



Arte rupestre en espacios de uso público:

hacia un modelo de riesgo arqueológico en Barrancas (puna de Jujuy, Argentina)

Autor:

Alvarez, Luciana Sofía

Tutor:

Pey, Maria Laura. Morales, Marcelo

2024

Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título Licenciatura de Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires en Ciencias Antropológicas con orientación en Arqueología.

Grado



TESIS DE LICENCIATURA - 2024

ARTE RUPESTRE EN ESPACIOS DE USO PÚBLICO:

Hacia un modelo de riesgo arqueológico
en Barrancas (Puna de Jujuy, Argentina)

Luciana Sofía Alvarez

Directora: Dra. María Laura Pey

Co-director: Dr. Marcelo Morales

Departamento de Antropología
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Buenos Aires



**ARTE RUPESTRE EN ESPACIOS DE USO PÚBLICO:
HACIA UN MODELO DE RIESGO ARQUEOLÓGICO EN
BARRANCAS (PUNA DE JUJUY, ARGENTINA)**

Tesis de Licenciatura en Antropología con orientación en Arqueología

2024

Tesista: Luciana Sofía Alvarez

Directora: Dra. María Laura Pey

Codirector: Dr. Marcelo Morales

Departamento de Antropología

Facultad de Filosofía y Letras

Universidad de Buenos Aires



AGRADECIMIENTOS

Primero agradecer a mis directores, Pey y Marce que me ayudaron a encontrarle la vuelta para hacer lo que me gusta sin volverme loca en el camino. Por su paciencia infinita a la hora de calmar mis miedos e incertidumbres. Es difícil saber si estás haciendo las cosas bien cuando te cuesta ver la foto completa, y su compañía hizo mi trabajo mucho más grato y divertido. También a Hugo, por haberme abierto las puertas del equipo cuando andaba vagando sin rumbo como estudiante de la carrera, me acerqué a él por un consejo y terminé siendo parte de un gran equipo, muy querido por mí.

A mi familia, que siempre me empujó para hacer lo que quería, con mucha fuerza. Mi mamá y mi papá que nunca dudaron de lo que podía hacer, aun cuando yo no estuviera del todo convencida de mis capacidades para terminar la carrera. Maxi, Pame y Lara, lxs hermanxs más hermosxs, siempre fueron los cimientos y las columnas de mi aprendizaje. Empecé a estudiar cuando Maxi me enseñó las vocales y las consonantes y Pame las tablas, desde ese momento nunca paré de buscar conocimiento.

A lxs amigxs que me dejó la UBA. En el CBC conocí a mi hermana del alma, Isa, sin ella mi vida adulta no hubiera sido la misma, sin ninguna duda. A Ger, Lu, Ara y Renu que son el futuro de la arqueología y lxs que me atajaron cada drama que tuve a la hora de rendir parciales y finales. Cuando creí no poder, no llegar, no ser... ahí estuvieron mis amigxs haciéndome el aguante siempre.

Por último, a todas esas personas hermosas que conocí, que me alentaron y me ayudaron. Desde el principio y hasta el fin, el camino no se recorre sola, y cuando lo necesité, tuve la suerte de estar muy bien acompañada, contenida y querida. Gracias.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.3 HIPÓTESIS	4
1.4 ESTRUCTURA DE LA TESIS	5
2. ANTECEDENTES	7
2.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	7
2.1.1 GEOMORFOLOGÍA Y AMBIENTE ACTUAL	7
2.1.2 HISTORIA RECIENTE DE LA LOCALIDAD	10
2.2 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO	12
2.3 GESTIÓN DE LA RESERVA NATURAL Y CULTURAL MUNICIPAL Y DEL CENTRO DE INTERPRETACIÓN ARQUEOLÓGICA	15
3. FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	20
3.1. PATRIMONIO, ARQUEOLOGÍA PÚBLICA Y PUESTA EN VALOR	20
3.2 CONSERVACIÓN DEL ARTE RUPESTRE	23
3.3. HERRAMIENTAS DIGITALES APLICADAS A LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO	27
3.3.1. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	27
3.3.2. RELEVAMIENTO FOTOGRÁFICO, FOTOGAMETRÍA Y USO DE MODELOS 3D	30
3.4 COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA	32
4. METODOLOGÍA	34
4.1 INTRODUCCIÓN	34
4.2 LA MUESTRA	34
Cueva del Caravanero (CC)	35
Trono del Inca (TI)	36
Laguna Media 1 a 6 (LM)	37
Piedra Mapa (PM)	38
Pisada de los Duendes (PDD)	39
4.3 RELEVAMIENTO EN EL CAMPO	40
4.3.1 GEORREFERENCIACIÓN DE LOS SITIOS	40
4.3.2 DEFINICIÓN Y MEDICIÓN DE VARIABLES	41
4.4 MODELO DE SENSIBILIDAD DEL ARTE RUPESTRE	44
4.4.1. PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS	45
Datos originales	45
Datos externos	46
Mapas Intermedios	47
4.3.3 RECLASIFICACIÓN DE DATOS	52
4.4 MODELO FOTOGAMÉTRICO	54
4.5 COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA	55
5. RESULTADOS	57

5.1 INTRODUCCIÓN	57
5.2 RESULTADOS PARCIALES	57
5.2.1 ANÁLISIS DE LOS FACTORES ANTRÓPICOS	57
5.2.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES NATURALES	61
5.3 RESULTADOS DEL MODELO DE SENSIBILIDAD	63
5.4 MODELO FOTOGRAMÉTRICO	65
5.5 COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA	68
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	70
6.1 DISCUSIONES	70
6.2 CONCLUSIONES	72
6.3 PERSPECTIVAS A FUTURO	75
7. BIBLIOGRAFÍA	77
8. ANEXO	89
ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MODELO DE SENSIBILIDAD	89
ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DEL MODELO FOTOGRAMÉTRICO	99

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: UBICACIÓN DE LA LOCALIDAD DE BARRANCAS _____	2
FIGURA 2.1: MAPA GEOLÓGICO DE JUJUY, RECORTE DEL ÁREA DE ESTUDIO _____	9
FIGURA 2.2: FOTOGRAFÍA DEL PUEBLO DE BARRANCAS _____	10
FIGURA 2.3: MAPA CON LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS ENCONTRADOS EN LA LOCALIDAD ____	12
FIGURA 2.4: 1) CENTRO DE INTERPRETACIÓN VISTO DESDE LA CALLE (...) _____	18
FIGURA 4.1: MAPA CON LAS LOCALIDADES ARQUEOLÓGICAS DEL CIRCUITO TURÍSTICO ____	35
FIGURA 4.2: LA CUEVA DEL CARAVANERO VISTA DESDE LA RUTA _____	36
FIGURA 4.3: EL SITIO TRONO DEL INCA VISTO DESDE LA RUTA _____	36
FIGURA 4.4: LOS SITIOS PERTENECIENTES A LAGUNA MEDIA (...) _____	38
FIGURA 4.5: SITIO PIEDRA MAPA Y ALREDEDORES _____	39
FIGURA 4.6: SITIO PDD1 (...) _____	40
FIGURA 4.7: SITIO PDD2 (...) _____	40
FIGURA 4.8: EL MODELO DE ELEVACIÓN _____	47
FIGURA 4.9: MAPA DE PENDIENTES _____	48
FIGURA 4.10: MAPA DE FRICCIÓN _____	49
FIGURA 4.11: MAPA DE COSTOS ACUMULADOS _____	50
FIGURA 4.12: MAPA DE ISÓCRONAS _____	51
FIGURA 4.13: MODELO DE CUENCAS VISUALES _____	51
FIGURA 5.1: MAPA DE ISOCRONA, VARIABLE “DISTANCIA AL PUEBLO” _____	58
FIGURA 5.2: A) RECORTE DE LA LOCALIDAD LAGUNA MEDIA (...) _____	59
FIGURA 5.3: MOTIVO PIQUETEADO EN SU CONTORNO _____	60
FIGURA 5.4: COMPARACIÓN ENTRE A) LM6 Y B) PM (...) _____	62
FIGURA 5.5: COMPARATIVA ENTRE A) LM1 Y B) TI _____	63
FIGURA 5.6: MODELO DE SENSIBILIDAD EN SITIOS ARQUEOLOGICOS CON ARTE RUPESTRE ____	64
FIGURA 5.7: ÍNDICE DEL MODELO DE SENSIBILIDAD POR DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA _____	65
FIGURA 5.8: MODELO FOTOGRAMÉTRICO DEL SITIO LM6 _____	66
FIGURA 5.9: CONFIABILIDAD DEL MODELO FOTOGRAMÉTRICO _____	66
FIGURA 5.10: MODELO SÓLIDO DEL SECTOR CENTRAL DE LM6 _____	67
FIGURA 5.11: MODELO TEXTURADO DEL SECTOR CENTRAL DE LM6 _____	67
FIGURA 5.12: FLYER SOCIALIZADO A LOS Y LAS HABITANTES DE BARRANCAS _____	69
FIGURA 8.1: PISADA DE LOS DUENDES 2 _____	89
FIGURA 8.2: LAGUNA MEDIA 1 _____	90
FIGURA 8.3: LAGUNA MEDIA 4 _____	91

FIGURA 8.4: PIEDRA MAPA _____	92
FIGURA 8.5: PISADA DE LOS DUENDES 1 _____	93
FIGURA 8.6: LAGUNA MEDIA 2 _____	94
FIGURA 8.7: LAGUNA MEDIA 5 _____	95
FIGURA 8.8: TRONO DEL INCA _____	96
FIGURA 8.9: LAGUNA MEDIA 3 _____	97
FIGURA 8.10: CUEVA DEL CARAVANERO _____	97
FIGURA 8.11: LAGUNA MEDIA 6 _____	99

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 4.1: CLASIFICACIÓN DE LA VARIABLE ISÓCRONA _____	52
TABLA 4.2: CLASIFICACIÓN DE LA VARIABLE EMPLAZAMIENTO RESPECTO DEL RÍO _____	52
TABLA 4.3: CLASIFICACIÓN DE LA VARIABLE ACCESIBILIDAD VERTICAL _____	52
TABLA 4.4: CLASIFICACIÓN DE LA VARIABLE EVIDENCIA DE INTERVENCIONES ANTRÓPICAS ____	53
TABLA 4.5: CLASIFICACIÓN DE LA VARIABLE VISIBILIDAD _____	53
TABLA 4.6: CLASIFICACIÓN DE LA VARIABLE TIPO DE MICROEMPLAZAMIENTO _____	53
TABLA 4.7: CLASIFICACIÓN DE LA VARIABLE PRESENCIA DE GRIETAS _____	54
TABLA 4.8: CLASIFICACIÓN DE LA VARIABLE ACCIÓN DEL AGUA _____	54
TABLA 5.1: FACTORES NATURALES Y VALORES ASIGNADOS A CADA VARIABLE _____	61
TABLA 5.2: BASE DE DATOS CON VALORES ASIGNADOS A CADA VARIABLE (...) _____	64

1

INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El área de estudio se encuentra en las proximidades del pueblo de Barrancas, también llamado Abdón Castro Tolay, en el departamento de Cochinoca (Jujuy, Argentina) (fig. 1.1), específicamente, en la cuenca media del río homónimo, sector que ha sido declarado Reserva Natural y Cultural Municipal en 1997. Esta declaración ocurrió de manera simultánea con la entrega de tierras en concesión a sus legítimos y legítimas dueñas, según el Programa de Regularización y Adjudicación de Tierras a la Población Aborigen (art. 75, inc. 17 Constitución Nacional). Uno de los aspectos que más se destacan dentro de la Reserva es la abundancia y diversidad de arte rupestre. A la fecha se identificaron 41 sitios que, aproximadamente, están compuestos por más de 145 paneles y más de 1.300 motivos. Estas manifestaciones permitieron realizar un modelo cronológico general que estima su ejecución durante el lapso comprendido entre 3.550 años AP y hasta la actualidad. Estos motivos fueron elaborados en aleros, cuevas, bloques y escarpas rocosas y se extienden por más de 8 kilómetros sobre ambos márgenes del río Barrancas (Morales *et al.*, 2022; Yacobaccio *et al.*, 2020).

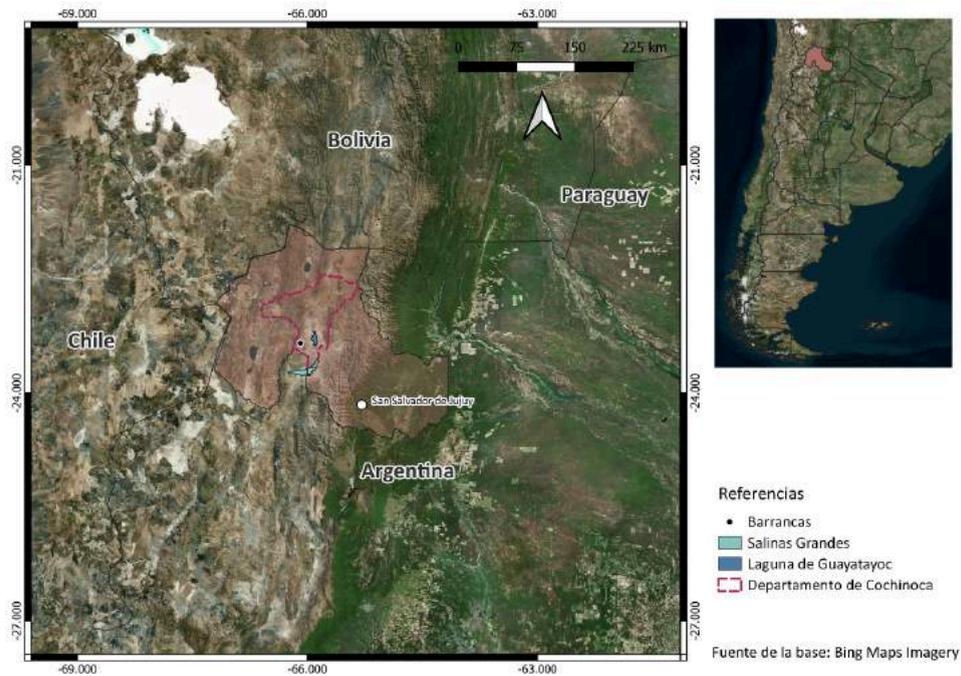


Figura 1.1: ubicación de la localidad de Barrancas. Sistema de referencia: WGS84

Si bien los estudios arqueológicos en la localidad comenzaron en la década de 1990, el trabajo realizado por nuestro equipo¹ comenzó recién en 2012, a pedido de la Comisión Municipal del pueblo, debido a su interés por poner en valor el patrimonio y promocionar el turismo en la región. Durante este período de tiempo, dos de los tres objetivos del proyecto de investigación han sido los más extensamente trabajados: 1. Investigar las condiciones ambientales en diferentes escalas temporales y espaciales, su evolución y la naturaleza de su impacto en las estrategias sociales de los grupos humanos a lo largo del tiempo (Morales *et al.*, 2018, 2022; Pirola *et al.*, 2018; Oxman *et al.*, 2019); y 2. Estudiar el registro arqueológico de la cuenca, particularmente en lo que refiere al arte rupestre en relación con los procesos sociales acontecidos en el área local y analizar, en el caso de las pinturas, los componentes utilizados en las representaciones y sus contaminantes (naturales y/o antrópicos) (Yacobaccio *et al.*, 2018). El tercer objetivo, orientado a gestionar el patrimonio cultural arqueológico, especialmente lo inherente al arte rupestre, y su interacción con la comunidad elaborando un Plan de Conservación y un Centro de Interpretación, recién ha comenzado a ser abordado en los últimos años. La presente tesis se enfoca, precisamente, en avanzar en esta última

¹ Proyecto Arqueológico Barrancas (CONICET-UBA), dirigido en la actualidad por el Dr. Marcelo Morales.

problemática.

En particular, debido al carácter público del espacio en el que se encuentra la Reserva de Barrancas, y, por lo tanto, el patrimonio dentro de ella, se han diseñado circuitos turísticos para los y las visitantes que llegan al pueblo. Estos circuitos abarcan cuatro localidades y 11 sitios arqueológicos con arte rupestre, que se han expuesto al público desde la apertura de la Reserva. Sin embargo, hasta la fecha no se ha realizado un diagnóstico del estado de preservación de estos sitios, ni del impacto que tienen los efectos naturales y antrópicos sobre este tipo de patrimonio. Por este motivo, el trabajo expuesto en las siguientes páginas se propone como un primer diagnóstico de la sensibilidad de la preservación de los sitios frente a distintos factores antrópicos y ambientales, a partir de herramientas (como los Sistemas de Información Geográfica) para el manejo de distintos tipos de información y modelados de sitios arqueológicos (fotogrametría), haciendo énfasis en las características de locación para aportar conocimientos científicos sistemáticos en la confección de un Plan de Manejo Integral en la Reserva. Por último, cabe mencionar la importancia de la comunicación pública de la información obtenida, que será realizada al final de la investigación, como parte de un interés por socializar y generar canales abiertos de comunicación con la comunidad de Barrancas.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es realizar una primera evaluación y medición del grado de conservación de los 11 sitios con arte rupestre que se encuentran dentro del circuito turístico de la Reserva Municipal Natural y Cultural de la localidad de Barrancas; y presentar una propuesta de análisis, documentación y comunicación pública a partir del uso de tecnologías no invasivas, aportando nuevas herramientas para la futura implementación de un Plan de Manejo Integral del patrimonio cultural de la reserva.

Los objetivos específicos de este proyecto son:

- 1) Realizar un relevamiento espacial de los 11 sitios (Laguna Media 1 a 6, Pisada de los Duendes 1 y 2, Trono del Inca, Cueva del Caravanero 1 y Piedra Mapa) teniendo en cuenta una

georreferenciación y ajuste de datos previos de cada sitio.

2) Identificar las variables (de origen natural y antrópico) que afecten y/o den cuenta del estado de conservación del arte rupestre presente en los 11 sitios mencionados y generar una descripción formal integral de estas a escala de sitio.

3) Sistematizar e integrar la información relevada en una base de datos geoespacial para elaborar un modelo de sensibilidad que estime el grado de preservación de los sitios involucrados en este estudio, utilizando un Sistema de Información Geográfica que integre diferentes variables y datos cuantitativos y cualitativos.

4) Interpretar los resultados del modelo generado e identificar el o los sitios con mayor riesgo de deterioro.

5) Generar un modelo 3D del o los sitios seleccionados mediante fotogrametría.

6) Comunicar los resultados mediante un informe a la comunidad y el personal encargado del Plan de Manejo y Gestión Patrimonial de la Reserva Municipal; junto con la entrega de la representación digital del o los sitios para su exhibición en el Centro de Interpretación Arqueológica.

1.3 HIPÓTESIS

A continuación, se presentan una serie de hipótesis que dan cuenta de la interrelación entre algunas de las variables que se evaluarán para la generación de un modelo de sensibilidad.

1) Los sitios que se encuentren emplazados en la margen izquierda del río Barrancas se verán menos afectados por la acción antrópica debido a la distancia que los separa de la Ruta Provincial 75 (ruta principal del circuito turístico).

2) El porcentaje de superficie de los soportes rocosos desprendida o agrietada será mayor en sitios a cielo abierto debido a su constante exposición a agentes naturales.

3) Los sitios más próximos al poblado de Barrancas y a la Ruta Provincial 75 serán los que muestren mayor grado de deterioro por intervenciones antrópicas directas.

1.4 ESTRUCTURA DE LA TESIS

Esta tesis se divide en 6 capítulos que darán cuenta del diseño de investigación planteado para el presente trabajo. Además, cuenta con un apartado con bibliografía y otro con anexos que aportan más información sobre los modelos presentados en el capítulo de resultados.

En el capítulo 1 se introduce el problema de investigación, los objetivos que se esperan cumplir y las hipótesis que orientan el desarrollo de las siguientes páginas. Este capítulo pretende ser una guía detallada del presente estudio.

En el capítulo 2 se presentan los antecedentes con los que cuenta este trabajo para llevarse a cabo. Se especifican las características del área de estudio, la historia reciente de la localidad de Barrancas, el trabajo realizado por el equipo de investigación en la puesta en valor del patrimonio y se hace una descripción general de la Reserva Municipal Natural y Cultural de Barrancas y del Centro de Interpretación Arqueológica.

En el capítulo 3 se expone el marco teórico y metodológico que se utilizará para el análisis del patrimonio arqueológico. También se dan a conocer casos que abordaron estos marcos y prueban su eficacia en distintas partes del mundo.

El capítulo 4 corresponde a la metodología empleada en el presente trabajo. Se presentan los sitios arqueológicos bajo estudio, las actividades y técnicas utilizadas para la elaboración de los modelos planteados y se detallan los pasos seguidos para la obtención de resultados.

En el capítulo 5 se conocen los productos finales. Se presentan dos modelos que ponen a prueba distintas herramientas digitales, en este sentido, se pretende mostrar no solo los resultados, sino también analizar su eficacia.

El capítulo 6 evalúa estos resultados y pone en cuestión no sólo sus usos a futuro, sino también la posibilidad de mejorar los modelos con otras preguntas de investigación y recursos que permitan avanzar más en la obtención de datos. Se discuten y contrastan las hipótesis

planteadas en un principio y se retoman los objetivos para evaluar si fueron cumplidos y qué trabajo podría realizarse a futuro para mejorar esta investigación.

2

ANTECEDENTES

2.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1 GEOMORFOLOGÍA Y AMBIENTE ACTUAL

El área de estudio se encuentra ubicado en las proximidades del pueblo de Barrancas (cuya altitud media es de 3.600 m s.n.m.). Se emplaza en una depresión tectónica que es parte de una estructura deprimida de mayor envergadura, ocupada en su sector más bajo por las Salinas Grandes y la Laguna de Guayatayoc, correspondiente a la ecorregión de Puna.

La Puna argentina es considerada un bioma desértico de altura entre los 3.000 y 4.500 m s.n.m., y se encuentra atravesada por varias cadenas montañosas de dirección NE-SO. Se caracteriza por tener una alta radiación solar —es uno de los seis lugares del mundo con energía solar incidente mayor a 2.200 KW/m²/año (Rojo, 2010)—, una oscilación térmica significativa entre el día y la noche, estaciones marcadas por las lluvias y las sequías, y una baja presión atmosférica (Yacobaccio *et al.*, 2017; Yacobaccio *et al.*, 2018). Tomando los datos disponibles para el fondo de la Cuenca de Pozuelos, la temperatura media anual de la Puna de Jujuy es de 9° C (Tecchi y Veloso, 1992). En sitios de mayor altitud (> 4.500 m s.n.m.), disminuye a registros entre 0° y 4° C, y la amplitud térmica diaria, que es una de las principales características del clima, puede alcanzar los 30° C. Los vientos acentúan la sequedad de la región, son fríos e intermitentes, y soplan principalmente a mediodía a una velocidad promedio de 20 a 30 km/h (Igarzábal, 1974).

La distribución diferencial de las precipitaciones permite distinguir dos subregiones: en la Puna Seca, sector Noroeste, hay más de 300 milímetros anuales de lluvias, mientras que, en

el sector sudeste, la llamada Puna Salada posee precipitaciones menores a 100 milímetros anuales. El área de estudio de la presente tesis se encuentra ubicada en el sector NO, por ende, pertenece a la Puna seca. La precipitación varía también por una gradiente altitudinal, y debido a su aridez, el agua fresca representa un recurso crítico para las poblaciones actuales, así como también para las pasadas. Por tal motivo, las lagunas, ríos y vegas juegan un rol importante en la biodiversidad de flora y fauna. La vegetación de este ambiente es del tipo de estepa arbustiva, representada, principalmente por la tola (*Parastrephia* spp.), la tolilla (*Baccharis* spp.) y pastos (*Junellia* spp., *Nardophyllum* spp., entre otras). En tanto, la fauna más destacada que habita en la región consiste en diferentes especies de camélidos, tales como el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*), cérvidos como la taruca (*Hippocamelus antisensis*), y roedores como las vizcachas (*Lagidium viscacia*) y chinchíllidos (Morales *et al.*, 2009). Las aves corredoras son muy abundantes e incluyen desde el suri (*Pyrocnemia pennata*) hasta perdices (*Nothorocca* y *Nothura*) y una paloma de suelo (*Asthenes* sp), y en las lagunas se pueden encontrar pocas especies, pero extremadamente numerosas como los flamencos (*Phoenicopterus* sp, *Phornicoparrus* sp) y el falaropo (*Phalaropus tricolor*) (Matteucci, 2012).

