

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	1
1.1. Exposición del problema.....	1
1.2. Área de estudio.....	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Hipótesis de Trabajo.....	4
1.5. Metodología General.....	4
2. Antecedentes Geológicos regionales	4
2.1. Geomorfología de la zona de estudio	5
2.1.1. Antecedentes preliminares:	5
2.1.2. Unidades Morfotectónicas regionales	6
2.1.3 Rasgos geomorfológicos de la zona de estudio.....	8
2.2. Geología Regional.....	8
2.2.1. Cordillera de la Costa.....	8
2.2.2. Depresión Central.....	9
2.2.3. Cordillera Principal occidental.....	9
2.2.4. Principales Cerros Islas	11
2.3. Marco Estructural.....	11
2.4. Evolución Tectónica.....	12
2.4.1. Inversión tectónica y deformación Neógena.....	12
2.4.2. Evolución geomorfológica de la Depresión Central	14
3. Antecedentes paleoclimáticos y climáticos.....	18
4. Marco Teórico Numérico.....	19
4.1 Modelación de la erosión	19
4.2. Erosión y sedimentación en Cidre.....	19
5. Metodología.....	22
5.1. Configuración litológica.....	22
5.2. Configuración de parámetros	23
5.2.1. Topografía inicial	23
5.2.2. Tectónica.....	23
5.2.3. Clima	23
5.3. Configuración temporal.....	24
5.4. Método de comparación.....	24
6. Resultados	26

