



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 internacional

Abastecimiento de obsidiana en los andes: aplicación de un modelo  
de distancia anisotrópica en el área de Laguna del Diamante (S34°)  
Lucía Yebra, Valeria Cortegoso, Silvina Castro, Gustavo Lucero  
Relaciones, 49(1), e094, enero-junio 2024  
ISSN 1852-1479 | <https://doi.org/10.24215/18521479e094>  
<https://revistas.unlp.edu.ar/relaciones>  
Sociedad Argentina de Antropología (SAA)  
Buenos Aires | Argentina

## ABASTECIMIENTO DE OBSIDIANA EN LOS ANDES: APLICACIÓN DE UN MODELO DE DISTANCIA ANISOTRÓPICA EN EL ÁREA DE LAGUNA DEL DIAMANTE (S34°)

*Lucía Yebra\**, *Valeria Cortegoso\*\**, *Silvina Castro\*\*\** y *Gustavo Lucero\*\*\*\**

Fecha de recepción: 19 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 4 de marzo de 2024

Fecha de publicación:

### RESUMEN

*Se prueba un modelo de distancia anisotrópica elaborado en SIG para evaluar costos de desplazamiento en ambientes con topografías abruptas en función de la pendiente y tiempo recorrido (Lucero et al., 2021). Se aplican rangos propuestos (locales, no locales y extrarregionales) para evaluar costos de aprovisionamiento y cambios en el acceso a las fuentes de obsidiana: Arroyo Paramillos y Laguna del Diamante. Se evalúa la distribución de artefactos con análisis geoquímicos asignados a estas fuentes considerando la disponibilidad anual/estacional de sitios a partir de un análisis SIG de cobertura névea. El decrecimiento de obsidianas sigue tendencias esperables de acuerdo con el fall-off de las fuentes, aunque es asimétrico a uno y otro lado de los Andes. Tendencias espaciales no esperables pueden explicarse por la localización de emplazamientos en umbrales variables de estacionalidad y acceso en función de cambios ambientales,*

---

\* Laboratorio de Paleoeología Humana, Instituto de Ciencias Básica unidad ejecutora CONICET-UNCuyo.  
E-mail: yebralucia@gmail.com. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2049-199X>

\*\* Laboratorio de Paleoeología Humana, Instituto de Ciencias Básica unidad ejecutora CONICET-UNCuyo.  
E-mail: vcortegoso@gmail.com. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3361-815X>

\*\*\* Laboratorio de Paleoeología Humana, Instituto de Ciencias Básica unidad ejecutora CONICET-UNCuyo.  
E-mail: silvinacastro2015@gmail.com. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0868-1715>

\*\*\*\* Departamento de Antropología, Carrera de Arqueología. Universidad Católica de Temuco.  
E-mail: glucero18@gmail.com. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4687-3929>

*pero también sociales vinculados a la territorialización del espacio.*

Palabras clave: *modelo anisotrópico – ambiente altoandino – obsidiana – costos de acceso – Holoceno*

*OBSIDIAN SUPPLY IN THE ANDES: APLICATION OF AN ANISOTROPIC DISTANCE MODEL IN THE LAGUNA DEL DIAMANTE AREA (S34°)*

**ABSTRACT**

*An anisotropic GIS distance model based on slope and travel time is tested to evaluate travel costs in environments with steep topographies (Lucero et al. 2021). The proposed ranges (local, non-local and extra-regional) are applied to evaluate supply costs and changes in access to obsidian sources: Arroyo Paramillos and Laguna del Diamante. The distribution of artifacts with geochemical analyzes assigned to these sources is evaluated; annual/seasonal availability of the sites from a snow cover analysis with GIS has also been considered. The decrease in obsidian follows the expected trends according to the decrease in sources, although it is asymmetric on both slopes of the Andes. Unexpected spatial trends can be explained by the location of sites at variable thresholds of seasonality and access depending on environmental changes, but also by social changes associated with the territorializing of space.*

*Keywords: anisotropic model – high Andean environment – obsidian – access cost – Holocene*

**INTRODUCCIÓN**

Entre S32° y S34° la cordillera de los Andes alcanza sus máximas altitudes (más de 6.000 m s.n.m). A esta latitud, extensos cordones de montaña cubiertos de nieve restringen estacionalmente el acceso y las conexiones entre sus dos vertientes. Las características ambientales a uno y otro lado de la cordillera son contrastantes y están modeladas principalmente por esta barrera orográfica (Garreaud, 2009). En las últimas décadas hemos desarrollado estudios arqueológicos sistemáticos en segmentos latitudinales comprendidos entre S29° y S34°, particularmente en ambientes emplazados en el límite de vertientes y en sitios localizados a más de 3.000 m s.n.m. (Castro *et al.*, 2013; Lucero *et al.*, 2017; Durán *et al.*, 2018; Cortegoso *et al.*, 2020; Yebra, 2022).

Los patrones de uso humano de los ambientes de altura han sido un tema relevante en la arqueología del occidente sudamericano. Estos ambientes ofrecen una diversidad de recursos bióticos y abióticos atractivos para la vida humana. El uso de la cordillera de los Andes para la extracción de recursos como la obsidiana ha sido registrado desde *ca.* 10000 años AP (Aldenderfer, 2008; Rademaker *et al.*, 2014). Estudios que incluyen amplias escalas latitudinales con un eje andino han sugerido además que estos enclaves pudieron actuar como refugio frente a fluctuaciones climáticas y/o demográficas particularmente en el Holoceno medio (Méndez *et al.*, 2015; Barberena *et al.*, 2017). Este trabajo busca aportar a las discusiones sobre explotación de recursos líticos en ambientes altoandinos testeando un modelo espacial de abastecimiento desarrollado con SIG (Sistemas de Información Geográfica) que permite discriminar entre recursos locales y no locales considerando costos de acceso en ambientes abruptos (Lucero *et al.*, 2021).

La laguna del Diamante se localiza en el límite cordillerano argentino-chileno (S34°) en un paisaje modelado por distintos eventos volcánicos. Su geología y rasgos son resultado de una erupción volcánica de tipo pliniana ocurrida hace 450 ka que generó un cráter de 20 km de diámetro. El borde de la caldera tiene altitudes comprendidas entre 3.800 y 4.000 m s.n.m; en su interior se localizan las cotas más bajas (3.300 m s.n.m). En estas cotas se conformó una laguna

denominada Diamante, de la cual nace el río homónimo, uno de los principales cursos de agua de Mendoza. Eventos volcánicos posteriores conformaron el volcán Maipo en el interior de la caldera –5.323 m s.n.m– (Stern *et al.*, 1984; Sruoga *et al.*, 2012; figura 1).

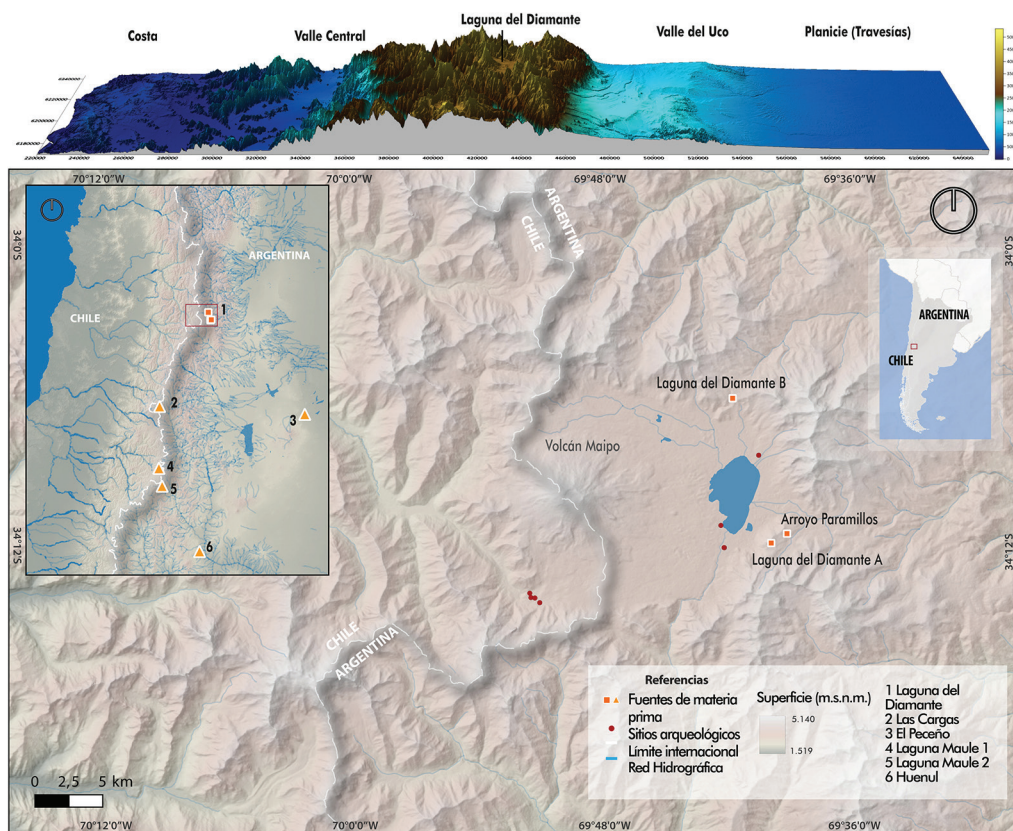


Figura 1. Sitios arqueológicos y fuentes de obsidiana en la caldera del Diamante

En el área se ha relevado un total de 40 sitios arqueológicos en el sector oriental (Argentina) y occidental (Chile) de la caldera; también se han caracterizado dos señales geoquímicas de fuentes de obsidiana: Arroyo Paramillos y Laguna del Diamante (figura 1). Si bien estos recursos están presentes en sitios arqueológicos de la vertiente occidental andina desde el Holoceno temprano, la ocupación efectiva de la laguna habría tenido lugar desde *ca.* 2000 años AP (Durán *et al.*, 2006; Yebra, 2022). En sitios del sector oriental de la caldera ( $n=3$ ), se registraron cinco pulsos de intensidad de ocupación hasta *ca.* 400 años AP, los cuales estarían relativamente acoplados a la variación de condiciones ambientales que afectan la disponibilidad estacional de este espacio a escala anual e interanual (Yebra *et al.*, 2023).