Cerca del área de estudio, se encuentran las Salinas Grandes, un sistema de desagüe endorreico que acumula, en los sectores centrales de las depresiones tectónicas, sedimentos y solutos en enormes playas salinas (Morello *et al.*, 2012). Al mismo tiempo, se encuentra a 40 km de la laguna permanente Guayatayoc. El valle del río permanente Barrancas, de Norte a Sur, tiene una longitud de unos 23 km, a través de los cuales encauza sus aguas hacia el río de las Burras. Tiene quebradas, valles y ríos afluentes como la Quebrada Seca, la Quebrada Motaite y el río de las Torres. En el tramo norte y medio del río Barrancas, el cauce está encajonado por altos paredones ignimbríticos (de origen volcánico), de hasta 40 m de altura, que lo limitan. En los últimos 10 km, el río desarrolla un valle amplio donde los paredones ignimbríticos son cada vez más bajos; en este sector del curso inferior del río, el paisaje se caracteriza por arenales

que se extienden hasta la llanura aluvial del río de las Burras (Yacobaccio *et al.*, 2016) (fig. 2.1).

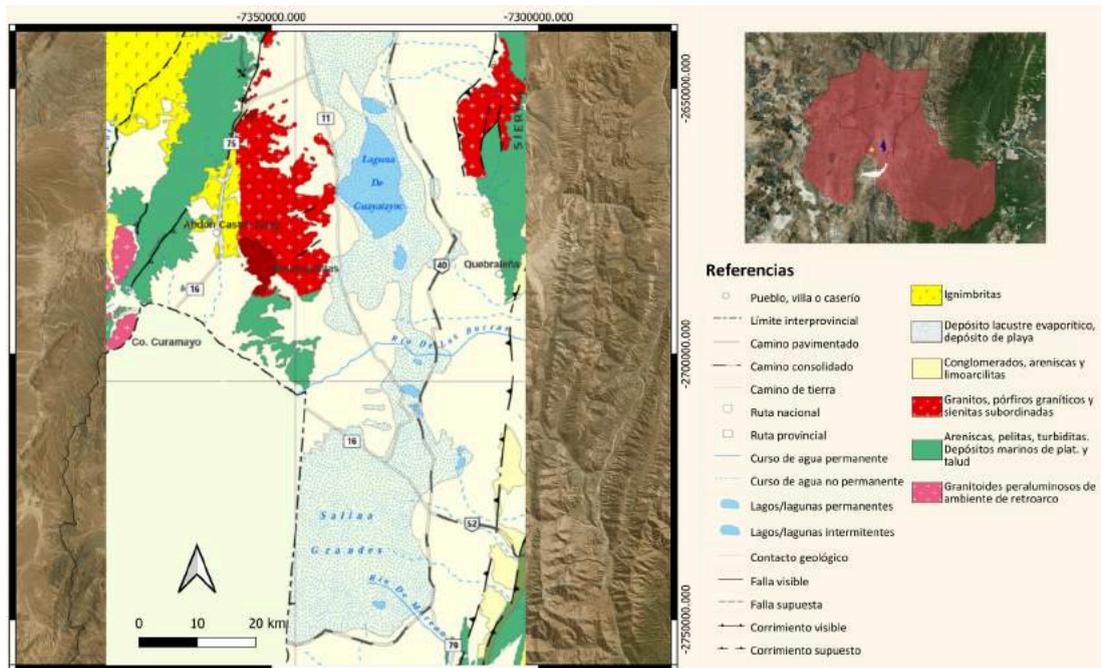


Figura 2.1: Mapa geológico de Jujuy, recorte del área de estudio. Elaboración propia a partir de los datos provistos por la Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy. Sistema de referencia: POSGAR Faja 3

Los registros geológicos indican que los procesos erosivos actuantes en el área son intensos. Si bien el canal central del río Barrancas está activo en la actualidad, los estudios paleoambientales del área, con base en distintos *proxies* (diatomeas, polen, carbonatos, susceptibilidad magnética y geomorfología), sugieren que el río evolucionó desde un sistema fluvial permanente hasta uno efímero, pero mantuvo condiciones relativamente húmedas y estables en un marco regionalmente más árido (Morales *et al.*, 2018, 2022; Yacobaccio *et al.*, 2018; Pirola *et al.*, 2018; Oxman *et al.*, 2019;). Sin embargo, durante el Holoceno tardío (4200 ka *cal.* AP - actualidad), se pudieron detectar condiciones húmedas, aunque algo inestables, con eventos torrenciales intercalados con episodios de pérdida de energía hídrica (Oxman *et al.*, 2019; Pirola *et al.*, 2018). Los análisis polínicos muestran indicadores de perturbación antrópica en las vegas, pudiendo estar relacionados con el impacto de actividades pastoriles a partir del Holoceno tardío, que se habrían intensificado con posterioridad a 2080 ± 80 años AP (Yacobaccio *et al.*, 2018).

Los sitios arqueológicos con representaciones rupestres del área de estudio se

encuentran sobre aquellos grandes farallones ignimbríticos. Estos corresponden a geoformas altamente friables que vienen sufriendo agrietamientos y desprendimientos severos y que se encuentran expuestos a condiciones climáticas marcadas por la estacionalidad y la amplitud térmica, además de una radiación solar elevada. La cuenca del río Barrancas concentra gran variedad de flora y fauna que convive con los sitios e interfiere constantemente con los mismos, ya sea por el acicalamiento de los animales en los soportes rocosos, su uso como lugar de descanso, o la formación de agentes biológicos que alteran la superficie de los paneles (liquen, guano, vegetación, entre otros).

2.1.2 HISTORIA RECIENTE DE LA LOCALIDAD

Si bien el pueblo de Barrancas se funda en 1919, los archivos históricos que dan cuenta de su existencia comienzan con el Censo Colonial de 1778-79, en donde se menciona al “distrito de Barrancas” y los apellidos de las familias que aún hoy en día siguen viviendo en la localidad. A partir de ese momento se comienza un proceso de nucleamiento de casas e instituciones, como la subcomisaría de Barrancas creada en 1893 y la Escuela Nacional en 1919 (Fernández Distel, 2000) (fig. 2.2).



Figura 2.2: Fotografía del pueblo de Barrancas

En cuanto a los nombres que lleva el pueblo, podemos mencionar que se originan

tanto en las características geomorfológicas de la localidad —los grandes farallones ignimbríticos que rodean al pueblo—, como también en la historia reciente de la conformación del pueblo. En el año 1954 pasa a llamarse Abdón Castro Tolay en honor al maestro de la localidad que logró nuclear la gran mayoría de las familias que vivían distribuidas a lo largo de la región (Fernández Distel, 2000; Yacobaccio, 2018).

En la actualidad, Barrancas cuenta con un mínimo de 300 personas censadas, en 2022, por el puesto de salud de la localidad. Entre ellos se encuentran distintos actores sociales, como la Comunidad Aborigen de Barrancas Pueblo Kolla, la Comunidad Aborigen de Sianzo y la Asociación Civil Centro Vecinal Sargento Cabral, además de la Policía Intercultural (que tiene un puesto rotativo a lo largo del Dpto. Cochínoca)². La mayoría de las personas perciben ingresos del sector público (empleados municipales, escuela, colegio, policía, salud, registro civil, Secretaría de Niñez, Centro de Interpretación y Vialidad de la provincia), además de los planes sociales (Programa Potenciar Trabajo). Cuenta con dos merenderos que responden al Movimiento de Trabajadores Excluidos y Movimiento Evita, y ayuda del Estado (p.e. Pensiones, Madre de 7 hijos) (Com. Pers. Blas Alancay). Actualmente hay ocho guías trabajando dentro del Centro de Interpretación Arqueológica de la localidad —sobre el que se darán detalles en los siguientes apartados—, y 40 artesanos y artesanas que comercializan sus productos allí. El turismo aún no genera ingresos que le permitan vivir a una familia de esta actividad, sin embargo, ha crecido de manera notoria en los últimos cinco años. Al mismo tiempo, el sector privado, se representa en mayor parte por los comercios locales, la empresa de transporte Barrancas y la minera Exar. Son muy pocas las familias que practican la ganadería y agricultura para la venta de su producción, por lo general son para consumo familiar (Com. Pers. Blas Alancay).

² La policía intercultural surge en el 2017 y es integrada por jóvenes de distintas comunidades, con la intención de cuidar el patrimonio cultural y natural ([nota aquí](#)).

2.2 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Como se mencionó anteriormente, una de las características más importantes que se destaca en la localidad es la gran cantidad de sitios arqueológicos (en la actualidad se han registrado más de 40 sitios) que dan cuenta de una ocupación que comienza en el Holoceno temprano (*ca.* 10.000 años *cal.* AP) y se extiende hasta la actualidad (Yacobaccio *et al.*, 2018). Se han prospectado de manera superficial 6 sitios arqueológicos, se han excavado otros 6 sitios, y se han relevado 16 localidades arqueológicas con gran cantidad de motivos rupestres (fig. 2.3).

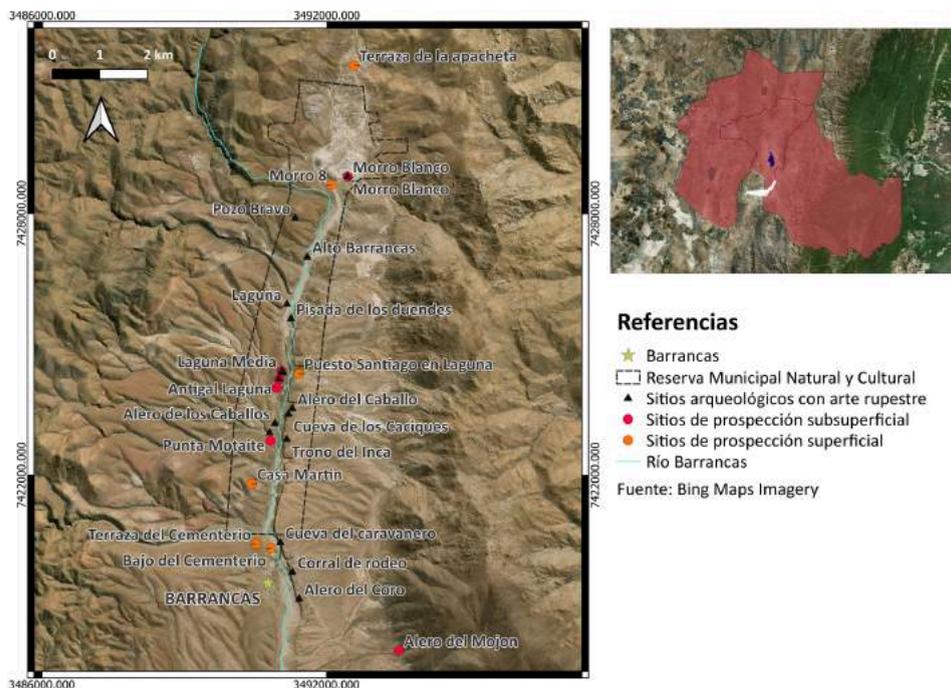


Figura 2.3: Mapa con los sitios arqueológicos encontrados en la localidad de estudio. Sistema de referencia: POSGAR Faja 3.

Los estudios en el área comienzan con el trabajo realizado por Alicia Fernández Distel, en 1993, enfocado principalmente en aspectos etnográficos y arqueológicos. La investigadora se centró en prospectar y estudiar las representaciones rupestres en sitios como Alero del Caballo y en documentar la historia reciente del pueblo de Barrancas. Al mismo tiempo, su primera aproximación al área de estudio derivó en una descripción de los principales sitios arqueológicos que se encuentran en la Reserva Municipal Natural y Cultural de Barrancas (Fernández Distel, 2000; Rabey *et al.*, 2008).

En 2009 y 2010 se llevaron a cabo los Encuentros Sobre Práctica Arqueológica y Comunidad (ESPAC), ambos en Tilcara, Jujuy. Sus participantes —arqueólogos, arqueólogas y comunidades de 13 localidades jujeñas— pusieron en foco una reflexión conjunta en torno a la patrimonialidad y los objetivos de conocimiento social, la ampliación de los espacios de participación y debate, y la búsqueda de consensos y compromiso mutuo, además de formas responsables de manejo del turismo (Otero y Rivolta, 2015). Este es un hito importante, ya que promovió el diálogo entre integrantes del actual equipo de trabajo y las comunidades locales, lo que permitió posteriormente, y a pedido de la Comisión Municipal de Barrancas, que se iniciaran los estudios y el trabajo de investigación bajo el denominado Proyecto Arqueológico Barrancas en 2012 (dirigido en un primer momento por el Dr. Hugo Yacobaccio).

Como ya se ha mencionado, el proyecto se ha propuesto tres objetivos generales (ver *supra*). El tercero es de particular importancia en la presente tesis, porque busca generar herramientas técnicas y científicas para gestionar el patrimonio cultural arqueológico, especialmente el arte rupestre, y su interacción con la comunidad. Es aquí donde esta investigación busca aportar nueva información y medidas concretas para salvaguardar el patrimonio de la localidad más expuesto al deterioro debido a diferentes factores, pero haciendo especial énfasis en el turismo.

No obstante, en términos generales, para la Reserva —sobre la que se brindarán mayores detalles en la próxima sección— el Proyecto Arqueológico Barrancas busca aportar un insumo para la confección de un Plan de Manejo Integral para la Reserva, que incluya distintos tipos de estudios sobre el patrimonio cultural y natural. En este sentido, el proyecto trabaja de manera articulada con VICAM (Vicuñas, Camélidos y Ambiente), un equipo de trabajo multidisciplinario con especialistas de las ciencias biológicas y antropológicas. Su fin es, entre otras cosas, realizar una investigación científica tendiente al conocimiento y conservación de los ambientes andinos, sus aspectos naturales y culturales especialmente relacionados con los

camélidos y generar acciones concretas de estudio, conservación y manejo de la biodiversidad andina (Arzamendia *et al.*, 2012; Baldo *et al.*, 2013).

Como equipos colaboradores, tanto el Proyecto Arqueológico Barrancas como VICAM, generaron y participaron de distintas acciones de puesta en valor del patrimonio y trabajos de comunicación pública con la comunidad en ámbitos como las escuelas primaria y secundaria, talleres para guías de la Reserva, integrantes de la comisión municipal y las comunidades aborígenes, entre otros (Alvarez y Rouan Sirolli, 2023). En cuanto al patrimonio arqueológico, recién se han comenzado con los trabajos de diagnóstico en la presente tesis. Por lo tanto, no se han estudiado ni los procesos de formación, ni los procesos diagenéticos que han afectado al patrimonio arqueológico del área, ya sea por agentes naturales o culturales, ni particularmente, las posibles consecuencias del avance de la actividad turística de los últimos años sobre los recursos patrimoniales. Esta es una tarea importante para el avance y el desarrollo del Plan de Manejo Integral, por lo que debe generarse un informe técnico con esta información para el futuro acondicionamiento del patrimonio cultural de la localidad.

En cuanto a los contextos de producción del arte rupestre, en la actualidad se evalúan las características estilísticas de gran parte de los sitios de la cuenca, como parte de la tesis de doctorado de la Prof. Rouan Sirolli. También, se han estudiado los pigmentos utilizados para la realización de los motivos rupestres en la región. Éstos son muy variados y presentan distintas tonalidades del rojo, verde, negro y blanco. Se analizaron las composiciones químicas de pigmentos hallados en capa en el sitio Morro Blanco (3.075 - 2.830 años AP), un alero formado por un paredón tobáceo ubicado más al norte dentro de la cuenca del río Barrancas. Se sugiere que el mayor porcentaje de pigmentos rojos serían asociados a un tipo de óxido de hierro, probablemente hematita, y otros pigmentos rojos desconocidos de base arcillosa. Esta evidencia tiene congruencia con otros sitios de la puna jujeña, en donde hay una marcada preferencia por óxidos de hierro como la hematita para pinturas rupestres debido a su capacidad de perdurar en el tiempo (Solá *et al.*, 2013). Asimismo, se encontraron fragmentos

de minerales verdes compatible con la pseudomalaquita, un fosfato hidratado de cobre utilizado como pigmento verde (Yacobaccio *et al.*, 2018). En cuanto a los pigmentos negros, no se han identificado restos en capa para ser asociados a las pinturas, pero en otros sitios cercanos a la localidad (Hornillos II y Cueva Inca Viejo) se hicieron estudios que identificaron minerales de óxido de hierro y manganeso (Yacobaccio *et al.*, 2008; López *et al.*, 2021).

2.3 GESTIÓN DE LA RESERVA NATURAL Y CULTURAL MUNICIPAL Y DEL CENTRO DE INTERPRETACIÓN ARQUEOLÓGICA

Una de las características más relevantes del área de estudio consiste en el espacio destinado a la Reserva Municipal Natural y Cultural de Barrancas. Este fue impulsado, desde un comienzo, por la Comisión Municipal y las comunidades aborígenes de la localidad. En 1985 el Poder Legislativo argentino manifestó, a través de la Ley 23.302, el interés por reconocer la personería jurídica a las comunidades aborígenes existentes en el país (art. 2) y la adjudicación de tierras (art. 5) como parte de los derechos que les corresponden a estos grupos. En 1992 se ratificó por Ley 24.071 el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y en el año 2000 adquirió jerarquía constitucional en virtud del art. 31 de la Constitución Nacional. Este convenio no sólo coincide con el criterio de autorreconocimiento étnico adoptado por la Ley 23.302, como base para la definición de los pueblos indígenas, sino que, además, establece que los gobiernos provinciales deben “asumir la responsabilidad de desarrollar, con la participación de los pueblos interesados, una acción coordinada y sistemática con miras a proteger los derechos de esos pueblos y a garantizar el respeto de su integridad” (art. 2.1, 2.b) (Endere y Ayala, 2012). Luego, la Constitución Nacional reformada en 1994, en su art. 75 inc. 17, reconoce “la preexistencia étnica y cultural de los pueblos indígenas argentinos, garantizando el respeto a su identidad y asegurando su participación en la gestión referida a sus recursos naturales y a los demás intereses que los afecten”. Las leyes mencionadas en este párrafo han sido interpretadas como una admisión implícita al derecho de los pueblos a participar en la gestión del patrimonio cultural de sus antepasados (Endere, 2000).

Al mismo tiempo, la declaratoria de la Quebrada de Humahuaca como Patrimonio Natural y Cultural de la Humanidad por parte de la UNESCO en el año 2003, hizo que parte de la población jujeña aguardara expectante el inicio de obras de infraestructura turística asociadas al patrimonio, creyendo que ellas podrían traer aparejado un importante progreso económico a la región. No obstante, los proyectos de gestión patrimonial por parte del Estado fueron escasos (Montenegro, 2009). Por lo tanto, los diversos actores interesados en el patrimonio comenzaron a pensar en formas de salvaguardarlo, al mismo tiempo que buscaban la autosustentabilidad económica y la autogestión, encontrando en la creación de centros de interpretación —como el de Pucará La Cueva— una posible solución para el cuidado del patrimonio (Ramundo, 2010).

Desde un principio, las comunidades de Barrancas manifestaron un marcado interés por los discursos sobre el pasado y el patrimonio cultural, reclamando su participación en el otorgamiento de sentido, producción y control del patrimonio colectivo (Fernández Distel, 2001; Ayala, 2006; Yacobaccio *et al.*, 2018). La declaración del área como Reserva Municipal Natural y Cultural, en 1997, da cuenta de los constantes intentos de las comunidades por la salvaguarda de su patrimonio material. Desde el comienzo, con el asesoramiento de la arqueóloga Alicia Fernández Distel, se diagramaron los circuitos turísticos que se visitan en la actualidad. En este sentido, cuando el Proyecto Arqueológico Barrancas comenzó a trabajar en el área, el circuito turístico actual ya tenía 15 años de uso, por lo que no se evaluaron las características de exposición que tenían los sitios, pero se recomendaron a los guías una serie de pautas a seguir (se reforzó que no se pudieran tomar objetos del suelo, ni visitar sitios por fuera del circuito, etc.).

Luego, en el año 2020, se inauguró el Centro de Interpretación de Barrancas (red social: [@cia.barrancas](#)) (fig. 2.4), en donde se sintetiza la historia de ocupación humana en la región y se exhibe el patrimonio local junto a los estudios arqueológicos realizados hasta la fecha. Esto no solo permite comunicar conocimientos sobre la ciencia, sino también hacer hincapié en la

puesta en valor del patrimonio y la importancia de su estudio. A lo largo del recorrido educativo, se enfatiza en el complemento tecnológico para la comunicación de la información con materiales audiovisuales como, por ejemplo, tres videos que se proyectan de manera continua. El primer video resume la arqueología de Barrancas, el segundo sintetiza la historia ambiental del área y el tercero, desde un enfoque etnobiológico, describe la importancia de los humedales de la Reserva de Barrancas, en particular, y de la puna, en general. La idea, los guiones y las voces en *off* fueron realizadas por integrantes del equipo, mientras que las imágenes fueron producto del trabajo realizado por el área de Turismo de la provincia. Además, una parte del recorrido se centra en mostrar uno de los sitios más conocidos de la localidad, Piedra Mapa, a partir de un holograma de gran precisión que resalta sus características más importantes. Otra herramienta, que en la actualidad se encuentra sin uso, son lentes de realidad virtual, otorgados por la Secretaría de Turismo de la provincia de Jujuy.



Figura 2.4: 1) Centro de interpretación visto desde la calle. 2) Espacio del CIA destinado a las reuniones y la venta de artesanías. 3) Centro de la sala de exposiciones, en donde se muestra una caravana con vestimentas tradicionales. 4) Sector de la muestra destinada a la Piedra Mapa. 5) Sector de la muestra destinado a repasar los sitios con arte rupestre de Barrancas. Fotografías tomadas por el Dr. Hugo Jacobaccio.

Con la creación de este Centro, se ha potenciado cada vez más el acceso y la visibilización del patrimonio cultural al público general y la incorporación de la localidad de Barrancas a circuitos turísticos masivos. Esto genera nuevos riesgos para el patrimonio, teniendo en cuenta que el incremento en el flujo de personas a los sitios arqueológicos no se condice con el acondicionamiento del patrimonio para su visita constante.

A partir de lo mencionado a lo largo de este capítulo, para generar pautas y medidas de conservación de los sitios con arte rupestre, se deben tener en cuenta tanto las características

ambientales y geológicas de la localidad, como los intereses por su visibilización turística. Por este motivo es importante generar un diagnóstico del estado actual del registro arqueológico para colaborar en la conformación de un plan de manejo y gestión de este recurso patrimonial.

3

FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

En las siguientes páginas se pretende dar a conocer el contexto bajo el cual se aplican normas y regulaciones para la gestión del patrimonio, su conservación, documentación y puesta en valor. En base a distintos ejemplos, aquí se plantea un abordaje metodológico para el diagnóstico del estado actual de los sitios arqueológicos con arte rupestre, y se proponen herramientas digitales para llevar a cabo los objetivos de este trabajo. Tanto los Sistemas de Información Geográfica como la fotogrametría son herramientas que permiten generar modelos, el primero predictivo para la toma de decisiones, y el segundo para la documentación y puesta en valor. Por último, dado que la comunicación pública de la ciencia es entendida aquí como una herramienta para la socialización de las actividades y los conocimientos generados, se plantea la necesidad de transmitir la información obtenida en este trabajo a los distintos actores sociales que interactúan de manera directa con el patrimonio de Barrancas.

3.1. PATRIMONIO, ARQUEOLOGÍA PÚBLICA Y PUESTA EN VALOR

Según la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural llevada a cabo en 1972 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), se considera patrimonio cultural a los monumentos, conjuntos de construcciones y lugares que posean un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico (UNESCO, 1972). En un sentido amplio, el patrimonio cultural es a la vez un producto y un proceso que suministra a las sociedades un caudal de recursos que se heredan del pasado, se crean en el presente y se transmiten a las generaciones futuras para su beneficio (UNESCO, 2014). Son bienes tangibles e intangibles que tienen un alto contenido simbólico, lo que les hace merecedores de una especial protección no

sólo relacionada con su conservación sino también con el uso que se pueda hacer de ellos (Ballart Hernández y Tresseras, 2001).

Autores como Prats (1997), interpretan que el patrimonio cultural es a la vez una invención y una construcción social, asociando a la invención con la capacidad de generar discursos sobre la realidad, y a la construcción social con los procesos de legitimación. En este mismo sentido, otros autores definen al patrimonio como un hecho social que se selecciona y se legitima como algo digno de ser estudiado, conservado y puesto en valor, a partir del aprecio social que se tenga del mismo y en donde se involucran relaciones emocionales, políticas, económicas y educativas que surgen de la reutilización y manipulación de los objetos patrimoniales (Criado Boado y Barreiro, 2013; Ocampo *et al.*, 2022). Por ello, el patrimonio, desde una perspectiva más acotada, ha sido considerado como dinámico e históricamente situado, ya que los grupos sociales seleccionamos y conservamos huellas del pasado en función de los compromisos e intereses del presente (Candau, 1996, 1998; Prats, 1997; Gnecco, 2004).

