

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
I.1. Planteamiento del problema	1
I.2. Ubicación y vías de acceso.....	3
I.3. Listado de trabajos previos.....	4
I.3.1. Sector Estación Imilac – Quebrada Pajonales – Sierra de Almeida.....	4
I.3.2. Sector Salar de Atacama	5
I.3.3. Sector que incluye Escarpe El Bordo - Cerro Negro	5
I.4. Fisiografía.....	5
I.4.1. Depresión Central o Valle Longitudinal	5
I.4.2. Precordillera o Cordillera de Domeyko	6
I.4.3. Cuenca Pre-Andina o de los salares (Depresión Preandina).....	7
I.4.4. Cordillera Occidental	7
I.4.5. Altiplano.....	7
I.5. Marco Tectónico de los Andes Centrales entre los 23 y 27°S	8
I.5.1. ¿Extensión o compresión?.....	13
I.6. Marco geológico de unidades pre-cretácicas	15
I.6.1. Basamento Ordovícico indiferenciado	15
I.6.2. Formación Zorritas (Devónico-Carbonífero Inferior).....	18
I.6.3. Formación La Tabla (Carbonífero-Pérmico).....	18
I.6.4. Complejo Plutónico Imilac (Pérmico).....	19
I.6.5. Triásico volcánico-clástico Formación Pular (Triásico medio-superior).....	19
I.6.6. Intrusivos triásicos medio-superior	20
I.7. Hipótesis de trabajo	20
I.8. Objetivos	20
I.8.1. Objetivos generales	20
I.8.2. Objetivos específicos	20
I.9. Metodología Propuesta.....	21
II. METODOLOGÍA	22
II.1. Estratigrafía y Sedimentología.....	22
II.1.1. Ambiente Sedimentario	23
II.2. Conteo modal de clastos	26

II.3. Paleocorrientes	26
II.4. Geocronología U-Pb de circones detríticos	27
II.5. Interpretación Tectónica y Paleogeografía	28
II.5.1. Cuencas de antepaís	29
II.5.2. Cuencas extensionales	30
II.5.3. Efecto del Clima	31
III. RESULTADOS	33
III.1. Trabajos Previos y redefinición de nomenclaturas	33
III.1.1. Unidades Cretácicas	33
III.1.1.1. La sucesión “Purilactis”	33
III.1.1.2. Formación Quebrada Pajonales	38
III.1.2. Unidades Post-Cretácicas	39
III.1.2.1. Formación Cerro Totola (Lomas Negras)	39
III.1.2.2. Formación Naranja (antigua “Orange Formation”).....	40
III.1.2.3. Formación Loma Amarilla (Cerro Pichungo?) (antigua Formación Cinchado, Purilactis y Yesífera)	41
III.1.2.4. Formación Quebrada Tambores (antigua Formación Yesífera Superior, Pampa de Mula y, Cinchado)	43
III.2. Estratigrafía detallada de las Formaciones Quebrada Pajonales, Naranja, Loma Amarilla (Cerro Pichungo?), y Quebrada Tambores.....	47
III.2.1. Formación Quebrada Pajonales	47
III.2.1.1. Relación de contacto y disposición general.....	47
III.2.1.2. Subdivisión	47
III.2.1.2.1. Miembro Quebrada Vizcachas	47
III.2.1.2.2. Miembro Quebrada Gentilar.....	50
III.2.2. Formación Naranja	53
III.2.2.1. Relación de contacto y disposición general.....	53
III.2.2.2. Subdivisión	53
III.2.2.2.1. Unidad clástica inferior	53
III.2.2.2.2. Unidad volcánica superior	54
III.2.3. Formación Loma Amarilla (Cerro Pichungo?) (Antiguas Formaciones Cinchado y Yesífera)	56
III.2.3.1. Relación de contacto y disposición general.....	56
III.2.3.2. Subdivisión	56
III.2.3.2.1. Miembro Cordillera Agua Amarga.....	57
III.2.3.2.2. Miembro Pampa Imilac	58
III.2.4. Formación Quebrada Tambores	59