El objetivo de este trabajo es evaluar desde una perspectiva de análisis espacial las escalas de acceso a recursos líticos (locales, no locales y extrarregionales) y contrastar expectativas arqueológicas de variaciones temporales en los rangos de acción de las poblaciones que explotaron las fuentes de obsidiana emplazadas en el área de Laguna del Diamante. Se combinan resultados de análisis geoquímicos de obsidianas arqueológicas con un análisis espacial de SIG basado en un modelo anisotrópico de costos de acceso desarrollado para ambientes de altura (Lucero *et al.*, 2021). La caracterización geoquímica efectuada sobre una muestra de artefactos confeccionados en obsidiana ( $n=1.219$ ) procedentes de sitios emplazados en Chile ( $n=27$ ) y Argentina ( $n=13$ )

(tabla 1) ha permitido identificar la dispersión de las dos fuentes locales de aprovisionamiento (Cortegoso *et al.*, 2020; Sanhueza *et al.*, 2021). Los límites del área de estudio, desde S32° hasta S37° y desde O71° hasta O68°, fueron definidos por la dispersión máxima (último extremo georeferenciado) de artefactos arqueológicos provenientes de las fuentes Laguna del Diamante y Arroyo Paramillos.

La aplicación de un modelo de jerarquización del espacio diseñado específicamente para topografías abruptas posibilita evaluar el costo de los movimientos y escalas de acceso sobre la base de ambientes comparables a Laguna del Diamante. El modelo fue desarrollado para el área del Taguas en el norte de San Juan (S29°, 3.700-5.800 m s.n.m), permitiendo segmentar el paisaje en isócronas a partir de una superficie de fricción resultante del análisis espacial. Se enfoca en los costos de los desplazamientos humanos en términos de tiempo (jornadas) por lo que se considera útil para indagar sobre diferentes modos de aprovisionamiento y uso de fuentes líticas (Lucero *et al.*, 2021). Se discuten, además, posibles cambios en los modos de acceso y explotación de las fuentes en función de cambios en los rangos de acción según las inflexiones temporales en las formas de subsistencia y tipo de sociedades que pudieron acceder a la laguna del Diamante.

## ANTECEDENTES

La modalidad de acceso a los recursos líticos y las esferas de interacción entre grupos se han evaluado mediante el estudio de fuentes desde diferentes perspectivas (Meltzer, 1989; Turq *et al.*, 1999; Kuhn, 2004; entre otros). El análisis de las variables formas de abastecimiento ha permitido discutir relaciones entre localidades geográficas, rangos de acción y grado de movilidad de los grupos, así como también sistemas de producción lítica y estrategias de obtención e intercambio (Renfrew, 1977; Binford, 1979; Ericson, 1984; Bamforth, 1986; McAnany, 1988; Kuhn, 1995; entre otros).

Hay un espectro de opciones para definir rangos de acceso de grupos cazadores-recolectores pedestre sobre la base de distancias, rasgos del paisaje y formas de subsistencia. Gould y Saggars (1985) propusieron un radio de 40 km para distinguir entre recursos locales y no locales en función del registro etnográfico del centro de Australia. Rangos similares fueron contrastados en el estudio del Paleoindio de Norteamérica por Meltzer (1989), quien propone que los patrones de uso de los conjuntos de instrumentos reflejaban aprovisionamiento directo por parte de grupos con alta movilidad residencial. Estos planteos fueron aplicados a estudios de aprovisionamiento en distintas regiones del mundo, con ejemplos significativos en Argentina (ver referencias en Lucero *et al.*, 2021). Otros ejemplos con rangos mayores aparecen en Gamble (1993), quien sugiere una distancia entre 30 y 80 km para identificar rocas exóticas. Bayón y Flegenheimer (2004) han utilizado un trayecto lineal de 100 km para delimitar abastecimiento a larga distancia en ambientes pampeanos (llanos). Estas propuestas deben ser tomadas como aproximaciones que pueden servir para modelar estrategias humanas de movilidad en el espacio.

Las interfaces que definen los rangos de acción y sus posibles umbrales no son ni deben ser universales desde una dimensión espacial, como tampoco, aplicables a toda la historia ocupacional de un área geográfica particular. Siguiendo a Gamble (1993), es pertinente preguntarse: ¿cuán exótico es lo exótico? ¿cuán local es lo local?; las actividades de intercambio e importación que tales términos implican cambiaron dramáticamente con la aparición de la producción de alimentos. Según el autor, la proporción de instrumentos exóticos varía inversamente con la distancia entre los cazadores-recolectores y los agricultores. No solo los elementos fisiográficos deben ser tenidos en consideración, el paisaje puede ser parcelado y los límites intergrupos construidos; la partición cultural del paisaje bajo estas condiciones puede cambiar las estrategias de aprovisionamiento lítico (Ericson, 1984; McAnany, 1988). Para Stanner (1965, p. 1): “The relations between a group



and its territory are among other things ecological relations; the relations between members of the group in respect of the territory, in itself, or as a locality of a larger entity, are among other things social relations”.

Por sus propiedades de trazabilidad, los artefactos confeccionados en obsidiana son empleados para establecer circuitos de movilidad e interacción humana a grandes distancias. Trabajos realizados en distintas regiones volcánicas sudamericanas han identificado patrones de circulación e interacción entre regiones que son particularmente visibles en los últimos 2000 años (Yacobaccio *et al.*, 2002; Escola *et al.*, 2016; Berón *et al.*, 2018; Stern, 2018; Cortegoso *et al.*, 2012, 2019; Tripceвич y Contreras, 2013; Sanhueza *et al.*, 2021; entre otros). Los numerosos estudios geoquímicos aplicados a muestras de obsidianas arqueológicas a lo largo de Sudamérica han demostrado que las fuentes regionales de obsidiana no poseen rangos de dispersión por fuera de la región volcánica a la que pertenecen, alcanzando una dispersión máxima *ca.* 600 km lineales (Michael Glascock, comunicación personal). Por tanto, la segmentación analítica del espacio geográfico que ocupan las fuentes de obsidiana es una herramienta útil para indagar sobre las escalas de acceso y modalidad de distribución de estos valiosos recursos.

### *Estudios de fuentes de obsidiana en el arco volcánico sur*

En el segmento latitudinal en el que se enfoca este estudio, se han registrado siete fuentes de obsidiana, cuatro cordilleranas: Laguna del Diamante, Arroyo Paramillos, Las Cargas y Laguna del Maule-1; y tres extracordilleranas: El Peceño, Cerro Huenul y Laguna del Maule-2 (figura 1). Además, se detectaron dos señales químicas distintas y recurrentes en muestras arqueológicas, pero que no han sido ubicadas geográficamente en la región; denominadas señales Desconocidas –A y B– (Giesso *et al.*, 2011). Las fuentes ubicadas en ambientes cordilleranos (> 2.500 m s.n.m.) están disponibles solo durante la temporada estival debido a la cubierta de nieve que se forma en el invierno. Mientras que aquellas ubicadas por fuera del área cordillerana (< 2.500 m s.n.m.) son de fácil acceso y poseen una disponibilidad anual (Cortegoso *et al.*, 2012, 2020; Salgán *et al.*, 2015; Salgán y Pompei, 2017; Barberena *et al.*, 2018).

Las fuentes Las Cargas, Laguna del Maule (1 y 2), Cerro Huenul y Arroyo Paramillos, han sido explotadas desde *ca.* 9000 años AP (Salgán *et al.*, 2015; Barberena *et al.*, 2018; Cortegoso *et al.*, 2020; Sanhueza *et al.*, 2021). El uso de fuentes cordilleranas y extracordilleranas se hizo más intensivo en los últimos 2000 años (Cortegoso *et al.*, 2012). Esto ha sido vinculado a procesos de regionalización, crecimiento demográfico e intensificación con distinto impacto e incidencia al oeste y al este de la cordillera de los Andes y al norte y al sur de los S34°, límite continental de divergencia cultural y de estrategias de subsistencia (Cortegoso, 2014; Gayo *et al.*, 2019; Sanhueza *et al.*, 2021).