Esta conservación y puesta en valor es constitutiva de una agenda política, con múltiples actores sociales e intereses. Por lo tanto, el valor es producido y entendido gracias a la interacción de los objetos patrimoniales con un contexto social, histórico y espacial, teniendo en cuenta el entramado de relaciones sociales que se da en torno a él (Masson, 2002). Como tal, el valor de cualquier objeto patrimonial es dinámico, siendo el fruto de un trabajo participativo y reflexivo con los distintos actores sociales que interactúan y se familiarizan con el patrimonio, al cual se le adscribe valor específico en un contexto sociohistórico determinado. En estos procesos de puesta en valor se debe dar especial importancia al diálogo, ya que los intereses y valores otorgados por los distintos agentes pueden ser dispares y generar situaciones de disputa o tensión.

Un aspecto para definir es el rol que ocupa la Arqueología en este proceso de construcción social del patrimonio. El patrimonio arqueológico, como parte del patrimonio cultural, sirve de fuente material para el conocimiento del pasado de las distintas sociedades.

Según la ley nacional 25.743, el patrimonio arqueológico está formado por “*las cosas muebles e inmuebles que se encuentran en la superficie, subsuelo o sumergidos en aguas jurisdiccionales y que pueden dar información sobre los grupos socioculturales que vivieron en el país*” (art. 2). Estos elementos tienen como sello distintivo el poder ser estudiados, recuperados o localizados usando la metodología arqueológica como método principal de investigación (ICOMOS, 2017). Así, estas definiciones apuntan al rol del conocimiento científicamente generado en el ámbito de la disciplina arqueológica como legitimador/generador de patrimonio. Por lo tanto, la forma en que la arqueología profesional se articula con la sociedad resulta un tópico clave para comprender el rol de nuestra disciplina en la construcción del patrimonio, particularmente, en lo que hace a la manera en que el conocimiento derivado de sus investigaciones es transmitido y la forma en que el mismo es recibido/apropiado por la sociedad. La problematización de estas relaciones constituye una de las piedras angulares de la Arqueología Pública.

Si bien “Arqueología Pública” comenzó a utilizarse como concepto en 1970’ cuando McGimsey insta a la preservación del patrimonio arqueológico por el “derecho público al conocimiento” (1972:5), su estudio fue ampliándose a lo largo de los años y analizando los distintos contextos sociohistóricos que influenciaron los discursos sociales sobre el patrimonio. Desde la década de 1980 y de la mano del surgimiento de nuevos enfoques teóricos en la Arqueología mundial (ej. Arqueología Interpretativa, Hodder, 1982), los profesionales de la arqueología argentina comenzaron a interesarse progresivamente en el aspecto público de la arqueología, reflexionando sobre su rol en la sociedad (Salerno *et al.*, 2016). Esto también coincide con cambios sociopolíticos de trascendencia, acontecidos tanto en el país como en el resto de Latinoamérica, a partir del retorno a las democracias (Pupio y Salerno, 2014). La incorporación de nuevos actores y sus dinámicas de interacción comenzaron a ser tomados en cuenta en la construcción de discursos sobre el pasado. Así, estos nuevos discursos comenzaron a ser incorporados en la educación informal y formal, en sus distintos niveles, en

la selección y guionado de las exhibiciones de museos e incluso en la redefinición de los espacios museográficos mismos, siendo en muchos casos refuncionalizados como espacios participativos, multivocales y dialógicos para la construcción de discursos sobre el pasado (Albeck y González, 2013; Pineau *et al.*, 2018; Pupio *et al.*, 2010). Es en este contexto, que las actividades de “Arqueología Pública” comienzan a integrarse a los proyectos de investigación o incluso a ser elaborados proyectos exclusivamente de Arqueología Pública (Pupio y Salerno, 2012; Salerno *et al.*, 2016).

3.2 CONSERVACIÓN DEL ARTE RUPESTRE

El arte rupestre, como el de las sociedades que habitaron la cuenca del río Barrancas, se encuentra incluido en un sistema ecológico dinámico, en el que un gran número de factores se interrelacionan de forma sistémica. Su conservación exige un conocimiento del funcionamiento global del sistema y un seguimiento que permita detectar, e incluso prever, las situaciones de riesgo de deterioro y las posibilidades de control que permite cada situación (Herráez, 1996). A nivel internacional existen una serie de normativas plasmadas en diversas declaraciones o cartas, que establecen una base sólida para los procesos de conservación y restauración del patrimonio cultural. Algunos ejemplos son la Carta de Atenas (ICOMOS, 1931), la Carta de Venecia (ICOMOS, 1964), las Normas de Quito (ICOMOS, 1967) y la Carta de Burra (ICOMOS, 1999).

Se ha dejado claro en diversos estudios que la apertura al público del arte rupestre lo hace una manifestación cultural sumamente frágil y degradable (Bednarik, 2001; Brunet, 1995). Autores como Bednarik (1995), han señalado que cuanto más antiguo es el arte, más amenazas del entorno tuvo que haber sobrevivido, por lo que se espera que se establezca una relación de equilibrio con el entorno que lo rodea aportando a su supervivencia. De esta forma, el arte rupestre sólo podría verse afectado por cambios ambientales mayores o intervenciones humanas directas (grafitis, vandalismo) o indirectas (políticas públicas, cambio climático). Este es un punto que debe ser tenido en cuenta a la hora de evaluar el estado de preservación del

registro arqueológico, ya que acciones antrópicas pueden ser confundidas por factores atribuidos al deterioro natural. Por ejemplo, el incremento de lluvia ácida y el decrecimiento de pH ambiental repercute en la erosión del barniz que se forma sobre los grabados rupestres; cambios en la carga hidrológica o cambios morfológicos en los sitios pueden derivar en cambios microclimáticos bruscos para el arte rupestre (Bednarik, 1994a).

Por esta razón, los sitios arqueológicos con representaciones rupestres deben suponer una serie de actividades vinculadas al registro y documentación, además de una planificación para su preservación, protección y administración. Esto implica un trabajo multidisciplinario para evaluar distintos factores que intervengan en los sitios y una interacción constante con los actores sociales que hacen posible un adecuado manejo del patrimonio en cuestión (Rolandi de Perrot *et al.*, 1996).

Son numerosos los estudios en diversas partes del mundo que han reparado en la conservación y el estudio del patrimonio cultural y particularmente del arte rupestre. En Francia y España, estas acciones se llevaron a cabo luego de la exhibición desmedida de sitios famosos, como las cuevas de Altamira y Lascaux, que tuvieron como consecuencia un desequilibrio en el intercambio de aire, temperatura y humedad, dejándolos expuestos a distintos contaminantes (Herráez, 1996). A propósito de ello, se ha redactado la Carta de Alicante (ICOMOS, 2023) para la Gestión Integrada del Arte Rupestre Prehistórico y sus Paisajes, como un medio para garantizar la preservación de sitios como estos y su puesta en valor.

Autores como Herráez (1996) propusieron una metodología para la conservación preventiva de la cueva de Altamira, esto es, para controlar los riesgos de deterioro que afectan al arte rupestre, que implican la realización de un plan estricto con mecanismos de detección, seguimiento y control del mantenimiento del patrimonio estudiado. Esta metodología tiene en consideración: 1) un control de las agresiones físicas al sustrato rocoso; 2) medidas de seguridad para mitigar en vandalismo; 3) el riesgo de contaminación; 4) el control de las

condiciones ambientales (en relación con el efecto de los visitantes); 5) el biodeterioro relacionado al cambio en sus ecosistemas; y 6) la iluminación artificial que puede alterar el desarrollo de microorganismos dentro de la cueva (Herráez *et al.*, 1994; Herráez, 1996).

En Australia se han promovido los primeros cursos sistemáticos para la capacitación de especialistas en la ciencia de la conservación del arte rupestre (Rosenfeld, 1988). La primera redacción de la Carta de Burra, en 1981, fue hecha en Australia a partir de la Carta de Venecia, en donde dejan establecidos los principios fundamentales para la protección de su patrimonio cultural (Sicari, 1990). De la misma forma, el Estado ha prohibido con multas de precio elevado cualquier tipo de intervención ya sea para mejorar la visibilidad de las representaciones rupestres, como para vandalizar los soportes rocosos (Bednarik, 1990).

En tanto, el continente americano presenta una gran cantidad de experiencias relacionadas con la conservación del arte rupestre. En Canadá, la mayoría de los sitios arqueológicos con arte rupestre se encuentran sobre acantilados de granito en ríos y lagos que se ven afectados por condiciones ambientales severas como el frío, el hielo, las olas y la formación de algas, y por factores antrópicos como el vandalismo (Wainwright, 1997). En ese país se comenzaron los trabajos de relevamiento y documentación del patrimonio en el s. XIX y en la década de 1960 se intensificaron los esfuerzos para inventariar el arte rupestre con perspectivas teóricas y metodológicas que abarcasen su interpretación, fechado y comportamiento dentro de sus correspondientes microambientes, en el marco del Canadian Conservation Institute (Wainwright, 1985; Wainwright *et al.*, 1997).

En Estados Unidos se promulgó la Ley Nacional para la Conservación Histórica en 1966, destinada a preservar los lugares históricos y arqueológicos del país. Instituciones como el Getty Conservation Institute, fundado en 1985, han fomentado el trabajo relacionado tanto con el estudio del patrimonio cultural, como la conservación de estos y una amplia base de datos y recursos para la investigación en el tema (Taboada, 2021).

En Brasil, se destaca el caso del Parque Nacional Sierra de Capivara, que incluye 1158 sitios arqueológicos, 800 de los cuales presentan arte rupestre. Su inserción en el listado de Patrimonio Mundial, en 1991, trajo aparejado una serie de acciones para su preservación tanto ambiental, como cultural y con énfasis en la administración y la conservación del arte rupestre (Pessis, 1995).

En Argentina, el proyecto “Conservación y Gestión Sostenible del Patrimonio Cultural. Cueva de las Manos: 10.000 años de historia en la Patagonia”, inserto en el Programa de Documentación y Preservación del Arte Rupestre Argentino (DOPRARA-INAPL), ha sido uno de los grandes hitos en cuanto a manejo de sitios arqueológicos del país. En 1995 se desarrolla el Plan de Manejo que contemplaba, entre otras cosas, custodia permanente, control de ingresos y egresos, capacitación de guías turísticos y la colocación de pasarelas de doble baranda a lo largo del circuito y cartelera informativa (Onetto, 1998). Con su nombramiento como parte del Patrimonio Mundial, su alcance turístico se incrementó, por lo que se debieron ajustar las condiciones del sitio para mejorar su acceso mediante las rampas y a la vez restringir su cercanía a las pinturas rupestres (Onetto, 2006). También se inauguró el Museo de Arqueología Carlos Gradín, cuyo espacio funciona como lugar de investigación y de divulgación de los conocimientos generados hasta el momento (Onetto *et al.*, 2010), algo sumamente importante a la hora de conservar el patrimonio, ya que su puesta en valor y visibilización deben contar con discursos accesibles a distintos públicos.

Entonces, tanto en marcos nacionales como internacionales, se han intentado promulgar medidas concretas para la conservación del arte rupestre. En líneas generales, se ha aprendido sobre la marcha que la exposición no controlada a este tipo de sitios produce un aceleramiento en el deterioro de sus motivos, y que es sumamente importante reconocer cuáles son esos factores que intervienen constantemente en el (des)equilibrio de las condiciones presentes en los sitios. Cada país ha generado su propia serie de normativas para el cuidado de su patrimonio, y en particular, Argentina tiene antecedentes tanto en la gestión

de su patrimonio arqueológico, como en la conservación de su arte rupestre. Los documentos citados hacen hincapié en la necesidad de la planificación como herramienta para garantizar que la exposición de los sitios, por ejemplo, al turismo, sea sostenible y se evite así el deterioro o destrucción de los atractivos naturales y culturales (Conti y Cavrero Igarza, 2010).

Como se mencionó anteriormente, hay una necesidad en la agenda mundial por controlar el deterioro del patrimonio arqueológico. Particularmente en Barrancas, esta propuesta surge no sólo por la necesidad de avanzar en el Plan de Manejo Integral de la Reserva Municipal, sino también por la reciente apertura al turismo, y el pedido de las distintas comunidades que forman parte de la localidad por la puesta en valor del patrimonio. En las siguientes páginas se presentan dos herramientas que, como veremos, han demostrado ser eficaces tanto en la generación de modelos predictivos para el reconocimiento de sitios en riesgo de preservación, como en la elaboración de modelos no invasivos para la documentación y comunicación pública de estos sitios.

3.3. HERRAMIENTAS DIGITALES APLICADAS A LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

3.3.1. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En general, un Sistema de Información consiste en la unión de información digital y programas para su análisis. Particularmente en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) la información está georreferenciada, ya que incluye la posición en el espacio de un objeto dado, utilizando un sistema de coordenadas estandarizado resultado de una proyección cartográfica. A nivel regional, este puede contener información ambiental y socioeconómica que permita generar una evaluación del impacto ambiental y antrópico en determinadas áreas del paisaje (Alonso, 2006). Entonces, los SIG integran información social, ambiental y geográfica, y permiten tanto capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados, como elaborar complejos modelos predictivos (Spiridon, 2016; Ciski, *et al.*, 2019; Olaya, 2020).

Por lo tanto, su implementación permite combinar distintos tipos de datos cualitativos y cuantitativos en un mismo modelo del área de estudio, teniendo en cuenta distintos tipos de variables.

Por ejemplo, se realizaron estudios con el arte rupestre del Parque Arqueológico del Valle Coa (Portugal) con el objetivo principal de predecir e identificar posibles lugares de producción del arte rupestre durante fines del Pleistoceno hasta tiempos modernos, pero este modelo también se enfocó en el manejo del patrimonio en la actualidad. Entre otros aspectos, el modelo tomó en cuenta el ambiente, la geología y el impacto turístico relacionado a la distribución de los sitios arqueológicos para generar acciones concretas de conservación (Aubry y Dimuccio, 2012). Se midieron pendientes, dirección y radiación solar, el costo de distancia de los sitios y cursos de agua y se identificaron agentes biológicos que estaban alterando los sitios, por lo cual, determinaron que el uso de esta herramienta digital servía como un recurso efectivo para el reconocimiento de sitios afectados por el deterioro antrópico y natural (Aubry y Dimuccio, 2012).

En los últimos veinte años el uso de SIG en la arqueología argentina ha aumentado, debido a su capacidad de generar distintos modelos predictivos, por ejemplo, para la identificación de sitios arqueológicos, la procedencia de materiales, o los distintos usos en el espacio y los paisajes agropastoriles (Cirigliano y Pallo, 2015; Coll, 2019, 2013; De Feo y Gobbo, 2005; Figuerero Torres e Izeta, 2013; Manzi y Sánchez 2007; Mignone, 2011; Pastor et al., 2012; Pey, 2017a; Sario y Salvatore, 2013; Zuccarelli, 2020, 2012; entre otros). Si bien estos trabajos apuntan a responder preguntas arqueológicas, no abordan la problemática presentada aquí. Específicamente, aquí se toman en cuenta a los trabajos de gestión del patrimonio y la aplicación de distintos Modelos de Sensibilidad Ambiental, que consisten en utilizar los SIG para medir el potencial de afectación que puede sufrir o generar determinado ecosistema como resultado de la alteración de distintos procesos físicos, bióticos y socioculturales

potenciados por la actividad antrópica (Román López, 2016; Rebolledo Wueffer, 2018; Zulaica *et al.*, 2009).

Una de las características más importantes del SIG reside en su capacidad para almacenar grandes masas de información georreferenciada y su potencia para el análisis de esta, lo que permite abordar problemas de planificación y gestión, es decir, para la toma de decisiones (Moreno Jiménez y Cañada Torrecilla, 2007). Al aplicar esta herramienta dentro de un diseño de investigación que pretende identificar el grado de afectación que tienen los sitios arqueológicos de uso público, se busca poder administrar los datos de una manera inteligente para ser evaluada y presentada ante los distintos actores sociales que intervienen en la gestión y el manejo del patrimonio en Barrancas.

Los SIG tienen un gran potencial para el desarrollo de este trabajo debido a su capacidad de gestionar distintos tipos de información de forma dinámica y abierta a una actualización constante de datos. Uno de los grandes planteos propuestos en esta tesis es cómo trabajar con grandes cantidades de información de una manera sencilla y que, al mismo tiempo, pueda sumar contenido a medida que la investigación avance con el paso de los años. Esto es así porque se espera que a futuro la base de datos se expanda, en cuanto a la cantidad de sitios arqueológicos, las escalas espaciales de estudio y el grado de detalle de los factores que inciden en la conservación del arte rupestre. De esta forma, lo que se propone en esta tesis es la generación de un primer modelo integral compuesto por variables de distinto orden, que permita medir la sensibilidad de los sitios con arte rupestre. Si bien aquellas variables se abordarán con mayor detalle en el siguiente capítulo, interesa destacar que se considerarán tanto aspectos de locación (ej. condiciones de accesibilidad) como ciertos indicadores de deterioro observados en los sitios con arte de la Reserva, entendiendo que aquellos sitios que ya presentan signos de daño (cualquiera sea su naturaleza) poseen un mayor riesgo de deterioro en el tiempo.

La elaboración de este modelo permitirá, entonces, avanzar en un doble sentido. Por un lado, operará a modo de primer diagnóstico del estado actual de conservación de los sitios contemplados. Y, por el otro, realizará un aporte en términos predictivos para la toma de decisiones a futuro ya que se podrán identificar, a partir de la generación de un índice con la sumatoria de las diferentes variables, los sitios con mayor probabilidad de deterioro. Se estima que este es un gran paso para la detección de los factores determinantes en la conservación del patrimonio arqueológico, luego de una etapa de relevamiento y documentación del arte rupestre.

3.3.2. RELEVAMIENTO FOTOGRÁFICO, FOTOGAMETRÍA Y USO DE MODELOS 3D

Para la generación de medidas concretas que puedan contribuir con la minimización del riesgo antrópico que presenten los sitios, se emplearon herramientas de fácil acceso que pudieran garantizar, de la misma manera, la documentación digital y la comunicación pública de la ciencia. Aquí se pondrá a prueba el uso de herramientas para la generación de modelos fotogramétricos. La fotogrametría es la técnica que permite obtener un modelo virtual a partir de capturas fotográficas parciales de pequeños segmentos de un objeto, combinando información volumétrica y datos de color que representan la superficie del objeto (Correa *et al.*, 2016). Como proceso digital requiere el uso de programas informáticos para interpretar vectores geométricos y correlacionar las capas con los parámetros volumétricos de los objetos, y de esa forma interconectar la representación plena (color y textura) y la visualización como objeto tridimensional (alto, ancho y profundidad) (Leija-Román *et al.*, 2022).

Tanto la fotogrametría, como el relevamiento fotográfico y otras herramientas digitales han sido ampliamente utilizadas a lo largo de los últimos años. A modo de ejemplo, en las montañas de Altai (Rusia), se buscó utilizar una metodología que fuera poco costosa y de alto rendimiento para documentar la gran cantidad de arte rupestre que se encontraba expuesta a las condiciones ambientales bruscas y el turismo desmedido (Plets *et al.*, 2011). Esta documentación consistió en la toma de 10.000 fotografías y la realización de 323 modelos

fotogramétricos, que no sólo se utilizaron para la investigación académica en laboratorio, sino también para la divulgación de los sitios con arte rupestre al público en general (Plets *et al.*, 2012).

Debido a la popularización del uso de herramientas digitales, se han conformado dos documentos para promover una regularización en su implementación (Henestrosa *et al.*, 2022). Por un lado, la Carta de Londres para la visualización computarizada del Patrimonio Cultural (2009) propone la elaboración de un conjunto de principios que aseguren que la visualización del patrimonio cultural se lleve a cabo teniendo en cuenta la integridad intelectual, fiabilidad, documentación, sostenibilidad y acceso académico y público a la materialidad. Por otro lado, Los Principios de Sevilla: Principios Internacionales de la Arqueología Virtual (ICOMOS, 2017) retoman las propuestas de la Carta de Londres, y generan nuevos principios para mejorar su implementación en el campo específico del patrimonio arqueológico. Aquí se hace énfasis en el abordaje de proyectos que impliquen visualización asistida de manera interdisciplinaria; con una finalidad enmarcada en un diseño de investigación; entendiendo que estas herramientas aportan un complemento y no un sustituto en los trabajos de conservación y difusión; que sean fieles en cuanto a su autenticidad y rigurosidad histórica; eficientes económicamente (uso de menos recursos y mejores resultados); y que sean trabajos científicos transparentes, con una formación y evaluación adecuadas.

Estos dos documentos aportan un marco dentro del cual utilizar las herramientas de visualización –como el relevamiento fotográfico y la fotogrametría– de una manera responsable frente al avance de estas metodologías en el campo del patrimonio arqueológico. Como se mencionó anteriormente, estas herramientas se aplicarán en una Reserva Municipal con variedad de sitios con representaciones rupestres, y se plantea un abordaje específicamente diseñado para poner a prueba métodos de documentación, conservación y divulgación del arte rupestre.

Un trabajo, realizado por el equipo interdisciplinario del Alto Ancasti (Red social: [Arte en las Rocas](#)) presenta una visita 360° a la cueva La Candelaria (prov. de Catamarca), en donde se detallan las características de la cueva y cada uno de los motivos más importantes. Este modelo fotogramétrico es un gran antecedente, y un ejemplo del uso de estas herramientas, ya que demuestra el potencial para la divulgación y documentación de las mismas.

En suma, se eligió esta herramienta por su capacidad de documentar en detalle las características de la materialidad y su contexto espacial, al mismo tiempo que permite aportar al entendimiento, interpretación y manejo de los recursos patrimoniales. De esta forma, se suman formas de comunicar y exponer los sitios, de una manera no invasiva y accesible al público general (Davis *et al.*, 2017).

3.4 COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

Distintos estudios han mostrado las diversas maneras en que la información arqueológica e histórica tiene la potencialidad de sustentar representaciones sobre el pasado en función de intereses ideológicos tanto de sectores hegemónicos como de sectores subalternos (Bond y Gilliam, 1994, en Salerno, 2013). De este análisis se desprende que los conocimientos arqueológicos se extienden más allá del ámbito académico y contribuyen a la construcción de los imaginarios sociales y discursos sobre el pasado y el presente por parte de diferentes actores sociales. Por lo que el rol de los científicos y las científicas en la comunicación de los conocimientos es fundamental, ya que el discurso científico está legitimado por la sociedad y contribuye a que otros actores puedan apropiarse, y así posicionarse frente a los recursos patrimoniales.

Castelfranchi y Fazio (2021) plantean que la comunicación pública de la ciencia (CPC) es la práctica mediante la cual se recrea y transmite información científica rigurosa y especializada de forma contextualizada, siendo destinatarias las personas o grupos no expertos. La CPC ha sido referida de distintas formas a través del tiempo: divulgación, popularización de la ciencia, difusión del conocimiento, apropiación de la ciencia, entre otras. Aunque estas

denominaciones incluyen todas las formas en que un contenido científico es comunicado —incluyendo los ámbitos de comunicación especializados (congresos, talleres, simposios, publicaciones)— se entiende que la CPC en Ciencia y Técnica tiene el propósito de socializar datos, hechos, procesos, teorías y nociones científicas con públicos no especializados (Castelfranchi y Fazio, 2021). La CPC, entendida como transmisión de información científica, implica un proceso de comunicación vertical y unidireccional desde aquellos que tienen el conocimiento hacia quienes no lo tienen (Castelfranchi y Fazio, 2020, 2021). En el presente trabajo, se entiende a la CPC de una manera diferente, como un proceso de comunicación en el que las científicas y los científicos ponen a disposición de la comunidad no especializada los conocimientos generados científicamente, que son recibidos y luego apropiados de múltiples maneras por el resto de los actores sociales.

Este trabajo tiene la intención fundamental de socializar los conocimientos obtenidos en los siguientes capítulos. Esto es así, porque un estudio sobre el estado actual de conservación de los sitios arqueológicos no puede ser analizado de manera aislada a las personas que forman parte de la construcción de los objetos patrimoniales. Si bien hay múltiples actores sociales, se espera que la información pueda ser divulgada, en primera instancia, a aquellos que tienen una relación directa con el patrimonio cultural: la Comunidad Aborigen de Barrancas Pueblo Kolla, la Comunidad Aborigen de Sianzo, las y los propietarios de los campos, las y los guías del Centro de Interpretación y de la Reserva, la policía intercultural, las escuelas primaria y secundaria, y la Asociación Civil Centro Vecinal Sargento Cabral.

