardt, C., 1930. Étude Synthétique sur le Mesozoïque Mexicain: Mem. Soc. Pal. Suisse 49-50 p.
- Cantú Chapa, A., 1969, Estratigrafía del Jurásico Medio-Superior del subsuelo de Poza Rica, Veracruz (Área de Soledad-Miquetla): Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, 1(1) : 3-9.
- Cantú-Chapa, A., 1971. La Serie Huasteca (Jurásico Medio -Superior) del centro este de México. Revista Instituto Mexicano del Petróleo, 3(2):17-49.
- Cantú-Chapa, A., 1976. Nuevas localidades del Kimmeridgiano y Tithoniano en Chihuahua (Norte de México) .Revista Instituto Mexicano del Petróleo, 8:38-45.
- Cantú Chapa, A., 1979, Bioestratigrafía de la Serie Huasteca (Jurásico Medio y Superior) en el subsuelo de Poza Rica, Veracruz. Revista Instituto Mexicano del Petróleo, XI(2):14-24.
- Contreras y Montero, B., A. Martínez y M. E. Gómez, 1988, Bioestratigrafía y Sedimentología del Jurásico Superior en San Pedro del Gallo, Durango, México: Revista Instituto Mexicano del Petróleo, XX(3): 5-49.
- Córdoba, D.A., 1964. Hoja Apizolaya 3-R (9). Estado de Zacatecas y Durango. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Carta Geológica de México, serie. 1:100 000, Mapa con texto.
- Del Castillo A. y J.G., Aguilera , 1895, Fauna Fósil de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí: Boletín Comisión Geológica Mexicana, No. 1.
- De Renzi, M., Martinell, J., Reguant, S., 1975. Bioestratigrafía, Tafonomía y Paleoecología. Act. Geol. Hispánica, 10(2):80-86.
- Dodd, J.r. y Stanton, R.J., Jr., 1981. Paleoecology, Concepts and Applications: John Wiley and Sons, Toronto, 559p.
- Efremov, I.A., 1940. Taphonomy, a new branch of paleoecology: Akd. Nauk. S.S.S.R.. Biul, Biol. Ser., no. 3: 405-413.
- Enciso de la Vega, E, 1978, Hoja Cuencamé 13R-1 (7), con resumen de la Geología de la Hoja Cuencamé, estado de Durango. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología., Carta Geológica de México, serie de 1:100 000, mapa con texto al reverso.

- Fürsich, F.T. and W. Oschmann, 1993. Shell beds as tools in basin analysis: the Jurassic Kachachh, western India. *Journal of the Geological Society London*, 150:169-185.
- Fürsich, F.T., 1984. Palaeocology of boreal invertebrate faunas from the Upper Jurassic of central eastern Greenland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 48: 337-385.
- Heim, A., 1926. Notes on the Jurassic of Tamazunchale (Sierra Madre Oriental, México): *Ecl. geol.- Helv.*, 20(1): 84-87.
- Imlay, R.W., 1937. R.W., Geology of the Western part of the Sierra de Parras *Bulletin Geol. Soc. America*, 47: 1091-1152.
- Imlay, R.W., 1938. Studies of the Mexican Gesyncline. *Bull. Soc. Geol. Americana*, 49: 1651-1694.
- Imlay, R.W., 1939. Upper Jurassic ammonite from Mexico. *Bull. Soc. Geol. Americana*, 50: 1-78.
- Imlay, R.W., 1940. Upper Jurassic pelecypods from Mexico: *Journal of Paleontology*, 4(5): 393-411.
- Imlay, R.W., 1943. Upper Jurassic Ammonites from The Placer de Guadalupe District, Chihuahua, Mexico: *Journal of Paleontology*, 7(5): 527-543.
- Imlay, R.W., 1952. Correlation of the Jurassic formations of the North America, exclusive Canada, *Geological Society of America Bulletin*, 63: 953-992
- Imlay, R.W., 1953. Las Formaciones Jurásicas de México: *Boletín Sociedad Mexicana* 16(1): 65 p.
- Imlay, R.W., 1965, Jurassic marine faunal differentiation in North America: *Journal of Paleontology*, 39(5): 1023-1038.
- Imlay, R.W., 1980. Jurassic paleobiogeography of the conterminous United States and its continental setting: *Geological Survey Professional Paper* 1062:134 p.
- Imlay, R.W., 1984. Jurassic Ammonite successions in North America and Biogeographic Implications. In: G.E.G. Westermann (ed.) *Jurassic-Cretaceous Biochronology and Paleogeography of North America*. *Geol. Assoc. Canadian, Spec. Paper* 27: 1-12.