III.2.4.1. Relación de contacto y disposición general.....	59
III.2.4.2. Subdivisión	60
III.2.4.2.1. Unidad clástica inferior	60
III.2.4.2.2. Unidad mixta superior	61
III.3. Sedimentología	64
III.3.1. Litofacies	64
III.3.1.1. Conglomerado macizo con gradación inversa incipiente (Gmm)	64
III.3.1.2. Conglomerado macizo con gradación normal e inversa (Gmg)	64
III.3.1.3. Conglomerado estratificación cruzada en artesa (Gt).....	66
III.3.1.4. Conglomerado con laminación horizontal de régimen alto (Gh)	66
III.3.1.5. Conglomerado con estratificación cruzada plana (Gp)	66
III.3.1.6. Arenisca con estratificación cruzada en artesa (St)	66
III.3.1.7. Arenisca con estratificación cruzada plana (Sp).....	67
III.3.1.8. Arenisca laminada horizontalmente de flujos de régimen alto (Sh)....	67
III.3.1.9. Arenisca maciza (Sm).....	67
III.3.1.10. Fangolita, limolita y areniscas laminadas (Fl).....	68
III.3.1.11. Fangolitas y limolitas macizas (Fm).....	68
III.3.1.12. Paleosuelos (P)	68
III.3.2. Asociación de litofacies (elementos arquitecturales)	69
III.3.2.1. A – Canal meándrico con barras de punta.....	69
III.3.2.2. B – Llanura de inundación.....	69
III.3.2.3. C – “Sheet floods” no canalizados	71
III.3.2.4. D – Canales trenzados con barras de punta y/o flujos pseudoplásticos	71
III.3.2.5. E – Canal abandonado	71
III.3.2.6. F – Abanico aluvial distal	71
III.3.2.7. G – Flujos de detritos	71
III.3.2.8. H – Evaporitas	71
III.3.3. Análisis de sistema sedimentario.....	72
III.3.3.1. Sistema de río meándrico (S1).....	72
III.3.3.2. Sistema de río trenzado (S2).....	73
III.3.3.3. Sistema de abanico aluvial (S3)	73
III.4. Conteo de clastos en conglomerados	74
III.5. Paleocorrientes.....	76
III.6. Geocronología U-Pb de circones detríticos	78
III.6.1. Formación Quebrada Pajonales (Maastrichtiano-Daniano?).....	78
III.6.2. Formación Naranja (Paleoceno medio a superior)	80

III.6.3. Formación Loma Amarilla (Eoceno medio – Oligoceno inferior).....	81
III.6.4. Formación Quebrada Tambores (Oligoceno – Mioceno inferior).....	82
IV. DISCUSIÓN.....	84
IV.1. Nomenclatura estratigráfica	84
IV.2. Sedimentología.....	84
IV.3. Geocronología, paleogeografía y proveniencia.....	87
IV.3.1. Geocronología	87
IV.3.2. Paleogeografía y proveniencia	87
IV.4. Evolución y estilo de relleno de la Cuenca Pre-Andina.....	92
IV.5. Contexto geológico regional y las fases tectónicas	96
V. CONCLUSIONES.....	103
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	104
VII. ANEXOS y APÉNDICES	126
A. Columnas estratigráficas.....	126
B. Datos de datación de circones.....	135
C. Medición de Paleocorrientes.....	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Compilado de interpretaciones de la evolución tectono-sedimentaria propuesta para la Cordillera de Domeyko (CD) y la cuenca del Salar de Atacama (SdA).	12
Tabla 2. Descripciones e interpretaciones de las litofacies propuestas por Miall (1996). ...	22
Tabla 3. Clasificación y códigos de elementos arquitecturales, su agrupación de facies, geometría y relaciones características (Miall, 1996).	23
Tabla 4. Características de abanicos aluviales Tipo I versus Tipo II. Tomado de Blair y McPherson (1994).	24
Tabla 5. Asociación de facies y su código, ambiente depositacional, litofacies y geometría o litosoma para cada Formación. Entre paréntesis se muestra el (o los) elemento(s) arquitectural(es) de acuerdo a las descripciones de Miall (1996).	70
Tabla 6. Sistemas sedimentarios interpretados en las unidades cretácico-paleógenas.	72