4

METODOLOGÍA

4.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se dan a conocer los procedimientos metodológicos empleados para generar información asociada a la preservación del arte rupestre de la Reserva Municipal Natural y Cultural de Barrancas, y las tomas de decisiones que refieran a su conservación. En primer lugar, para obtener datos relacionados al estado de preservación de los sitios y distinguir aquellos más sensibles a factores antrópicos y naturales, se genera un modelo de sensibilidad del arte rupestre que pertenece al actual circuito turístico de la reserva, a partir del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). En segundo lugar, con base en los resultados de este modelo, y con el objetivo de aportar herramientas de conservación no invasivas para el arte rupestre, se releva y fotografía el sitio en peor estado de preservación para producir un modelo fotogramétrico que tenga en cuenta el patrimonio más vulnerable de la localidad. De esta forma, se esperan obtener dos modelos, uno predictivo en relación con el estado actual de preservación de los sitios, y otro que tenga en cuenta al sitio en peor estado de preservación, para ser relevado a detalle y generar acciones para su documentación y puesta en valor.

4.2 LA MUESTRA

Para los fines de este trabajo, y teniendo en cuenta que se debe considerar el grado de impacto que presentan los sitios con arte rupestre que están en mayor contacto con distintos factores erosivos y degenerativos, se decidió hacer énfasis tanto en los sitios que forman parte del circuito turístico de la Reserva, como en los sitios que los y las guías tienen intención de

sumar al recorrido. Por este motivo, la muestra está conformada por un total de 11 sitios arqueológicos (fig. 4.1): Cueva del Caravanero, Trono del Inca, Laguna Media 1, 2, 3, 4, 5 y 6, Piedra Mapa y Pisada de los duendes 1 y 2. Como se mencionó anteriormente, estos sitios se encuentran sobre los farallones ignimbríticos que bordean el curso del río Barrancas de N a S.

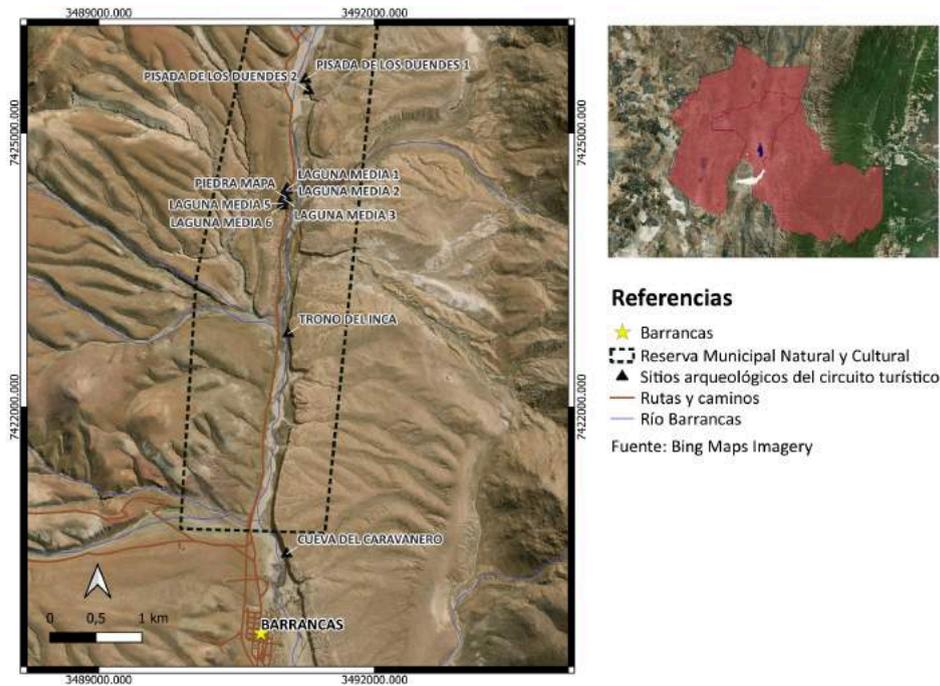


Figura 4.1: Mapa con las localidades arqueológicas del circuito turístico, pertenecientes a la muestra en estudio. Sistema de referencia: POSGAR Faja 3

Cueva del Caravanero (CC)

La cueva (fig. 4.2) se conformó debido a un desprendimiento rocoso previo a la realización de las pinturas rupestres, cuyo registro más antiguo supera los 3500 años AP (Yacobaccio *et al.*, 2020). Se encuentra a 560 m del pueblo, en una pendiente de fácil acceso sobre la banda izquierda del río. Las pinturas son rojas y negras y presentan gran diversidad de motivos (*ca.* 140), aunque predominan las figuras de camélidos.



Figura 4.2: La Cueva del Caravanero vista desde la ruta.

Trono del Inca (TI)

Este sitio se emplaza en un paredón rocoso de casi 70 m de ancho x 3,2 m de altura (fig. 4.3). Se encuentra a 3 km del pueblo y posee una gran cantidad y variedad de motivos grabados (ca. 450 motivos simples y compuestos) con una cronología de entre 2500 a 1100 años AP (Yacobaccio et al., 2020).

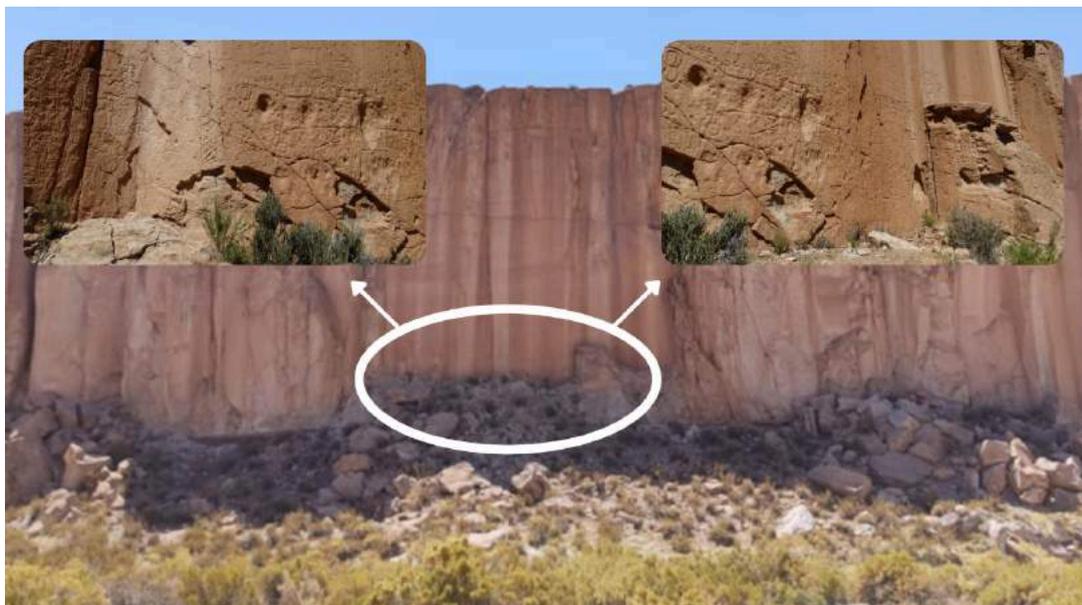


Figura 4.3: El sitio Trono del Inca visto desde la ruta.

Laguna Media 1 a 6 (LM)

La localidad Laguna Media se encuentra a 5 km del pueblo y está conformada por 6 sitios con arte rupestre distribuidos en 15 paneles con *ca.* 232 motivos (fig. 4.4). A partir de un fechado radiocarbónico sobre material recuperado en un sondeo en LM3 se adscribe parte de las ocupaciones al período Incaico (1410-1480 DC). Pertenecen a esta cronología motivos como los banderines y camélidos bicolor (rojo-blanco) (Rouan Sirolli *et al.*, 2023). Este conjunto de sitios se halla en la margen derecha del río y a pocos metros de la RP75. Ocupan un rango menor a los 300 m de distancia en total y presentan motivos grabados y pintados.

- Laguna Media 1: consiste en un panel con motivos de camélidos grabados que se encuentra sobre el camino del circuito turístico y a 20 metros de altura. Mide aproximadamente 50 cm de ancho x 60 cm de largo.
- Laguna Media 2: este sitio está compuesto por motivos pintados en colores blancos y rojos y, al igual que LM1, se encuentra a 20 metros de altura. El panel mide aproximadamente 250 cm de ancho x 200 cm de largo.
- Laguna Media 3: es un alero con un conjunto de motivos camélidos pintados, que miden menos de 50 cm x 30 cm. Este sitio fue excavado debido al abundante material que se encontraba en superficie y se lo asocia a ocupaciones incaicas.
- Laguna Media 4: el sitio tiene 2 paneles. El primero, que mide 3 m de ancho x 1 m de alto, se encuentra dividido en dos partes por una grieta y representa un grupo de camélidos bicolor en rojo y blanco. El otro panel es un bloque con motivos grabados similares a los de Piedra Mapa.
- Laguna Media 5: este sitio se caracteriza por tener un panel con abundantes motivos grabados que mide 2,5 m de ancho x 5 m de altura. Estos se destacan porque constituyen representaciones de paisajes agrarios, involucrando figuras

humanas y zoomorfas, caminos y acequias (Yacobaccio *et al.*, 2020; Rouan Sirolli *et al.*, 2023).

- Laguna Media 6: consiste en un bloque rocoso aislado, con un panel de motivos grabados en una de sus caras, que mide 1 m de ancho x 1 m de largo. Predominan los motivos antropomorfos y zoomorfos.

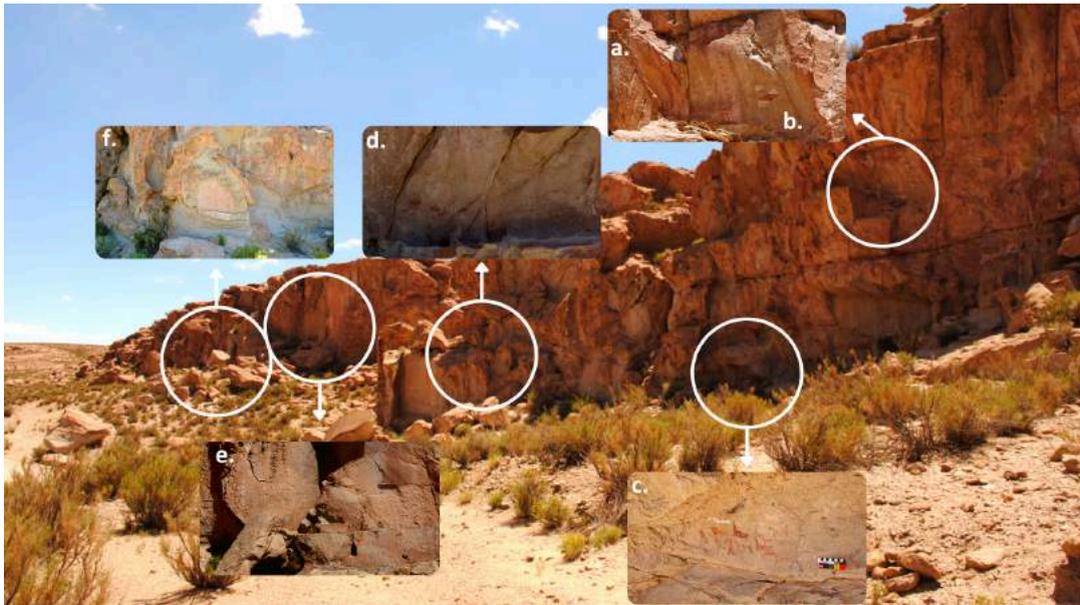


Figura 4.4: Los sitios pertenecientes a Laguna Media: A) Laguna Media 1; B) Laguna Media 2; C) Laguna Media 3; D) Laguna Media 4; E) Laguna Media 5; F) Laguna Media 6. Fotografía tomada por Prof. Mercedes Rouan Sirolli.

Piedra Mapa (PM)

La Piedra Mapa (fig. 4.5) se encuentra en Laguna Media y se estima que su cronología de producción es similar a la del resto de los sitios de la localidad (1410-1480 DC). Se trata de una maqueta tallada en la roca, lo que le da una especial particularidad y relevancia turística, razones por la que se la está considerando en un apartado propio. Al igual que LM5, representa un paisaje agrario con figuras humanas, camélidos, corrales y acequias (Yacobaccio *et al.*, 2020; Rouan Sirolli *et al.*, 2023). Presenta un total de 45 motivos grabados sobre la cara cenital de la roca.



Figura 4.5: Sitio PM y alrededores.

Pisada de los Duendes (PDD)

De los sitios que pertenecen al circuito, estos son los más alejados y menos transitados por la gente del pueblo y los/las turistas. En efecto, estos sitios no son parte formal del circuito y pocas veces son expuestos, pero se presentan en esta tesis porque existe una intención formal por parte de los y las guías de presentarlos al turismo. Los sitios pertenecen a distintas cronologías que van del 2500 al 550 AP (Yacobaccio *et al.*, 2020).

- PDD1: está compuesto por 3 bloques cercanos a los paredones de las barrancas que poseen *ca.* 130 motivos grabados y pintados (Fig. 4.6).
- PDD2: se encuentra sobre los paredones de las barrancas y consiste en una serie de motivos (*ca.* 20) pintados en colores verdes y rojos, y otros grabados que a la distancia no se aprecian completamente (Fig. 4.7).



Figura 4.6: Sitio PDD1, consiste en varios bloques rocosos grabados y grabados pintados.



Figura 4.7: Sitio PDD2, en donde se encuentran pinturas y grabados sobre el farallón que se asocian a momentos incaicos.

4.3 RELEVAMIENTO EN EL CAMPO

4.3.1 GEORREFERENCIACIÓN DE LOS SITIOS

Persiguiendo el **primer objetivo específico** planteado, es decir, el relevamiento espacial de la muestra bajo estudio, se relevaron todos los sitios arqueológicos del circuito turístico. Para ello, se empleó un GPS navegador ETREX 20 configurado con el sistema WGS 84 y se fueron corrigiendo y ajustando datos previos. Se incluyó un relevamiento integral de los

circuitos turísticos que fue realizado durante uno de los talleres organizados por el equipo de investigación, en octubre del 2022. Durante el mismo, se visitaron los sitios junto con los y las guías de la Reserva y el Centro de Interpretación, la Policía Intercultural y distintas personas del pueblo que quisieron ser parte del recorrido. También se midió el acceso a los sitios en camioneta y a pie, y se relevaron fotográficamente los sitios en su totalidad.

4.3.2 DEFINICIÓN Y MEDICIÓN DE VARIABLES

Para cumplir con el **segundo objetivo específico** del trabajo –la identificación de variables que afecten y/o den cuenta del estado de conservación de estos sitios y la descripción formal de los mismos– se tuvo en cuenta la información obtenida en la etapa de reconocimiento y georreferenciación de los sitios y paneles. Si bien hay múltiples factores que intervienen en la degradación de la roca y los motivos en los sitios arqueológicos con arte rupestre, para los fines de esta investigación se decidió tomar en cuenta variables naturales físicas (no químicas) y variables antrópicas que pudieran ser observadas y medidas a partir de un relevamiento superficial³. Se entienden estas variables como parte de un sistema complejo, en donde las unas y las otras actúan en conjunto, pero para los fines analíticos, aquí se hará una distinción entre tipos de factores (naturales y culturales). En este sentido, siendo una primera aproximación, la escala de estudio es de sitio, por lo que se pone el foco en las características generales de los mismos, sin distinguir entre motivos grabados, pintados o pintados-grabados. Es importante destacar que aquí no se toman en cuenta aspectos químicos de la roca o los pigmentos debido a la complejidad de su análisis, pero se espera poder hacerlo en instancias futuras de trabajo.

1) Variables antrópicas: Se toman en cuenta las características del registro en relación con la acción humana, entendiendo que la posibilidad de un mayor acceso a los sitios representa un riesgo mayor de intervención. Se consideran entonces, dentro de este grupo de

³ La distinción entre aspectos naturales y antrópicos se realiza con fines analíticos, pero no dejan de ser un complejo orden de factores interrelacionados, como menciona Bednarik (1995), con respecto a los cambios climáticos y ambientales que afectan en la conservación de los sitios.

variables, los aspectos de locación vinculados a la accesibilidad y visibilidad de los sitios, como también la evidencia concreta de acción antrópica en los sitios arqueológicos.

1.1 Accesibilidad: aquí es entendida como la capacidad que tiene un sitio arqueológico para llegar y salir de él, teniendo en cuenta la pendiente, la altura de los paneles, los caminos y demás factores del paisaje.

- a) Isócronas: aquí se mide el tiempo de caminata promedio desde el pueblo a los sitios arqueológicos. Se presupone que cuanto más cercano al pueblo, mayor probabilidad de concurrir al sitio se va a encontrar. Esto se refuerza con los relatos de algunos habitantes de Barrancas que recuerdan haber visitado algunos sitios cercanos más que otros que se encuentran a mayores distancias.
- b) Ubicación de los sitios en relación con la margen del río: del lado derecho se encuentra la RP75 y en consecuencia los sitios son más accesibles, mientras que del lado izquierdo se debe cruzar el río y una pendiente -en algunos sectores más elevada que en otros- para acceder. Si bien esta información se utilizó para generar el mapa de isócronas, se toma en cuenta como variable para el modelo de sensibilidad porque la dificultad para cruzar el río afecta los recorridos que hacen los turistas cuando se trasladan en camionetas, más allá de la distancia de un sitio con respecto al pueblo.
- c) Accesibilidad vertical: se refiere a la ubicación de los paneles en términos de altura respecto del nivel del suelo, suponiendo que aquellos sitios que presentan paneles más cercanos a éste se encuentran más expuestos y los que se encuentren más alejados, estarán menos expuestos al tacto. Se procedió a medir en el campo cuáles eran los sitios que estaban más expuestos y cuáles no al tacto humano.

1.2 Evidencia de intervenciones antrópicas directas, actuales o recientes: se considera que las acciones directas sobre el registro generan, por un lado, un deterioro más acelerado del

soporte rocoso, y por el otro, promueve la curiosidad de nuevos visitantes para tocar o intervenir este registro. Se tuvo en cuenta la incidencia de acciones concretas que dejaron una huella marcada en los paneles y sus alrededores. Grafitis políticos, piqueteados alrededor de motivos, grabados con nombres y siluetas, y sondeos o excavaciones realizadas por el equipo de investigación.

1.3 Visibilidad: Se refiere a las panorámicas y cuencas visuales desde los yacimientos.

Se relaciona con la capacidad que tiene un sitio arqueológico de ser visto a una distancia determinada (p.e. desde la ruta) (Criado Boado, 1999).

2) Variables naturales: A una escala de sitio, se toman en cuenta aspectos de locación, como el tipo de microemplazamiento, y cómo se ven afectados por la acción de agentes naturales físicos como el agua, la incidencia solar⁴ y la friabilidad del soporte rocoso, que hayan dejado rasgos observables en la roca y los motivos.

2.1 Tipo de microemplazamiento: se registró, en cada caso, si los paneles se encuentran en una cueva, un alero o un sitio a cielo abierto. Se tiene en cuenta que estos tipos de emplazamientos poseen diferentes niveles de exposición del registro arqueológico frente a distintos tipos de agentes naturales.

2.2 Presencia de grietas: teniendo en cuenta la característica friabilidad del soporte rocoso (ignimbrita), es común encontrar grietas en los paneles con arte rupestre. Se midió en el campo la presencia o ausencia de grietas dentro de los límites de los sitios arqueológicos.

2.3 Desprendimiento: hace referencia a las porciones de pared desprendidas posteriores a la confección de los motivos rupestres. Teniendo en cuenta la superficie que ocupa el panel, se midió con un metro la superficie de los bloques y sus sectores desprendidos para calcular qué porcentajes representan estos últimos. Para ello, se

⁴ La incidencia solar se mide de manera indirecta, a partir del tipo de emplazamiento en donde se encuentren los sitios arqueológicos, ya que la escala de análisis es de sitio. Pero a futuro pueden realizarse estudios sobre la orientación de cada panel y motivo y las horas de exposición del sol, para ajustar este tipo de variables.

multiplicó el alto de los paneles por su ancho y así conocer cuántos m² ocupan. Se realizó el mismo procedimiento para calcular los m² de los desprendimientos. Luego, mediante regla de tres simple, podemos saber qué porcentaje de los paneles se desprendió.

- Ejemplo en Trono del Inca: el 100% de la superficie del sitio es de 66,84 m², mientras que la superficie desprendida es de 11,83 m². Entonces, el desprendimiento equivale al 17,7% de la superficie del panel.

2.4 Acción del agua o hidroalteraciones: en algunos sitios arqueológicos es posible distinguir a ojo desnudo el recorrido del agua, por un color blanco o negro característico de la oxidación de las ignimbritas (Roche *et al.*, 2001). Se midió entonces la presencia o ausencia de estas marcas dentro de los sitios.

2.5 Bioalteraciones: corresponde a los agentes vegetales y fúngicos que pueden observarse a ojo desnudo sobre los paneles. Generalmente consisten en manchas de colores negruzcos, amarillentos, verdosos o blanquecinos, y pertenecen a líquenes, hongos o guano. Se midió de la misma manera que el desprendimiento, teniendo en cuenta el porcentaje que se ve alterado dentro del sitio.

Por último, cabe mencionar que si bien la fauna local domesticada (llamas, vacas y perros) es un factor que se encuentra en contacto con los sitios arqueológicos, no fue analizada aquí debido a la imposibilidad de medirla de manera cuantitativa. Sin embargo, estos animales pueden acceder a algunos de los sitios mientras pastan o acompañan a sus dueños por los caminos. A futuro se espera poder identificar el camino que hacen estos animales para delimitar su rango de acción dentro de los sitios arqueológicos de la Reserva.

4.4 MODELO DE SENSIBILIDAD DEL ARTE RUPESTRE

Toda la información obtenida en el apartado anterior fue integrada en una base de datos en Excel. Luego se procedió a cumplir con el **tercer objetivo específico**, que consistía en la sistematización e integración de la información relevada en una base de datos geoespacial,

para elaborar un modelo de sensibilidad de los sitios involucrados en este estudio. Para ello se utilizó un Sistema de Información Geográfica que integró diferentes variables y datos cuantitativos y cualitativos.

4.4.1. PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

Con el objetivo de obtener, gestionar y analizar datos referentes al patrimonio de Barrancas, se considera la información obtenida a partir de trabajos de campo realizados en los años 2021 y 2022. Al mismo tiempo, se complementa dicha información con los estudios hechos por el Proyecto Arqueológico Barrancas en años anteriores y datos geospaciales expuestos en páginas web de libre acceso. En esta ocasión se emplearon herramientas de libre uso y descarga (QGIS 3.26.2 Buenos Aires). El proyecto y las distintas capas de información se proyectaron en el sistema POSGAR 07 Faja 3 (EPSG: 5345), el marco de referencia geodésico nacional y faja meridiana apropiada para abordar el sector de Jujuy estudiado en esta tesis.

Datos originales

Una de las características de los archivos Excel es que pueden ser modificados a formato CSV, esto permite la exportación completa de la información al programa QGIS, presentándose esta en una tabla de atributos. Una vez que los datos migraron al programa, se generaron distintas capas para los sitios que forman parte del circuito turístico y las distintas variables medidas anteriormente. A partir de la superposición de éstas con una imagen satelital del área y el mapa -BING Satelital, cargada a partir del plugin QuickMapService-, se digitalizaron los caminos recorridos en las visitas guiadas ofrecidas por los y las guías de la localidad. Luego, se realizaron una serie de mapas tomando en cuenta las rutas, los caminos, los circuitos, la red de drenaje del pueblo y la pendiente.

Datos externos

Las capas de origen externo utilizadas fueron descargadas gratuitamente de [la Base de Datos Geoespacial del Instituto Geográfico Nacional \(IGN\)](#) y del [portal del Earth del Science Data Systems \(ESDS\) de la NASA](#). Éstas fueron:

- Capa de Vialidad: partiendo de la página del IGN, se descargaron todas las capas vectoriales (huella, red vial primaria, red vial secundaria, red vial terciaria, red vial urbana, senda rural). Luego, se recortó la información a un *buffer* de 50 km de radio respecto de la localidad de Barrancas. En cada una de las capas se creó un campo “tipo” para identificar las diferentes vías de transporte y así luego poder elaborar un mapa categorizado. Finalmente, se obtuvo como producto una capa con la cobertura completa de las rutas del área.

