

## Tabla de contenido

1	Introducción.....	1
1.1	Objetivos .....	3
1.1.1	Objetivo general.....	3
1.1.2	Objetivos específicos.....	3
1.2	Hipótesis de trabajo.....	3
2	Metodología .....	4
2.1	Microscopio óptico.....	4
2.2	Conteo modal.....	4
2.3	Análisis químico .....	5
2.3.1	Ablación láser acoplado con espectrometría de masa .....	5
2.3.2	Reducción de datos.....	7
3	Antecedentes geológicos .....	10
3.1	Contexto geodinámico de la Patagonia.....	10
3.1.1	Génesis de lavas Neógenas de Plateau de la Patagonia.....	12
3.2	Geología regional.....	14
3.3	Geología local .....	16
4	Inclusiones vítreas .....	18
4.1.1	Reseña histórica.....	18
4.1.2	Origen y procesos.....	19
5	Resultados .....	23
5.1	Petrografía macroscópica .....	23
5.2	Petrografía microscópica.....	24
5.2.1	Clasificación de la roca.....	24
5.2.2	Descripción de inclusión fundida .....	28
5.3	Geoquímica.....	30
5.3.1	Ubicación de ablación láser.....	30
5.3.2	Vidrio secundario.....	32
5.3.3	Inclusión fundida.....	37
6	Discusión.....	38
6.1	Petrografía .....	38

6.1.1	Metasomatismo .....	39
6.2	Tipología .....	40
6.2.1	Caracterización del vidrio .....	40
6.2.2	Clases de vidrio .....	42
6.3	Génesis del vidrio.....	49
6.3.1	Zona de subducción .....	49
6.3.2	Roca hospedante.....	49
6.3.3	Xenolito X-G .....	52
7	Conclusión .....	55
8	Bibliografía .....	56
9	Anexos .....	65
9.1	Anexo I: Descripción petrográfica .....	65
9.2	Anexo II: Tabla de datos químicos .....	66

## Índice de Tablas

Tabla 1: Parámetros del LA-ICPMS .....	5
Tabla 2: Isótopos medidos y elementos cuantificados .....	6
Tabla 3: Detalle del conteo modal de la muestra CR08.Ol=Olivino; Cpx=Clinopiroxeno; Opx=Ortopiroxeno; Esp=Espinela .....	25
Tabla 4: Ficha de descripción del corte CR08.....	65
Table 5: Concentraciones de elementos mayoritarios, trazas y tierras raras del corte CR08 (McDonough & Sun, 1989). d.l.=debajo del límite de detección.....	66
Table 6: Concentraciones de elementos mayoritarios, trazas y tierras raras del corte CR08-V (McDonough & Sun, 1989). d.l.=debajo del límite de detección. ....	67
Table 7: Error asociado al análisis de elementos mediante La-ICPMS estimado a partir del error reportado por Jochum et al. (2011) para el estándar Nist SRM 610. ....	68

## Índice de Figuras

Figura 1: Ventana de integración seleccionada para vidrio secundario. (1) Background. (2) Sample signal. ....	7
Figura 2: Ventana de integración para estándar Nist SRM 610. (1) Background. (2) Sample signal. ....	8
Figura 3: Tabla Microsoft Excel con las concentraciones de los elementos del vidrio en estudio, generada por el software AMS. ....	9
Figura 4: Mapa de la tectónica de la Patagonia que muestra la distribución de las lavas Neogénas de plateau de la Patagonia (sombreado negro) en relación con las zonas de fractura y los segmentos de la dorsal de Chile. Los tiempos de colisión en la dorsal se muestran en negrita (Cande y Leslie, 1986). Los centros volcánicos de la Zona Volcánica Austral (AVZ) y la Zona Volcánica del Sur (SSVZ) son de Stern e al. (1990). También se muestra la zona de colisión inferida (línea punteada) por Pankhurst et al. (2006), que se encuentra al norte del basamento del Macizo del Deseado. El contorno de la cuenca de Magallanes (línea gruesa) es determinada por Ramos (1989). MFZ = Zona de Fractura de Magallanes (Modificado de Gorrington et al., 2003). ....	11
Figura 5: Perfil esquemático que muestra la apertura de una ventana astenosférica (slab-window) bajo la placa Sudamericana desde hace 14 Ma. MD: Posición Macizo del Deseado. Áreas grises: proyección en superficie de la región libre de slab; áreas negras: lavas de Plateau Patagónico relacionadas a slab-window; flechas grises: flujos de manto astenosférico; flechas negras: movimiento de placas relativo a Sudamerica fijo; delgadas líneas punteadas: zonas de fractura oceánicas (Modificado de D’Orazio et al., 2000). ....	13
Figura 6: Geología del Macizo del Deseado. Modificado de Moreira et al. (2005). ....	15
Figura 7: (a) Patrones de tierras raras normalizados al condrito para xenolitos y basalto hospedante (H-B) de Cerro Redondo. Los valores normalizados son de Nakamura (1974). (b) Elementos traza normalizados al manto primitivo para los xenolitos y basalto hospedante (H-B) de CR. Los valores normalizados son de McDonough et al. (1992) Las áreas sombreadas son campos de las muestras X-F, X-D y X-G. ....	17
Figura 8: Mecanismos de atrapamiento de inclusiones vítreas (modificado de Roedder, 1979). ....	20
Figura 9: Esquema con efecto de la velocidad de enfriamiento y el tamaño de la inclusión sobre nucleación y crecimiento de nuevas fases dentro de ésta (Modificado de Roedder, 1984). ....	21
Figura 10: Inclusión vítrea con una burbuja comprimida; ‘g’=vidrio y ‘b’=burbuja (Tomado de Lowenstern, 2003). ....	22
Figura 11: A.- Inclusión vítrea con fuga de material. B.- Inclusión vítrea decrepitada (Modificada de Cannatelli et al., 2016). ....	22
Figura 12: Fotografía de la muestra de mano del xenolito CR08. ....	23
Figura 13: Diagrama de clasificación modal de rocas ultramáficas, modificado de Streckeisen (1979). ....	24