6.1. Modelo inicial 1: Alzamiento constante en el arco y antearco.....	26
6.2. Efectos y contraste de la constante de erodabilidad K para los distintos tipos de <i>bedrock</i>	28
6.3. El efecto del clima frente a la configuración del relieve	32
6.4. Resultados con distintos modelos iniciales	37
6.4.1. Modelo inicial 2: Basculamiento al este del bloque B (Cordillera de la Costa y Depresión Central).....	37
6.4.2. Alzamiento solo en la Cordillera Principal	40
6.5. Modelación de la erosión durante la evolución Neógena Andina de Chile Central (33° - 34°S).	43
6.5.1. Resultado sin una apertura litológica de menor erodabilidad hacia el oeste	49
6.5.2. Resultado aplicando alzamiento en la Cordillera de la Costa durante todas las fases de la evolución Neógena Andina (33°-34°S)	50
6.5.3. Resultado aplicando alzamiento en la Cordillera de la Costa con basculamiento al este durante todas las fases de la evolución Neógena Andina (33°-34°S)	52
6.5.4. Resultado aplicando subsidencia.....	54
7. Discusiones	56
7.1. Parámetros que controlarían la erosión diferencial en el Desarrollo de la depresión Central....	56
7.1.1. La constante de erodabilidad K y el contraste litológico entre la Cordillera de la Costa y la Cordillera Principal	56
7.1.2. La tectónica en la Cordillera de la Costa y en la Cordillera Principal.....	58
7.2. El origen de la Depresión Central durante la evolución Neógena Andina entre los 33°-34°S ...	61
7.2.1. Comparación topográfica y morfológica con la actual Depresión Central entre los 33° - 34°S	64
7.3. ¿Qué ocurre con la subsidencia?	65
8. Conclusiones	68
9. Bibliografía	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1.1: (Izquierda) Ubicación de la zona de estudio a nivel nacional. (Derecha) imagen obtenida de <i>Google Earth</i> marcada en rojo la zona de estudio. (Abajo) imagen en 3D de la zona de estudio mirando hacia el este.	3
Figura 2.1: Esquema de las partes de la Asociación de Pedimento, definido por Cook (1970). Imagen obtenida de Dohrenwend y Parson (1994) y modificada por Naranjo (2014)	6
Figura 2.2: Mapa que ubica las Unidades Morfológicas Principales de la zona de estudio. Imagen tomada y modificada de Fock (2005).	7
Figura 2.3: Mapa geológico de la zona de estudio. Obtenido de Rodríguez (2008), confeccionado de del Mapa Geológico de Chile a escala 1:1.000.000 SERNAGEOMIN (2002) y Farías (2007).	10
Figura 2.4: Cuenca de Abanico donde se ilustran las fallas normales mayores posteriormente invertidas. Imagen obtenida de Fock (2005).	12
Figura 2.5: Modelo de evolución tectónica de los Andes Central entre los 33 y 34°. Imagen obtenida de Villela (2015), modificada de Fock (2005).	13
Figura 2.6: Imagen obtenida de Farías (2007), donde se explica el mecanismo de erosión diferencial frente al alzamiento tectónico que tiene la zona. (a) Condiciones iniciales dadas por el alzamiento regional. (b) Respuesta inmediata de la erosión formando empinados <i>knickpoints</i> . (c) Retención de <i>knickpoints</i> en capas litológicas más duras y rápido retroceso en zonas menos resistentes. (d) Crecimiento de la red de drenaje del río, inicio de capturas laterales. (e) Captura del río principal, formación de terrazas de abrasión marina, abandono de la red cuyo <i>knickpoint</i> se encuentra retenido por los cuerpos graníticos. (f) Alzamiento del borde costero, acumulación sedimentaria, mayor ingreso en la Depresión debido a la mayor erosión en la Cordillera Principal e inicio de glaciaciones montañosas.	15
Figura 2.7: Vista en planta de la obtención de una red lateral donde $K_1 < K_2$. Imagen obtenida y modificada de Farías (2007).	16
Figura 2.8: Relación entre la distancia entre dos ríos principales (d) y el largo de la zona con erodabilidad más baja (l) para generar una captura lateral. La región bajo la curva corresponde a la zona donde se genera captura. Imagen modificada y obtenida de Farías (2007).	17
Figura 3.1: (Izquierda) Mapa de precipitaciones obtenido de Strecker <i>et al</i> (2007). (Derecha) Tasas anuales de precipitación para Chile Central obtenida de Carretier (2015).	18
Figura 4.1: Esquema representativo de la ecuación de balance de masa de la erosión. El dibujo representa un corte transversal de un río.	19
Figura 5.1: Configuración geológica de la zona y representación espacial de las litologías K_{b1} y K_{b2} . Imagen obtenida y modificada de Naranjo (2014).	23
Figura 5.2: Perfil topográficos NS de las principales unidades morfológicas. Rojo: Cordillera principal. Verde: Cordillera de la Costa. Celeste: Depresión Central. Morada: Terrazas marinas. Imagen obtenida de <i>Google Earth</i>	24
Figura 5.3: Perfiles topográficos EW de la zona de estudio donde se visualiza las alturas transversales de la principales unidades morfológicas. Imagen obtenida y elaborada de <i>Google Earth</i>	25
Figura 6.1: Modelo con topografía inicial de aproximadamente 15 metros. Se le aplica un alzamiento de 0.1 mm/año al bloque B representando la Cordillera de la Costa y la futura Depresión Central y un alzamiento de 0.2 mm/año al bloque C representando a la Cordillera Principal Occidental, el bloque A representa las terrazas marinas anterior a su alzamiento.	27
Figura 6.2: Imagen que muestra el contraste entre los valores de K y sus respectivos perfiles NS donde se ilustran las alturas predominantes de las unidades morfológicas. Ambas imágenes presenta una configuración tectónica donde el bloque B se alza 0.1 mm/yr y el bloque C 0.2 mm/año (Figura 6.1) y con una variación climática norte sur de 300 mm/año a 700 mm/año. (Izquierda) se utiliza un $K_1=K_2=3.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4} \text{año}^{-0.3}]$. (Derecha) se utiliza un $K_1=3.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4} \text{año}^{-0.3}]$ y un $K_2=9.5 \times 10^{-5} [m^{-0.4} \text{año}^{-0.3}]$. En rojo las zonas de drenaje lateral.	28
Figura 6.3: (Arriba) Modelos de capturas laterales con variación en la constante de erodabilidad K . Con $K_{b1}=10^{-7} [m^{-0.4} \text{año}^{-0.3}]$ y variando $K_{b2}=[10^{-6}, 5 \times 10^{-6}, 10^{-5}] [m^{-0.4} \text{año}^{-0.3}]$. Se ocupa la configuración	