- Capa de Red de drenaje de Barrancas: al igual que la capa de transportes, se descargó la información perteneciente a los cursos de agua del área de estudio del IGN. Luego se recortó la capa en un *buffer* de 50 km de radio respecto del pueblo.

- Modelo de Elevación Digital (MDE)⁵: se descargó un MDE proveniente de ASF Data Search⁶: ALOS PALSAR L-Band Hi-Res Terrain Corrected to 12.5 m. Es decir, un MDE originalmente de 30 m que fue corregido a píxeles de 12.5 m, y hasta el momento, es la mejor resolución disponible para el área. El empleo de este MDE para los análisis a desarrollar (en este caso, vinculados con la visibilidad y la accesibilidad de los sitios), al tratarse de una primera aproximación, son exploratorios y funcionan como un testeo del potencial del insumo. Las capas utilizadas fueron AP_10780_FBS_F6710_RT1 y AP_11028_FBS_F6710_RT1. Éstas fueron unidas a partir del

⁵

[https://search.asf.alaska.edu/#/?zoom=8.638¢er=-66.032,-23.554&polygon=POLYGON\(\(-66.1319%20-23.3805,-66.0416%20-23.3805,-66.0416%20-23.3141,-66.1319%20-23.3141,-66.1319%20-23.3805\)\)&dataset=ALOS&resultsLoaded=true&granule=ALPSRP107806710-KMZ](https://search.asf.alaska.edu/#/?zoom=8.638¢er=-66.032,-23.554&polygon=POLYGON((-66.1319%20-23.3805,-66.0416%20-23.3805,-66.0416%20-23.3141,-66.1319%20-23.3141,-66.1319%20-23.3805))&dataset=ALOS&resultsLoaded=true&granule=ALPSRP107806710-KMZ)

⁶ ALOS (Advanced Land Observing Satellite-1), también conocida como DAICHI, fue una misión de la JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) llevada a cabo entre 2006 y 2011 cuyo objetivo fue proveer una cobertura terrestre con precisión, monitorear desastres naturales y prospectar recursos. PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar -SAR) fue uno de los tres instrumentos que operaron en ALOS. Las coberturas resultantes pueden descargarse gratuitamente en la IDE de la NASA: <https://search.asf.alaska.edu/>

proceso “ráster - misceláneas - combinar”. Luego se recortó el producto a partir de la creación de un *buffer* de 26 km y su combinación mediante “ráster - extracción - cortar ráster por capa de máscara”. El producto obtenido fue una capa que permitió representar el relieve de la región (fig.4.8).

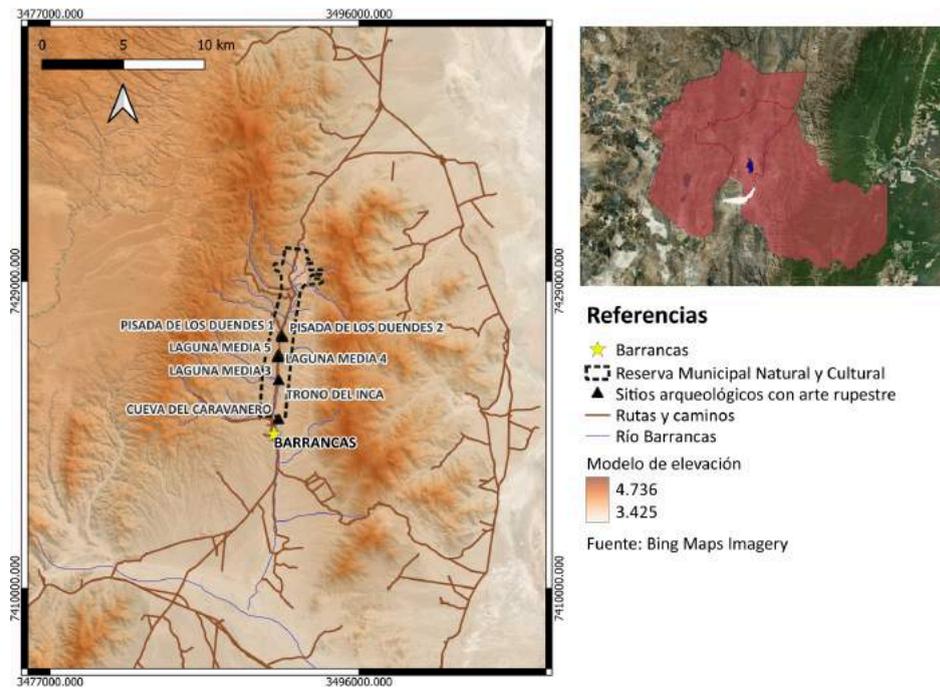


Figura 4.8: El modelo de elevación. Sistema de referencia: POSGAR Faja 3.

Mapas Intermedios

- Mapa de pendiente: tomando de base al MDE y a partir del proceso “Ráster - Análisis - Pendiente” se creó un mapa topográfico que tuviera en cuenta la geomorfología del área de estudio, expresados en grados y en orden creciente, del menos empinado al más empinado (fig. 4.9).

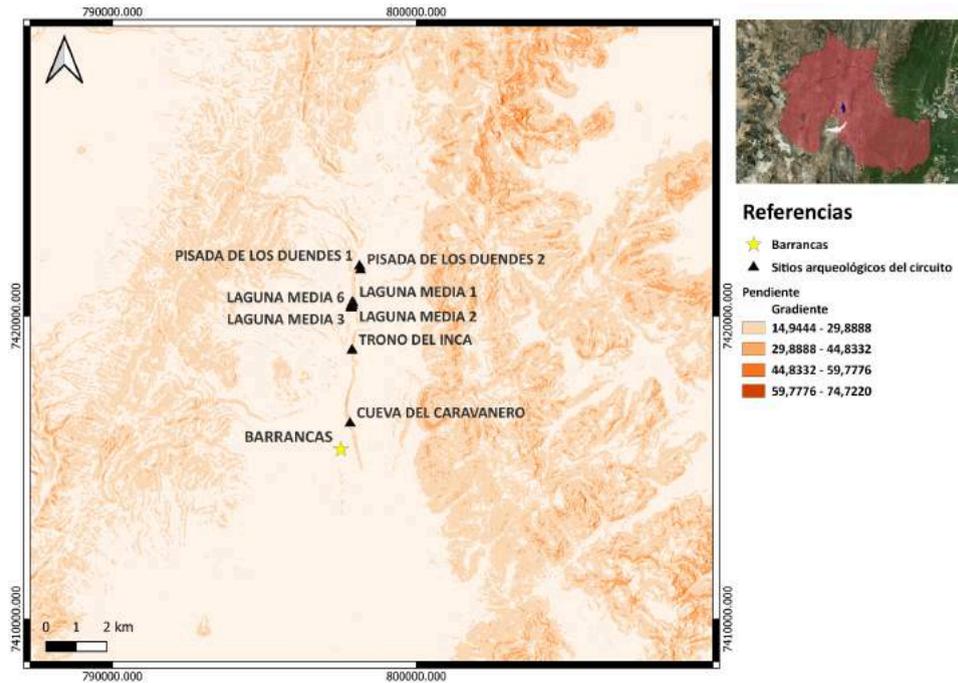


Figura 4.9: Mapa de pendientes. Sistema de referencia: EPSG:32719/WGS 84.

- Mapa de fricción: el valor de cada celda de una superficie de fricción indica el coste que supone recorrer dicha celda en un ráster, las variables de este coste son de tipo cuantitativa y continua (Olaya, 2020). Para su elaboración se tuvieron en cuenta las capas de 1) vialidad, unida a la capa de circuitos turísticos, 2) red de drenaje y 3) el mapa de pendientes. Para lograr la unión de estas capas se debieron tener en cuenta una serie de procedimientos: a) en todos los casos se otorgó un valor determinado (del 1 al 9) a cada objeto de la tabla de atributos, en donde 1 es de fácil acceso y 9 es de muy difícil acceso, b) todas las capas debían tener el mismo sistema de referencia –EPSG:32719/WGS 84/UTM zone 19S– y tamaño del pixel y c) presentar una cobertura total de los datos para que todas las capas ocupen la misma extensión, a partir del proceso de “Llenado de celdas sin datos”. Esto es importante porque los valores de cada capa deben ponderarse, por lo que ninguna capa podría tener un valor igual a cero (0), para que se lleve a cabo su multiplicación. Para llevar a cabo esta ponderación, se otorgó un índice de multiplicación diferencial a cada variable dependiendo de la importancia estimada en términos de costes de desplazamiento en el área para llegar desde el pueblo hasta los sitios

con arte. La fórmula planteada fue la siguiente: $0,40 * pendiente + 0,30 * red\ vial + 0,30 * red\ de\ drenaje$. El resultado fue el Mapa de Fricción (fig. 4.10).

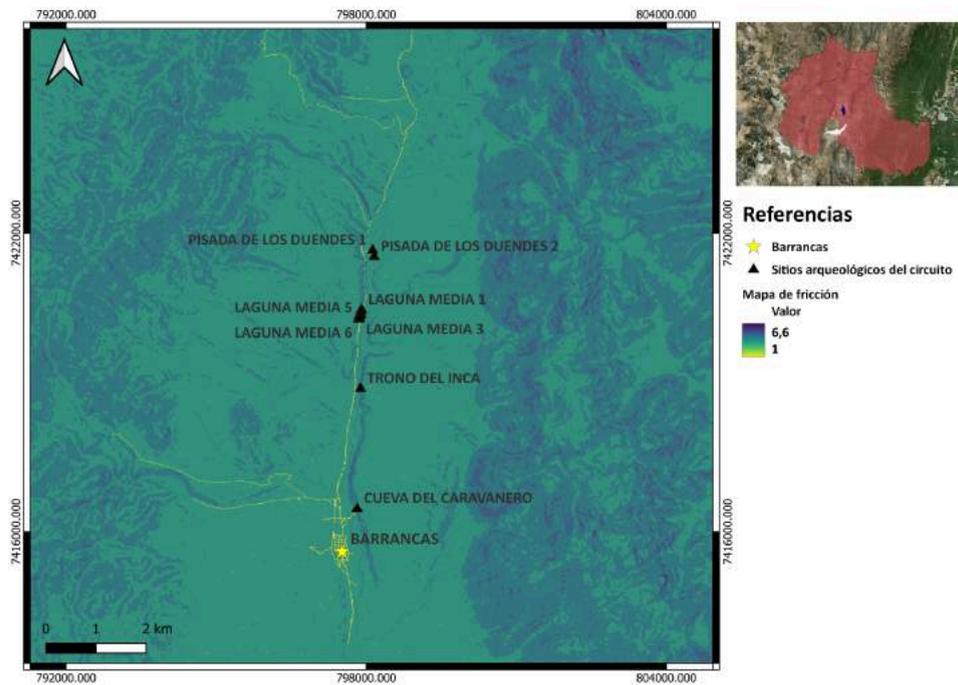


Figura 4.10: Mapa de Fricción. Sistema de referencia: EPSG:32719/WGS 84.

- Mapa de costos acumulados: Utilizando de base al MDE y al mapa de fricción, se procedió a generar un mapa que permitiera medir el costo acumulado anisotrópico (fig. 4.11). Esto es, una herramienta que permite medir el movimiento en distintas direcciones teniendo en cuenta las características que aporta la información de cada celda (Olaya, 2020). Para ello, se utilizó la herramienta “*r.walk.points*” cuyo parámetro standard para el cálculo de movimiento por celda es la fórmula de Langmuir⁷, que permitió generar un mapa con información específica de costos de desplazamiento por segundo. De esta forma, el ráster generado contiene datos sobre el tiempo de caminata, lo que puede ser medido, por ejemplo, utilizando un punto en el espacio como es el pueblo de Barrancas, en todas las direcciones del espacio, y predecir así, el tiempo estimado de caminata de ese punto al resto del mapa.

⁷ Langmuir: Esta fórmula ayuda a planificar una expedición a pie o de excursión al calcular cuánto tiempo llevará recorrer la ruta prevista, incluido el tiempo adicional necesario al caminar cuesta arriba. Una versión moderna se puede formular de la siguiente manera: Calcula una hora por cada 5 km de avance, más una hora adicional por cada 600 m (2000 pies) de ascenso (Naismith, 1892). Si bien existen otras formas de calcular, p.e. Tobler, se utilizó esta fórmula porque viene en el programa por defecto.

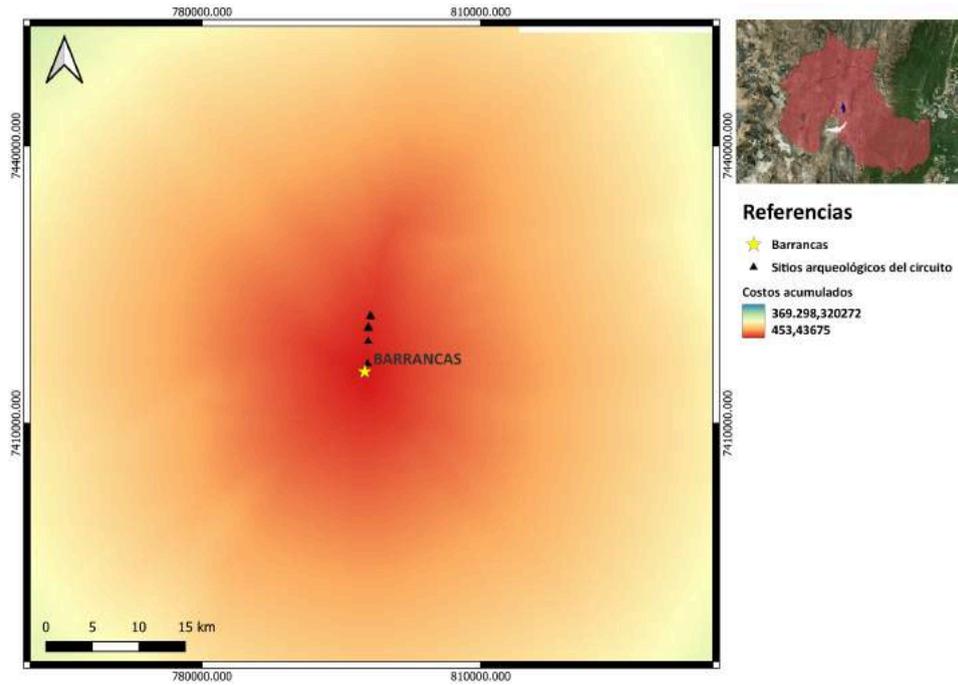


Figura 4.11: Mapa de costos acumulados. Sistema de referencia: EPSG:32719/WGS 84.

- Mapa de Isócronas: utilizando de base al mapa de costos acumulados, se realizó un cálculo a partir del proceso *“Contorno de líneas a partir de ráster”*, esta herramienta permitió determinar rangos mínimos y máximos de caminata medidos en segundos. De esta forma, se pueden observar distintas capas que representan el tiempo que lleva recorrer los sitios a pie, teniendo en cuenta distintos aspectos del paisaje. En la siguiente figura se observa, a modo de ejemplo, un mapa de isócronas con valores mínimos de 1800 segundos y valores máximos de 3600 segundos (fig. 4.12).

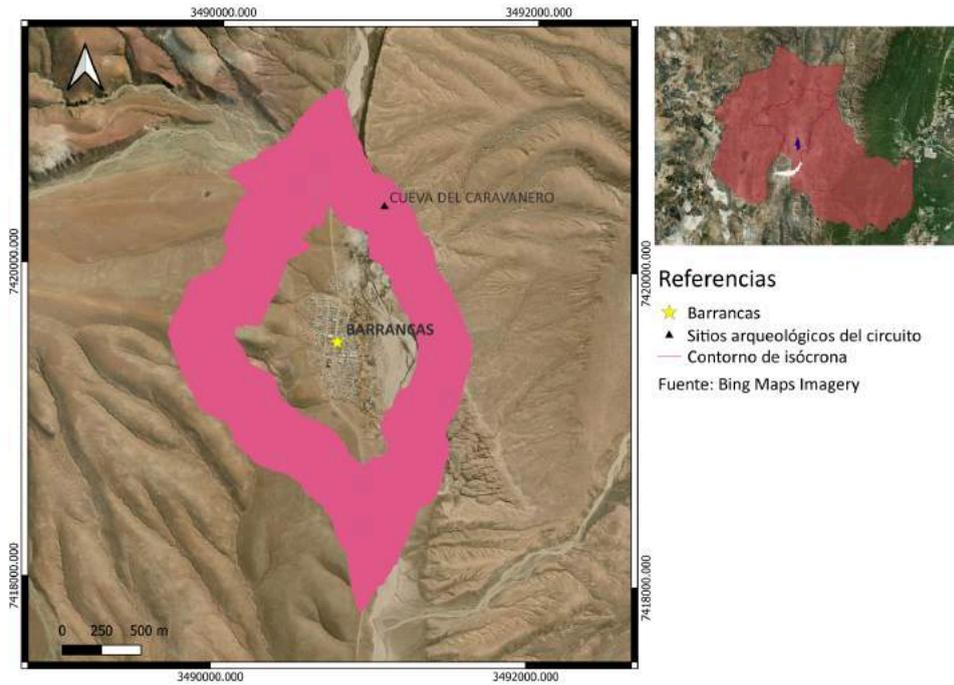


Figura 4.12: Mapa de Isócronas. Sistema de referencia: EPSG:32719/WGS 84.

- Mapa de Visibilidad: a partir del análisis de Cuencas Visuales GDAL Viewshed. Se crearon diferentes mapas de campos visuales a partir de un punto emplazado en la RP75 con altura de observador de 175 cm alrededor de 1000 mts. El producto es visible/no visible desde la ruta, lo que permite diferenciar sitios con mayor o menor exposición.

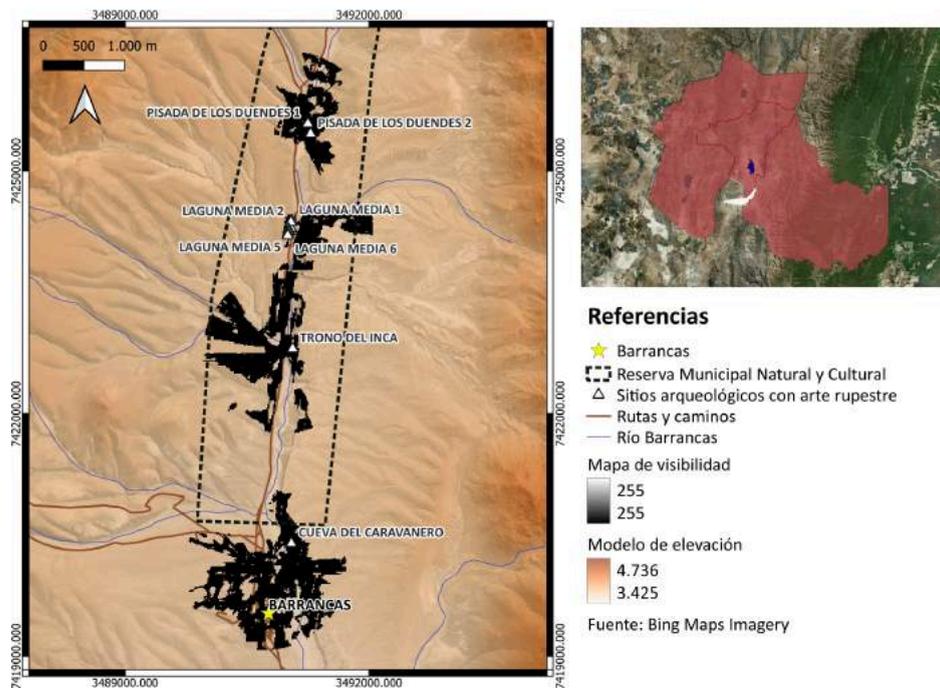


Figura 4.13: modelo de cuencas visuales para medir la visibilidad de los sitios con respecto a la ruta. Los polígonos negros representan los espacios visibles desde los sitios hasta 1.000 mts de distancia. Sistema de referencia: POSGAR Faja 3.

4.3.3 RECLASIFICACIÓN DE DATOS

Con el fin de integrar la información obtenida en los apartados anteriores, se procedió a asignarle distintos valores a cada variable. Estos valores se encuentran en una escala del 0 al 100, en donde 0 no es influyente y 100 es muy influyente.

1. Antrópicas:

1.1 Accesibilidad:

- a) Isócrona: se clasificó esta variable teniendo en cuenta cinco rangos con diferencias de una hora de caminata entre cada uno (tabla 4.1).

Rango de isócronas	Valor
0 - 1 hs	100
1 hs - 2 hs	75
2 hs - 3 hs	50
3 hs - 4 hs	25
4 hs - 5 hs	0

Tabla 4.1: Clasificación de la variable "Distancia al pueblo"

- b) Ubicación del sitio en relación con la margen del río: se tomó en cuenta un valor específico para cada margen debido a la cercanía de la RP75 (tabla 2).

Emplazamiento respecto del río	Valor
Izquierdo	0
Derecho	100

Tabla 4.2: Clasificación de la variable "Emplazamiento Respecto del Río".

- c) Accesibilidad vertical: los valores asignados en esta variable dependen de la proximidad que tengan los sitios con respecto al suelo (tabla 3).

Accesibilidad vertical	Valor
A la altura del camino	100
A una altura entre 2 y 5 metros	50

A una altura superior a los 5 m	0
---------------------------------	---

Tabla 4.3: Clasificación de la variable "Accesibilidad Vertical".

1.2 Evidencia de intervenciones antrópicas directas, actuales o recientes: el valor asignado corresponde a la ausencia de evidencia directa, las intervenciones en las cercanías de los sitios, no directamente en ellos, las intervenciones en las cercanías y sondeos o excavaciones realizadas por el equipo y la evidencia directa sobre el panel o los motivos de intervenciones destructivas.

Evidencia antrópica	Valor
Ausencia	0
Presencia periférica indirecta	50
Presencia periférica directa	75
Presencia directa	100

Tabla 4.4: Clasificación de la variable "evidencia de intervenciones antrópicas".

1.3 Visibilidad: el análisis de Cuencas Visuales GDAL Viewshed permitió diferencias entre aquellos sitios visibles y no visibles desde la ruta.

Visibilidad	Valor
Visible desde la RP75	100
No visible desde la RP75	0

Tabla 4.5: Clasificación de la variable "Visibilidad".

2) Naturales:

2.1 Tipo de microemplazamiento: como se mencionó anteriormente, se discrimina entre cuevas, aleros y sitios a cielo abierto (tabla 4).

Tipo de microemplazamiento	Valor
Cueva	0
Alero	50
Cielo abierto	100

Tabla 4.6: Clasificación de la variable "Tipo de Microemplazamiento".

2.2 Presencia de Grietas: estos valores fueron determinados por su presencia o ausencia (tabla 5).

Grietas	Valor
Ausencia	0
Presencia	100

Tabla 4.7: Clasificación de la variable "Presencia de Grietas".

2.3 Acción del agua o hidroalteraciones: se indica presencia o ausencia, dentro de los paneles con arte rupestre, y de la siguiente manera (Tabla 6).

Hidroalteraciones	Valor
Ausencia	0
Presencia	100

Tabla 4.8: Clasificación de la variable "Acción del Agua o hidroalteraciones"

Por último, se generó un porcentaje en cada variable que fue sumado para generar un índice, que luego se normalizó de 0 a 1, en donde 0 tiene menor riesgo de preservación que 1⁸. De esta forma, se elaboró un modelo de sensibilidad para el patrimonio a partir del uso de los SIG para integrar las diferentes escalas, variables y datos cuantitativos y cualitativos que se obtuvieron en las etapas anteriores de trabajo. Esto permitió, finalmente, arribar al **cuarto objetivo específico** (interpretar los resultados del modelo generado e identificar el o los sitios con mayor riesgo de deterioro).

4.4 MODELO FOTOGRAMÉTRICO

Una vez realizado el modelo de sensibilidad, siguiendo con el **quinto objetivo específico**, se procedió a generar un modelo tridimensional del sitio más expuesto a los factores detallados en los apartados anteriores. Para ello, el primer paso consistió en relevar fotográficamente el sitio, utilizando dos herramientas en campo: una cámara NIKON D3100 y un celular Moto G9 Plus. Si bien las fotos pueden tomarse con diversos aparatos, lo importante

⁸ fórmula de normalización: valor estandarizado = (valor - valor mínimo) / (valor máximo - valor mínimo)

es que estas imágenes se saquen a la misma distancia y de frente al objeto, y se superpongan unas con otras, para que luego sean reconocidas por el programa (Henestrosa *et al.*, 2022). El segundo paso, en el laboratorio, consistió en cargar las imágenes al programa Agisoft Metashape Pro, versión de prueba. Allí se alinearon las fotografías unas con otras y se construyó una nube densa de puntos que permitió visualizar el objeto en su totalidad, luego se construyó una malla, que unió cada punto y generó un modelo más aproximado a la realidad, y, por último, el modelo generó una textura de gran confiabilidad (mayor a 0.8 en los índices reconocidos por el programa).