A partir de la aplicación de distintos métodos geoquímicos –análisis de activación neutrónica, fluorescencia de rayos X y ablación láser por espectrometría de masa acoplada– a muestras geológicas (n= 80) y arqueológicas (n= 1.219), se identificaron dos fuentes de obsidiana en el área de Laguna del Diamante (en el sentido propuesto por Hughes, 1998): fuente Arroyo Paramillos y fuente Laguna del Diamante (De Francesco *et al.*, 2006; Cortegoso *et al.*, 2020). La obsidiana Arroyo Paramillos se caracteriza por ser de buena a muy buena calidad (*sensu* Aragón y Franco, 1997). Esta fuente tiene una expresión natural en el interior de la caldera del Diamante (Cortegoso *et al.*, 2020; Yebra, 2022). En cambio, la obsidiana Laguna del Diamante, posee una calidad regular a buena para la talla (*sensu* Aragón y Franco, 1997) y tiene una dispersión ubicua en el sector oriental de la caldera (Yebra, 2022; figura 1). Ambas fuentes fueron utilizadas con anterioridad a la ocupación de Laguna del Diamante. En el caso de Arroyo Paramillos registra un empleo temprano *ca.* 9000 años AP en el sitio El Manzano 1, mientras que el uso de la obsidiana

Laguna del Diamante se registra *ca.* 4000 años AP en el sitio Las Perdidas, ambos emplazados en el sector occidental de la cordillera de los Andes (Sanhueza *et al.*, 2021; figura 2).

La dispersión espacial de estas fuentes es disímil. A partir de un modelado SIG de *Kernells*, se observó que los materiales arqueológicos procedentes de Arroyo Paramillos tienen una dispersión marcada hacia la vertiente occidental de la cordillera. En cambio, las procedentes de la fuente Laguna del Diamante se restringen a la cuenca superior del Maipo y la caldera del Diamante (Cortegoso *et al.*, 2020, figura 6). La dispersión asimétrica y la marcada extensión temporal y espacial de la fuente Arroyo Paramillos han permitido sugerir que Laguna del Diamante sería una fuente minoritaria con un uso restringido (Cortegoso *et al.*, 2016).

### *Arqueología en los Andes (S32°-S34°)*

Las investigaciones arqueológicas evidencian un uso progresivo de la cordillera de los Andes que iniciaría en el Holoceno temprano por grupos cazadores y recolectores y se intensificaría hacia el Holoceno tardío en un escenario de mayor diversificación en las formas de subsistencia (Cornejo y Sanhueza, 2003; Neme y Gil, 2012; Cortegoso, 2014; tabla 1). La incorporación de cultígenos y/o intensificación en el procesamiento vegetal y el crecimiento demográfico han sido registrados en la vertiente occidental andina desde *ca.* 4000 años AP (Planella *et al.*, 2005; Gayo *et al.*, 2019). En la vertiente oriental, se ha discutido la profundidad temporal y latitudinal de estos cambios, que tienen una frontera fluctuante a los 34°S, entre formas de vida con patrones temporales no lineales de estrategias productivas y forrajeras desde *ca.* 2000 años AP (Llano *et al.*, 2017; Gil *et al.*, 2020).

En cuanto al uso de las obsidias Arroyo Paramillos y Laguna del Diamante, registran un empleo diferenciado a lo largo del Holoceno (Cortegoso *et al.*, 2020; Sanhueza *et al.*, 2021; tabla 1). En el sector occidental de la cordillera, se observó un uso mayoritario de la fuente Arroyo Paramillos entre 9000 y 3000 años AP, particularmente en los sitios emplazados en la cuenca del Maipo ( $n=67\%$ , Sanhueza *et al.*, 2021, tabla 1). La incorporación de la fuente Laguna del Diamante, según los autores, sería observable desde *ca.* 4000 años AP, lo que atribuyen a su inferior calidad para la talla. Sanhueza y colaboradores (2021) han propuesto para los últimos milenios, y en sincronía con la instalación de sociedades agroalfareras en los valles de Chile (*ca.* 2500 años AP), que la fuente de mayor circulación sería Las Cargas (S35°), más distante que las estudiadas en este trabajo (figura 1). Estos investigadores infieren que dicha materia prima habría sido adquirida de manera indirecta por parte de los grupos que habitaron el Valle Central de Chile.

En el sector oriental de la cordillera la distribución de ambas fuentes es heterogénea, se han hallado artefactos arqueológicos en distintos puntos de la provincia de Mendoza. Al norte (S32°), se registró el uso de la fuente Arroyo Paramillos, *ca.* 5000 años AP, en el sitio cordillerano El Piedrón 01; y de la fuente Laguna del Diamante se halló un producto aislado en la superficie del sitio precordillerano Agua de la Zorra (Cortegoso *et al.*, 2019). En el sur de la provincia (S34° - S35°), la fuente Arroyo Paramillos tiene un uso que iniciaría *ca.* 3000 años AP en el sitio pedemontano Potrerillos del Diamante. Artefactos de esta fuente también fueron hallados en la cuenca alta del río Diamante y en el río Atuel (por ej.: La Guevarina y Llananello T9; tabla 1).

Para el norte de la provincia se ha propuesto que el acceso a estas fuentes pudo ser indirecto a partir de diversos mecanismos de interacción (Cortegoso *et al.*, 2019). En el sur, el abastecimiento de obsidiana habría sido mayoritariamente directo; e indirecto (cerca del 20%) para aquellos artefactos de obsidiana procedentes de fuentes ubicadas a más de 130 km de distancia de los sitios, como el caso de la obsidiana Arroyo Paramillos hallada en La Guevarina (Cortegoso *et al.*, 2012; tabla 1). Al igual que en la vertiente occidental, para los últimos mil años se ha observado un uso mayoritario de la fuente Las Cargas en los sitios cordilleranos del sur de la provincia de Mendoza

(Cortegoso *et al.*, 2012; Salgán *et al.*, 2015), como así también una mayor circulación de fuentes no locales (30%, Cortegoso *et al.*, 2012). Al norte de la provincia esta fuente circuló *ca.* 500 años AP en forma de artefactos manufacturados, ejemplo de ello son las catorce puntas de proyectil de obsidiana procedentes de la fuente Las Cargas que formaban parte de un ajuar funerario en el sitio Uspallata Usina Sur (Nami *et al.*, 2015).

Tabla 1. Distribución temporal de obsidianas Arroyo Paramillos y Laguna del Diamante en los sitios arqueológicos de la macrorregión de estudio

Sitios	Isócrona	Holoceno temprano	Holoceno medio	Holoceno tardío	Incas	% de obsidiana	Fuente cantidad absolutas	
							LD	AP
LDS2	1			x	x	52,8	39	85
LDS4	1			x	x	64,1	425	174
LDS13	1			x	x	51,6	116	74
LDLN	1					-	13	5
El Aro	1			x		72,8	0	1
El Olvido	1			x	¿?	42,4	0	7
Las Perdidas	1			x		60,9	9	13
Vega Linda	1			x		43,8	4	6
El Arenal	2			x		-	0	1
El Plomo	2		x	x		71,1	0	32
Holoceno	2			x		54,1	1	34
Valle Blanco	2			x		37,1	0	1
Los Queltehues	3		x	x	x	55,4	13	53
Caserón 2	4			x		-	0	1
Gruta El Carrizalito	4			x		-	0	1
Potreros del Diamante	4			x		-	0	2
Las Morrenas 1	5			x		5,8	2	11
Las Cortaderas 3	5			x		43,3	1	6
Las Cortaderas 2	5			x		30,3	1	4
Condominio 1	5			x		6,7	0	5
La Herradura	5					-	0	2
Doña Leonor	6			x		-	0	1
El Manzano 1	6	x	x	x		6,7	1	22
El Manzano 2	6			x	x	-	0	2
El Manzano 3	6	x				-	0	17
Escobarino 1	6			x	x	-	0	1
La Batea 1	6		x	x		6,2	0	3
VP-1	7			x		-	0	5
Llanquanello T9	8			¿?		-	0	1
La Guevarina	8			¿?		-	0	1
Cuchipuy	8		X	X (19%)		7 a 19	0	2
La Manga	8			x		< 1	0	1
Quebrada de La Manga	8			x		< 1	0	1
RML.021	8			x		-	0	1
RML.034	9		x			-	0	5

(Tabla 1. Continuación)

Sitios	Isócrona	Holoceno temprano	Holoceno medio	Holoceno tardío	Incas	% de obsidiana	Fuente cantidad absolutas	
							LD	AP
RML.037	9			x		-	0	1
El Piedrón 01	9		x			< 1	0	8
Llanos de Rungue	9			x		< 1	0	2
Popeta	9			x	x	-	0	1
Agua de la Zorra	11					< 1	1	0

Nota: los datos en la columna de % de obsidiana fueron tomados de Cornejo y Sanhueza (2011) y Yebra (2022).

### Resultados previos en la Caldera del Diamante

En la caldera del Diamante se han relevado 40 sitios arqueológicos de los cuales 25 se encuentran en el sector oriental, con un rango cronológico que comprende entre 2030 y 440 años cal AP (Yebra *et al.*, 2023). En el sector occidental, el inicio de la ocupación de la caldera se registró *ca.* 4000 años AP (Cornejo y Sanhueza, 2011). En todos ellos la materia prima más empleada es la obsidiana (> 50%), siendo predominantes las fuentes Arroyo Paramillos y Laguna del Diamante (tabla 1).

Un trabajo previo realizado en el sector oriental de la caldera evaluó los cambios temporales de uso de las fuentes procedentes del área de Laguna del Diamante (Yebra, 2022; Yebra *et al.*, 2023). Este estudio mostró que el empleo de ambas obsidianas fue fluctuante a lo largo del tiempo. En las primeras ocupaciones del área (~2030-1210 años cal AP) se observó un uso mayoritario de la fuente Arroyo Paramillos por sobre la fuente Laguna del Diamante. Esta relación cambió entre 1210-440 años cal AP, cuando se registraron los índices más elevados de intensidad y/o permanencia en la ocupación del área y el uso predominante de la fuente Laguna del Diamante en sincronía con el período de dominación incaica.

### CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y TOPOGRÁFICAS DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

El área de Laguna del Diamante se vincula a la dinámica climática de los Andes Subtropicales y tiene un régimen de precipitaciones de invierno en forma de nieve con un promedio de 600 mm anuales (Capitanelli, 1972). La temperatura media anual es de 2°C, a partir de datos obtenidos de la estación meteorológica de Portillo, S32°8', a 3000 m s.n.m. Los valores promedio de temperatura mínima de invierno son de -1°C (entre abril-septiembre del 2012 al 2020) y máxima de verano de 14,8°C (entre diciembre-febrero del 2012 al 2020, datos del explorador climático del CR2).

Debido a las bajas temperaturas, este ambiente altoandino, permanece cubierto de nieve (figura 2) y sus suelos están congelados gran parte del año (Muñoz *et al.*, 2012). La marcada estacionalidad impide el acceso al área durante el invierno austral.

La vertiente occidental andina, a la misma latitud que se emplaza el área de Laguna del Diamante, registra un régimen de precipitaciones marcadamente estacional con períodos estivales secos. Por tanto, la complementariedad que presentan los refugios húmedos de altura es particularmente crítica para las poblaciones humanas localizadas en el rango anual de dichas vertientes (Yebra *et al.*, 2023).





Figura 2. Imagen aérea de la Laguna del Diamante durante el invierno austral

Estudios paleoambientales basados en distintos *proxies* han identificado variaciones en los patrones de cobertura de nieve en ambientes de altura, particularmente en los últimos 2000 años. Estas variaciones se relacionan principalmente con el fenómeno de El Niño Oscilación Sur (ENOS) y los Vientos del Oeste. Se observó una correlación positiva entre condiciones climáticas favorables e intensidad en la ocupación humana en la Laguna del Diamante, con excepción de las ocupaciones correspondientes a 500 años AP. Estas ocupaciones estarían asociadas al arribo del imperio incaico a la región, y en ellas se registró la mayor intensidad humana asociada a condiciones climáticas frías (Yebrá *et al.*, 2023).

## MÉTODOLOGÍA

Los estudios sobre aprovisionamiento lítico en áreas con topografías abruptas deben considerar los costos más allá de la distancia a la fuente ya que, a diferencia de las llanuras, en estos espacios el movimiento es afectado por las variables pendientes del terreno y la dirección del movimiento. A partir de un análisis de menor costo (White y Surface-Evans, 2012), Lucero y colaboradores (2021) modelaron el costo del movimiento en un paisaje andino adaptando la curva *Off-Path* de Tobler (1993) con funciones de locomoción pedestre propia de estos entornos. El modelo utiliza jornadas de desplazamiento (isócronas) en lugar de kilómetros (distancia) como unidad de medida de los movimientos humanos en ambientes de altura, ya que la distancia recorrida es variable dependiendo de las características topográficas de cada región, la presencia de vías naturales de acceso y circulación (por ejemplo, barrancos, ríos y arroyos) y la dirección en la que el movimiento está orientado (Lucero *et al.*, 2021). El algoritmo se expresa de la siguiente forma:  $w = 3.6e^{(-3.5 * \text{abs}(S + 0.05))}$ ; donde  $W$  es la velocidad del movimiento a pie representada en km/h y  $S$  es la tangente de la pendiente en radianes.

En este trabajo el análisis espacial utiliza un mosaico georreferenciado con 34 escenas de Modelo de Elevación Digital (DEM) obtenidas de una fuente ASTER Global DEM. Se emplea el software ArcGIS 10.4.1 y el ajuste del algoritmo *Off-Path* de Tobler para ambientes de altura (Lucero *et al.*, 2021). El resultado es un DTM (Modelo Digital de Terreno) con valores expresados en tiempo, dividido en isócronas de 8 h, equivalentes a una jornada de movimientos pedestres partiendo de un centroide (figura 3). El modelo establece que cada jornada de 8 h, tiempo promedio

que recorre un humano en topografías abruptas, equivale a una distancia de 15 km (Lucero *et al.*, 2021). Una jornada configura la escala de acceso a las fuentes locales mediante una estrategia de aprovisionamiento predominantemente directa (Binford, 1979; Meltzer, 1989). Los espacios que implican entre dos y tres jornadas de movimiento estructuran entornos no locales, donde los recursos podrían adquirirse mediante estrategias directas e indirectas de aprovisionamiento. Finalmente, los ambientes que requieren cuatro jornadas de viaje son considerados extrarregionales, aquí suele aparecer evidencia de intercambios (Lucero *et al.*, 2021). Los resultados de este trabajo se presentan en los rangos propuestos por Lucero y colaboradores (2021; tabla 2), los cuales serán discutidos en función de los posibles cambios registrados en el área de estudio.

Esta propuesta considera estudios espaciales arqueológicos y etnográficos regionales y de otras áreas andinas que aportan información contextual al modelo (Tripcevich, 2008; Erazo y Garay-Flühmann, 2011; Lucero, 2015; entre otros). No obstante, se reconoce que incluso con esta información derivada de la analogía disponible, no hay razón para considerar que una persona o grupo no haya caminado más tiempo por día para obtener los recursos o extendido la búsqueda por más horas (Lucero *et al.*, 2021, p. 4).

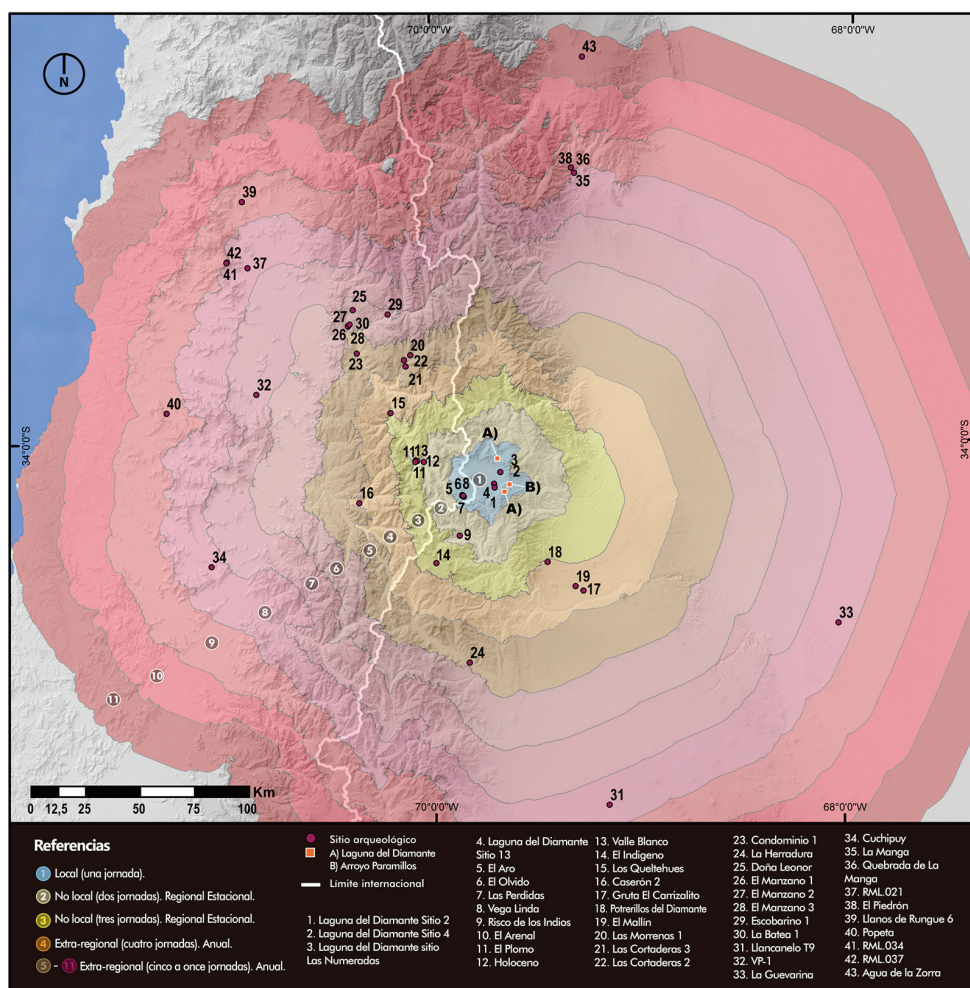


Figura 3. Modelado de isócronas según la dispersión de artefactos arqueológicos de las fuentes de obsidiana Laguna del Diamante y Arroyo Paramillos

Tabla 2. Rangos de acceso a fuentes según el modelo propuesto por Lucero *et al.* (2021)

	1° Jornada	2° Jornada	3° Jornada	4° Jornada
<b>Tiempo</b>	8hs	16hs	32hs	64hs
<b>Isócrona</b>	1	2	3	4
<b>Tipo de procedencia</b>	Local	No-Local	No-Local	Extra regional
<b>Distancia promedio</b>	15 km	32 km	49 km	63 km
<b>Estrategia de aprovisionamiento</b>	Directa	Directa e indirecta	Directa e indirecta	Interacción

Además, se realizó en SIG un análisis de cobertura nívea para proporcionar información sobre la presencia/ausencia de nieve en la mesorregión de estudio y dimensionar el grado de disponibilidad estacional que tiene este paisaje en términos de circulación (figura 4). Conocer la variabilidad de la cobertura de nieve durante el invierno es importante no solo porque bloquea los ambientes durante las estaciones frías, sino también porque es un recurso hídrico clave durante las estaciones cálidas, aportando agua de deshielo a los sectores medios y bajos en primavera. La detección de nieve se basó en el Índice de Nieve de Diferencia Normalizada o NDSI (Riggs y Hall, 2014), utilizando bandas verde e infrarroja de onda corta de imágenes Landsat-8. El resultado es una superposición de capas NDSI a partir de bandas espectrales Landsat-8 de los meses de septiembre 2000 y 2017, agosto 2001, 2004, 2008 y 2014, y julio 2019.