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

- Figura I.1. Mapa regional del borde suroeste de América del Sur que muestra los rasgos morfoestructurales principales (letra negra), la ruta de acceso (en rojo), ciudades (circulo negro) y el área de estudio (cuadrado rojo). At = Salar de Atacama; Im = Salar de Imilac; PN = Salar de Punta Negra; Ar = Salar de Arizaro; Ca = Cuenca Calama. 4
- Figura I.2. Mapa geográfico con énfasis en los nombres utilizados en el trabajo y las unidades morfoestructurales. 6
- Figura I.3. Etapas y sub etapas del Ciclo Andino según Charrier *et al.* (2007). 8
- Figura I.4. Tomado de Henríquez (2012). Cuadro crono-estratigráfico relacionado con sus fases tectónicas y características estructurales de los actuales antearco (CD=Cordillera de Domeyko y AB= Salar de Atacama) y trasarco (P=Puna y EC=Cordillera Oriental) de la cordillera Occidental. Notar que las etapas de *rift* en la zona de trasarco están relacionadas con el *rifting* de Salta. 9
- Figura I.5. Tomado de Somoza y Ghidella (2012). Predicciones de tasas de convergencia en los 22°S por a) Pilger (1984), b) Pardo Casas y Molnar (1987), c) Somoza (1998), d) Somoza y Ghidella (2005). Las estrellas indican los movimientos de placas geológicas actuales según modelo MORVEL (DeMets *et al.*, 2010) y velocidades instantáneas medidas con GPS (Kendrick *et al.*, 2013). 12
- Figura I.6. Tomado de Reutter *et al.* (2006). Interpretación paleográfica de cuencas maastrichtianas después de Marquillas y Salfity (1988) en el arco y tras-arco (Formaciones Purilactis y Quebrada Pajonales) y hacia el este lado argentino, el subgrupo Balbuena depositado en etapa *post-rift* de Salta. 14
- Figura I.7. Mapa geológico modificado de la carta Imilac-quebrada Guanaqueros (Solari *et al.*, en prep.). Recuadros negros destacan las áreas estudiadas. 17
- Figura II.1. Tomado de Blair y McPherson (1994). Ilustraciones esquemáticas de perfil transversal e imagen en planta de diferencias entre abanicos aluviales dominados por flujos de detritos (A; Tipo I, *debris flow-dominated*) y los dominados por arroyadas en manto (B; Tipo 2, *sheet flood-dominated*). 25
- Figura II.2. Estilos fluviales relacionados con elementos arquitecturales y ciclos de gradación normal e inversa presentados por Miall (1996). Se muestran sólo los estilos fluviales que serán discutidos en este trabajo. 25
- Figura II.3. Propuesta de presentación de datos de conteo de clastos efectuada por Tucker (2003) para tres diferentes composiciones (A, B y C) ploteadas cada 5 m de columna estratigráfica. 26

Figura II.4. Resumen esquemático del proceso de relleno de las cuencas. Los dos primeros dibujos muestran la respuesta de sedimentación con y sin carga tectónica. Notar que cuando hay carga tectónica los sedimentos gruesos se acumulan en el margen de la cuenca. Los dos últimos dibujos muestran la respuesta sedimentaria esperada en caso de migración hacia la cuenca del frente de deformación. Tomado de Bascuñán (2014) quien modificó el modelo hecho por Yang y Miall (2010) y Yang (2011)..... 28

Figura II.5. Modelos y clasificación de cuencas de antepaís. A) Modelo de estilo de relleno de cuencas de antepaís de retroarco según Jordan (1995). B) Estilo y definición de depozonas en un sistema de cuencas de antepaís según DeCelles y Giles (1996)..... 29

Figura II.6. Arquitectura estratigráfica de los depósitos de ríos meándriformes. El grado de interconexión entre canales es función de la frecuencia relativa con que ocurren los procesos de avulsión y de los valores de la tasa de subsidencia (En Viseras y Fernández., 2010; Modificado de Nichols, 1999)..... 30

Figura II.7. Modelo de evolución tectono-sedimentaria presentado por Gawtorpe y Leeder (2000) para cuencas extensionales. A) Etapas iniciales de *rifting* con sistemas cerrados de flujos de agua y sedimentos que favorecen la presencia de lagos. B) Etapa avanzada de *rifting* con sistemas de drenajes paralelos al eje axial de la cuenca que favorecen ambientes fluviales..... 31

Figura III. 1 Distribución de unidades cretácico-paleógenas en la cuencas Pre-Andina modificado de SERNAGEOMIN (2003) y localidades tipo. Lom = cerro Loma Amarilla, Neg = cerro Negro, Qui = cerro Químal, Tot = cerro Totola, Paj = quebrada Pajonales, Tam = quebrada Tambores, Tol = quebrada Tolar. 34

