

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	II
TABLA DE CONTENIDO	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Formulación del estudio propuesto.....	1
1.2 Hipótesis de trabajo	1
1.3 Objetivos.....	1
1.3.1 Objetivo general	1
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Marco metodológico	2
1.4.1 Análisis de difracción de rayos X	2
1.4.2 Descripción morfológica macroscópica.....	3
1.4.3 Descripción petrográfica microscópica.....	3
1.5 Ubicación y accesos.....	4
1.5.1 Formación Coquimbo.....	4
1.5.2 Formación Horcón.....	5
1.5.3 Formación Navidad.....	6
CAPÍTULO 2. MARCO GEOLÓGICO	8
2.1 Contexto geológico regional.....	8
2.2 Estratigrafía de los depósitos de interés.....	9
2.2.1 Formación Coquimbo.....	9
2.2.2 Formación Horcón.....	11
2.2.3 Formación Navidad.....	13
2.3 Edades.....	15
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO	18
3.1 Concreciones carbonáticas.....	18
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	25
4.1 Formación Coquimbo	25
4.1.1 Descripción macroscópica, microscópica y análisis XRD de muestras.....	27
4.2 Formación Horcón	35
4.2.1 Descripción macroscópica, microscópica y análisis XRD de muestras.....	37
4.3 Formación Navidad.....	41

4.3.1 Descripción macroscópica y microscópica de muestras	44
CAPÍTULO 5. DISCUSIONES	67
5. 1 Formación Navidad:	67
5.1.1 Control granulométrico en la morfología concrecionaria	67
5.1.2 Tipos de crecimiento concrecionario:	67
5.1.3 Origen del cemento concrecionario:	68
5.1.4 Evidencias de periodos de omisión sedimentaria:	68
5.1.5 Pellets de glauconita autógenos	69
5.1.6 Extinción radiaxial	71
5.1.7 Modelo de evolución concrecionaria	71
5.1.8 Resumen	76
5.2 Formaciones Horcón y Coquimbo	77
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES	79
6.1 Recomendaciones	79
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXO	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de las zonas de interés para este estudio, relativas a la Formación Coquimbo (sector Lomas del Sauce y Los Clarines).	5
Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de interés para este estudio, relativa a la Formación Horcón.	6
Figura 3. Mapa de ubicación de la zona de interés para este estudio, relativa a la Formación Navidad (sector Punta Perro).....	7
Figura 4. Distribución de las cuencas sedimentarias neógenas ubicadas a lo largo de la costa Pacífica de Chile. La Formación Coquimbo pertenece a la cuenca homónima (color rojo, número 1), mientras que las formaciones Horcón y Navidad son parte de la cuenca de Navidad (color rojo, número 2). Se muestra la posición del JFR a los ca. 7 Ma. Modificado de Le Roux et al., 2006... 8	8
Figura 5. Mapa geológico del área La Serena – La Higuera, en el que se ilustran los sitios de extracción de muestras referente al sector Lomas del Sauce y Los Clarines (Figura 1). Modificado de SERNAGEOMIN.	10
Figura 6. Mapa geológico del área Quillota – Portillo, en el que se ilustra el sitio de extracción de muestras. Modificado de SERNAGEOMIN.	12
Figura 7. Mapa geológico del área de estudio referente a la Formación Navidad, en el que se ilustra el sitio de extracción de muestras (sector de Punta Perro). Modificado de Rodríguez, 2008.	13

Figura 8. Relación temporal entre el crecimiento concrecionario y la compactación sedimentaria. A: concreción formada previo a una compactación considerable. B: concreción creciendo durante la compactación. C: concreción formada luego de la compactación, alojada en sediment pelítico. D: concreción formada luego de la compactación, alojada en sedimento psamítico. Extraído de Marshall y Pirrie (2013).	19
Figura 9. Ilustración del modelo de equilibrio: la sobresaturación (homogéneamente distribuida; línea discontinua) se lleva a cabo vía difusión donde quiera que exista un núcleo que favorezca una nucleación heterogénea.....	21
Figura 10. Ilustración del modelo de equilibrio local: la sobresaturación (línea discontinua) se produce localmente vía procesos de descomposición de materia orgánica mediados biológicamente y de difusión.	22
Figura 11. Esquema representando el modelo de mezcla de fluidos, en el que el crecimiento concrecionario y la sobresaturación implicada (línea discontinua) se verían favorecidos por un intercambio de fluidos eventualmente facilitado por estructuras previas.....	23