- Kowalewski, M., K.W. Flessa and D.P. Hallam. 1995. Ternary Taphograms: Triangular Diagrams applied to taphonomic analysis. *Palaios*, 10:478-483.
- Krumbein, W.C. and L.L. Sloss, 1963. *Stratigraphy and sedimentation*, 2nd. W.H. Freeman, San Francisco, California, 660 p.
- Larson, D.W. y Rhoads, D.C., 1983. The evolution of infaunal communities and sedimentary fabrics. In: Teverz, M.J.S. y McCall, P.L. (eds.). *Biotic interactions in Recent and fossil benthic communities*. Plenum Press, New York: 627-648.
- Lecolle de Cantú, F., 1967. *Inoceramus bassei* sp. nov. del Titoniano de Mazatepec, Puebla. *Tecnología de la Explotación*, Sección Geología. Monografía No. 1, Publicación 7A (1-2):31-31.
- Ledezma, O., 1981. Hoja Camacho 13R (12) Estados de Durango y Zacatecas. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Carta Geológica de México, serie 1:100,000, mapa y texto, México.
- Linares, A., F. Olóriz y A. B. Villaseñor, 1997. Presencia de *Tropidoceras flandrini* (Dumortier) en Pozo Serna, Sonora (México). *Revista Española de Paleontología*, 12 (2):257-264
- McGhee, G. R., Jr., 1981. Evolutionary replacement of ecological equivalents in Late Devonian benthic marine communities. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 34: 267-283.
- Michalzik, D., 1985. Stratigraphy and Paleogeography of the Northeastern Sierra Madre Oriental, Mexico (Triassic-Lowermost Cretaceous). *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*. Teil I. Heft 9-10: 1161-1169.
- Michalzik, D. Y Schumann, D., 1994. Lithofacies relations and paleoecology of the Late Jurassic to Early Cretaceous fan delta to shelf depositional system in the Sierra Madre Oriental of Nord-east Mexico. *Sedimentology* 41:463-477.
- Moore, R., 1969. *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Parte N., 1-2, Mollusca 6, Bivalvia:951 p.
- Nikitin, S., 1890. Einiges über den Jura in Mexico und Centralasien. *Neues Jahrbuch Mineralogische Geologie und Paläontologie*, . 2, 273 p.

- Nyst, H. y G., Galiotti, 1839, Sur quelques fossiles du calcaire Jurassique de Tehuacan au Mexique. Bull. Acad. Royal Sc. Belgique, Vol. 7, pt. 2: 212 - 221.
- Olóriz F., 1987. El significado biogeográfico de las plataformas mexicanas en el Jurásico Superior. Consideraciones sobre un modelo eco-evolutivo: Revista Sociedad Mexicana de Paleontología, 1(1): 219-247.
- Olóriz, F., López A., Villaseñor, A.B. y González, C., 1988. Análisis isotópico y consideraciones paleoecológicas en el Jurásico Superior de México (Fm. La Casita, Cuencamé, Durango). Datos preliminares. Congreso Geológico de España, Comunicaciones, 1: 144-148.
- Olóriz, F., González, C., Hoedemaekerm Ph., Marques, B., Moliner, L., Rodríguez-Tovar, F.J., Tavera, J.M., Villaseñor, A.B. y Westermann, G.E.G., 1990a. Ecostratigraphy and sequences stratigraphy. A new approach to interpret the ammonite record. IV Jornadas Paleontológicas, Granada, España, p.47 (resumen).
- Olóriz, F., A.B. Villaseñor, C. González y G.E.G. Westermann, 1990b. Las plataformas mexicanas durante el Jurásico Superior. Un ejemplo de áreas de recepción en Biogeografía. In: Civis, J. y J.A., Flores (eds.). Actas Paleontológicas. Actas IV Jornadas Paleontológicas. Salamanca, España: 277-287.
- Olóriz, F., González-Arreola, C., Lara, L., Villaseñor, A.B. y Westermann, G.E.G., 1992. Significant ammonites and calpionellids for correlation within the Upper Jurassic-Lowermost Cretaceous in the southern margin of the Northamerican Plate. Table Ronde Européenne, Lyon, France, 38.
- Olóriz, F., L. Lara, A. De la Mora, A.B. Villaseñor y C. González-Arreola, 1993. The Kimmeridgian/Tithonian boundary in the "Barranquito del Alacrán" section at Cuencamé (Durango, México); its biostratigraphy and ecostratigraphic interpretation. Acta Geologica Polonica, 43(3-4): 273-277.
- Olóriz, F., Villaseñor, A.B., González-Arreola, C., Westermann, G.E.G., 1996. Interpreting update ammonite biostratigraphy. The Upper Jurassic-Lowermost Cretaceous in the Alamos area, Sierra de Catorce, San Luis