Figura 14: Textura poikilítica en nícoles paralelos y cruzados de la roca CR08, lamina de 30 $\mu\text{m}$ . A.-Fotografía de espinela y ortopiroxeno englobando al olivino, formando textura poikilítica. B.-Fotografía de una espinela englobando a un olivino y una vetilla de vidrio que corta la espinela. C.-Fotografía de textura poikilítica de ortopiroxenos englobando cristales de olivino. ....	25
Figura 15: Lamelas de exsolución de la muestra CR08, lamina de 30 $\mu\text{m}$ . A.-Fotografía a nícoles cruzados de un ortopiroxeno con lamelas de exsolución de clinopiroxeno y unos olivinos englobados por este mismo. B.-Fotografía a nícoles cruzado de un ortopiroxeno con lamelas de exsolución de clinopiroxeno. C.-Fotografía a nícoles paralelo de un ortopiroxeno con borde esponjoso y lamelas de exsolución de clinopiroxeno. ....	26
Figura 16: Fotografía a nicoles cruzados de clinopiroxenos con bordes esponjosos de la muestra CR08, lamina de 30 $\mu\text{m}$ . A.- Clinopiroxeno con bordes esponjosos junto a un olivino. B.- Clinopiroxeno con bordes esponjosos junto a un ortopiroxeno. C.- Clinopiroxeno en contacto con un olivino, con bordes esponjosos. ....	26
Figura 17: Fotografía a nícoles paralelos y cruzados de zonas de reacción de la muestra CR08, lamina de 30 $\mu\text{m}$ . A.-Fotografía de un olivino que no reacciona al estar en contacto con la venilla de vidrio. B.-Fotografía de un olivino y un ortopiroxeno que reaccionan con la venilla de vidrio. C.-Fotografía de un clinopiroxeno que reacciona con el vidrio. ....	27
Figura 18: Fotografía a nícoles paralelos y cruzados de melt pocket de la muestra CR08, lamina de 30 $\mu\text{m}$ . A.-Fotografía de melt pocket de ortopiroxeno microcristalino. B.-Fotografía de melt pocket de ortopiroxeno, olivino y espinela vermicular. C.- Fotografía de melt pocket de olivino, ortopiroxeno y espinela vermicular. ....	27
Figura 19: Fotografía a nicoles paralelos (x 20) de inclusión vítrea en un cristal de olivino. ....	28
Figura 20: Fotografías de inclusiones vítreas de la Figura 19. ....	28
Figura 21: Fotografía a nícoles paralelos (x 50) de inclusiones vítreas que se ubican en un cristal de ortopiroxeno. ....	29
Figura 22: Fotografía de inclusiones vítreas de la Figura 21. ....	29
Figura 23: Fotografía SEM de veta de vidrio con la ubicación de la ablación láser del corte CR08 (puntos azules). ....	30
Figura 24: Fotografías a nícoles cruzados de la ubicación de la ablación láser del corte CR08-V. ....	31
Figura 25: Diagramas de clasificación TAS (total alkali vs. silica, Le Bas et al., 1986) y límite entre rocas alcalinas y sub-alcalinas (Irvine & Baragar, 1971) para el vidrio secundario de la muestra CR08. Basalt host es el basalto que hospeda al xenolito X-G obtenidos de Schilling et al. (2005). ....	32
Figura 26: Diagramas de clasificación TAS (total alkali vs. silica, Le Bas et al., 1986) y límite entre rocas alcalinas y sub-alcalinas (Irvine & Baragar, 1971) para el vidrio	