Figura 12. Ilustración de los dos modos de crecimiento concrecionario: pervasivo y concéntrico (A y B). A la derecha, se evidencian distintas microfábricas posibles de observar a lámina delgada. A: modelo concéntrico, en el que la concreción creció durante distintos estadios compactacionales. B: crecimiento pervasivo que evidencia una cementación temprana incompleta dando lugar al relleno del espacio de poros por generaciones tardías de cemento.	24
Figura 13. Fotografía del interior de la calicata donde se levantó la columna estratigráfica referente al sector Lomas del Sauce.	25
Figura 14. Columna estratigráfica levantada en la localidad de Lomas del Sauce (Figura 1). Modificada de De los Arcos et al., 2017. Coordenadas de ubicación: 29°59'42.21" S; 71°20'2.21" W. De base a techo, el primer punto de extracción corresponde a las muestras Coq_02 y Coq_04 mientras que, el segundo, a la muestra Coq_05.	26
Figura 15. Columna estratigráfica del sector Los Clarines y sitio de obtención de la muestra Coq_06 (capa de arenas bioclásticas con cemento calcáreo). Modificado de Partarrieu (en prep.).	27
Figura 16. Imagen de la muestra Coq_02, en la que se señalan los nódulos color negro posibles de observar (flechas blancas).	28
Figura 17. Vista microscópica de la muestra Coq_02 obtenida con SEM-EDS.	29
Figura 18. Tablas referentes a la composición elemental observada tanto fuera (tabla izquierda) como como dentro (tabla derecha) de los nódulos negros de la muestra Coq_02, obtenidas a través del análisis SEM-EDS.	29
Figura 19. Imagen de la muestra Coq_04, en la que se aprecian fragmentos concrecionarios irregulares en una matriz tamaño limo grueso.....	30
Figura 20. Muestra Coq_04 observada a lámina delgada. A: nicoles paralelos. B: nicoles cruzados.	31
Figura 21. Imagen de la muestra Coq_05, en la que se observan fragmentos concrecionarios irregulares en una matriz tamaño limo grueso obtenido de la capa 7 (Figura 14).	31
Figura 22. Colección de imágenes observadas a lámina delgada de la muestra Coq_05. A: vetilla sinuosa e irregular observada a nicoles paralelos. B: acercamiento a nicoles paralelos, evidenciando clastos pobremente seleccionados. C: contacto entre las dos zonas reconocidas, observado a nicoles paralelos.....	33

Figura 23. Imagen de la muestra Coq_06, en la que se observan dos fragmentos concrecionarios irregulares, color pardo amarillento, desarrollados en una matriz tamaño arena fina de composición arcósica.	34
Figura 24. Muestra Coq_06 observada a lámina delgada. A: vista a nícoles paralelos evidenciando clastos bien seleccionados inmersos en una matriz micrítica. B: acercamiento a nícoles cruzados evidenciando parches de micrita y cemento pseudoesparítico.	35
Figura 25. Lugar de obtención de las muestras concrecionarias pertenecientes a la Formación Horcón (sección transversal realizada para la confección del paso bajo nivel que permite la intersección de la ruta F-210 con el aeródromo de Quintero). Coordenadas 32°47'54.65" S, 71°31'15.25" W.	35
Figura 26. Columna estratigráfica levantada el sector de obtención de las muestras concrecionarias pertenecientes a la Formación Horcón. Las muestras HO_01 y HO_02 fueron extraídas de los primeros metros de la sucesión observable.	37
Figura 27. Imagen de la muestra Ho_01, en la que se observan distintos fragmentos concrecionarios color marrón claro, de morfología irregular y carácter oxidado.	37
Figura 28. Colección de imágenes a lámina delgada de la muestra HO_01. A: vista a nícoles paralelos de la zona interna, compuesta de óxidos de hierro como cemento concrecionario. B vista a nícoles paralelos de las distintas zonas al interior de la concreción (C: centro concrecionario; B: borde). C: vista a nícoles paralelos de la porosidad remanente observada en la capa externa (flechas rojas), compuesta de pseudoesparita como cemento concrecionario.	39
Figura 29. Imagen de la muestra Ho_02, en la que se observan distintos fragmentos concrecionarios de morfología irregular, color gris verdoso.	40