- Potosí (North-central Mexico). IV International Symposium Cephalopods Present and Past, Granada, España:134-136.
- Olóriz, F., Villaseñor, A.B. y González-Arreola, C., 1997. Factors controlling upper Jurassic ammonite assemblage in north-central Mexico. *Lethaia*, 30(4):337.
- Olóriz, F., Villaseñor, A.B. y González-Arreola, C., 1998a. Re-evaluation of *Procaspedites* Spath, 1930 (Ammonitina) from the Upper Kimmeridgian of Mexico. *Bull. Soc. Géol. France*, 169(2):243-254.
- Olóriz, F., Villaseñor, A.B. y González-Arreola, C. Y Westermann, G.E.G., 1998b. Ammonites biostratigraphy and correlation in the Late Jurassic-Earliest Cretaceous La Caja Formation of north-central Mexico (Sierra de Catorce, San Luis Potosí). In: F. Olóriz y F.J. Rodríguez-Tovar (eds.) *Advancing research on Living and fossil cephalopods*. Plenum (en prensa).
- Pavlov, A. P., 1907. Enchaîn des Aucelles et Aucellines du Crétacé Russe. *Soc. Imp. Naturalistes Moscow Nouv. Mém.*, v. 17, Livr. 1: 1-93, pls. 1-6..
- Pessagno , E. A., J.F. Longoria, D. Meyerhoff y M.E. Keldorf., 1993. Tectonostratigraphic significance of the San Pedro del Gallo area, Durango, Western Mexico. In: Dunn, G. and K. McDougall, eds., *Mesozoic Paleogeography of the Western United States-II*. Pacific Section SEPM, *Booc* 71: 141-156
- Rigby, J.K., 1958. Frequency curves and death relationships among fossils. *Journal of Paleontology*, 32: 1007-1009.
- Rodgers , C.L., Cserna Z., Tavera, E., Van Volte, R., y Ojeda J., 1961 . Reconocimiento geológico y depósitos de fosfatos del norte de Zacatecas y áreas adyacentes en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí. *Consejo de Recursos No Renovables*, 56:332 p.
- Root, R. B., 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher: *Ecological Monographs*, 37: 317-350.
- Salvador, A., Westermann, G.E.G., Olóriz, F., Gordon, M.B. y Gursky, H.J., 1992. Meso-America. In: G.E.G. Westermann ed.). *The Jurassic of the Circum-Pacific*. Cambridge University Press: 93-121.