secundario de la muestra CR08-V. Basalt host es el basalto que hospeda al xenolito X-G obtenidos de Schilling et al. (2005).....	33
Figura 27: Diagrama multi-elementos normalizados al condrito (columna izquierda) y al manto primitivo (columna derecha), para los datos del vidrio de la muestra CR08. Las filas fueron agrupadas según sus similitudes en la razón Lu/La y en sus anomalías. (a) Análisis químicos que poseen una razón Lu/La cercana a 0,6 aproximadamente. (b) Análisis químicos con una razón Lu/La parecida a 0,12. (c) Análisis químicos con una razón Lu/La de 0,03. (d) Análisis químicos con una razón de Lu/La cercano a 0,05. Estas filas poseen su respectiva leyenda al costado derecho de los diagramas. Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989). .....	35
Figura 28: Diagrama multi-elementos normalizado al manto primitivo, para los datos del vidrio de la muestra CR08-V. Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989).....	36
Figura 29: Diagrama multi-elementos normalizado al manto primitivo, para los datos del vidrio CR08-V7 y CR08-V8, y para la inclusión fundida CR08-M6. Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989). .....	37
Figura 30: Diagrama multi-elementos normalizados al condrito (columna izquierda) y al manto primitivo (columna derecha), para los datos del vidrio de la muestra CR08. Las filas fueron agrupadas según sus similitudes en la razón Lu/La y en sus anomalías. (a) Análisis químicos que poseen una razón Lu/La cercana a 0,6 aproximadamente. (b) Análisis químicos con una razón Lu/La parecida a 0,12. (c) Análisis químicos con una razón Lu/La de 0,03. (d) Análisis químicos con una razón de Lu/La cercano a 0,05. ...	41
Figura 31: Diagrama multi-elementos normalizados al manto primitivo, para los datos del vidrio de la muestra CR08 comparado con un vidrio formado por un fundido relacionado con anfíboles (Demény et al. 2004). Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989). .....	42
Figura 32: Diagrama multi-elementos normalizados al manto primitivo, para los datos del vidrio de la muestra CR08 comparado con un vidrio formado por infiltración de un fundido basáltico (Wulff-Pedersen, et al.,1999). Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989). .....	43
Figura 33: Diagrama multi-elementos normalizados al manto primitivo, para los datos del vidrio de la muestra CR08 comparado con un vidrio formado por metasomatismo carbonatítico (Coltorti et al., 2000). Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989).....	44
Figura 34: Diagrama multi-elementos normalizados al manto primitivo, para los datos del vidrio de la muestra CR08 comparado con un vidrio formado por metasomatismo sodico (Coltorti et al., 2000). Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989).....	45
Figura 35: Diagrama multi-elementos normalizados al manto primitivo, para los datos del vidrio de la muestra CR08 comparado con un vidrio formado por metasomatismo	

adakítico (Kilian & Stern, 2002). Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989).....	46
Figura 36: Diagrama multi-elementos normalizados al manto primitivo, para los datos del vidrio de la muestra CR08 comparado con un vidrio formado por metasomatismo potásico (Coltorti et al., 2000). Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989).....	46
Figura 37: Diagrama multi-elementos normalizados al manto primitivo, para los datos del vidrio de la muestra CR08-V comparados con diferentes causas de formación. Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989). (a) Comparación del vidrio con un vidrio formado por infiltración de un fundido basáltico. (b) Comparación del vidrio con un vidrio formado por metasomatismo potásico. (c) Comparación del vidrio con un vidrio formado por metasomatismo carbonatítico. (d) Comparación del vidrio con un vidrio formado por metasomatismo sódico. (e) Comparación del vidrio con un vidrio relacionado a anfíboles. (f) Comparación del vidrio con un vidrio adakítico.....	48
Figura 38: Diagrama multi-elementos normalizado al manto primitivo, para los datos del vidrio de la muestra CR08-V. La línea sombreada gris son los datos geoquímicos del basalto hospedante obtenidos de Schilling et al. (2005). Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989). .....	50
Figura 39: Diagrama multi-elementos normalizados al condrito (columna izquierda) y al manto primitivo (columna derecha), para los datos del vidrio de la muestra CR08. La línea sombreada gris son los datos geoquímicos del basalto hospedante obtenidos de Schilling et al. (2005). (a) Análisis químicos que poseen una razón Lu/La cercana a 0,6 aproximadamente. (b) Análisis químicos con una razón Lu/La parecida a 0,12. (c) Análisis químicos con una razón Lu/La de 0,03. (d) Análisis químicos con una razón de Lu/La cercano a 0,05. Las filas poseen su respectiva leyenda al costado derecho de los diagramas. Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989).....	51
Figura 40: Diagrama multi-elementos normalizados al manto primitivo, para los datos del vidrio de la muestra CR08-V. La línea sombreada gris son los datos geoquímicos del xenolito X-G obtenidos de Schilling et al. (2005). Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989). .....	52
Figura 41: Diagrama multi-elementos normalizados al condrito (columna izquierda) y al manto primitivo (columna derecha), para los datos del vidrio de la muestra CR08. La línea sombreada gris son los datos geoquímicos de un xenolito en facies de espinla (X-G), obtenidos de Schilling et al. (2005). (a) Análisis químicos que poseen una razón Lu/La cercana a 0,6 aproximadamente. (b) Análisis químicos con una razón Lu/La parecida a 0,12. (c) Análisis químicos con una razón Lu/La de 0,03. (d) Análisis químicos con una razón de Lu/La cercano a 0,05. Los factores de normalización fueron tomados de McDonough & Sun (1989). .....	53