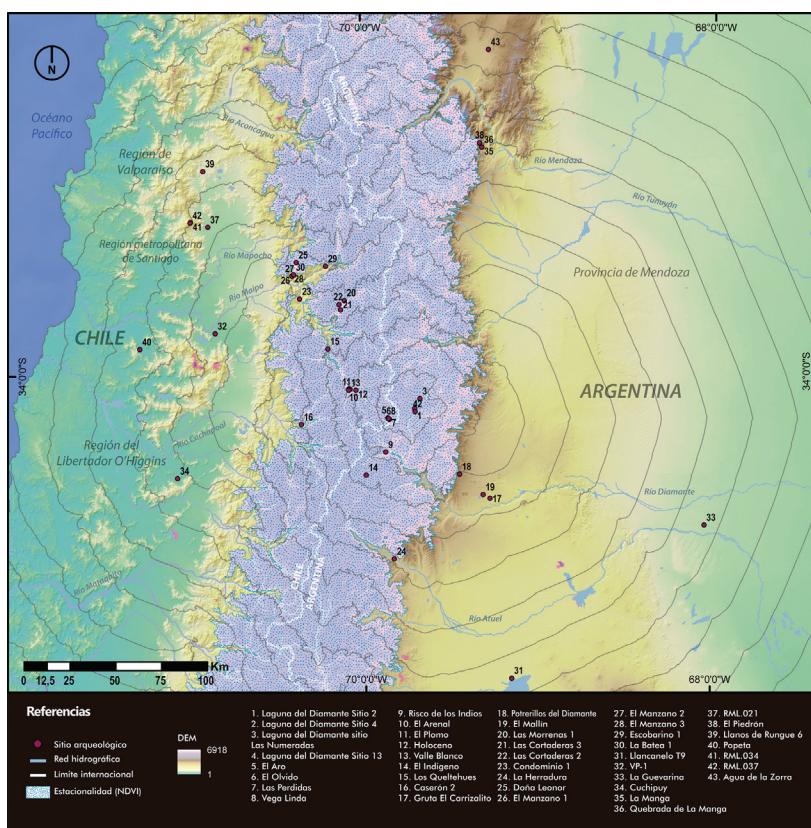


Figura 4. Mapa cobertura de nieve invernal en los rangos máximos de dispersión de las fuentes



Los datos obtenidos a partir del modelado de isócronas permiten discutir las escalas de costos de acceso en términos de tiempo al área de Laguna del Diamante (figura 3), mientras que el modelado de la cobertura nívea muestra la disponibilidad de ocupación anual o estacional que pudieron tener los sitios emplazados en ambas vertientes cordilleranas; como así también la visibilidad de las fuentes, los senderos que conducen a ella y de las obsidias en sí (figura 4).

## RESULTADOS

En este estudio, se modelaron 11 isócronas en función de la dispersión máxima de artefactos confeccionados en obsidias Arroyo Paramillos y Laguna del Diamante ( $n=1.219$ ), provenientes de 40 sitios arqueológicos ubicados en Chile y Argentina (figura 3). Se toma como punto cero la caldera del Diamante (isócrona 1, figura 3), espacio en donde se identificaron y caracterizaron las fuentes de obsidiana antes mencionadas (figura 1).

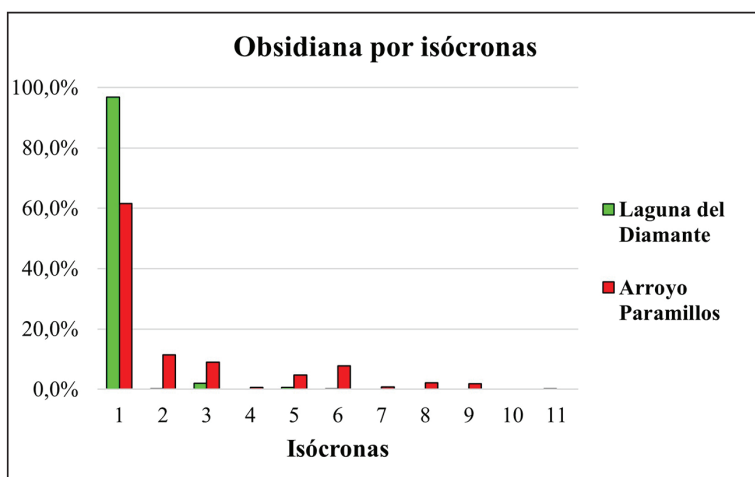


Figura 5. Fuentes de obsidiana locales por isócronas

En la figura 5 se observa que la fuente Laguna del Diamante posee altos porcentajes en la isócrona 1 (96,8%), los cuales caen en las isócronas 2 y 3 (0,2% y 2,1%). La isócrona 4 no posee obsidiana de esta fuente. En las isócronas 5 y 6 se halla en bajos porcentajes (0,6% y 0,2%). Desde la isócrona 7 hasta la 10 hay ausencia de obsidiana Laguna del Diamante. Finalmente, en la isócrona 11 (0,2%) se halló un producto de talla de esta fuente en la superficie de un taller lítico de rocas silíceas ubicado en el norte de Mendoza, región sin fuentes volcánicas (Cortegoso *et al.*, 2019).

En el caso de la fuente Arroyo Paramillos se observan altos porcentajes en la isócrona 1 (61,6%), los cuales caen a partir de las isócronas 2, 3 y 4 (11,5%, 8,9% y 0,7%). En las isócronas 5 y 6 vuelven a incrementarse (4,7% y 7,8%), para bajar nuevamente hasta desaparecer en la isócrona 10 (figura 5).

El alto porcentaje de ambas fuentes en la isócrona 1 es esperable ya que el costo de acceso es bajo (8 h) debido a su emplazamiento dentro del espacio de procedencia local (figura 3). En las isócronas 2 y 3, la procedencia de las obsidias Arroyo Paramillos y Laguna del Diamante sería no local –jornadas de 16 a 32 h–, se observa que la fuente Arroyo Paramillos (20,4%) tiene mayor porcentaje que la fuente Laguna del Diamante (2,4%). En la escala extrarregional de aprovisionamiento (isócrona 4, jornadas más de 64 h), se destaca un relativo incremento en los porcentajes de obsidiana Arroyo Paramillos para las isócronas 5 y 6 (figura 5 y tabla 3).

Tabla 3. Obsidiana Arroyo Paramillos y Laguna del Diamante por isócrona

Isócronas	n= de obsidiana por isócrona		Tipo de procedencia según el modelo propuesto	Jornada
	Arroyo Paramillos	Laguna del Diamante		
1	365	606	Local	8 h
2	68	1	No-local	16 h
3	53	13	No-Local	32 h
4	4	0	Extrarregional	64 h
5	28	4	Extrarregional	+64 h
6	46	1	Extrarregional	
7	5	1	Extrarregional	
8	13	0	Extrarregional	
9	11	0	Extrarregional	
10	0	0	Extrarregional	
11	0	1	Extrarregional	

## DISCUSIÓN

En los ambientes altoandinos el acceso a las materias primas está restringido por la estacionalidad. Como se observa en la figura 4, las isócronas 1 a 4 estarían cubiertas de nieve durante el invierno austral, particularmente el sector occidental de la cordillera (en azul claro) por lo que los sitios ubicados en dichas isócronas, solamente podrían ser habitados durante la temporada estival (diciembre a marzo). A diferencia de estos, los sitios emplazados a partir de la isócrona 6, serían habitables durante todo el año; mientras que la isócrona 5 es un espacio de ecotono fluctuante, sujeto a variaciones climáticas de escala anual e interanual, para la ocupación humana. Algunos sitios comprendidos en esta isócrona, por ej. Los Condominios 1 (Cornejo y Sanhueza, 2011), podrían haber sido habitados gran parte del año (figura 6).