Figura 30. Colección de imágenes a lámina delgada asociadas a la muestra HO_02. A: vista a nícoles paralelos evidenciando clastos bien seleccionados inmersos en una matriz micrítica y en presencia de cemento pseudoesparítico. B: porosidad móldica observada a nícoles paralelos. C: reemplazo diagenético feldespato – carbonato observado a nícoles paralelos y evidenciado por superficies cóncavas hacia el huésped.	41
Figura 31. Vista general del afloramiento de donde se obtuvieron las muestras analizadas y donde se levantó la columna estratigráfica de interés (Figura 31).	42
Figura 32. Columna estratigráfica del sector de extracción de las muestras relativas a la Formación Navidad. De base a techo, el primer punto de extracción corresponde a las muestras CNAV_1, CNAV_2, CNAV_3 y CNAV_17, mientras que el segundo punto alude a las muestras CNAV_19, CNAV_20A, B y CNAV_12.	43
Figura 33. Colección de imágenes referente a la Formación Navidad, en la que se observan distintas estructuras sedimentarias como laminación cruzada mamblada (A), laminación cruzada en artesa (B), laminación paralela continua (C) y una estructura de socavamiento y relleno (D), producida probablemente por acción del oleaje gatillado por procesos de tormenta, además de trazas asociadas a la icnofacies <i>Skolithos</i> (E, F).	44
Figura 34. Imagen de la muestra CNAV_1. A: vista frontal; B: vista trasera; C: vista interior dado un corte transversal perpendicular a la superficie de estratificación, en la que se observa una zona interna color gris azulado a la que le sigue el desarrollo de capas concéntricas correspondientes a la zona externa.	45
Figura 35. Muestra CNAV_1 observada a lámina delgada. A-G: presencia de porosidad móldica y eventuales trizas volcánicas (evidenciada por los círculos rojos), además de cemento	

pseudoesparítico. H: vetilla sinuosa e irregular que corta los componentes del cuerpo concrecionario, indicada por las flechas rojas.	46
Figura 36. Colección de imágenes a lámina delgada de la muestra CNAV_1 evidenciando la transición de borde a núcleo de las capas concéntricas a la zona interna (C: centro concrecionario; B: borde). Las líneas rojas indican los contactos entre las capas concéntricas observadas. A: vista a nícoles paralelos de la transición zona interna – zona externa. B: vista a nícoles cruzados. C, D: vistas a nícoles paralelos de la transición zona interna – zona externa en otro sector del volumen concrecionario. E: vista a nícoles paralelos de una de las capas de la zona externa, compuesta de cemento feldespatítico de carácter poiquilotópico. F: vista a nícoles cruzados.	47
Figura 37. Muestra CNAV_1 a lámina delgada evidenciando cemento concrecionario de tipo pseudoesparítico y procesos de reemplazo feldespato – carbonato (A-B), representado por superficies cóncavas hacia el huésped (círculos rojos), además de porosidad remanente observable (C) indicada por las flechas rojas.	48
Figura 38. Imagen de muestra CNAV_2 (A: vista frontal; B: vista lateral; C: vista interior dado un corte transversal paralelo a la superficie de estratificación). Notar que no se observa un núcleo visible, evidenciándose la presencia de una zona interna color gris azulado rodeada de capas concéntricas color gris claro y marrón anaranjado, que componen la zona externa.	49
Figura 39. Imagen de la muestra CNAV_3 (A: vista frontal; B: vista lateral; C: vista de corte transversal perpendicular a la superficie de estratificación). Notar la presencia de un núcleo elipsoidal de madera fosilizada, que presenta bioturbación asociada a Teredolites, el cual es rodeado por una zona interna color gris azulado a la que le sigue una zona externa compuesta de capas concéntricas color marrón anaranjado. En ésta última, es posible observar un molde interno de gastrópodo indeterminado adherido a ella (B).....	50
Figura 40. Colección de imágenes a lámina delgada de la muestra CNAV_3. A: vetilla presente en el fragmento de madera fosilizada, rellena con cemento esparítico. B: galerías asociadas a la icnofacies Teredolites rellenas de cemento pseudoesparítico y material clástico. C: galería rellena de dos generaciones de cemento esparítico distintas: prismático – acicular hacia los bordes y mosaico inequigranular hacia el centro. D: presencia de materia orgánica y minerales opacos alojados en las galerías. E-G: evidencias de pirita diseminada en las galerías (círculos rojos), además de materia orgánica (E,F: luz transmitida; G: luz reflejada).	51