tectónica del modelo 1 alzamiento constante en el arco y antearco y un clima constante de 1150 mm/año, se adjunta gráfico topográfico EW. (Abajo) Gráfico que muestra el porcentaje del volumen erodado en el tiempo para cada constante de erodabilidad respectiva dado el volumen total sin erosión.....	29
Figura 6.4: Variación de K_{b1} con $K_{b2} = 9.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$. Imágenes presenta una configuración tectónica donde el bloque B se alza 0.1 mm/año y el bloque C 0.2 mm/año (Figura 6.1) y con una variación climática norte sur de 300 mm/año a 700 mm/año.....	300
Figura 6.5: Variación de K_{b2} con $K_{b1} = 3.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$. Imágenes presenta una configuración tectónica donde el bloque B se alza 0.1 mm/año y el bloque C 0.2 mm/año (Figura 6.1) y con una variación climática norte sur de 300 mm/año a 700 mm/año.....	31
Figura 6.6: Variación del relieve según el tipo de clima que afecta con variación en la precipitación. Imágenes presenta una configuración tectónica donde el bloque B se alza 0.1 mm/yr y el bloque C 0.2 mm/yr (Figura 6.1). El modelo se dejó correr por 20 Ma donde las constante de erodabilidad ocupadas son de $K_{b1}=3.5 \times 10^{-6}[m^{-0.4}año^{-0.3}]$ y un $K_{b2}= 1.5 \times 10^{-5}[m^{-0.4}año^{-0.3}]$	32
Figura 6.7: (Izquierda) Gráfico de volumen erodado (%) versus tiempo (años). Se observan distintas curvas ascendentes con sus tasas de precipitación respectivas, se grafica el porcentaje de volumen del modelo inicial 1 alzamiento constante en el antearco y arco sin erosión a medida que pasa el tiempo. (Derecha) Gráfico del volumen final del relieve versus el tiempo obtenido de la resta entre el volumen final sin erosión con el volumen erodado.....	34
Figura 6.8: Resultados luego de una variación climática utilizando una tasa de precipitación que va disminuyendo de acuerdo a los datos de Gutiérrez <i>et al.</i> (2013). El modelo se deja correr por intervalos de cada 5 millones de años con $K_{b1}=3.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$ y un $K_{b2}= 1.5 \times 10^{-5} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$ con la configuración tectónica donde el bloque B se alza 0.1 mm/yr y el bloque C 0.2 mm/yr (modelo 1 alzamiento constante en el arco y antearco (Figura 6.1).	35
Figura 6.9: (Arriba) Gráficos topográficos EW y NS para el modelo de variación climática del resultado D. (Abajo) Gráfico del volumen erodado y volumen final aplicado la variación climática e ilustrando el volumen del modelo sin erosión. Se utiliza como modelo tectónico el modelo 1 alzamiento constante en el antearco y arco (alzamiento en el bloque B de 0.1 mm/yr y el bloque C de 0.2 mm/yr). Se observa que el volumen erodado asciende con poca velocidad hasta obtener un volumen final cercano al 75% del volumen total alzado sin erosión.	36
Figura 6.10: Modelo inicial donde se utiliza un alzamiento para generar un relieve basculado al este. El bloque B va disminuyendo su alzamiento hacia el este de forma diferencial desde 0.1 mm/año a 0.08 mm/año, obteniendo la superficie inclinada que se observa en la figura.	37
Figura 6.11: Resultado del modelo inicial con basculación al este del bloque B correspondiente a la Cordillera de la Costa y Depresión Central, donde se va disminuyendo su alzamiento hacia el este de forma diferencial desde 0.1 mm/año a 0.008 mm/año (Figura 6.10). El bloque C sufre un alzamiento de 0.2 mm/año. El modelo se deja correr por 20 millones de años con $K_{b1}=4.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$ y un $K_{b2}= 2.5 \times 10^{-5} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$. El modelo sufre cambios en la precipitación cada 5 millones de años, ilustrados en la Figura 6.8 de 1150 mm/año (20-15 Ma), 700 mm/año (15-10 Ma); 500 mm/año (10-5 Ma) y 300 mm/año (5-0 Ma).Gráficos adjunto ilustran la topografía NS y EW de las principales Unidades Morfológicas.	38
Figura 6.12: Gráfico del volumen erodado y volumen final aplicado la variación climática e ilustrando el volumen del modelo inicial 2 Basculamiento al este del bloque B (Cordillera de la Costa y Depresión Central) sin erosión en función del tiempo.	39
Figura 6.13: Resultado del modelo inicial con basculación al este del bloque B correspondiente a la Cordillera de la Costa y Depresión Central, donde se va disminuyendo su alzamiento hacia el este de forma diferencial desde 0.1 mm/año a 0.008 mm/año (Figura 6.10).El bloque C sufre un alzamiento de 0.2 mm/año. El modelo se deja correr por 20 millones de años con $K_1=K_2= 5.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$. El modelo sufre cambios en la precipitación cada 5 millones de años, ilustrados en la Figura 6.8 de 1150 mm/año (20-15 Ma), 700 mm/año (15-10 Ma); 500 mm/año (10-5 Ma) y 300 mm/año (5-0 Ma). ...	400
Figura 6.14: Alzamiento solo en la Cordillera Principal. Inicialmente se tiene un bloque con una topografía de 2000 metros, donde se le aplica un alzamiento de 0.2 mm/año al bloque B representado la exhumación de la Cordillera Principal.	41
Figura 6.15: Resultado del modelo inicial alzamiento solo en la Cordillera Principal de 0.2 mm/año (Figura 6.14). El modelo se deja correr por 20 millones de años con $K_{b1}=5.0 \times 10^{-6}[m^{-0.4}año^{-0.3}]$ y un	