- Schumann, D., 1985. Environment and post-mortem History of Upper Jurassic Ammonites in Nuevo León, NE Mexico. In: Wiedman, J. y J. Kullman (eds.) Cephalopods Past and Present: 731-736.
- Schumann, D., 1988. Observaciones paleoecológicas en secuencias del Kimmeridgino-Tithoniano (Formación La Casita) de Nuevo León, Noreste de México. In : Barbarín, J.M. y D. Michalzik, (eds.). Universidad Autónoma de Nuevo León. Actas de la Facultad de Ciencias de la Tierra Universidad Autónoma de Nuevo León., 3: 43-60.
- Scott, R.W., 1974. Bay and shore face benthic communities: In: Scott, R.W. and R.R. West (eds.). Structure and Classification of Paleocommunities. Dowden, Hitchinsm and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania: 29-66.
- Speyer, S.E. y Brett, C.E., 1986. Trilobite taphonomy and middle Devonian taphofacies. *Palaios*, 1:312-327.
- Verma, H. M. and G.E.G. Westermann, 1973. The Tithonian (Jurassic) ammonite fauna and Stratigraphy of Sierra Catorce, San Luis Potosi, Mexico. *Bulletins of American Paleontology*, 63(227): 320.
- Villaseñor, A.B., 1991. Aportaciones a la bioestratigrafía, basada en fauna de amonites de la sucesión del Jurásico Superior (Kimmeridgiano-Tithoniano) del área de Mazapil, Zacatecas, México. Tesis Doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México, 156 p., 13, láminas.
- Villaseñor, A.B. y C. González Arreola, 1988. Fauna de amonitas y presencia de *Lamellaptychus murocostatus* Trauth del Jurásico Superior de la Sierra de Palotes, Durango. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, revista, 7(1): 71-77.
- Villaseñor, A.B., Olóriz, F. Y González-Arreola, C., 1998. Recent advances in Upper Jurassic (Kimmeridgian-Tithonian) ammonites biostratigraphy from North-central Mexico. Based on new collected ammonites assemblages *GeoResearch Forum (in litt.)*
- Ziegler, A.M., 1965. Silurian marine communities and thier environmental significance, *Nature* 207: 270-272.

LÁMINA I

Posidonia sp.

1. valva convexa, desgaste poco significativo, Nivel 12 a
2. valva convexa, poco desgaste, Nivel 12a
3. valva convexa, molde interno, Nivel 12 a
4. valva convexa, molde interno, Nivel 494

Aulacomyella neogaeum

5. valvas articuladas en posición convexa, Nivel 14c
6. valvas articuladas en posición convexa, Nivel 14 f

Buchia concentrica

7. valvas desarticuladas, posición convexa, Nivel 14a

Lucina potosina

8. valvas articuladas, posición convexa, Nivel 464base
9. valva desarticulada, posición convexa, Nivel 481

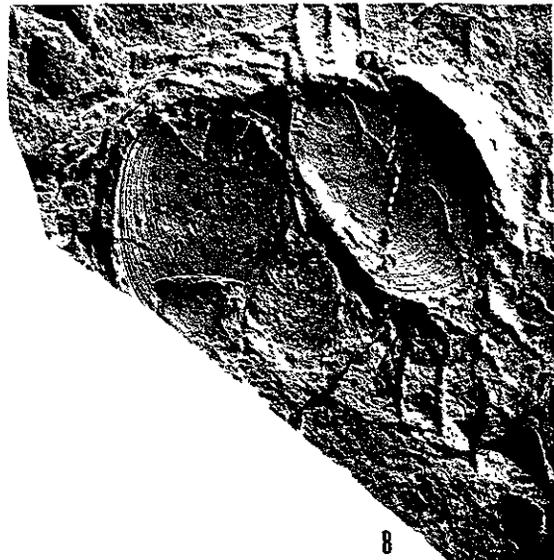
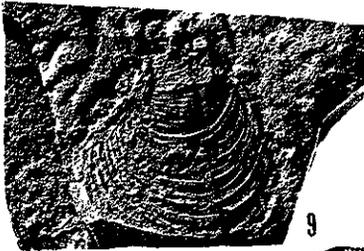
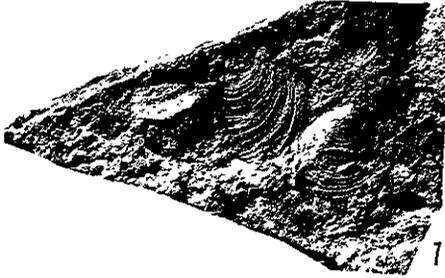
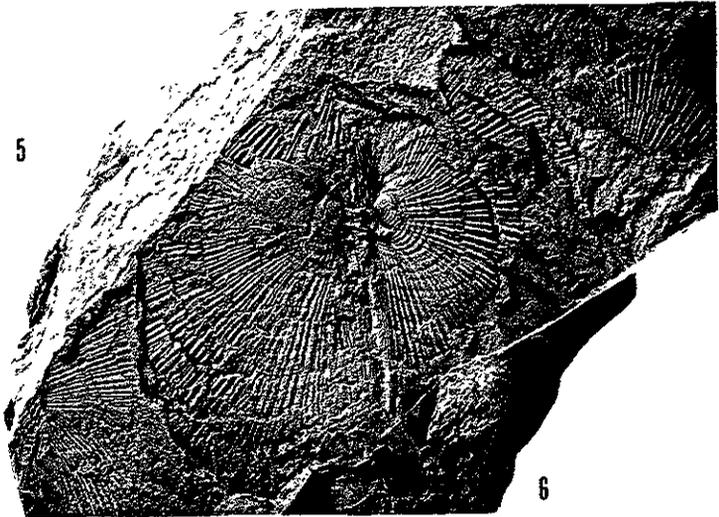
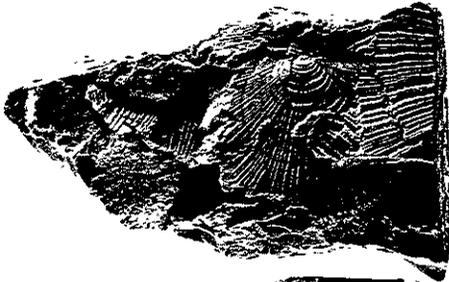