Figura III. 2. Evolución del conocimiento en las cercanías del sector de Cerro Negro y del borde oeste del salar de Atacama..... 37

Figura III. 3. Columna esquemática generalizada desde el Maastrichtiano al Oligoceno en la zona de la carta Imilac-quebrado Guanaqueros (24°-24°30'S) y sus respectivas imágenes de algunos contactos entre las unidades. Notar el contacto erosivo pero angularmente concordante entre la Formación Quebrada Pajonales y la Formación Pular. Similarmente notar el contacto fuertemente erosivo y angularmente concordante entre la Formación Naranja y la Formación Loma Amarilla (Cerro Pichungo?). 45

Figura III. 4. Mapeo geológico regional modificado de Solari *et al* (en prep.) en la carta Imilac-quebrada Guanaqueros, mostrando la ubicación de las muestras analizadas en datación U-Pb, las secciones medidas y la dirección de paleocorrientes..... 46

Figura III. 5. Estructuras sedimentarias y características del miembro Quebrada Vizcachas. a) Marcas de arrastre. b) *Ripple marks*. c) Clastos imbricados. d) Ondulitas catenarias y bioturbación. e) Base del miembro Quebrada Vizcachas, fósiles retrabajados tamaños bloque (>26 cm) de saurópodos. f) Intraclastos de fangolitas con deformación plástica. 49

Figura III. 6. Relaciones de contacto y disposición espacial de las unidades cretácico-paleógenas. a) Contacto por falla entre las Formaciones Naranja y Loma Amarilla (Cerro Pichungo?) que

corta a sinclinal. b) Contacto estratigráfico entre las Formaciones Naranja y Loma Amarilla (Cerro Pichungo?). Línea continua negra subvertical marca el contacto erosivo entre la capa guía volcánica (unidad volcánica superior, Formación Naranja) y el conglomerado basal del miembro Cordillera Agua Amarga. Ambas formaciones presentan un manto $\sim 50^\circ$ al oeste. c) Discordancia angular entre depósitos sub-horizontales neógenos y el miembro Quebrada Gentilar con manto regional al este. d) Discordancia angular entre las Formaciones Loma Amarilla (miembro Pampa Imilac) y Quebrada Tambores (unidad clástica inferior). 52

Figura III. 7. Formación Naranja, unidad clástica inferior. Contacto entre secuencias rítmicas de areniscas y conglomerados con estratos métricos de areniscas rojas macizas (Sm). 54

Figura III. 8. Unidad volcánica superior de la Formación Naranja. a) Contacto basal de la lava con limo rojo plásticamente deformado. En la base se observa una textura de hialoclastita. b) Textura de autobrecha. c) Peperita de arenisca roja (lámina delgada en Figura III. 12, g y h). d) Corte transparente (NX) de la muestra enviada a análisis químico (IME-49q) mostrando una textura porfírica con fenocristales de olivino y clinopiroxenos bien preservados en una matriz microcristalina de plagioclasas, clinopiroxeno y ortopiroxeno. 55

Figura III. 9. Miembro Pampa Imilac de la Formación Loma Amarilla (Cerro Pichungo?) basculados $\sim 45^\circ$ al oeste, mostrando flujos de detritos hiper-concentrados, mal seleccionados (Gmm) y la presencia diagnóstica de clastos intrusivos granitoides. 59

Figura III. 10. Clasto granitoide cercano a 1.5 m de diámetro ubicado en la base de la Formación Quebrada Tambores. La cabeza del martillo mide aproximadamente 30 cm. 61

Figura III. 11. Formación Quebrada Tambores con suave inclinación hacia el oeste. Contacto gradual entre unidad clástica inferior y la unidad mixta superior. Hacia el techo de la unidad mixta superior se observan facies evaporíticas de calcreta y silcreta (P). 62