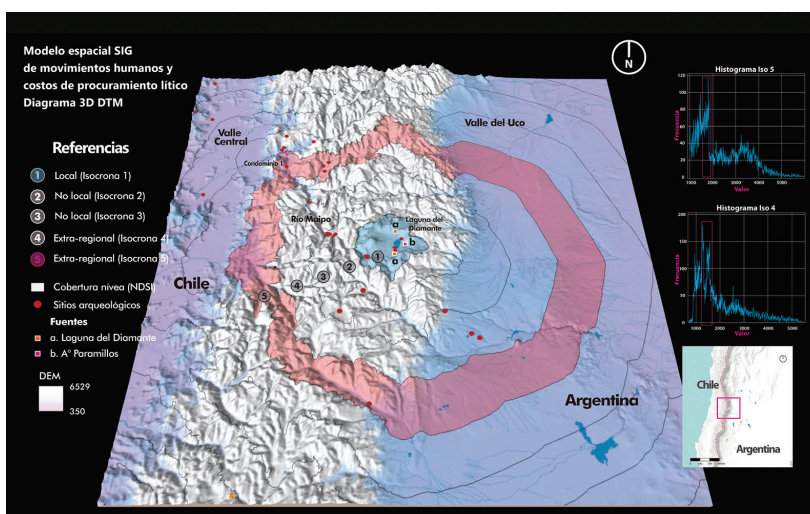


Figura 6. Mapa de cobertura nieve e isócronas con histogramas de altitud



A partir del modelado de isócronas, se observó que los sitios comprendidos en la isócrona 1, con altitudes que van desde 2.500 a 5.300 m s.n.m., el acceso a las fuentes de obsidiana sería local (tabla 2) y tendrían estrategias de aprovisionamiento directas, debido a la cercanía de la fuente a los sitios (figuras 3 y 6). Esto se ve reflejado en los altos porcentaje de obsidiana Laguna del Diamante y Arroyo Paramillos presentes en esta isócrona (96,8% y 61,6%, respectivamente). Como se mencionó anteriormente, este aprovisionamiento estaría restringido por la estacionalidad, en el que la cobertura névea bloquea los pasos cordilleranos y condiciona la circulación (figura 4), y por la altitud, siendo un entorno eminentemente de altura.

En las isócronas 2 y 3 (figura 3), las estrategias de aprovisionamiento de las obsidias Arroyo Paramillos y Laguna del Diamante pudieron ser directa/indirecta, dependiendo de la fluctuación en la barrera invernal y de los cambios en los patrones de movilidad de los grupos humanos registrados en ambas vertientes cordilleranas en los últimos dos mil años (Cornejo y Sanhueza, 2003; Morgan *et al.*, 2017). En la vertiente occidental, los bajos porcentajes que presentan las isócronas 2 y 3 con relación a la isócrona 1 (figura 5) podrían vincularse a la ocupación estacional de sitios cuyas altitudes están comprendidas entre 1.500 y 2.500 m s.n.m. (figura 4). Otra explicación, que no excluye a la anterior, es su posible funcionamiento como lugares de tránsito hacia los enclaves cordilleranos ricos en recursos, como pudo ser el área de Laguna del Diamante. En la vertiente oriental, sitios próximos a la barrera de nieve, como el caso de Potrerillos del Diamante (2.600 m s.n.m, figuras 4 y 6), pudieron ser ocupados por grupos humanos que se instalarían más tiempo de uno u otro lado de la cordillera dependiendo de las condiciones climáticas anuales e interanuales. Esta tendencia ha sido registrada en el Holoceno medio (Méndez *et al.* 2015). El registro de ocupación del sitio Potrerillos del Diamante comienza *ca.* 4000 años AP, siendo sincrónico con el inicio de los procesos de intensificación en la vertiente occidental de la cordillera (Cornejo y Sanhueza, 2003; Cortegoso *et al.*, 2012), lo que apoyaría la hipótesis de un uso continuo entre un lado y otro de los Andes.

En una escala macrorregional (isócrona 4 en adelante; figura 3), la presencia de obsidiana procedente de las fuentes caracterizadas en el área de Laguna del Diamante sería extrarregional, siendo catalogadas como materias primas exóticas. En los sitios emplazados en el área de Laguna del Diamante (figura 1), se evidenció la presencia de obsidiana exótica que proviene de fuentes emplazadas a partir de la isócrona 9 (Las Cargas, Laguna del Maule 1 y 2, Cerro Huenul). La presencia de estas obsidias no supera el 6% de la muestra y presenta la mayor diversidad de fuentes para el periodo de dominación incaica regional (entre 440-500 años cal AP; Durán *et al.*, 2022; Yebra, 2022). La adquisición de obsidias exóticas habría sido indirecta a partir de diversos mecanismos de interacción (Yebra, 2022).

En esta escala se observó, a partir de la aplicación de *kernells* modelados en SIG, que la fuente Arroyo Paramillos tendría una dispersión más amplia con una tendencia hacia el sector occidental de la cordillera. En cambio, la fuente Laguna del Diamante estaría restringida a la caldera del Diamante y cuenca superior del Maipo (Cortegoso *et al.*, 2016). Esta dispersión asimétrica es coincidente con los porcentajes presentes de cada fuente en las isócronas 2 a 9 (figura 5 y tabla 3) y podría estar asociada a la regular calidad y baja disponibilidad de soportes aptos para la talla (Cortegoso *et al.*, 2020).

En cuanto a los cambios temporales, se observa para el sector occidental de la cordillera de los Andes (isócronas 2 y 3; figura 3), entre *ca.* 9000-4000 años AP, que la adquisición de las obsidias Arroyo Paramillos y Laguna del Diamante pudo haber sido directa por parte de los grupos cazadores-recolectores, entendiendo que estos grupos poseen amplios rangos de movilidad (Binford, 1979; Kelly, 1992). Estas estrategias pudieron verse afectadas *ca.* 3000 años AP, pasando de directas a indirectas, debido a los cambios registrados a nivel macrorregional: crecimiento demográfico, desarrollo de la agricultura, incorporación de nuevas tecnologías –cerámica y arco y flecha–, reducción en la movilidad y ampliación de las redes de interacciones (Sanhueza

*et al.*, 2003; Gayo *et al.*, 2019; Castro *et al.*, 2021). Estas transformaciones van acompañadas de un cambio en el uso de las fuentes de obsidiana caracterizado por una mayor presencia en el registro arqueológico de la fuente Las Cargas por sobre Arroyo Paramillos, particularmente en sitios vinculados a grupos con estrategias agrícolas (Sanhueza *et al.*, 2021). En el Valle Central de Chile (isócronas 4 en adelante), la territorialización habría implicado una ampliación de las redes de interacción y la incorporación de obsidiana de mejor calidad y de fuentes mayoritarias, como sería el caso de Las Cargas.

En la vertiente oriental, para el último milenio, se registró que todas las fuentes cordilleranas alcanzaron distancias *ca.* 300 km, que duplican las registradas hasta momentos previos (Cortegoso *et al.*, 2012, 2019). En el caso de la fuente Arroyo Paramillos pasa de un radio de 48 km a 200 km (Cortegoso *et al.*, 2012, p. 206). Este aumento en las distancias de circulación de las fuentes puede ser vinculado a los cambios macrorregionales mencionados anteriormente. Las estrategias de obtención de recursos de fuentes cordilleranas pudieron pasar de directas a indirectas, al igual que en la vertiente occidental.

## CONCLUSIONES

La cordillera de los Andes es un lugar con una amplia oferta de recursos, entre los que se pueden destacar la disponibilidad de obsidiana. Evaluar las variaciones espaciales y temporales en los rangos de acción y costos de acceso a fuentes líticas de obsidiana en el área de Laguna del Diamante, es una tarea necesaria para los estudios de aprovisionamiento de materias primas en ambientes con topografías abruptas.

En una escala local, las fuentes Arroyo Paramillos y Laguna del Diamante tuvieron un uso mayoritario –lo que resulta coherente con los bajos costos de adquisición (isócrona 1; figura 5)–, pero no lineal a lo largo del tiempo ya que entre 2040-1210 años cal AP predominó el uso de Arroyo Paramillos, y entre 1200-440 años cal AP predominó Laguna del Diamante. En la escala no local la representación de estas obsidianas disminuye considerablemente (isócronas 2 y 3; figura 5), en consonancia con el aumento en los costos de adquisición y el carácter estacional o transicional de los sitios en este segmento (figura 4). Para la escala extrarregional, se observa un uso asimétrico de ambas fuentes, que podría estar vinculado a su disímil calidad para la talla. El mayor porcentaje de la fuente Arroyo Paramillos, registrado particularmente en la vertiente occidental en estas isócronas, podría estar vinculado al uso extendido de los sitios, que se emplazan por debajo de 1500 m s.n.m (figura 6). Los sitios de ocupación anual podrían evidenciar mayor actividad de talla y mantenimiento de los instrumentos de obsidiana, debido al alto costo de la adquisición de la materia prima. Este abastecimiento fue cambiando a medida que se registran reducciones en la movilidad y ocupaciones efectivas de los diversos espacios (*sensu* Borrero, 1994-95). Los procesos de territorialización habrían implicado cambios en los accesos a fuentes cordilleranas y distribución de las fuentes mayoritarias. En los últimos milenios, casi todas las fuentes regionales duplicaron o triplicaron las distancias de dispersión, predominando el uso y circulación de fuentes de mejor calidad, mayor dimensión espacial y con nódulos con tamaños más grandes, como el caso de Las Cargas (Cortegoso *et al.*, 2012; Sanhueza *et al.*, 2021).