$K_{b2} = 2.0 \times 10^{-5} [m^{-0.4}a\tilde{no}^{-0.3}]$. El modelo sufre cambios en la precipitaci3n cada 5 millones de a\tilde{nos}, ilustrados en la Figura 6.8 de 1150 mm/a\tilde{no} (20-15 Ma), 700 mm/a\tilde{no} (15-10 Ma); 500 mm/a\tilde{no} (10-5 Ma) y 300 mm/a\tilde{no} (5-0Ma). Gr\~{a}ficos adjuntos ilustran la topograf\~{a} NS y EW de las principales Unidades Morfol3gicas. 41

Figura 6.16: Gr\~{a}fico de volumen. Se observa una mayor velocidad de convergencia entre el volumen erodado y el volumen final comparada con los modelos anteriores. 42

Figura 6.17: (Arriba) Modelo de la topograf\~{a} inicial previo al cierre de la Cuenca de Abanico, se observa una Protocordillera de la Costa y la subsidencia de la Cuenca de Abanico, imagen obtenida y modificada de Fock (2005). (Abajo) Modelo inicial para Evoluci3n Ne3gena Andina. Se utiliza la distribuci3n litol3gica ilustrada, posteriormente ocurre un alzamiento en el bloque C de 0.125 mm/a\tilde{no} correspondiente al cierre de la cuenca de Abanico. 43

Figura 6.18: Modelaci3n de la erosi3n durante el Ne3geno (33° - 34°S), con $K_{b1}=3.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4}a\tilde{no}^{-0.3}]$ y un $K_{b2}= 1.5 \times 10^{-5} [m^{-0.4}a\tilde{no}^{-0.3}]$. El modelo tiene un alzamiento de 0.05 y 0.125 mm/a\tilde{no} para la CC y CP respectivamente durante la primera fase (22-18 Ma) y una precipitaci3n de 1150 mm/a\tilde{no}. Entre los 17-11 Ma, el modelo presenta una tasa de alzamiento de 0.25 mm/a\tilde{no} para la CC (bloque B) y de 0.4 mm/a\tilde{no} para la CP (bloque C) con una tasa de precipitaci3n de 700 mm/a\tilde{no}. Entre los 10-5 Ma, el modelo presenta una tasa de subsidencia de 0.2 mm/a\tilde{no} para TM (bloque A), de 0 mm/a\tilde{no} para la CC (bloque B) y de 0.25 mm/a\tilde{no} para la CP (bloque C) con una tasa de precipitaci3n de 500 mm/a\tilde{no}. Finalmente para la \tilde{u}ltima fase, hay un alzamiento r\~{a}pido de 0.6 mm/a\tilde{no} para las TM (bloque A) y un alzamiento menor para la CP de 0.1 mm/a\tilde{no} con una tasa de precipitaci3n de 500 mm/a\tilde{no}. CP: Cordillera Principal. CC: Cordillera de la Costa. TM Tarrazas Marinas. 45