Figura III. 12. Secciones delgadas en NP y NX. (a y b) Arenisca lítica de la Formación Quebrada Pajonales de baja madurez composicional. Flechas blancas indican líticos de glauconita y micrita. (c y d) Formación Quebrada Tambores (unidad mixta superior) reemplazo parcial de carbonatos por sílice microcristalino y calcedonia. (e y f) Formación Quebrada Tambores (unidad clástica inferior). Arenisca de moderada madurez textural con cemento de esparita reemplazando a matriz micrítica que se encuentra bordeando granos hacia la izquierda. Flecha blanca indica presencia de líticos granitoides. (g y h) Peperita recolectada en la lava basáltica de la Formación Naranja. Arenisca fina, bien seleccionada, sub-redondeada con matriz con abundante oxi-hidróxidos de hierro. 63

Figura III. 13. Ejemplo de litofacies identificadas. a) Gradación inversa en conglomerados con estratificación incipiente (Gmg) intercalado en areniscas macizas (Sm). El martillo muestra la base. b) Conglomerado con estratificación cruzada en artesa (Gt). c) Facies finas (Fm o Fl) rellenando un canal abandonado (remarcado en negro) inmerso en facies fluviales trenzadas (Gmg, Gh, Gp, Sh). d) Conglomerado caótico (Gmm). e) Calcreta con hábito nodular (litofacies P). f) Intercalación decimétrica de fangolita maciza y arenisca muy fina en llanura de inundación (Fl). 65

Figura III. 14. Ejemplo de jerarquización de litofacies y agrupación de litofacies efectuado en el miembro Quebrada Vizcachas.....	73
Figura III. 15. Cuento modal de clastos en conglomerados efectuado en la cordillera Agua Amarga con énfasis en las unidades principalmente paleógenas (Paleoceno medio-Oligoceno?). Este resultado incluye las Formaciones Naranja, Loma Amarilla (Cerro Pichungo?) y Quebrada Tambores.	75
Figura III. 16. Mediciones de paleocorrientes de las Formaciones Quebrada Pajonales, Naranja, Loma Amarilla (Cerro Pichungo?) y Quebrada Tambores corregidas según inclinación de estratos y rotación tectónica de acuerdo a la mediciones hechas por Arriagada (2006b) y Narea <i>et al.</i> , (2015). Los depósitos del paleoceno medio al Oligoceno sólo representan las Formaciones Naranja, Loma Amarilla (Cerro Pichungo?) y Quebrada Tambores.....	77
Figura III. 17. Análisis de circones detríticos de la muestra MS-160110-1d extraída cercana a la base de la Formación Quebrada Pajonales. El gráfico grande representa la probabilidad relativa y el pequeño representa la edad media de la población de circones más jóvenes que representa la edad máxima de depositación.....	78
Figura III. 18. Análisis de circones detríticos de la muestra IME-74d del miembro Quebrada Vizcachas de la Formación Quebrada Pajonales. El gráfico grande representa la probabilidad relativa y el pequeño representa la edad media de la población de circones más jóvenes que representa la edad máxima de depositación.	79
Figura III. 19. Análisis de circones detríticos de la muestra BB-160409-1D cercana al techo del miembro Quebrada Gentilar de la Formación Quebrada Pajonales. El gráfico grande representa la probabilidad relativa y el pequeño representa la edad media de la población de circones más jóvenes que representa la edad máxima de depositación.	80
Figura III. 20. Análisis de circones detríticos de la muestra IM-260915-1d de la Formación Naranja. El gráfico grande representa la probabilidad relativa y el pequeño representa la edad media de la población de circones más jóvenes que representa la edad máxima de depositación.	81
Figura III. 21. Análisis de circones detríticos de la muestra MS-151203-1D de la Formación Loma Amarilla (Cerro Pichungo?). El gráfico grande representa la probabilidad relativa y el pequeño representa la edad media de la población de circones más jóvenes que representa la edad máxima de depositación.	82
Figura III. 22. Análisis de circones detríticos de la muestra IME-050d de la base de la Formación Quebrada Tambores. El gráfico grande representa la probabilidad relativa y el pequeño representa la edad media de la población de circones más jóvenes que representa la edad máxima de depositación.....	83
Figura III. 23. Análisis de circones detríticos de la muestra BB-160330-1D de la Formación Quebrada Tambores. El gráfico grande representa la probabilidad relativa y el pequeño representa la edad media de la población de circones más jóvenes que representa la edad máxima de depositación.....	83