La implementación del modelo anisotrópico deja en evidencia que el acceso a las fuentes Arroyo Paramillos y Laguna del Diamante fue diferente a uno y otro lado de la cordillera, y que fue fluctuante a lo largo del tiempo, alcanzando las mayores distancias de circulación *ca.* 1000 años AP. Los umbrales de localidad y no localidad propuestos en este trabajo contemplan los posibles cambios en los rangos de acción de las sociedades que pudieron acceder a las fuentes disponibles en la caldera del Diamante. La aplicación de modelos permite pensar, jerarquizar y contrastar modos de aprovisionamiento de los grupos humanos del pasado, brindando también

herramientas para evaluar los cambios en la configuración de los territorios de las poblaciones involucradas sin definir interfaces rígidas.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al PICT2019-01627 *Biogeografía y cambios tecnológicos en el límite meridional del desarrollo agrícola andino (32°-34°S)* dirigido por la Dra. Valeria Cortegoso, y a CONICET, por el apoyo y financiamiento. A los Dres. Michael Glascock, Martín Giesso y Anna María De Francesco, por realizar el análisis discriminante de las obsidianas. Al cuerpo de guardaparque de Mendoza por la disposición y buena voluntad para que podamos realizar nuestras actividades en el área.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldenderfer, M. (2008). High elevation foraging societies. *The Handbook of South American Archaeology*: 131-143. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-74907-5\\_9](https://doi.org/10.1007/978-0-387-74907-5_9)
- Aragón, E. y Franco, N. V. (1997). Características de rocas para la talla por percusión y propiedades petrográficas. *Anales Del Instituto de La Patagonia*, 25, 187-199. <http://bibliotecadigital.umag.cl/handle/20.500.11893/1498>
- Bamforth, D. (1986). Technological Efficiency and Tool Curation. *American Antiquity*, 51(1), 38-50. <https://doi.org/10.2307/280392>
- Barberena, R., Fernández, M. V., Rughini, A., Borrazzo, K., Garvey, R., Lucero, G., Della Negra, C., Romero Villanueva, G., Durán, V., Cortegoso, V., Giesso, M., Klesner, C., MacDonald, B. L. y Glascock, M. D. (2018). Deconstructing a Complex Obsidian "Source-Scape": A Geoarchaeological and Geochemical Approach in Northwestern Patagonia. *Geoarchaeology*, 34(1), 30-41. <https://doi.org/10.1002/gea.21701>
- Barberena, R., Méndez, C. y de Porras, M. E. (2017). Zooming out from archaeological discontinuities: The meaning of mid-Holocene temporal troughs in South American deserts. *Journal of Anthropological Archaeology*, 46, 68-81. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.07.003>
- Bayón, C. y Flegenheimer, N. (2004). Cambio de planes a través del tiempo para el traslado de roca en la pampa bonaerense. *Estudios Atacameños*, 28, 59-70. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-10432004002800006>
- Berón, M. A., Páez, F., Carrera Aizpitarte, M., Giesso, M. y Glascock, M. (2018). Procurement and circulation of obsidian in the province of La Pampa, Argentina. *Journal of Lithic Studies* 5(2). <https://doi.org/10.2218/jls.2993>
- Binford, L. R. (1979). Organization and formation processes: looking at curated technologies. *Journal of Anthropological Research*, 35(3), 255-273. <https://doi.org/10.1086/jar.35.3.3629902>
- Borrero, L. A. (1994-95). Arqueología de la Patagonia. *Palimpsesto. Revista de Arqueología*, 4, 9-69.
- Capitanelli, R. (1972). Geomorfología y clima de la provincia de Mendoza. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 13(supl.), 15-48.
- Castro, S., Gasco, A., Lucero, G., Cortegoso, V. y Durán, V. (2013). Mid-Holocene hunters and herders of southern cordillera, northwestern Argentina. *Quaternary International*, 307, 96-104. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.03.035>

- Castro, S., Yebra, L., Cortegoso, V., Marsh, E., Castillo, A., Rughini, A., Fernández, M. V. y Garvey, R. (2021). The introduction of the bow and arrow across South America's southern threshold between food-producing societies and hunter-gatherers. En J. B. Belardi, D. Bozzuto, P. M. Fernández, E. A. Moreno y G. A. Neme (Eds.) *Ancient Hunting Strategies in Southern South America* (pp. 137-158). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-61187-3\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-61187-3_6)
- Cornejo, L. y Sanhueza, L. (2003). Coexistencia de cazadores recolectores y horticultores tempranos en la cordillera Andina de Chile Central. *Latin American Antiquity*, 14(4), 389-407. <https://doi.org/10.2307/3557575>
- Cornejo, L. y Sanhueza, L. (2011). North and south: hunter-gatherer communities in the Andes mountains in Central Chile. *Latin American Antiquity*, 22(4), 487-504. <https://doi.org/10.7183/1045-6635.22.4.487>
- Cortegoso, V. (2014). Explotación de ambientes cordilleranos y precordilleranos del centro-oeste argentino durante el Holoceno: variabilidad espacial y temporal en la organización de la tecnología lítica. En V. Cortegoso, V. Durán y A. Gasco (Eds.) *Arqueología de ambientes de altura de Mendoza y San Juan (Argentina)* (pp. 19-42). EDIUNC.
- Cortegoso, V., Barberena, R., Durán, V. y Lucero, G. (2016). Geographic vectors of human mobility in the Andes (34–36° S): Comparative analysis of 'minor' obsidian sources. *Quaternary International*, 422, 81-92. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.133>
- Cortegoso, V., Neme, G., Giesso, M., Durán, V. y Gil, A. (2012). El uso de la obsidiana en el sur de Mendoza. En A. Gil y G. Neme (Eds.), *Paleoecología humana en el sur de Mendoza* (pp. 180-211). Sociedad Argentina de Antropología.
- Cortegoso, V., Yebra, L., Castro, S. y Durán, V. (2019). La presencia de obsidiana en contextos arqueológicos del norte de Mendoza: interacciones humanas en una región andina sin fuentes volcánicas. *Intersecciones en Antropología*, 20(2), 153-166. <https://doi.org/10.37176/iea.20.2.2019.441>
- Cortegoso, V., Yebra, L., Durán, V., Barberena, R., Lucero, G., Cornejo, L., Giesso, M., MacDonald, B. L. y Glascock, M. D. (2020). Obsidian sources from the southern Andean highlands (Laguna del Diamante, Argentina, and Chile): geochemical insights on geological complexity and human biogeography. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12(1), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-01009-w>
- De Francesco, A. M., Durán, V., Bloise, A. y Neme, G. (2006). Caracterización y procedencia de obsidianas de sitios arqueológicos de Área Natural Protegida Laguna del Diamante (Mendoza, Argentina) con metodología no destructiva por Fluorescencia de Rayos (XRF). *Anales de Arqueología y Etnología*, 61(especial), 53-67.
- Durán, V., Cortegoso, V., Barberena, R., Frigolé, C., Novellino, P., Lucero, G., Yebra, L., Gasco, A., Winocur, D., Benítez, A. y Knudson, K. J. (2018). "To and fro" the southern Andean highlands (Argentina and Chile): Archaeometric insights on geographic vectors of mobility. *Journal of Archaeological Science Reports*, 18, 668-678. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.05.047>
- Durán, V., Neme, G., Cortegoso, V. y Gil, A. (2006). Arqueología del Área Natural Protegida Laguna del Diamante (Mendoza, Argentina). *Anales de Arqueología y Etnología*, 61(especial), 81-134.
- Durán, V., Zárate, S., Yebra, L., Frigolé, C., Andreoni, D., Winocur, D., Gasco, A., Marsh, E., Castro, S., Zonana, I., Barberena, R. y Cortegoso, V. (2022). Apropiación y control estatal de ambientes de altura en el extremo meridional del Tawantinsuyu. *Estudios Atacameños*, 67, 23. <https://doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2021-0023>
- Erazo, M. y Garay-Flühmann, R. (2011). Tierras secas e identidad. Una aproximación cultural a las prácticas de subsistencia de las comunidades campesinas del semiárido. Provincia de Elqui, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 50, 45-61. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022011000300004>

Ericson, J. E. (1984). Toward the Analysis of Lithic Production Systems. En J. E. Ericson (Ed.), *Prehistoric Quarries and Lithic production* (pp. 1-10). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511753244.002>

Escola, P., Hocsman, S. y Babet, M. P. (2016). Moving obsidian: The Case of Antofagasta de la Sierra Basin (Southern Argentinean Puna) During the Late Middle and Late Holocene. *Quaternary International*, 422, 109-122. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.04.048>

Gamble, C. (1993). Exchange, Foraging and Local Hominid Networks. En C. Scarre y F. Healy (Eds.), *Trade and Exchange in Prehistoric Europe* (pp. 35-44). Oxbow.

Garreaud, R. D. (2009). The Andes climate and weather. *Advances in Geosciences*, 22, 3-11. <https://doi.org/10.5194/adgeo-22-3-2009>

Gayo, E. M., McRostie, V. B., Campbell, R., Flores, C., Maldonado, A., Uribe-Rodriguez, M., Moreno, P., Santoro, C., Chistie, D., Muñoz, A. y Gallardo, L. (2019). Geohistorical records of the Anthropocene in Chile. *Elementa Science of the Anthropocene*, 7(15), 1-31. <https://doi.org/10.1525/elementa.353>

Giesso, M., Durán, V., Neme, G., Glascock, M. D., Cortegoso, V., Gil, A. y Sanhueza, L. (2011). A study of obsidian source usage in the central Andes of Argentina and Chile. *Archaeometry*, 53(1), 1-21. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2010.00555.x>

Gil, A. F., Villalba, R., Franchetti, F. R., Otaola, C., Abbona, C. C., Peralta, E. A. y Neme, G. (2020). Between foragers and farmers: Climate change and human strategies in Northwestern Patagonia. *Quaternary*, 3(2), 17. <https://doi.org/10.3390/quat3020017>

Gould, R. A. y Saggars, S. (1985). Lithic procurement in Central Australia: a closer look at Binford's Idea of Embeddedness in Archaeology. *American Antiquity*, 50(1), 117-136. <https://doi.org/10.2307/280637>

Hughes, R. E. (1998). On Reliability, Validity, and Scale in Obsidian Sourcing Research. En A. F. Ramenofsky y A. Steffen (Eds.), *Unit Issues in Archaeology: Measuring Time, Space, and Material* (pp. 103-114). University of Utah Press.