Para mejorar la calidad del proyecto y asegurar su uso para análisis futuros, el relevamiento fotográfico incluyó una escala, una vez realizado en modelo en el programa, se utilizó un proceso llamado “*regla*”, que permitió escalar y medir milimétricamente los motivos y cada aspecto del sitio.

4.5 COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

En el presente trabajo la CPC es entendida como un fenómeno participativo, por lo que se deben encontrar formas de socializar la información sin caer en el error de generar discursos verticalistas y dogmáticos. Se toma en cuenta que los distintos actores sociales que se encuentran en la localidad de Barrancas han mostrado intereses particulares con respecto a la construcción de sus narrativas locales y la historia que cuenta el patrimonio arqueológico. Por ello, es importante poner en diálogo distintos saberes, con el fin de ampliar y democratizar el conocimiento disponible y nutrir distintas interpretaciones del pasado, sin buscar una síntesis de los saberes generados (Pacheco Muñoz, 2003). El conocimiento derivado de esta interacción constituye una herramienta de empoderamiento para todos los actores sociales intervinientes, incluidos los científicos, que mejoran cualquier política o decisión sobre la activación y gestión del patrimonio de la localidad bajo estudio.

Por este motivo, y de acuerdo con el **sexto objetivo específico**, los resultados de esta investigación fueron presentados ante los distintos actores sociales de Barrancas en las

Jornadas anuales de actualización llevadas a cabo el 4 de octubre de 2023, durante el trabajo de campo del proyecto de investigación. Estas jornadas tienen el fin de generar una puesta en común, tanto de los avances científicos, como de los saberes tradicionales, preguntas y nuevas propuestas para el trabajo en conjunto.

El Centro de Interpretación Arqueológica de Barrancas tiene los recursos necesarios para llevar a cabo una proyección de los modelos generados. Por lo que se podrá mostrar la reconstrucción fotogramétrica de el o los sitios con mayor sensibilidad a los distintos factores tenidos en cuenta, y se dejará a disposición para su uso, en caso de ser necesaria para la exposición al turismo.

5

RESULTADOS

5.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos del modelo de sensibilidad que estima el grado de afectación que poseen los sitios a los factores naturales y antrópicos, teniendo en cuenta los mapas con resultados intermedios y la interrelación entre las variables analizadas. También se presenta el modelo fotogramétrico realizado a partir de los resultados obtenidos en el modelo de sensibilidad y su socialización a los distintos actores sociales del pueblo de Barrancas.

5.2 RESULTADOS PARCIALES

5.2.1 ANÁLISIS DE LOS FACTORES ANTRÓPICOS

La accesibilidad de los sitios, teniendo en cuenta la distancia al pueblo, la cercanía a la ruta y la altura de los paneles con respecto al suelo son variables sumamente importantes, ya que los circuitos no están preparados para contrarrestar la exposición desmedida con cartelera o senderos diagramados para el turismo. De acuerdo con lo señalado en el apartado metodológico, para la evaluación del área de influencia de los sitios con respecto a la distancia al pueblo se generó un modelo predictivo, a partir del mapa de fricción, para analizar los costos de circulación, teniendo en cuenta la pendiente y el emplazamiento con respecto a la margen del río. El resultado fue un mapa de isócronas (fig. 5.1), en donde se detalla el tiempo de caminata estimado para cada sitio, cada contorno representa 1 hora de caminata. Lo que se pudo observar es que las localidades en donde se encuentran los sitios arqueológicos del circuito se posicionan al final de cada intervalo, estando cada uno a 1 hora de diferencia entre

sí. Al tener en cuenta el relieve de la localidad y el río, resulta más accesible el eje oeste que el este por lo que sitios como los de Laguna Media y Piedra Mapa implican tres horas de caminata pero son de fácil acceso. Además, Cueva del Caravanero puede ser visitado en menos de una hora y siguiendo los caminos del pueblo, por lo que es el sitio que puede ser concurrido con mayor facilidad.

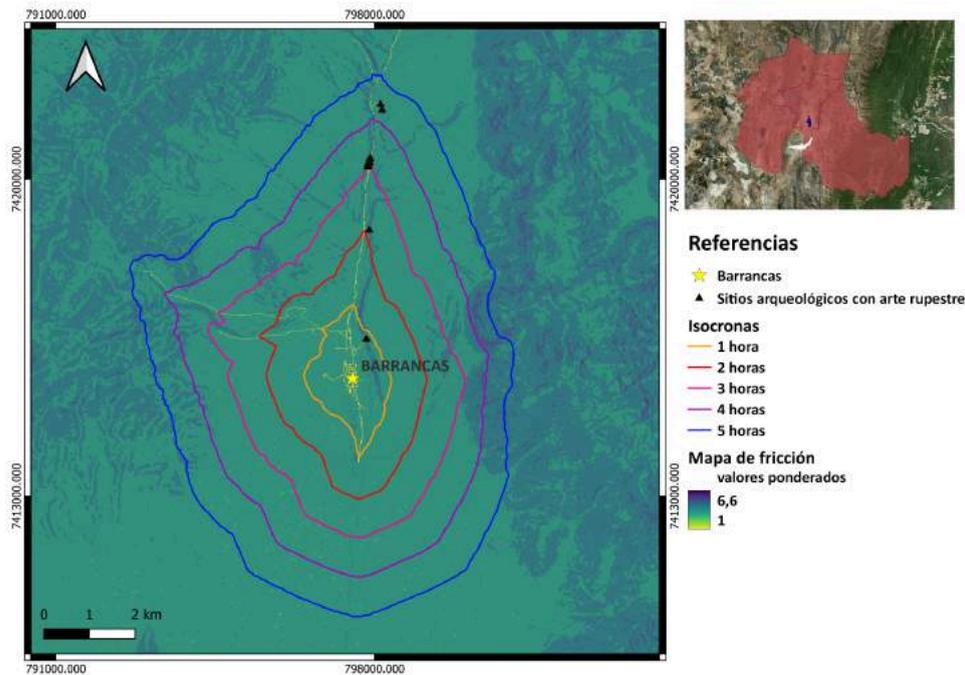


Figura 5.1: Mapa de isócronas, variable “distancia al pueblo”. Sistema de referencia: EPSG:32719/WGS 84.

En cuanto a la visibilidad de los sitios con respecto a puntos aleatorios sobre la RP75 (fig. 5.2), no fue posible hacer un cálculo acertado que tuviera en cuenta la disposición de los paneles con arte rupestre. Esto sucedió por dos motivos principales: 1) porque el MDE, con una resolución de 12,5 m no resultó ser preciso para el modelo y, 2) porque como referencia se tomó un punto GPS por sitio, emplazado muy próximo al farallón, por lo que no se pudo establecer la ubicación de los paneles con respecto a la distancia al suelo, si no que la unidad que se midió en el geoproceso fue el farallón mismo, que lógicamente es visible desde la ruta. En el caso de la Cueva del Caravanero, por ejemplo, lo que se ve desde la ruta es el emplazamiento, esto no significa que todos los motivos puedan ser vistos de igual manera. En este sentido, el análisis de cuencas visuales fue defectuoso, al no poder responder preguntas concretas sobre su geolocalización y su capacidad de ser visto desde distintos puntos del

paisaje. Por estas razones, la visibilidad no pudo ser tomada en cuenta en el modelo de sensibilidad, debido a su carente variabilidad dentro del análisis.

Algo similar sucedió con la medición de la accesibilidad vertical de los sitios. En un principio, la intención de medir esta variable respondía a que los MDE permiten identificar pendientes y de esta forma reconocer en el modelo los sitios con mayor o menor accesibilidad. Pero, debido a la resolución de este MDE, el programa no permitió discriminar de manera certera la ubicación de los sitios en relación con su pendiente, tampoco ubicarlos en un punto determinado del farallón. Por este motivo la variable fue medida en el campo, teniendo en cuenta la dificultad de acceder a los motivos para su tacto. La accesibilidad vertical permite discriminar con mayor precisión, dentro del circuito turístico, aquellos sitios que se encuentran más afectados por su exposición a todos los factores antrópicos, y aquellos que por estar a una gran altura, no son afectados por ellos. Por ejemplo, dentro de la misma localidad de Laguna Media, los sitios LM1 y LM2 se diferencian de los demás, y se encuentran más afectados por el deterioro ambiental y natural que por agentes antrópicos. En cambio LM3, que se encuentra a unos metros de distancia (fig. 5.2), además de verse afectado por factores naturales, fue excavado y es visitado frecuentemente por el turismo.

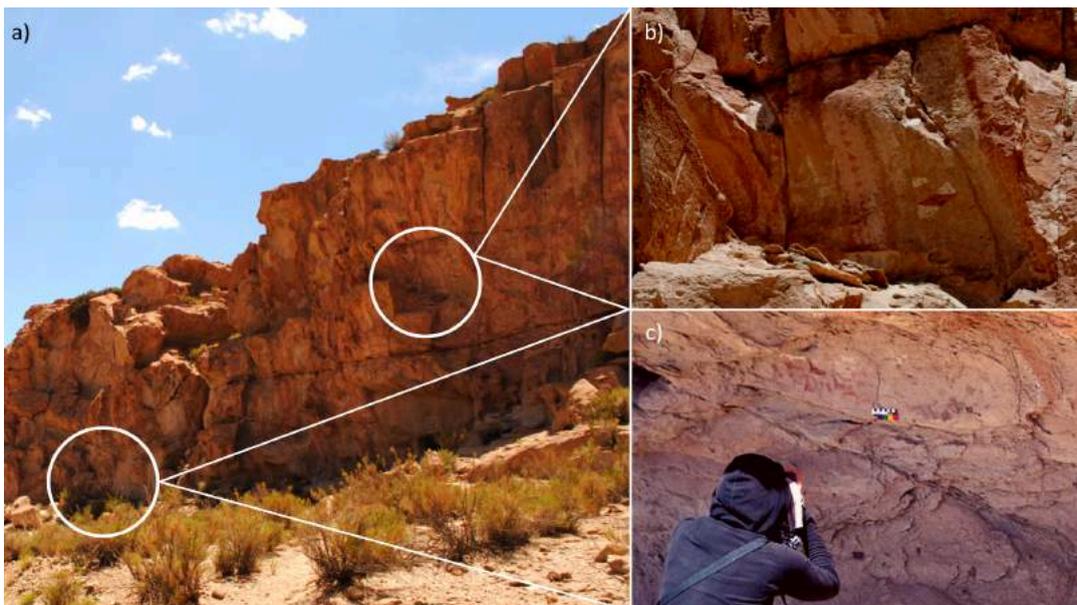


Figura 5.2: a) Recorte de la localidad Laguna Media. b) acercamiento a los sitios LM 1 y LM 2. c) acercamiento al sitio LM3.

Por otro lado, la evidencia de intervenciones antrópicas directas, actuales o recientes fue medida por cantidad e intensidad de factores que se vieron presentes alrededor de los sitios o en los motivos. Se nota una gran diferencia en este tipo de evidencia a medida que los sitios se alejan del pueblo, aunque se tiene en cuenta que todos son visitados por el turismo, es claro que existe una diferencia entre aquellos grupos que son acompañados por guías de la reserva, y aquellos que son de fácil acceso y reconocimiento por las personas de la localidad. Un marcado ejemplo es el caso de Cueva del Caravanero con un intento de remoción de un motivo entero piqueteando todo su contorno (fig. 5.3).



Figura 5.3: motivo piqueteado en su contorno.

Los resultados del cruce entre las variables “distancia al pueblo” y “evidencia de intervenciones antrópicas” permite contrastar una posible relación entre las dos variables. El sitio más cercano al pueblo (CC) es el sitio con mayor evidencia de intervención antrópica directa, mientras que el más alejado (PDD 2), no posee intervención antrópica directa, y el siguiente sitio más alejado (PDD 1), tiene evidencia de intervención antrópica asociada a sondeos y excavaciones del Proyecto Arqueológico Barrancas, sin embargo, no se observan intervenciones de los y las pobladoras de la localidad. Por otro lado, es notorio que los sitios que se encuentran mas cercanos a la ruta, como la Piedra Mapa, son más transitados que aquellos que se encuentran del otro lado de la margen del río, esto se debe principalmente a

que no todo el turismo está preparado para cruzar el río Barrancas a pie. Al mismo tiempo, dentro de la misma localidad de Laguna Media, en donde se concentran 7 sitios arqueológicos, no todos se ven afectados de la misma manera por la visita turística. En particular la Piedra Mapa tiene un soporte muy accesible al tacto o el roce constante.

5.2.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES NATURALES

Por otro lado, dentro de los factores naturales, se toma en cuenta al tipo de emplazamiento como una variable independiente, sobre la cual medir otras variables. Esto es así, para determinar si la locación de los sitios es un factor determinante en la conservación de los mismos (tabla 5.2).

Sitio	Emplazamiento	Grietas	Desprendimiento	Hidro	Bioalteraciones	Suma
CC	cueva	100	0	100	5	205
LM 3	alero	100	0	0	0	100
LM 4	alero	100	0	0	15	115
TI	cielo abierto	100	18	100	30	248
PM	cielo abierto	0	0	0	15	15
LM 1	cielo abierto	0	0	0	0	0
LM 2	cielo abierto	100	5	100	5	210
LM 5	cielo abierto	100	10	0	50	160
LM 6	cielo abierto	100	30	100	5	235
PDD 1	cielo abierto	100	15	0	30	145
PDD 2	cielo abierto	0	0	0	10	10

Tabla 5.1: Factores naturales y valores asignados a cada variable.

De acuerdo con la tabla 5.1, en primer lugar, se observa que las grietas se pueden encontrar en los tres tipos de emplazamientos, y solo en sitios a cielo abierto, como PM, LM 1 y PDD2 no se encuentran grietas en los paneles (fig. 5.4). En segundo lugar, los desprendimientos se observan en cinco sitios a cielo abierto (TI, LM 2, LM 5, LM 6 y PDD 1), pero hay una ausencia de esta variable en la cueva y los aleros. En tercer lugar, las hidroalteraciones están presentes en la cueva y tres sitios a cielo abierto (TI, LM 2 y LM 6), en los aleros no se observan

marcas de oxidación de la roca debido a este factor. En último lugar, las bioalteraciones están presentes en todos los emplazamientos, pero el porcentaje de cobertura es mayor en aquellos que se encuentran a cielo abierto (p.e. LM 5).

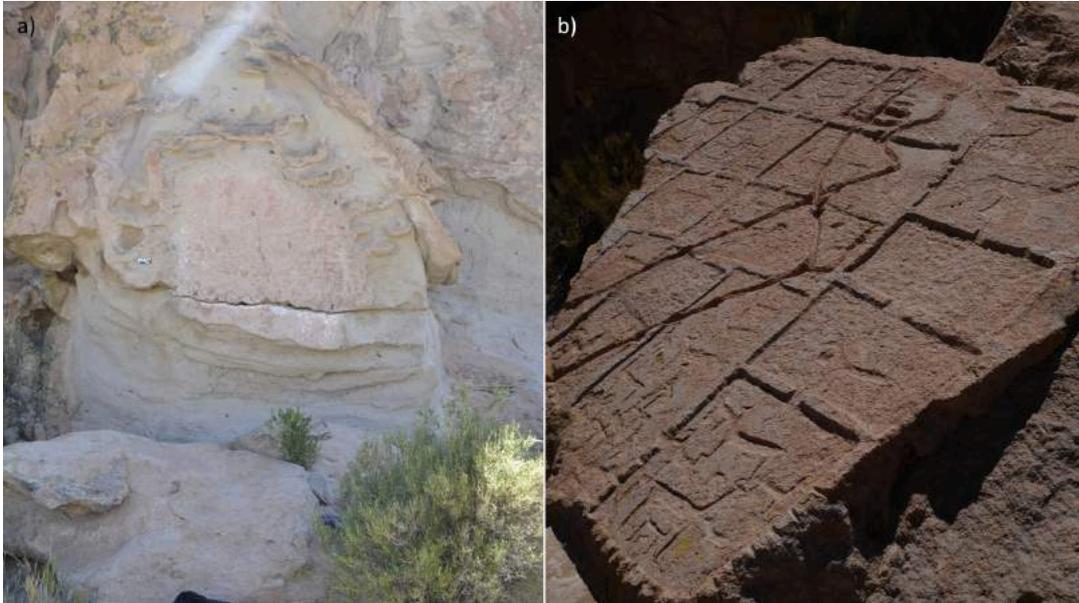


Figura 5.4: Comparación entre a) Laguna Media 6, con grietas dentro del panel, desprendimiento a sus alrededores y marcas de agua, y b) Piedra Mapa, sin afectación de dichas variables.

Es interesante que tanto el sitio menos afectado por estas variables (LM 1 = 0), como el sitio más afectado (TI = 248) se encuentran a cielo abierto (fig. 5.5). Con base en estos resultados, el emplazamiento puede no funcionar como una variable independiente, en todo caso sería preciso aumentar el número de sitios emplazados en cuevas y aleros para generar una mejor contrastación entre los distintos tipos.



Figura 5.5: Comparativa entre a) Laguna Media 1 y b) Trono del Inca.

5.3 RESULTADOS DEL MODELO DE SENSIBILIDAD

El producto de este trabajo consiste en un modelo integral que combina los aspectos antes analizados de manera discreta, para identificar el nivel de sensibilidad frente al deterioro de los sitios con arte en la Reserva de Barrancas. Este modelo (Figura 5.4 y Tabla 5.1) generó un índice con los sitios que se encuentran con menor y mayor sensibilidad a los factores que alteran la conservación del patrimonio. Como resultado, se observa que Laguna Media 6 fue el sitio con mayor índice de sensibilidad en torno a su preservación, teniendo en cuenta la sumatoria entre factores antrópicos y naturales. Algo interesante para destacar es que el análisis de los factores naturales dio como resultado de Trono del Inca es el sitio con mayor sensibilidad a estas variables, pero con la sumatoria de agentes antrópicos, sitios más accesibles por cercanía (Cueva del Caravanero) o facilidad de aproximación (Laguna media 3 y 6) resultaron más propensos a un riesgo de deterioro (Anexo 1).

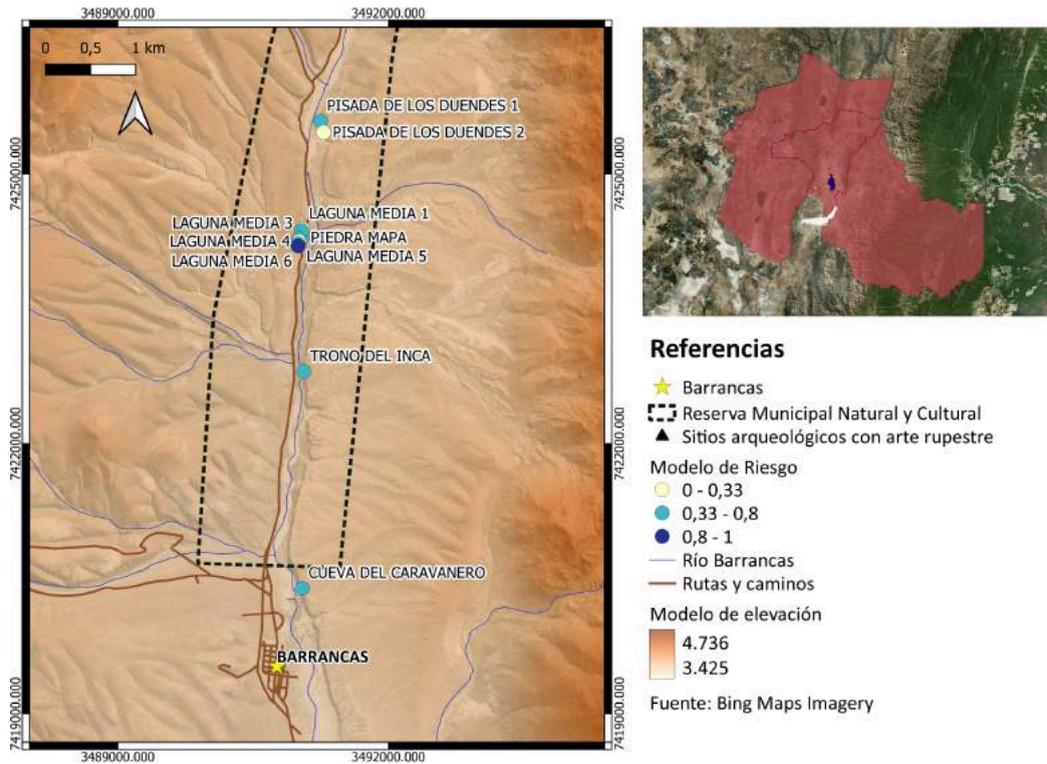


Figura 5.4: Modelo de sensibilidad en sitios arqueológicos con arte rupestre. Sistema de referencia: POSGAR Faja 3.

Sitios	FACTORES NATURALES					FACTORES ANTRÓPICOS				Total	Índice
	Emplaz	Grietas	Desp.	Hidro	Bioal.	Influe.	Marg.	Vertical	Actual		
PDD2	100	0	0	0	10	25	0	50	0	185	0
LM1	100	0	0	0	0	50	100	0	0	250	0,16
LM4	50	100	0	0	15	50	100	100	0	415	0,58
PM	100	0	0	0	15	50	100	100	50	415	0,58
PDD1	100	100	15	0	30	25	0	100	50	420	0,59
LM2	100	100	5	100	5	50	100	0	0	460	0,69
LM5	100	100	10	0	50	50	100	50	0	460	0,69
TI	100	100	18	100	30	75	0	50	0	473	0,72
LM3	50	100	0	0	0	50	100	100	75	475	0,73
CC	0	100	0	100	5	100	0	100	100	505	0,8
LM6	100	100	30	100	5	50	100	100	0	585	1

Tabla 5.2: Base de datos con valores asignados a cada variable en cada sitio, la sumatoria del riesgo y la sensibilidad total, y su índice correspondiente.

Si se tiene en cuenta la distribución geográfica de los sitios en relación con el pueblo (fig. 5.5), se puede observar una tendencia que indica un patrimonio más sensible en las proximidades del mismo, pero la diferencia más marcada se encuentra representada entre el sitio más cercano (CC) y el más alejado (PDD2). Por ende, los factores antrópicos juegan un rol importante dentro del modelo, aunque resta estudiarlos con mayor profundidad para identificar no solo las variables que operan en la sensibilidad de los sitios hacia los factores externos, sino también, medir el riesgo de preservación que poseen.



Figura 5.5: Índice del modelo de sensibilidad ordenado por distribución geográfica de sur a norte.

5.4 MODELO FOTOGRAMÉTRICO

Como se mencionó en el apartado anterior, se procedió a generar un modelo tridimensional del sitio Laguna Media 6, para ello se utilizaron 95 fotografías en total. El producto final consistió en un modelo con textura (fig. 5.16) que permite visualizar a detalle todas las características del sitio, desde sus representaciones rupestres, hasta el soporte rocoso.



Figura 5.5: modelo fotogramétrico del sitio Laguna Media 6 con textura.

El resultado del modelo de sensibilidad se puede medir a partir de la capa de confiabilidad. En este caso, se observa (fig. 29) que la mayor parte de las fotografías tomadas fueron suficientes para crear una representación fiel del objeto, pero ciertas zonas del soporte rocoso no fueron reconocidas y el programa unió los puntos quitándole detalle al modelo. Para los fines del trabajo aquí realizado no influye en el resultado final, ya que tanto los motivos, como las características del soporte se pueden estudiar en profundidad (Anexo 1).