Figura IV. 1. Curva granulométrica de las Formaciones Quebrada Pajonales, Naranja, Loma Amarilla (Cerro Pichungo?) y Quebrada Tambores mostrando indicadores de paleocorrientes (flechas negras) y ciclos de gradación normal he inversa. Se observa una gradación inversa de primer orden en la Formación Quebrada Pajonales. En la Formación Naranja no se observa una clara gradación granulométrica. En la Formación Loma Amarilla (Cerro Pichungo?) se observan gradaciones inversas y luego normales. La Formación Quebrada Tambores representa un ciclo grano-decreciente..... 86

Figura IV. 2. Comparación de gráficos de probabilidad relativa de circones detríticos de las distintas muestras estudiadas..... 88

Figura IV. 3. Mapeo geológico regional del norte de Chile (SERNAGEOMIN, 2003) con énfasis en las unidades previas a las Formaciones estudiadas. El cuadro negro muestra la zona de la carta Imilac-quebrada Guanaqueros (Solari *et al.*, en prep.). Notar la concentración de unidades ordovícicas-devónicas en la cordillera Occidental (remanentes del Arco Transpampeano según Salfity *et al.*, 1985) y la concentración de afloramientos marinos jurásicos en los flancos orientales y occidentales de cordillera de Domeyko, al sur del área de estudio (24°30'S-25°S). 90

Figura IV. 4. Mapeo regional del norte de Chile (SERNAGEOMIN, 2003) mostrando la distribución y composición (intrusivo, volcánico o sedimentario) de las unidades cretácicas-paleógenas. 91

Figura IV. 5. Modelo esquemático de la evolución sedimentaria durante el relleno de las cuencas Pre-Andinas (Cretácico Superior-Paleógeno). a) Depositación de las facies meandriformes en flujos axiales del miembro Quebrada Vizcachas. b) Relleno de las facies fluviales trenzadas axiales de alta energía del miembro Quebrada Gentilar en posible respuesta al evento K-T (Cornejo *et al.*, 2003). c) Acumulación de las facies fluviales trenzadas transversales de sistemas de abanicos aluviales de la Formación Naranja. d) Facies transversales de abanicos aluviales de alta y baja energía de la Formación Loma Amarilla (Fase compresiva Incaica, Arriagada, 1999; Mpodozis *et al.*, 2005). e) Facies de abanicos aluviales con evaporitas de Formación Quebrada Tambores en posible contexto extensional o transtensivo contemporáneo observado en el salar de Atacama y cuenca Calama (Pananont *et al.*, 2004; Rubilar, 2015, Blanco, 2008)..... 93

Figura IV. 6. a) Imagen tomada de Marquillas *et al.* (2011) que muestra la posible área cubierta por la ingresión marina maastrichtiana proviniendo desde el norte de América del Sur. b) Ilustración modificada de Mpodozis *et al.* (2005) que muestra el contexto geológico durante el relleno de la cuenca Pre-Andina con un posible margen extensivo en su borde occidental. 1 = ingresión marina maastrichtiana, 2 = depósitos de conexión hacia el norte con cuencas sedimentarias, 3 = ingresión marina en el borde noroeste sudamericano, 4 = posible conexión de cuencas, 5 = dirección y magnitud de convergencia (Somoza y Ghidella, 2012), 6= lavas Formación Cerro Totola (To), 7 = intrusivos cretácico superior, 8 = dirección de paleocorrientes (Ta y To = Formaciones Tambillo y Tolar, por Tomlinson *et al.*, 2001; QP = Formación Quebrada Pajonales, en este trabajo)..... 98

Figura IV. 7. Correlación estratigráfica cretácico superior-paleógeno de unidades superficiales de la cuenca Pre-Andina (~23°-24°30'S, salares de Imilac y Atacama) con los depósitos occidentales (Depresión Central-cordillera de Domeyko) y orientales (*rift* de Salta, Argentina) de similar latitud y con depósitos hacia el norte (~22°S, cuenca Calama). Revisión hecha basado en los trabajos de Arriagada (1999), Marquillas *et al.* (2004), Basso y Mpodozis (2012), Henríquez *et al.* (2014), Bascuñán *et al.* (2015), Astudillo *et al.* (en prep.)..... 99

Figura IV. 8. Correlación de unidades sedimentarias estudiadas con fases tectónicas regionales, variaciones granulométricas medidas y tasas de convergencias según Somoza y Ghidella (2012).
..... 102