Kelly, R. L. (1992). Mobility/Sedentism: Concepts, archaeological measures, and effects. *Annual Review of Anthropology*, 21, 43-66. <https://doi.org/10.1146/annurev.an.21.100192.000355>

Kuhn, S. L. (1995). *Mousterian lithic technology: An ecological perspective*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400864034>

Kuhn, S. L. (2004). Upper Paleolithic raw material economies at Üça izli cave, Turkey. *Journal of Anthropological Archaeology*, 23(4), 431-448. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2004.09.001>

Llano, C., Cortegoso, V. y Marsh, E. (2017). Producción hortícola a baja escala en el límite continental del desarrollo andino: un aporte desde la arqueobotánica. *Darwiniana*, 5(2), 109-125. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2017.52.757>

Lucero, G. (2015). Biogeografía y Paleoecología humana de tierras altas: subsistencia y tecnología en el valle del río de las Taguas. Departamento de Iglesia, Provincia de San Juan. [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad Nacional de Cuyo.

Lucero, G., Castro, S. y Cortegoso, V. (2017). Tecnología lítica de cazadores y pastores andinos: cambios y continuidades en la explotación de recursos líticos durante el Holoceno en el NO de San Juan. *Revista del Museo Antropología*, 10, 65-74. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v10.n0.13520>



- Lucero, G., Castro, S. y Cortegoso, V. (2021). GIS modeling of lithic procurement in highlands: Archaeological and actualistic approach in the Andes. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 38, 103026. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.103026>
- McAnany, P. A. (1988). The Effects of Lithic Procurement Strategies on Tool Curation and Recycling. *Lithic Technology*, 17, 3-11. <https://doi.org/10.1080/01977261.1988.11754520>
- Meltzer, D. J. (1989). On Stone Procurement and Settlement Mobility in Eastern Fluted Point Groups. *North American Archaeologist*, 6, 1-24. <https://doi.org/10.2190/T0JL-P9E8-X45J-QBDX>
- Méndez, C., Gil, A., Neme, G., Nuevo Delaunay, A., Cortegoso, V., Huidobro, C., Durán, V. y Maldonado, A. (2015). Mid Holocene Radiocarbon Ages in the Subtropical Andes (~29°-35° S), Climatic Change and Implications for Human Space Organization. *Quaternary International*, 356, 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.06.059>
- Morgan, C., Neme, G., Sugrañes, N., Salgán, L., Gil, A., Otaola, C., Giardina, M. y Llano, C. (2017). Late prehistoric high-altitude hunter-gatherer residential occupations in the Argentine southern Andes. *Journal of Field Archaeology*, 42(3), 214-227. <https://doi.org/10.1080/00934690.2017.1308749>
- Muiño, W., Prina, A. y Alfonso, G. (2012). Flora altoandina de la reserva Laguna del Diamante (Mendoza, Argentina). *Chloris Chilensis*, 15(1), 1-89.
- Nami, H., Durán, V., Cortegoso, V. y Giesso, M. (2015). Análisis morfológico-experimental y por fluorescencia de Rayos X de las puntas de proyectil de obsidiana de un ajuar del Periodo Agropecuario Tardío del NO de Mendoza, Argentina. *Boletín de La Sociedad Chilena de Arqueología*, 45, 7-37. <http://hdl.handle.net/11336/62242>
- Neme, G. y Gil, A. (2012). El registro arqueológico del sur de Mendoza en perspectiva Biogeográfica. En G. Neme y A. Gil (Eds.), *Paleoecología humana en el sur de Mendoza: Perspectivas arqueológicas* (pp. 255-279).
- Planella, M. T., Cornejo, L. y Blanca Tagle, A. (2005). Alero Las Morrenas 1: evidencias de cultígenos entre cazadores recolectores de finales del período Arcaico en Chile central. *Chungara, Revista De Antropología Chilena*, 37(1), 59-74. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562005000100005>
- Rademaker, K., Hodgins, G., Moore, K., Zarrillo, S., Miller, C., Bromley, G., Leach, P., Reid, D., Álvarez, W. Y. y Sandweiss, D. H. (2014). Paleoindian settlement of the high-altitude Peruvian Andes. *Science*, 346, 466-469. <https://doi.org/10.1126/science.1258260>
- Renfrew, C. (1977). Alternative models for exchange and spatial distribution. En T. K. Earle y J. E. Ericson (Eds.), *Exchange Systems in Prehistory* (pp. 71-90). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-227650-7.50010-9>
- Riggs, G. A. y Hall, D. K. (2014). Tracking seasonal Appalachian snow cover with MODIS daily snow cover product. *Proceedings of the 71st Annual Eastern Snow Conference* (pp. 3-5). North Carolina, EE.UU.
- Salgán, L., Garvey, R., Neme, G., Gil, A., Giesso, M., Glascock, M. D. y Durán, V. (2015). Las Cargas: Characterization and prehistoric use of a southern Andean obsidian source. *Geoarchaeology*, 30(2), 139-150. <https://doi.org/10.1002/gea.21502>
- Salgán, L. y Pompei, M. P. (2017). Fuente de obsidiana El Peceño: primeros resultados de su abordaje tecnológico, geoquímico y espacial. *Revista del Museo de Antropología*, suplemento(1), 51-58. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-48262017000300007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-48262017000300007&lng=es&tlng=es)
- Sanhueza, L., Cornejo, L., Durán, V., Cortegoso, V., Yebra, L., Glascock, M. D., MacDonald, B. L. y Giesso,

M. (2021). Sources, circulation, and use of obsidian in central Chile. *Quaternary International*, 574, 13-26. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.11.011>

Sanhueza, L., Vásquez, M. y Falabella, F. (2003). Las sociedades alfareras tempranas de la cuenca de Santiago. *Chungara, Revista de Antropología Chilena*, 1, 23-50. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562003000100003>

Sruoga, P., Etcheverr, M. P., Feineman, M., Rosas, M., Burkert, C., Iba, O., Aires, B. y Luis, S. (2012). Complejo Caldera Diamante-Volcán Maipo. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 69(4), 508-530. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-48222012000400003&lng=es&tln=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-48222012000400003&lng=es&tln=es)

Stanner, W. E. H. (1965). Aboriginal Territorial Organization: Estate, Range, Domain and Regime. *Oceania*, 36(1), 1-26. <http://www.jstor.org/stable/40329507>

Stern, C. R. (2018). Obsidian sources and distribution in Patagonia, southernmost South America. *Quaternary International*, 468, 190-205. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.07.030>

Stern, C. R., Amini, H., Charrier, R., Godoy, E., Herve, F. y Varela, J. (1984). Petrochemistry and Age of Rhyolitic Pyroclastic Flows Which Occur Along the Drainage Valleys of the río Maipo and río Cachapoal (Chile) and the río Yaucha and río Papagayos (Argentina). *Revista Geológica de Chile*, 23, 39-52.

Tripceвич, N. (2008). Llama Caravan Transport: A study of mobility with a contemporary Andean salt caravan. Trabajo presentado en el simposio "Nomads Anew", 73th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Vancouver.

Tripceвич, N. y Contreras, D. A. (2013). Archaeological approaches to obsidian quarries: Investigations at the Quispisisa source. En N. Tripceвич y K. J. Vaughn (Eds.), *Mining and quarrying in the Ancient Andes: Sociopolitical, economic, and symbolic dimensions* (pp. 23-44). Springer.

Tobler, W. (1993). Three presentations on geographical analysis and modeling. National Center for Geographic Information and Analysis, *Technical Report 93-1* (pp. 1-25). University of California.

Turq, A., Antignac, G. y Roussel, P. (1999). Les silicifications coniaciennes du Sarladais et du Gourdonnais: inventaire et implications archéologiques. *Paléo*, 11, 145-160.

White, D. A. y Surface-Evans, S. L. (Eds.). (2012). *Least cost analysis of social landscapes archaeological case studies*. University of Utah Press.

Yacobaccio, H. D., Escola, P., Lazzari, M. y Pereyra, F. (2002). Long-distanace obsidian traffic in northwestern Argentina. En M. Glascock (Ed.), *Geochemical Evidence for Long-Distance Exchange* (pp. 167-203). Greenwood Publishing Group.

Yebrá, L. (2022). Biogeografía humana en Los Andes: organización tecnológica y geoquímica de obsidiana en el área natural protegida Laguna del Diamante (34°S), Mendoza-Argentina. [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad Nacional de Córdoba. <http://hdl.handle.net/11086/28301>

Yebrá, L., Cortegoso, V., Marsh, E., de Porras, M. E., Maldonado, A., Castro, S., Barberena, R., Winocur, D. y Durán, V. (2023). Estrategias humanas y dinámicas climáticas en los Andes subtropicales (34°S): Patrones diacrónicos en la intensidad de ocupación de Laguna del Diamante (ca. 2000-500 años AP). *Latin American Antiquity*, 1-18, <https://doi.org/10.1017/laq.2023.27>