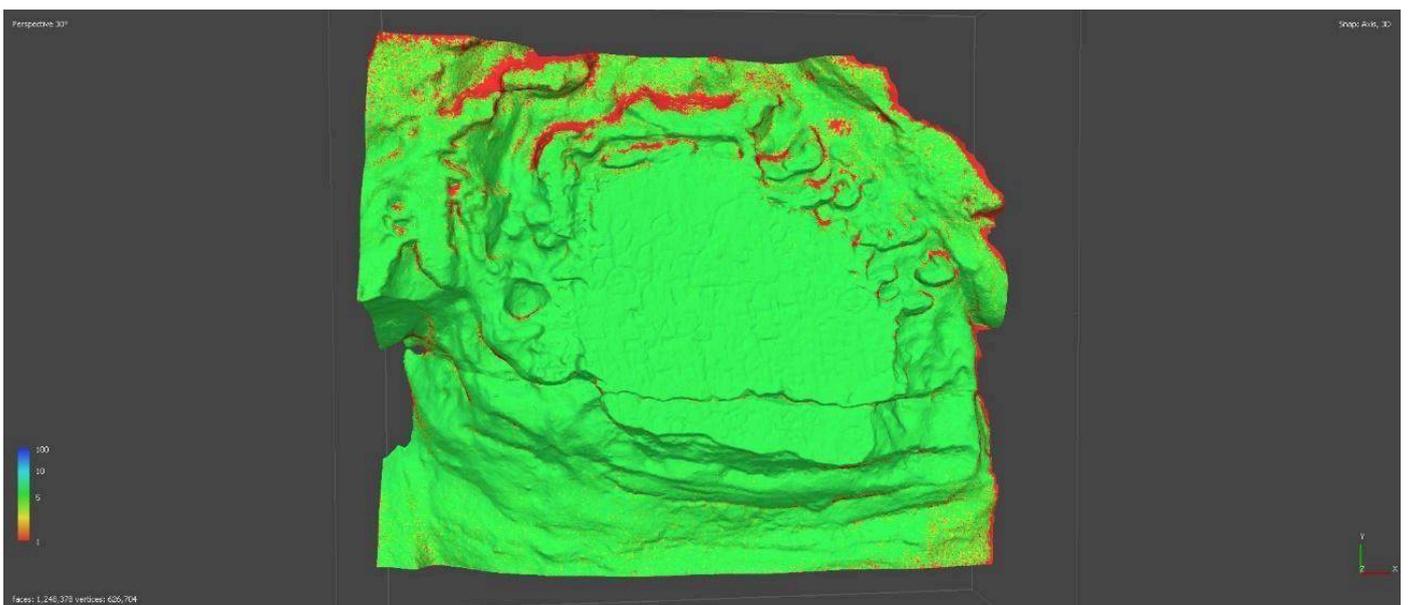


Figura 5.17: confiabilidad del modelo fotogramétrico.

Por otro lado, el modelo ha demostrado ser una gran herramienta analítica porque permite reconocer, a partir del juego con diferentes texturas, la profundidad de los grabados en la roca y las formas que a simple vista son difíciles de percibir en el campo. Motivos que se pierden por la incidencia de la luz solar o las características superficiales del soporte, se pueden observar en el programa. Se brinda un ejemplo ilustrativo a continuación, un modelo sólido (fig. 5.18) y un modelo texturado (fig. 5.19) tomados desde el mismo ángulo.

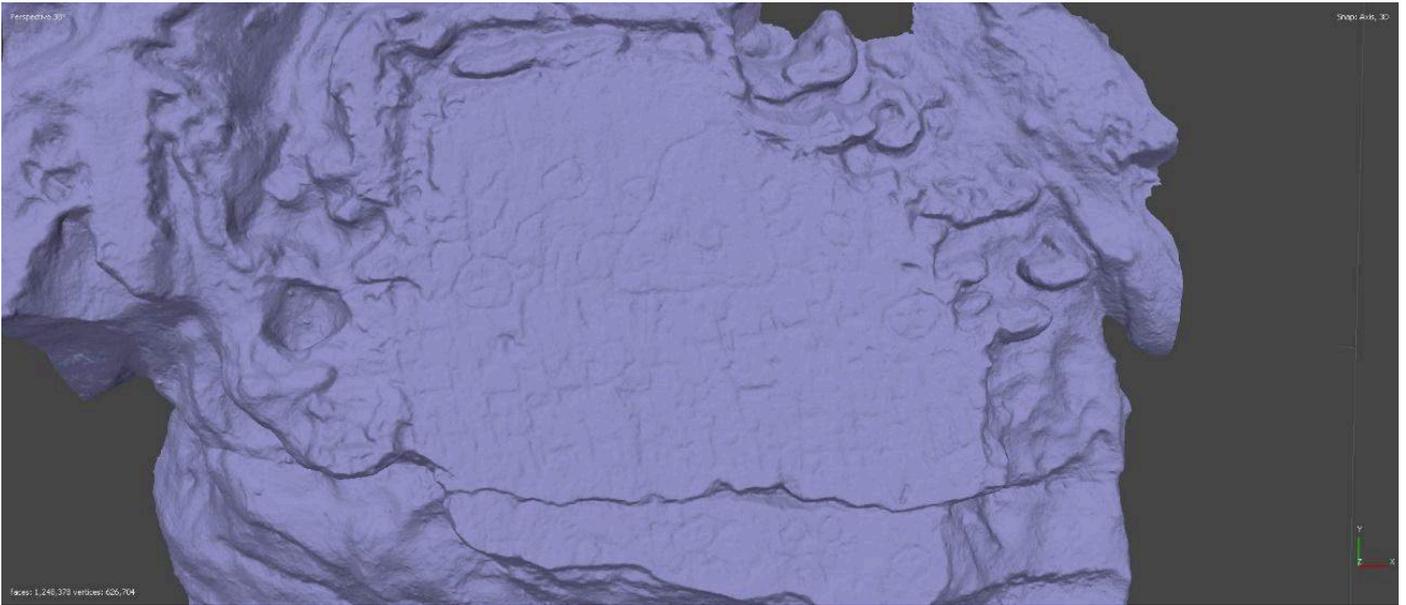


Figura 5.18: Modelo sólido del sector central del sitio LM6.



Figura 5.19: Modelo texturado del sector central del sitio LM6.

Por último, el modelo fue realizado con el objetivo de brindar otras formas de exponer el patrimonio arqueológico de la localidad, teniendo en cuenta la infraestructura con la que cuenta la localidad de Barrancas. Por tal motivo, se presentará a los y las guías del Centro de Interpretación para que puedan contar con su uso diario y se ha subido a una página de acceso libre SketchFab⁹, para que los y las visitantes puedan ver el sitio arqueológico desde su celular. En la descripción del modelo se refuerza la puesta en valor del patrimonio arqueológico y se explican las medidas necesarias para la protección de estos sitios. Es importante destacar que los modelos fotogramétricos pierden calidad de resolución cuando se suben a estos sitios de acceso libre, por lo cual, pueden ser utilizados como herramientas de comunicación pública, pero difícilmente con motivos analíticos concretos.

5.5 COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

El día 4 de octubre de 2023 se llevó a cabo una jornada de actualización de los trabajos realizados por el Proyecto Arqueológico Barrancas en el Centro de Interpretación Arqueológica de la localidad. Uno de los tópicos de la agenda fue comunicar los resultados obtenidos en la presente tesis. El título del trabajo fue "Hacia un Plan de Manejo: Conservación y Puesta en Valor del Arte Rupestre" (fig. 5.1).

⁹ Modelo de Laguna Media 6 en línea
<https://sketchfab.com/3d-models/lagunamedia6-d3550411522141798e9a812fc2026575>

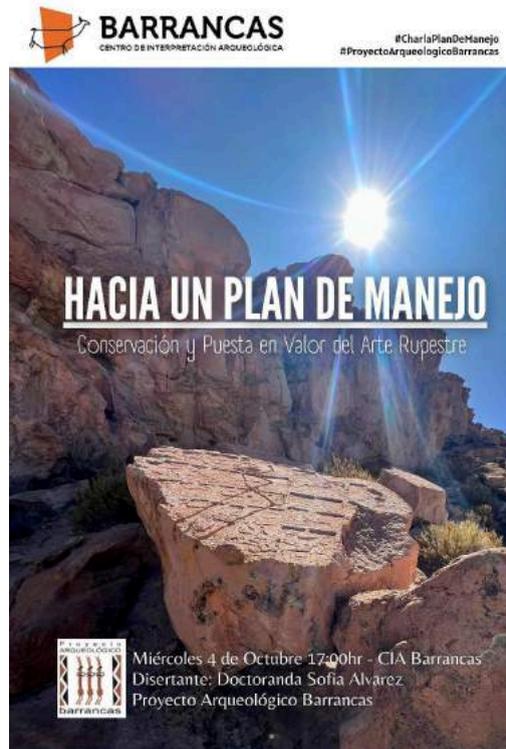


Figura 5.20: Flyer socializado a los y las habitantes de Barrancas por redes sociales

El trabajo de comunicación consistió, en primera instancia, en exponer los sitios arqueológicos seleccionados, los modelos generados y los resultados obtenidos. Luego, se abrió el debate a los y las asistentes para dialogar sobre los interrogantes o comentarios que surgieran a partir de lo expuesto. Si bien en algunos casos la interacción parecía más bien una disertación, al finalizar la jornada, los y las guías que estaban presentes comenzaron a dialogar y a mostrar mayor interés, tanto por poner en común formas de conservar el patrimonio, como por llevar a cabo la exposición del modelo 3D. Como se mencionó previamente, el Centro de Interpretación posee lentes de realidad virtual que hoy en día no son utilizados, por lo que aquí existe un gran potencial para la divulgación de contenidos de una manera mucho más interactiva. Resta ajustar el modelo para su presentación con estas herramientas en los próximos meses.

6

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el siguiente capítulo se presentan las discusiones que surgen a partir del estudio preliminar sobre las condiciones actuales de una parte del patrimonio arqueológico de Barrancas. Para ello se tienen en cuenta los resultados del modelo propuesto en las páginas anteriores y se evalúa su factibilidad y posible aplicación. Al mismo tiempo, se exponen las características y se discute su posible uso a futuro para el resto de los sitios de la cuenca del río Barrancas, las modificaciones que se esperan hacer y variables que se podrían sumar para generar un resultado más acertado. Por otro lado, se proponen acciones concretas para la salvaguarda del patrimonio en Barrancas, utilizando de ejemplo al sitio arqueológico con mayor sensibilidad al deterioro identificado por este modelo.

6.1 DISCUSIONES

Este trabajo puede ser considerado como parte de un proceso de patrimonialización, que, como señala Prats (2005), se encuentra atravesado por la participación de distintos actores sociales e impulsado por una diversidad de intereses. En particular, la arqueología forma parte de una realidad sumida en la construcción de sentidos e interpretaciones, que se encuentra en constante diálogo con las comunidades en donde se desarrollan nuestras investigaciones (Cattáneo e Izeta, 2020). La Arqueología Pública hace especial énfasis en la relación de la disciplina con la sociedad (Salerno, 2013), ya que esta ciencia, como generadora de conocimiento experto, puede extenderse más allá del ámbito académico para contribuir en la construcción de los imaginarios sociales y discursos sobre el pasado y el presente por parte de diferentes actores sociales. Por ende, no puede dejarse de lado que si bien uno de los objetivos de esta tesis es el de aplicar herramientas para la conservación de los sitios

arqueológicos con arte rupestre, estos resultados serán socializados para una toma de decisiones en conjunto con distintos actores sociales de Barrancas. Por más que se pueda generar un informe y una serie de pautas a seguir, sin un trabajo en conjunto con las personas de la localidad, sería imposible ver resultados concretos en la implementación de medidas de conservación.

Como se mencionó en un principio, las características geológicas y ambientales del área de estudio implican en sí mismas un factor que atenta a la preservación del arte rupestre de la cuenca media del Río Barrancas debido principalmente a los agentes erosivos que predominan en la localidad. A esto se suman los factores antrópicos y culturales que conllevan un uso cotidiano del paisaje: el turismo y los caminos recorridos por los y las habitantes del pueblo no son necesariamente algo negativo, pero sí -como se ha demostrado en otras áreas (e.j. Cueva de las manos)- pueden afectar de manera directa a la conservación de los sitios. En el presente trabajo, el turismo no fue tomado como una variable dentro del modelo, ya que sólo se tomaron sitios del circuito, pero estos pueden ser estudiados junto con otros sitios de características similares que no sean visitados por el público general y establecer una muestra control de referencia para medir el impacto del mismo.

Los SIG fueron puestos a prueba para evaluar su capacidad de gestión y análisis de información referida a estos factores. Por un lado, su capacidad de almacenar datos georreferenciados hizo posible el cruce de distintas variables, pero debe mencionarse que este análisis presentó algunas limitaciones. En un modelo que estima el grado de sensibilidad presente, es importante poder medir la accesibilidad y la visibilidad de los sitios, y con las herramientas actuales (y escasa resolución del Modelo de Elevación empleado) esto tuvo que realizarse de manera manual para la accesibilidad vertical, pero la visibilidad no pudo ser tomada en cuenta porque no fue posible medir de manera continua a lo largo de la ruta la capacidad de un sitio a ser visible. Por ende, este es un aspecto para mejorar a futuro, ya que podrían implementarse otras herramientas para complementar los datos georreferenciados (ej.

uso de drones con imágenes de gran precisión). De la misma forma, factores relacionados con las características del arte rupestre, como la visibilidad de los motivos, las diferencias conservacionales entre las pinturas y los grabados y las pátinas de los paneles, no fueron estudiados por su escala de análisis. Pero sin dudas, son factores que deberán ser considerados a futuro para una mejor comprensión de los factores que intervienen en su conservación.

En cuanto al relevamiento fotográfico y el modelo fotogramétrico, es preciso mencionar que sus resultados fueron positivos y de gran impacto, tanto para los y las guías del Centro y la Reserva, como para el resto de las personas (entre ellas miembros de la policía, las comunidades y artesanas) que estuvieron presentes en las jornadas de actualización. Trabajos como los realizados por el equipo interdisciplinario del Alto Ancasti ([Arte en las Rocas](#)) en donde se presenta una visita 360° a la cueva La Candelaria (prov. de Catamarca), son puntos de partida para pensar una muestra del arte rupestre de Barrancas en la localidad y en distintas redes de comunicación.

Los dos modelos puestos a prueba aquí demostraron ser de gran utilidad para el desarrollo de planes de gestión y conservación de sitios arqueológicos. Sus resultados serán entendidos como un insumo más dentro de los distintos estudios llevados a cabo por el Proyecto Arqueológico Barrancas para el desarrollo a futuro de un Plan de Manejo Integral de la Reserva. En especial este trabajo fue hecho para evaluar la sensibilidad presente en los sitios expuestos al turismo, pero queda aún estudiar el resto de los sitios con arte rupestre de la localidad y poder determinar en qué medida su exposición ha sido (o no) un efecto negativo en la conservación de los mismos.

6.2 CONCLUSIONES

Los estudios realizados en el presente trabajo tuvieron como fin generar aportes significativos en la conservación de los sitios con arte rupestre del área de estudio. Específicamente, se buscó reconocer qué factores intervienen de manera directa con el deterioro de las representaciones rupestres, y poner a prueba el uso y la efectividad de

distintas herramientas digitales para el manejo y la gestión del patrimonio arqueológico. Para ello se tomó como muestra de estudio a los sitios arqueológicos que pertenecen al circuito turístico de la Reserva Municipal Natural y Cultural de Barrancas. Estos 11 sitios se habían habilitado al turismo sin un estudio adecuado para evaluar sus condiciones de preservación y el impacto que conlleva su apertura al público general. Con esto no se pretende expresar que el turismo debe ser un fenómeno necesariamente negativo, ya que una planificación y acondicionamiento adecuado de los sitios puede repercutir positivamente en su puesta en valor y aportar a la comunicación pública y divulgación de la ciencia. Además de traer beneficios económicos a las comunidades locales. Por ello, generar conocimientos que funcionen de insumo en el desarrollo de un futuro Plan de Manejo Integral no es menor. Al contrario, es una gran oportunidad de poner en práctica distintos tipos de diseños de investigación y formas de relacionar las características ambientales, naturales y culturales dentro de un espacio en donde se concentran distintos tipos de intereses sociales y políticos. En este sentido, la evaluación del estado actual de preservación junto con la predicción del potencial riesgo de deterioro aporta lineamientos para el manejo de sitios arqueológicos que a futuro se verán más expuestos a un turismo que en la localidad es creciente.

Todos los objetivos del trabajo han sido cumplidos. En primer lugar, se ha realizado una primera evaluación del riesgo de conservación de los 11 sitios con arte rupestre que se encuentran dentro del circuito turístico de la Reserva Municipal Natural y Cultural de la localidad de Barrancas. En segundo lugar, se ha presentado una serie de propuestas para el análisis, la documentación y la comunicación pública, a partir del uso de tecnologías no invasivas, con la esperanza de aportar nuevas herramientas e insumos para la futura implementación de un Plan de Manejo Integral del patrimonio cultural de la reserva.

El modelo de sensibilidad ha permitido contrastar las hipótesis planteadas en un comienzo. 1) Los sitios que se encuentren emplazados en la margen izquierda del río Barrancas se verán menos afectados por la acción antrópica debido a la distancia que los separan de la

RP75: Se ha observado que los sitios de la margen izquierda más alejados del pueblo (TI, PDD 1 y PDD 2), no poseen evidencias de intervención antrópica, más allá de algunos sondeos realizados por el equipo de investigación. Sin embargo, el sitio más cercano al pueblo que se encuentra sobre la margen izquierda del río (CC) sí presenta evidencia de intervención antrópica directa.

2) El porcentaje de superficie desprendida o agrietada será mayor en sitios a cielo abierto debido a su constante exposición a agentes naturales: Los resultados han demostrado que en la muestra de estudio los sitios a cielo abierto tienen diferentes condiciones de conservación. En cuanto a la presencia de grietas en los paneles con arte rupestre, no se encontró una diferencia marcada entre tipos de emplazamientos. Por otro lado, los desprendimientos rocosos están presentes sólo en los sitios a cielo abierto, lo que indicaría en este caso, que los factores naturales actúan con mayor incidencia en este tipo de emplazamientos, en comparación con cuevas y aleros.

3) Los sitios más próximos al poblado de Barrancas y a la RP75 serán los que muestren mayor grado de deterioro por intervenciones antrópicas directas: El sitio más cercano al pueblo (CC) es el sitio con mayor evidencia de intervención antrópica directa, mientras que el más alejado (PDD 2), no posee intervención antrópica directa, y el siguiente sitio más alejado (PDD 1), tiene evidencia de intervención antrópica asociada a sondeos y excavaciones del Proyecto Arqueológico Barrancas, sin embargo, no se observan intervenciones de los y las pobladoras de la localidad. De la misma manera, sitios más cercanos a la RP75, como Laguna Media 3 y Piedra Mapa presentan mayor evidencia de intervención antrópica que los sitios cercanos que se encuentran del otro lado de la ruta.

En esta tesis, entonces, se generó un modelo preliminar de sensibilidad arqueológica, que se espera pueda identificar a futuro el riesgo real al que se someten a los sitios con arte rupestre, y el uso de SIG fue efectivo para el almacenamiento y procesado de datos cualitativos y cuantitativos. Resta asegurar otras maneras de medir la accesibilidad y la visibilidad en

escalas espaciales acotadas, como la cuenca del río Barrancas. De la misma manera, es imprescindible afinar el modelo incorporando otros factores que no fueron tenidos en cuenta para esta tesis. Por ejemplo, otros tipos de caminos (de pastores, animales, huellas, etc.), el conocimiento de las y los pobladores del pueblo en relación con el uso del espacio, y los factores físicos y químicos que intervienen en la preservación y la conservación del arte rupestre, tanto en los motivos grabados como en los pintados.

Por otro lado, se ha generado un modelo fotogramétrico a escala de un sitio con condiciones de preservación menores al resto de los sitios del circuito turístico. Esto permitirá analizar su arte rupestre y las características físicas del soporte rocoso, además de presentar ante las comunidades locales otras formas innovadoras e interactivas de dar a conocer el patrimonio arqueológico. Esta interacción con las comunidades se ha llevado –y se seguirá llevando– a cabo en los trabajos de campo realizados por el proyecto de investigación. Si bien los resultados de esta tesis fueron comunicados a distintos miembros de las comunidades de Barrancas, es necesario generar nuevos vínculos o reforzarlos, para que la información sea socializada y democratizada en todos los aspectos posibles.

6.3 PERSPECTIVAS A FUTURO

Si bien se ha avanzado en la propuesta de este trabajo para medir la preservación del arte rupestre y generar acciones para su conservación, el modelo presentado aquí puede ser perfeccionado. Para que sea posible medir la variable turística, algo que en el presente trabajo se dio por sentado, es preciso sumar sitios arqueológicos que no pertenezcan al circuito turístico, pero tengan características similares, para tomarlos como muestra control. También se deben incorporar todas las rutas de acceso local a cada sitio. Al mismo tiempo, las unidades de análisis pueden ser múltiples, es decir, estudiar el arte rupestre a escala de sitio, panel y motivo, para agudizar los resultados del modelo. Otra variable que puede incluirse en futuros estudios es la fauna local, para ello debería cuantificarse la cantidad de rebaños que posea cada pastor, y las rutas recorridas dentro de la reserva.

Asimismo, factores como la intensidad de visibilidad de los motivos, el desgaste de las pinturas o las pátinas de los grabados no han sido estudiados en este trabajo. Por ello, se planea abarcar estudios tafonómicos del arte rupestre, en el marco de la formación doctoral de la tesista. La mejor forma de generar un modelo de riesgo acertado y coherente será a partir de la incorporación de estudios multidisciplinarios que hagan posible un correcto manejo del patrimonio en cuestión (Rolandi de Perrot *et al.*, 1996).

En cuanto al modelo 3D, queda pendiente su exposición en el Centro de Interpretación. Los y las guías se mostraron interesados en que éste sea parte de las visitas guiadas, por lo que será socializado en un formato apto para su divulgación. Como se comentó, el Centro cuenta con un soporte electrónico que haría posible tanto su proyección en lentes de realidad virtual, como en videos que detallen las características principales de los sitios arqueológicos.

7

BIBLIOGRAFÍA

Alonso Sarría, F. (2006). *Sistemas de información geográfica*. Universidad de Murcia, España.

Albeck, M. E., y González, A. M. (2015). *Quebrada de Humahuaca, más de 10.000 años de historia*. Ministerio de Educación de la Nación.

Alvarez, S. y Rouan Sirolli. M. (2023). La práctica arqueológica y su relación con los conocimientos mutuamente transmitidos en Barrancas (Puna seca de Jujuy). *XXI Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. 10 a 14 de julio de 2023 - Facultad de Medicina sede Morgue. Corrientes.

Arzamendia, Y.; Baldo, J. y Vilá, B. (2012). *Lineamientos para un Plan de Conservación y Uso Sustentable de vicuñas en Jujuy, Argentina*. EdiUnju.

Aubry, T. L., & Dimuccio, L. A. (2012) Nature vs. culture: Present-day spatial distribution and preservation of open-air rock art in the Côa and Douro River Valleys (Portugal). *Journal of Archaeological Science*, 39(4), 848–866.

Ayala, P. (2006). Relaciones y discursos entre atacameños, arqueólogos y Estado en Atacama (II Región, Norte de Chile). Tesis de Magíster inédita. Universidad Católica del Norte y Universidad de Tarapacá.

Baldo, J. Arzamendia, Y. y Vilá, B. (2013). *La vicuña: manual para su conservación y uso sustentable*. Imprenta CONICET.

Ballart Hernández, J. y Tressera, J. (2001). *Gestión del Patrimonio Cultural*. Ariel, Barcelona.

Bednarik, R. (1990). Sobre la práctica de tizar los petroglifos. *Boletín* (4): 24-26. SIARB. La Paz.

- Bednarik, R. (1994a). A taphonomy of palaeoart. *Antiquity* 68: 68–74.
- Bednarik, R. (1995) Rock art conservation in Australia. *Bollettino del Centro Camuno di Studi Preistorici* 28: 132 - 137.
- Bednarik, R. (2001). Cultural heritage management, ethics and rock art in Western Australia. *Australian Aboriginal Studies* 86-91.
- Box, P. (1999). *GIS and cultural resources management: a manual for heritage managers*. UNESCO, República de Corea.
- Brunet, J. (1996). Presentación de la conservación del arte rupestre prehistórico en Francia. *Administración y Conservación de Sitios de Arte Rupestre*. 29-45.
- Candau, J. (1996). *La antropología de la memoria*. Nueva visión.
- Candau, J. (1998). *Memoria e Identidad*. Ediciones del Sol.
- Castelfranchi, Y. y Fazio, M. E. (2020). Comunicación de la ciencia para la ciudadanía científica: construir derechos, catalizar ciudadanía. *El estado de la ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/ Interamericanos 2020*, RICYT/CYTED, Buenos Aires.
- Castelfranchi, Y. y Fazio, M. E. (2021). *Comunicación Pública de la Ciencia*. UNESCO Montevideo.
- Cattaneo, G. R., e Izeta, A. D. (2019). Diálogos en Ongamira: De arqueologías, historias y museos. Figueroa, G. y Dantas, M. (Eds.), *Una arqueología entre todos: Perspectivas y casos de estudio en el centro y noroeste de Argentina* (Vol. 1, pp. 39–62). <http://hdl.handle.net/11336/126533>
- Chalmin, E.; Hoerlé, S.; y Reiche, I. (2018). “Taphonomy on the Surface of the Rock Wall: Rock-Paint-Atmosphere Interactions”. En: David. B. y McNiven, I. (Eds.): *The Oxford Handbook of the Archaeology and Anthropology of Rock Art*. pp 1-35.