Figura 6.19: Resultado final (Fase 4) del modelo de erosi3n durante el Ne3geno (33° - 34°S), con $K_{b1}=3.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4}a\tilde{no}^{-0.3}]$ y un $K_{b2}= 1.5 \times 10^{-5} [m^{-0.4}a\tilde{no}^{-0.3}]$. Se muestran los rasgos geomorfol3gicos principales de la modelaci3n junto con el relleno sedimentario. Los gr\~{a}ficos adjuntos ilustran la topograf\~{a} NS de las principales Unidades Morfol3gicas y perfiles EW de la zona que ilustran una incisi3n caracter\~{i}stica entre la Cordillera de la Costa y la Cordillera Principal occidental. 47

Figura 6.20: Gr\~{a}fico que ilustra el volumen del modelo. Se observa un volumen erodado que muestra un ascenso y luego un descenso producto a los cambios en la tasa de erosi3n, coincidente entre el fin de la Fase 2 y el inicio de la Fase 3. 48

Figura 6.21: Modelaci3n de la erosi3n durante el Ne3geno (33° - 34°S) sin una apertura litol3gica con menor constante de erodabilidad hacia el oeste, con $K_{b1}=3.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4}a\tilde{no}^{-0.3}]$ y un $K_{b2}= 1.5 \times 10^{-5} [m^{-0.4}a\tilde{no}^{-0.3}]$. El modelo tiene un alzamiento de 0.05 y 0.125 mm/a\tilde{no} para la CC y CP respectivamente durante la primera fase (22-18 Ma) y una precipitaci3n de 1150 mm/a\tilde{no}. Entre los 17-11 Ma, el modelo presenta una tasa de alzamiento de 0.25 mm/a\tilde{no} para la CC (bloque B) y de 0.4 mm/a\tilde{no} para la CP (bloque C) con una tasa de precipitaci3n de 700 mm/a\tilde{no}. Entre los 10-5 Ma, el modelo presenta una tasa de subsidencia de 0.2 mm/a\tilde{no} para TM (bloque A), de 0 mm/a\tilde{no} para la CC (bloque B) y de 0.25 mm/a\tilde{no} para la CP (bloque C) con una tasa de precipitaci3n de 500 mm/a\tilde{no}. Finalmente para la \tilde{u}ltima fase, hay un alzamiento r\~{a}pido de 0.6 mm/a\tilde{no} para las TM (bloque A) y un alzamiento menor para la CP de 0.1 mm/a\tilde{no} con una tasa de precipitaci3n de 500 mm/a\tilde{no}. CP: Cordillera Principal. CC: Cordillera de la Costa. TM: Terrazas Marinas. 49

Figura 6.22: Gr\~{a}fico que ilustra el volumen del modelo. Se observa un volumen erodado que muestra un ascenso y luego un descenso producto a los cambios en la tasa de erosi3n que no supera el 10% del volumen alzado sin erosi3n, generando leves cambios al volumen final. 500