Figura 41. Colección de imágenes a lámina delgada de la muestra CNAV_3. A-B: pellets de glauconita autógenos. C, D, E, F, G, H: vista de los componentes bioclásticos observados a nícoles paralelos, asociados a Phylum Foraminífera.	53
Figura 42. Colección de imágenes a lámina delgada de la muestra CNAV_3. A-B: porosidad remanente observada en la zona interna concrecionaria. C-D: ligera disminución del espacio intersticial desde el núcleo (C) al borde (D) de la zona interna de la concreción.	54
Figura 43. Imagen de muestra CNAV_17. A: vista frontal; B: vista lateral; C: vista interior dado un corte transversal paralelo a la superficie de estratificación. La flecha blanca indica el techo de la sucesión.	55
Figura 44. Colección de imágenes a lámina delgada de la zona interna de la muestra CNAV_17. A-B: los círculos y flechas rojas indican la presencia de esparita de carácter radiaxial. C: evidencia de dos generaciones de cemento observables en el espacio intersticial. D: contacto entre un lente de arena muy gruesa a gravilla fina y su entorno.	56
Figura 45. Imagen de la muestra CNAV_18 (A: vista frontal; B: vista trasera; C: vista interior dados dos cortes transversales, uno paralelo y otro perpendicular a la superficie de estratificación).	

La flecha blanca indica el techo de la sucesión. Notar la presencia de una zona interna color gris azulado, que es rodeada por capas concéntricas de distinta composición, color gris claro y marrón anaranjado (C).	57
Figura 46. Imagen de la muestra CNAV_19 (A: vista lateral; B: vista frontal; C: vista interior producto de un corte transversal paralelo a la superficie de estratificación). La flecha blanca indica el techo de la sucesión. Notar la presencia de una zona interna color gris azulado, que es rodeada por capas concéntricas de distinta composición, color gris oscuro, gris claro y marrón anaranjado, descritas desde centro a borde (C).	58
Figura 47. Imagen de la muestra CNAV_20A. La flecha blanca indica el techo de la sucesión. Notar la presencia del núcleo concrecionario compuesto de un fragmento de madera fosilizada en presencia de bioturbación asociada a Teredolites, rodeado de una zona interna color gris azulado a la que le sigue una zona externa color marrón claro.	59
Figura 48. Colección de imágenes observadas a lámina delgada y referentes a la muestra CNAV_20A. A: presencia de porosidad remanente al interior del núcleo. B: pseudoesparita rellenando el espacio intersticial de la zona interna concrecionaria. C: textura de reemplazo feldespato – carbonato a modo de superficies cóncavas hacia el huésped (indicado por los círculos rojos). D-E: presencia de pellets glauconíticos en la zona interna concrecionaria. F: fantasmas de bivalvos indeterminados presentes en la zona interna.	60
Figura 49. Imagen de la muestra CNAV_20B (A: vista superior; B: vista lateral). La flecha blanca indica el techo de la sucesión. El corte transversal evidencia la presencia de pequeños fragmentos de madera fósil rodeados de una abundante zona interna color gris azulado.	61
Figura 50. Colección de imágenes observadas a lámina delgada asociadas a la muestra CNAV_20B. A: galerías asociadas a Teredolites, rellenas y cementadas. B, F: fantasmas de bivalvos indeterminados presentes en la zona interna de la concreción. C, H, I, J, K, L: evidencias de pellets glauconíticos en presencia de minerales opacos ubicados en la zona interna de la concreción. D, G: evidencia de dos generaciones de cemento concrecionario observados en la zona interna. Notar el carácter radiaxial del cemento esparítico observado en D. E: fantasma de una espícula de equinodermo. M: presencia de piritita diseminada en toda la zona interna de la concreción.	63
Figura 51. Imagen de la muestra CNAV_12 (A: vista frontal; B: vista interior dado un corte transversal paralelo a la superficie de estratificación). La flecha blanca indica el techo de la sucesión. El corte transversal evidencia la presencia de vetillas sinuosas e irregulares rellenas por material carbonático al interior de la zona interna de la concreción.	64