LÁMINA II

Astarte posticalva.

1. Valva desarticulada, desgaste poco significativo posición convexa, Nivel 469
2. valva desarticulada, desgaste poco significativo, posición convexa, Nivel 460
3. valva desarticulada desgaste significativo, posición convexa, Nivel 460

Ostrea sp.

4. valva desarticulada, sin desgaste, posición convexa. Nivel 493

Buchia okensis

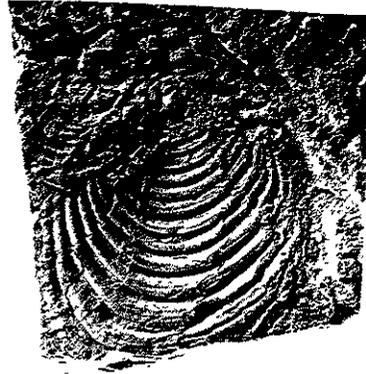
5. valvas desarticuladas, sin desgaste, posición convexa, Nivel int 3-4.

Buchia sp.

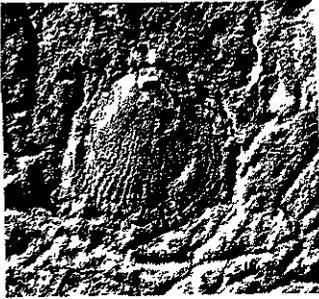
6. valva desarticulada, molde interno. Nivel 481 techo



1



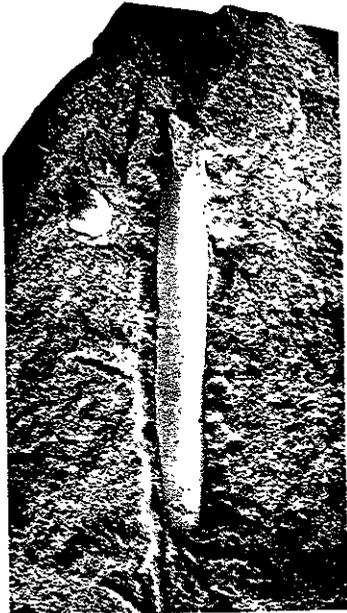
2



3



4



5

LÁMINA III

Buchia keyserling

1. valva desarticulada, sin desgaste, posición convexa.
Nivel 479

Buchia okensis

2. valva articuladas, sin desgaste, posición convexa.
Nivel 475

? *Lima* sp.

3. valva desarticulada, desgaste poco significativo,
posición convexa., Nivel 479d

Campctonectes (Camptochlamys) obscurus

4. valvas desarticuladas, excelente conservación, posición
convexa, Nivel 483/484

Belemnite

5. desgaste poco significativo, en relación con la
conservación del bivalvo, Nivel 469techo