Figura 6.23: Modelaci3n de la erosi3n durante el Ne3geno (33° - 34°S) con $K_{b1}=3.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4}a\tilde{no}^{-0.3}]$ y un $K_{b2}= 1.5 \times 10^{-5} [m^{-0.4}a\tilde{no}^{-0.3}]$. El modelo tiene un alzamiento de 0.05 y 0.125 mm/a\tilde{no} para la CC y CP respectivamente durante la primera fase (22-18 Ma) y una precipitaci3n de 1150 mm/a\tilde{no}. Entre los 17-11 Ma, el modelo presenta una tasa de alzamiento de 0.15 mm/a\tilde{no} para la CC (bloque B) y de 0.4 mm/a\tilde{no} para la CP (bloque C) con una tasa de precipitaci3n de 700 mm/a\tilde{no}. Entre los 10-5 Ma, el modelo presenta una tasa de subsidencia de 0.2 mm/a\tilde{no} para TM (bloque A), de 0.1 mm/a\tilde{no} para la CC (bloque B) y de 0.25 mm/a\tilde{no} para la CP (bloque C) con una tasa de precipitaci3n de 500 mm/a\tilde{no}. Finalmente para la \tilde{u}ltima fase, hay un alzamiento r\~{a}pido de 0.6 mm/a\tilde{no} para las TM (bloque A), un alzamiento menor para la CP de 0.1 mm/a\tilde{no} y de 0.05 mm/a\tilde{no} para la CC con una tasa de precipitaci3n de 500 mm/a\tilde{no}. CP: Cordillera Principal. CC: Cordillera de la Costa. TM: Terrazas Marina. 51

Figura 6.24: Gráfico que ilustra el volumen del modelo. Se observa un volumen erodado que muestra un ascenso y luego un descenso producto a los cambios en la tasa de erosión que no supera el 10% del volumen alzado sin erosión, generando leves cambios al volumen final.....	52
Figura 6.25: Modelación de la erosión durante el Neógeno (33° - 34°S) con $K_{b1}=3.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$ y un $K_{b2}= 1.5 \times 10^{-5} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$. El modelo tiene un alzamiento de 0.05 y 0.125 mm/año para la CC y CP respectivamente durante la primera fase (22-18 Ma) y una precipitación de 1150 mm/año. Entre los 17-11 Ma, el modelo presenta una tasa de alzamiento de 0.15 mm/año para la CC y un basculamiento al este desde 0.15 a 0.07 mm/año (bloque B) y de 0.4 mm/año para la CP (bloque C) con una tasa de precipitación de 700 mm/año. Entre los 10-5 Ma, el modelo presenta una tasa de subsidencia de 0.2 mm/año para TM (bloque A), de 0.1 mm/año para la CC con un basculamiento al este desde 0.1 a 0.06 mm/año (bloque B) y de 0.25 mm/año para la CP (bloque C) con una tasa de precipitación de 500 mm/año. Finalmente para la última fase, hay un alzamiento rápido de 0.6 mm/año para las TM (bloque A), un alzamiento menor para la CP de 0.1 mm/año y de 0.05 mm/año para la CC con basculamiento al este de 0.05 a 0.02 mm/año, con una tasa de precipitación de 500 mm/año. CP: Cordillera Principal. CC: Cordillera de la Costa. TM: Terrazas Marinas	53
Figura 6.26: Gráfico que ilustra el volumen del modelo. Se observa un volumen erodado que muestra un ascenso y luego un descenso producto a los cambios en la tasa de erosión superando el 10% del volumen alzado sin erosión, generando leves cambios al volumen final.....	54
Figura 6.27: Modelación de la erosión durante el Neógeno (33° - 34°S) con $K_{b1}=3.5 \times 10^{-6}[m^{-0.4}año^{-0.3}]$ y un $K_{b2}= 1.5 \times 10^{-5} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$. El modelo tiene un alzamiento de 0.05 y 0.125 mm/año para la CC y CP respectivamente durante la primera fase (22-18 Ma) y una precipitación de 1150 mm/año. Entre los 17-11 Ma, el modelo presenta una tasa de alzamiento de 0.15 mm/año para la CC, de 0.07 mm/año de subsidencia para la DC (bloque B) y de 0.4 mm/año para la CP (bloque C) con una tasa de precipitación de 700 mm/año. Entre los 10-5 Ma, el modelo presenta una tasa de subsidencia de 0.2 mm/año para TM (bloque A), de 0.1 mm/año para la CC con una subsidencia de 0.01 mm/año para la DC (bloque B) y de 0.25 mm/año para la CP (bloque C) con una tasa de precipitación de 500 mm/año. Finalmente para la última fase, hay un alzamiento rápido de 0.6 mm/año para las TM (bloque A), un alzamiento menor para la CP de 0.1 mm/año con una tasa de precipitación de 500 mm/año. CP: Cordillera Principal. DC: Depresión Central. CC: Cordillera de la Costa. TM: Terrazas Marinas.	55