Figura 52. Colección de imágenes a lámina delgada referentes a la muestra CNAV_12. A: vetilla sinuosa e irregular rellena de microesparita. B: vetilla sinuosa e irregular rellena de goethita (cemento tardío). C-D: molde de bivalvo relleno de mesoesparita tipo ‘bladed’. E: vetilla rellena de goethita que corta los pulsos inyectivos. F: porosidad remanente rodeada de microesparita proveniente de la inyección. G: textura de reemplazo feldespato – carbonato evidenciada por superficies cóncavas hacia el huésped. H: vetilla rellena de microesparita, proveniente de la inyección clástica, que acarrea clastos de su entorno en su interior otorgándole un carácter no consolidado a la concreción al momento de la inyección. I: Inyección de material carbonático en la concreción, donde se observan dos pulsos de características texturales distintas (el primero, compuesto de microesparita y el segundo, de micrita). K: vetillas sinuosas rellenas de microesparita, provenientes de la inyección. L: vetilla sinuosa no rellena.	66

Figura 53. Ocurrencia de depósitos glauconíticos (tanto modernos como antiguos) en diferentes ambientes depositacionales. Notar la pausa en las ocurrencias más allá del borde de talud. Extraído de Banerjee et al., 2016.	70
Figura 54. Esquema temporal evolutivo de la muestra CNAV_3, considerada representativa para el estudio llevado a cabo en la Formación Navidad, resumido en 7 etapas evolutivas (más detalles en el texto).	72
Figura 55. Esquema representativo de las primeras etapas de formación y crecimiento concrecionario, en la que se presenta un fragmento de madera depositado por decantación (1) y que, luego de esto, fue moderadamente bioturbado (2) en presencia de trazas asociadas a Teredolites (más detalles en el texto).	72
Figura 56. Esquema representativo de las siguientes 3 etapas de crecimiento concrecionario. Éstas consisten en un enterramiento apresurado del fragmento vegetal debido eventualmente a un rápido y repentino depósito, que permitiría (en presencia de omisión) la formación de la zona interna alrededor del núcleo concrecionario. Luego, la exposición a condiciones oxidantes (cambio en la química del agua de poros) permitiría la formación de la zona externa de la concreción (más detalle en el texto).	74
Figura 57. Modelo esquemático de las fuentes de carbonato según el grado de enterramiento. Extraído de Marshall y Pirrie (2013).	74
Figura 58. Esquema representativo de las últimas dos etapas de crecimiento concrecionario. Un evento erosivo de corta duración, probablemente asociado a eventos de tormenta, habría permitido la exposición de la concreción sobre la interfaz agua – sedimento y su interacción con organismos bentónicos. Luego de esto, se reanuda la sedimentación en condiciones marinas someras sobre el nivel del oleaje en tiempos de tormenta (más detalle en el texto).	76
Figura 59. Implementos utilizados en la preparación de muestras para análisis de roca total vía difracción de rayos X.	88
Figura 60. Coordenadas UTM asociadas a los puntos de control de obtención de las muestras concrecionarias extraídas de la Formación Navidad.	88
Figura 61. Esquemas estratigráficos definidos para la formación Navidad. Extraída de Gutiérrez et al., 2013.	89
Figura 62. A. Columna del holoestratotipo de base definido para la formación Navidad (33°54'40.11" S, 71°50'39.18" O). B. Columna del paraestratotipo de techo definido para la formación. Extraído de Encinas et al., 2006. TG: tamaño de grano. Ac: arcilla. Lm: limo. Amf: arena muy fina. Af: arena fina. Am: arena media. Ag: arena gruesa. Amg: arena muy gruesa. Glf: gravilla fina. GI: gravilla. Gr: grava. Rp: ripio. Rpb: ripio de bolones. LT: litología. 1. Conglomerado. 2. Coquina. 3. Arenisca. 4. Lutita y limolita. 5. Granito. 6. Tramo cubierto. 7. Conglomerado basal. 8. Discordancia. 9. Disconformidad. 10. Paraconformidad. ES: estructuras sedimentarias. 11. Estructura maciza. 12. Laminación paralela. 13. Ondulitas asimétricas. 14. Estratificación cruzada planar. 15. Estratificación cruzada en artesa. 16. Estratificación cruzada hummocky. 17. Laminación convoluta. 18. Pliegues sinsedimentarios ('slumps'). 19. Capas deslizadas ('Slides'). 20. Capas brechizadas. 21. Estructuras de escape de fluidos. 22. Intraclastos. 23. Superficie firme ('firmground'). 24. Lag de clastos. 25. Clastos imbricados. 26. Clastos líticos flotantes. F: fósiles. 27. Bivalvos. 28. Gastrópodos. 29. Foraminíferos. 30. Ostrácodos. 31. Briozoos. 32. Balanoideos. 33. Braquiópodos. 34. Corales solitarios. 35. Dientes de tiburón. 36. Crustáceos. 37. Troncos y fragmentos vegetales indeterminados. 38. Moldes de hojas. TF: trazas fósiles. 39. Skolithos. 40. Thalassinoides. 41. Ophiomorfa. 42. Trazas de escape. 43. Bioturbación	

indiferenciada. 44. Perforaciones ('Borings'). "PLEIST.?": arenas y conglomerados de paleoplayas y paleodunas de probable edad pleistocena. "HOL?": arenas de paleodunas de probable edad holocena.....	90
Figura 63. Colección de imágenes referente a la secuencia sedimentaria observada en el acantilado donde se definió el holoestratotipo de base de la Formación Navidad (A) (Figura 61), evidenciando sus horizontes concrecionarios (C-B).....	91
Figura 64. Fragmentos bioclásticos (valvas indeterminadas) de distintos tamaños, alojados en una concreción rodada.....	92
Figura 65. Se observan dos concreciones rodadas de morfología ovoidal. La de la derecha se encuentra asociada a una especie de la Clase Bivalvia, evidenciando su contribución al proceso de formación concrecionario.....	92
Figura 66. Colección de imágenes asociadas a la muestra CNAV_22, obtenida de los niveles superiores del acantilado donde se definió el holoestratotipo de base de la Formación Navidad (a los 38 m de altura). A: vista general. B: vista de un corte transversal.	93
Figura 67. Estructuras concrecionarias y trazas observadas en el afloramiento de la Formación Navidad. A: concreción dendrítica, probablemente compuesta de óxidos de hierro observada en los estratos basales del acantilado holoestratotipo de base de la Formación Navidad. B: concreción cilíndrica obtenida de los estratos superiores del acantilado holoestratotipo de base de la formación. C: vista al interior de la concreción cilíndrica (B), donde es posible observar abundante bioturbación asociada a <i>Teredolites</i> . D: concreción subsférica observada en los estratos superiores del acantilado holoestratotipo de base de la Formación Navidad. E: bioturbación asociada a <i>Thalassinoides</i> observada en los estratos superiores del acantilado holoestratotipo de la Formación Navidad (a los 38 m de altura). F: sitio de extracción de la muestra CNAV_12. G: Fragmento de valva indeterminado, observado a 1 m del sitio de obtención de la muestra CNAV_12.	94
Figura 68. Conglomerado basal de la Formación Navidad. A: vista general frente al acantilado holoestratotipo de base de la formación. B: Balanoideos en posición de vida observados en el conglomerado basal. C: bioturbación asociada a la icnofacies <i>Teredolites</i> observada en la matriz que compone al conglomerado basal.....	95
Figura 69. Vista de los niveles estratigráficos de donde se extrajeron las muestras de la Formación Navidad. Las imágenes A-E se disponen de norte a sur del afloramiento.	96
Figura 70. Vista de la falla de carácter normal observada en la Formación Navidad, presente en el afloramiento donde se levantó la columna estratigráfica (Figura 31). Notar la deformación experimentada por la concreción elipsoidal dados los esfuerzos estructurales symsedimentarios.	97
Figura 71. Modelo propuesto por Tsujita (1995) para explicar la estructura de socavamiento y relleno observada en la Formación Navidad (Figura 32). Éste alude a procesos de tormenta para su formación. A: se genera turbulencia en la apertura de madrigueras en un estadio temprano de proceso de tormenta. B: la turbulencia y el flujo vertical produce socavamiento del sustrato. C: se produce exhumación de sedimento enterrado y retrabajo tractivo. D: al aminorar la tormenta, se produce depósito de sedimento fino desde la suspensión generando un depósito gradado. E: destrucción de estructura sedimentarias primarias debido a bioturbación en condiciones meteorológicas normales.....	97
Figura 72. Trazas fósiles observadas en el afloramiento estudiado relativo a la Formación Horcón. A: relacionado a la icnofacies <i>Skolithos</i> . B: improntas asociadas a Bivalvia indet. C: traza asociada a <i>Thalassinoides</i> isp. D: traza asociada a <i>Diplocraterion</i> isp. Las imágenes fueron tomadas del estrato de limo arenoso, a los 4.5 [m] de potencia observada en la secuencia (Figura 25).	98