Figura 6.28: Gráfico que ilustra el volumen del modelo. Donde se visualiza que la subsidencia controla cerca del 20% del volumen total, obteniendo un volumen final 30% menor que un volumen sin erosión ni subsidencia.	55
Figura 7.1: Modelos que muestran que para un contraste en la constante de erodabilidad K se generan redes de drenajes laterales (rectángulos rojos) norte sur responsables en la incisión de la Depresión Central. Se utiliza el modelo tectónico inicial 1 (Alzamiento constante en la Cordillera de la Costa (0.1 mm/año) y Cordillera Principal (0.2 mm/año)) con una precipitación constante de 1150 mm/año y con valores de K indicados en la figura de unidades de $[m^{-0.4}año^{-0.3}]$	57
Figura 7.2: (Izquierda) Modelo digital de elevación indicando los rasgos geomorfológicos fundamentales, se marca en rojo la Depresión Central. Imagen obtenida y modificada de Charrier <i>et al.</i> (2007). (Derecha) Granitoides del Mapa Geológico de Chile 1:1.000.000, se enmarca en rojo la zona del <i>flat-slab</i> . Imagen obtenida y modificada de Carretier <i>et al.</i> (2015).	57
Figura 7.3: Comparación final para los distintos modelos tectónicos iniciales. Todos los modelos presentan una variación climática dada por: 1150 mm/año (20-15 Ma), 700 mm/año (15-10 Ma); 500 mm/año (10-5 Ma) y 300 mm/año (5-0 Ma). Modelo inicial 1: configuración tectónica donde el bloque B se alza 0.1 mm/año y el bloque C 0.2 mm/año con $K_{b1}=3.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$ y un $K_{b2}= 1.5 \times 10^{-5} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$. Modelo inicial 2: con basculación al este donde el bloque B va disminuyendo su alzamiento hacia el este de forma diferencial desde 0.1 mm/año a 0.08 mm/año con $K_{b1}=4.5 \times 10^{-6} [m^{-0.4}año^{-0.3}]$ y un $K_{b2}= 2.5 \times 10^{-5}[m^{-0.4}año^{-0.3}]$. Modelo 3: alzamiento solo en la Cordillera Principal de 0.2 mm/año con $K_{b1}=5.0 \times 10^{-6}[m^{-0.4}año^{-0.3}]$ y un $K_{b2}= 2.0 \times 10^{-5}[m^{-0.4}año^{-0.3}]$	59
Figura 7.4: Comparación entre los volúmenes erodado de los tres modelos iniciales tectónicos.....	60
Figura 7.5: Comparación del Modelo de erosión durante la evolución Neógena (33°-34°S) frente a una distinta configuración litológica y diferentes escenario de alzamiento en la Cordillera de la Costa. Detalles de los modelos explicados en texto sección resultados (6.5).	62

Figura 7.6: Gráfico que compara el volumen erodado para las distintas configuraciones del modelo erosivo para la evolución Andina durante el Neógeno entre los 33°-34°S. Se observa mayor erosión para el modelo sin ningún cambio en su configuración muy cercano al 20% del volumen total sin erosión. 63

Figura 7.7: (Arriba) Mapa de la zona de la estudio ilustrando las unidades y rasgos geomorfológicos principales de la región. Se observan perfiles longitudinales y transversales entre los 33° - 34°S. (Abajo) Resultado final del modelo erosivo de la evolución Andina durante el Neógeno visualizando los rasgos geomorfológicos principales, el espesor del relleno sedimentario y perfiles topográficos EW y NS indicando las alturas generales de la modelación..... 65

Figura 7.8: Comparación entre el modelo de erosión durante la evolución Andina Neógena entre los 33° - 34°S con el mismo modelo aplicando subsidencia a la Depresión Central (6.5.4). Se observa que aplicando subsidencia se forma una depresión central, pero presenta un relleno sedimentario cercano a los 1.000 metros.....67