Cirigliano, N.A. y Pallo, M.C. (2015). Entre caminos y equinos: un modelo SIG para localizar sitios arqueológicos de momentos históricos ecuestres (Provincia de Santa Cruz, Argentina). *Revista Chilena de Antropología* 32 (2): 89-101.

Ciski, M.; Rzasa, K. y Ogryzek, M. (2019). Use of GIS Tools in Sustainable Heritage Management—The Importance of Data Generalization in Spatial Modeling. *Sustainability* 11: 1-21.

Coll, L.V.J. (2013). Análisis espacial en arqueología. Lineamientos para modelar el uso del espacio agropastoril en el oeste tinogasteño (Catamarca). En N. Ratto (comp.), *Delineando prácticas de la gente del pasado: los procesos socio-históricos del oeste catamarqueño*: 229-466. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Coll, L.V.J. (2019). Arqueología y evaluación multicriterio: lugares de aptitud para la ubicación de puestos pastoriles actuales del Valle de Fiambalá y área precordillerana (Departamento de Tinogasta, Catamarca-Argentina). *Anuario de la división geografía* 13: 152-169.

Constitución Nacional Argentina. Art. 75 inc. 17 Reconocer la preexistencia étnica y cultural de los pueblos indígenas argentinos. Agosto de 1994.

Conti, A. y Cravero Igarza, S. (2010). Patrimonio, comunidad local y turismo: la necesidad de planificación para el desarrollo sostenible. *Notas en turismo y economía*.

Correa, O.; Monteverde Puig, C.; Ormeño Bustos, L.; y Suazo Navia, A. (2016). “Preservación de la información mediante herramientas de virtualización: fotogrametría y panorámicas de alta resolución”. *Conserva*, 21:135-144

Criado-Boado, F., & Barreiro, D. (2013). El patrimonio era otra cosa. *Estudios Atacameños*, (45), 5-18. <https://doi.org/10.4067/2FS0718-10432013000100002>.

Criado Boado, F. (1999). Del Terreno al Espacio: Planteamientos y Perspectivas para la Arqueología del Paisaje. *CAPA* 6: 1-58.

Davis, A.; Belton, D.; Helmholtz.; Bourke, P. y McDonald, J. (2017). Pilbara rock art: laser scanning, photogrammetry and 3D photographic reconstruction as heritage management tools. *Heritage Science*. 1-16.

De Feo, M. E. y D. Gobbo. (2007). Diseño de un modelo predictivo para la localización de tramos de vialidad incaica mediante la utilización de SIG. En A. Pifferetti y R. Bolmaro (eds.), *Actas del Primer Congreso Argentino de Arqueometría: metodologías científicas aplicadas al estudio de bienes culturales*: 37-61. Rosario, Humanidades y Artes Ediciones.

Endere, M. (2000). *Arqueología y Legislación en Argentina. Cómo Proteger el Patrimonio Arqueológico en Argentina*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil.

Endere, M. y Ayala, P. (2012). "Normativa legal, recaudos éticos y práctica arqueológica. Un estudio comparativo de Argentina y Chile". *Chungara, Revista de Antropología Chilena* 44 (1): 39-57.

Fernández Distel, A. (2000). *Arqueología e historia de un valle puneño: Barrancas, Jujuy, Argentina*. Biblioteca de Historia y Antropología. Dunken, Buenos Aires.

Fernández Distel, A. (2001). *Catálogo del Arte Rupestre. Jujuy y su Región*. Editorial Dunken. Buenos Aires.

Fernández Distel, A. (2008). El pueblo de Barrancas Abdón Castro Tolay: Una suma de historias. En: *Temas de Barrancas: Un pueblo de la Puna* (Eds.): Rabey, M; Rotondaro, R. y Fernández Distel. Editorial Hanne. Salta. 67-90.

Figuerero Torres, M. J. y A. D. Izeta. (2013). El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en arqueología sudamericana. Oxford, BAR International Series 2497.

Gnecco, C. (2004). Ampliación del campo de batalla. *Textos Antropológicos*, 15(2), 183-195.

Henestrosa, A.; Punzón, J.; Moreno Alcaide, M. y Montes, P. (2022). Implementación de técnicas digitales para la documentación arqueológica en la villa romana de Salar (Granada). *Vegueta. Anuario de la Facultad de Geografía e Historia*. 22 (1), 113-136.

Herráez, J. A. (1996). La conservación preventiva del arte rupestre. J.M. Iglesias Gil (Ed.) *Cursos sobre el Patrimonio Histórico*. 197-208.

Herráez, J. A.; Rodríguez, M. A.; Alvaro, E. (1994). "The Conservation of the Cueva de Allamira", en *Preventive Conservation. Practice, Theory and Research*. Preprints of the Contributions to the IIC Orlawa Congress. 80-84.

Hodder, I. (1982). *Symbols in Action: Ethnoarchaeological Studies of Material Culture (New Studies in Archaeology)*. Cambridge University Press.

ICOMOS. (1931). Carta de Atenas para la restauración de monumentos históricos. Atenas: International Council on Monuments and Sites.

ICOMOS. (1964). Carta Internacional Sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y Sitios. Venecia: International Council on Monuments and Sites.

ICOMOS. (1967). Informe final de la reunión sobre conservación y utilización de monumentos y lugares de interés histórico y artístico. Quito: International Council on Monuments and Sites.

ICOMOS. (1999). Carta de Burra para Sitios de significación Cultural. Versión actualizada. Burra: International Council on Monuments and Sites.

ICOMOS. (2017). Principios de Sevilla: Principios Internacionales de la Arqueología Virtual. Texto ratificado por la 19a Asamblea General del ICOMOS en Nueva Delhi.

ICOMOS. (2023). Carta de Alicante para la Gestión Integrada del Arte Rupestre Prehistórico y sus paisajes. Adoptada por la Asamblea General Ordinaria de ICOMOS-España en 2023.

Igarzábal, A. (1974). "La Laguna de Pozuelos y su ambiente salino (Departamento de Rinconada, Provincia de Jujuy)". *IDIA, supl.* 34: 12-32.

Leija-Román, D.; Valle-Chavarría, L.; Montes-Rojas, L. (2022). "Fotogrametría como recurso de virtualización en la difusión y preservación digital de patrimonio tangible". *Revista General de Información y Documentación*. 32(2): 325-342.

Ley Nacional 23.302 de 1985. Política indígena y apoyo a las comunidades aborígenes. Art. 2 y Art. 5 de febrero de 1989 D. N. 19891000155.

Ley Nacional 24.071 de 1992. Apruébase el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. B.O. 30/08/2000

Ley Nacional 25.743 de 2003. Protección del patrimonio arqueológico y paleontológico. Art 2. 26 de junio de 2003. B. O. No. 30179.

López, G.; Seguí, S. y Solá, P. (2021): "Arte rupestre prehispánico en un sitio minero, ritual y caravanero de la Puna de Salta: el caso de Cueva Inca Viejo en el contexto macrorregional de los Andes Centro-Sur". *Comechingonia*. 25(3): 41-50.

Manzi, L. y J. Sánchez. (2007). Bloques de distintas procedencias alojados en la tumba de Neferhotep (TT49), el-Khohkha (Tebas Occidental, Egipto). En Primer Congreso Internacional de la Sociedade de Arqueología Brasileira: 95-107. Florianópolis, Sociedade de Arqueología Brasileira.

Masson, R. (2002). Assessing Values in Conservation Planning: Methodological Issues and Choices. En M. de la Torre (Ed.), *Assessing the Values of Cultural Heritage* (pp. 5–30). http://hdl.handle.net/10020/gci_pubs/values_cultural_heritage

Matteucci, S. (2012). "Capítulo 1: Ecorregión Altos Andes". En: *Ecorregiones y complejos ecosistemas argentinos*. (Eds): Morello, J.; Matteucci, S.; Rodríguez, A. y Silva, M. Orientación, FADU. 1-24.

McGimsey, Ch. (1972). *Public archaeology*. Seminar Press, Nueva York. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00034864> .

Mignone, P. (2011). Empleo de Sistemas de Información Geográfica en el estudio de Montañas Sagradas: el Nevado de Acay y sus cuencas hidrográficas adyacentes. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXXVI: 123-148.

Montenegro, M. (2009). "La construcción del patrimonio arqueológico en una comunidad de la puna de Jujuy, Argentina en tiempos de globalización". *Espacio y Desarrollo* 21: 59-76.

Morales, M. R.; Bustos, S.; Oxman, B. I.; Pirola, M.; Tchilinguirian, P.; Orgeira, M. J.; y Yacobaccio, H. D. (2018). "Exploring habitat diversity of mid-holocene hunter-gatherers in the South-Central Andes: Multi-proxy analysis of Cruces Core 1 (TC1), Dry Puna of Jujuy, Argentina". *Journal of Archaeological Science: Reports*, 18: 708-721.

Morales, M.; Huguin, R.; Oxman, B.; Pirola, M.; Rouan Sirolli, M.; Merler Carajo, J.; Bustos, S.; Tchilinguirian, P.; Alvarez, S.; Samec, C.; Kohan, P. y Yacobaccio, H. (2022). "Evolución ambiental y registro arqueológico de la cuenca del río Barrancas, provincia de Jujuy, Argentina". *Revista del Museo de Antropología* 15 (1): 97-116.

Morello, J.; Matteucci, S. D.; Rodriguez, A. F.; y Silvia, M. E. (2012). *Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos de Argentina*. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora.

Moreno Jiménez, A. y Cañada Torrecilla, M. R. (2007). Justicia ambiental y contaminación atmosférica por dióxido de azufre en Madrid: análisis espacio-temporal y valoración con sistemas de información geográfica. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, 44:301-324.

Naismith, W. W. (1892). "Excursions. Cruach Ardran, Stobinian, and Ben More". *Scottish Mountaineering Club Journal*. 2 (3): 136.

Ocampo, A. E., Silvestre, R., y Pérez, M. (2022). Arqueología en las escuelas. Talleres y encuentros de extensión comunitaria para niñas y niños en la provincia de Misiones, Argentina. *La Rivada*, 10(19), 263–277.

Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Versión libre del autor.

Onetto, M. (2006). Experiencias de la gestión de un sitio del Patrimonio Mundial en Argentina: mitos y realidades. Cueva de las Manos, Río Pinturas. *Tramas en la Piedra*. 263-278.

Onetto, M.; Funes, M. y Murgo, A. (2010). Conservación y gestión sostenible del patrimonio cultural: Cueva de las Manos (río Pinturas, provincia de Santa Cruz). *Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Simposio 9. Mendoza. 2: 527-531.

Otero, C. y Rivolta M. C. (2015). "Usos patrimoniales en la Quebrada de Humahuaca: El Pukará de Tilcara y el Museo Arqueológico "Dr. Eduardo Casanova" en la historia". En: M. Fabra, M. Montenegro, M. Zabala (eds.): *La Arqueología Pública en Argentina: historias, tendencias y desafíos en la construcción de un campo disciplinar*. Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy. Jujuy: 159-182.

Oxman, B.; Pirola, M.; Bustos, S.; Morales, M.; Tchiringuilian, P. y Orgeira, M. (2019). "Environmental trends between 2400 and 1200 BP in Barrancas, Argentinean Puna: Impacts on local resource variability and socioeconomic organization". *Geoarchaeology* 1–15.

Pacheco Muñoz, M. F. (2003). La divulgación de la ciencia en los tiempos de la posmodernidad. *Ciencias*, 71, 56–64.

Pastor, S. Flores, P.M. y L. García Sanjuán. (2012). Introducción. Los SIG en la arqueología ibérica y latinoamericana actual. *Comechingonia*, 17, 2, 9-30.

Pessis, A. (1995). Parque Nacional Sierra de Capivara (Piauí, Brasil): políticas y acciones de preservación. Administración y Conservación de Sitios con Arte Rupestre. Strecker y Taboada Téllez eds. *Contribuciones al Estudio del Arte Rupestre Sudamericano*. 4:82-91. SIARB.

Pey, M. L. (2017a). Diseño metodológico para un modelo funcional productivo del entorno de un sitio agrícola andino. *La Zaranda de Ideas* 15(2): 113-133.

Pineau, V., Landa, C., Montanari, E., y Doval, J. (2018). Experiencias de transferencia en Arqueología histórica del norte de La Pampa. Una reflexión desde la Arqueología pública. *Revista de Arqueología Histórica Argentina y Latinoamericana*, 12, 1396–1409.
<http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/12606>

Plets, G., W. Gheyle and J. Bourgeois (2011). Preservation of the petroglyphs of the Altai Republic. Overview of the Altai Survey Project and the recorded rock art sites. *International Newsletter on Rock Art* 59: 18–23.

Plets, G.; Verhoeven, G.; Cheremisin, D; Plets, R.; Bourgeois, J.; Stichelbaut, B.; Gheyle, W. y De Reu, J. (2012). The deteriorating preservation of the Altai Rock Art: Assessing three-dimensional image-based modelling in rock art research and management. *Rock Art Research*. 29: 1-18.

Pirola, M.; Bustos, S.; Morales, M.; Orgeira, M.; Oxman, B.; Tchiringuilian, P. y Vasquez, C. (2018). “The mid to late Holocene transition in Barrancas, Jujuy, Argentina: Regional climate change, local environments and archaeological implications”. *Journal of Archaeological Science: Reports* 18: 722–738.

Prats, L. (1998). *Antropología y patrimonio*. Ariel. Barcelona.

Prats, L. (2005). Concepto y gestión del patrimonio local. *Cuadernos de Antropología Social*, (21), 17-35.

Pupio, A., y Salerno, V. M. (2014). El concepto de patrimonio en el campo de la arqueología argentina. Análisis de los trabajos presentados en los congresos nacionales de arqueología (1970-2010). *Intersecciones En Antropología*, 15(1), 115–129.

Pupio, M. A., Mazzia, N., Mariana Salerno, V., Frontini, R., Vecchi, R., Bayón, C., González, M. I., Weitzel, C., Flegenheimer, N., & Colombo, M. (2009). La Arqueología en el aula: desarrollo, financiación y gestión. *Patrimonio cultural: gestión, arte y arqueología. Actas de las II Jornadas Nacionales para el Estudio de Bienes Culturales*.

Ramundo, P. S. (2010). “Pasos hacia la puesta en valor turístico-patrimonial del Pukará de La Cueva, Humahuaca, Jujuy, Argentina”. En: *53 Congreso Internacional de Americanistas*. México D.F., julio 2009: 57-70.

Rebolledo Wueffer, R. A. (2018). Modelo de Sensibilidad Ambiental basado en SIG II Congreso Internacional de Investigación y Extensión en Ciencias de la Ingeniería. *II congreso internacional de investigación y extensión en ciencias de la ingeniería*. Colombia

Roche, O.; Druitt, T. H. y Cos, R. A. (2001). Experimental aqueous fluidization of ignimbrite. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. Volume 112: 267-280

Rojo, V. (2017). *Análisis de la dinámica de la vegetación puneña en relación con los ungulados domésticos y silvestres y su impacto sobre la desertificación*. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

Rolandi de Perrot, D.; Gradín, C.; Aschero, C.; Podestá, M.; Onetto, M.; Sánchez Proaño, M.; Wainwright, I. y Helwig, K. (1996). Documentación y Preservación del arte rupestre argentino. Primeros resultados obtenidos en la Patagonia centro-meridional. *Chungara*. 28: 7-21.

Román López, E. (2016). Los Sistemas de Información Geográfica en el análisis y gestión del patrimonio territorial. El caso de las Salinas de Andalucía. *Nuevas estrategias en la gestión del Patrimonio Industrial - I Congreso Internacional de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*. 26 a 28 de octubre

Rosenfeld, A. (1988). Rock Art conservation in Australia. *Australian Government Publishing Service*. Camberra, Australia.

Rouan Sirolli, M.; Alvarez, S. y Pey, L. (2023). "Laguna Media: Caracterización inicial de una localidad con arte rupestre en espacios de uso público en Barrancas (Jujuy, Argentina)". *XXI Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. 10 a 14 de julio de 2023 - Facultad de Medicina sede Morgue. Corrientes.

Salerno, V. M. (2013). Arqueología Pública: Reflexiones Sobre la Construcción de un Objeto de Estudio. *Revista Chilena de Antropología*, (27), 7–37.

Salerno, V. M., Picoy, M. C., Tello, M., Pinochet, H. C., Lavecchia, C., y Moscovici Vernieri, G. (2016). *Lo "público" en la arqueología*. Chungará, Revista de Antropología Chilena, 48(3), 397–408.

Sario, G. y M. Salvatore. (2013). Aplicación de un SIG a un caso arqueológico: sitio 3 de la localidad Estancia La Suiza (San Luis, Argentina). *GeoFocus, Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la información geográfica* 13(1): 38-47.

Sicari, V. (1990). Conservación del arte rupestre en Australia: filosofía, política, infraestructura y ordenación. *Jornadas sobre Parques con Arte Rupestre*. 101-110. Zaragoza, España.

Solá, P.; Yacobaccio, H.; Rosenbusch, M.; Alonso, M.; Maier, M.; Vázquez, C. y Catá, P. (2013). "Hematita vs. arcillas: su potencial como pigmentos rojos y su uso en tres sitios de la Puna jujeña (argentina)". *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 18(1): 67-83,

Spiridon, P. (2016). "Heritage management using GIS". *16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. Cartography and GIS*. Bulgaria, Sofía.

Taboada, F. (2021). Conservación y administración del arte rupestre en Bolivia. Experiencias durante 30 años (1988- 2017). *Arqueología* 27(3) Dossier: 85-108.

Tecchi, R. y Veloso, A. (1992). *Ecosistemas Altoandinos de Argentina y Chile. Programa de ecología regional. Memorias 3*. Instituto de Biología de la Altura, Universidad Nacional de Jujuy. Jujuy.

United Nations Educational, Scientific And Cultural Organization (UNESCO) (1972). Convención para la protección del patrimonio mundial, cultural y natural.

Wanwright, I. (1985). The estate of research in rock art. Rock art conservation research in Canada. *Bollettino del Centro Camuno di Studi Preistorici*. XXII: 15-46.

Wainwright, I.; Sears, H. y Michalski, S. (1997). Design of a rockart protective structure at Petroglyphs Provincial Park, Ontario, Canada. *Journal of the Canadian Association for Conservation*. 22: 53–76.

Wainwright, I. (1997). Art, archaeology and Analytical Research Laboratory of the Canadian Conservation Institute. *TECHNE*. 5: 80-85.

Yacobaccio, H. D. (2018). "Arqueología ambiental, arte rupestre y gestión del patrimonio cultural en Barrancas (Abdón Castro Tolay, Puna de Jujuy)". Informe presentado a la Secretaría de Cultura de la Provincia de Jujuy (ms).

Yacobaccio, H.; Catá, P.; Solá, P.; y Alonso, S. (2008). "Estudio arqueológico y fisicoquímico de pinturas rupestres en Hornillos 2 (Puna de Jujuy)". *Estudios atacameños*. 36: 5-28.

Yacobaccio, H.; Huguin, R.; y Glascock, M. (2017). "Preliminary results from XRF analysis to determine sources of obsidian to Barrancas Archaeological Sites (Jujuy province, Argentina)". En: *11th International Symposium on Knappable Materials*. Buenos Aires.

Yacobaccio, H. D.; Paz Cata, M.; Solá, P. y Alonso, M. S. (2018). "Estudio arqueológico y fisicoquímico de pinturas rupestres en Hornillos 2 (Puna de Jujuy)". *Estudios Atacameños: Arqueología y Antropología Surandinas* 36: 5-28.

Yacobaccio, H. D.; Solá, P.; Huguin, R.; Samec, C.; Oxman, B.; Tchilinguirian, P.; Merler, J.; Kohan, P.; Rouan Sirolli, M.; Llago, A.; Mamaní, H.; Vilá, B. y Rosenbusch, M. (2016). "Arqueología ambiental, arte rupestre y gestión del patrimonio cultural en Barrancas (Abdón Castro Tolay, Puna de Jujuy)". En: *Actas del XIX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán. 457-463.

Yacobaccio, H. D.; Sola, P.; Oxman, B.; Morales, M.; Huguin, R. G.; Samec, C. T.; Pirola, M.; Rouan Sirolli, M.; Mamani, H.; Merler Carbajo, J.; Kohan, P. y Vilá, B. L. (2020). *Camélidos, caravanas y guerreros: El arte rupestre de Barrancas (Jujuy, Argentina)*. VICAM. Luján.

Zuccarelli, V. N. (2012). Paisajes de producción y reproducción en el Dpto. El Alto-Ancasti, Catamarca, durante el Período de Integración Regional (ca. 600-1100/1200 D.C): usos del GIS en la Arqueología de los paisajes agrarios. Tesis de Licenciatura inédita, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Zuccarelli, V. N. (2020). Desde las cumbres a las yungas: las múltiples escalas de las prácticas agrarias prehispánicas en la sierra de El Alto-Ancasti (Catamarca) durante el Primer Milenio A.D. Tesis Doctoral inédita, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Zulaica, L.; Ferraro, R. y Fabiani, L. (2009). Índices de sensibilidad ambiental en el espacio periurbano de Mar del Plata. *Geografizando - Memoria Académica*. 5:187-211.

8

ANEXO

ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MODELO DE SENSIBILIDAD

Pisada de los Duendes 2

El sitio presenta un 10% de superficie cubierta por alteraciones biológicas, se encuentra a más de 6 km del pueblo y 4 hs de caminata, sobre la margen izquierda del río. No se encuentra cerca de la RP75 y el emplazamiento se encuentra a cielo abierto sobre la superficie de los farallones ignimbríticos, a una altura sobre el nivel del piso que no permite el tacto, a menos que de manera intencionada se intente llegar hasta donde están. Sin embargo, no presenta agrietamientos ni desprendimientos que repercutan en los mismos (fig. 5.5). El índice fue cero.



Figura 8.1: Pisada de los Duendes 2. A la izquierda se encuentra el panel principal del sitio PDD2, y a la derecha, uno de los costados con presencia de grabados.

Laguna Media 1

El sitio no presenta alteraciones biológicas asociadas a los paneles o los motivos, y debido a su difícil accesibilidad, ya que se encuentra a unos 20 m de altura, tampoco se observan factores antrópicos que hayan afectado en los últimos años, aunque el emplazamiento es a cielo abierto y puede distinguirse fácilmente a la distancia. Por otro lado, no se observan desprendimientos ni agrietamientos sobre los paneles o los motivos (fig. 5.6). Su índice fue 0,16.



Figura 8.2: Laguna Media 1.

Laguna Media 4

El sitio presenta una cobertura de alteraciones biológicas estimada en 15% sobre la superficie total del panel. Se emplaza sobre la margen izquierda del río, a un costado de la RP75. El emplazamiento es un alero que cubre la totalidad de los paneles con motivos rupestres, el soporte rocoso no presenta agrietamientos más allá de aquellos que funcionan como parte del panel para dividir grupos de camélidos. A diferencia de los sitios anteriores, la influencia que tiene el circuito turístico sobre Laguna Media 4 es alta, ya que los y las guías que

realizan visitas guiadas lo utilizan para explicar algunos aspectos de la fauna autóctona, ya que predominan las figuras de camélidos bicolor (fig. 5.7). El índice fue de 0,33.



Figura 8.3: Laguna Media 4. Dos grupos de camélidos bicolor, se observa erosión y manchas blanquecinas, además de las grietas que forman parte de la composición.

Piedra Mapa

El sitio presenta un 15% de alteraciones biológicas sobre la superficie del soporte rocoso y se encuentra sobre la margen izquierda del río, a 5 m de la RP75, al igual que LM3, se pueden observar grafitis políticos a los alrededores. El emplazamiento se encuentra a cielo abierto y es uno de los más visitados por el turismo y los y las guías de la localidad, por ser una parada casi obligatoria cuando se llega al pueblo. En general, junto con CC es el sitio más reconocido de la localidad (fig. 5.8). El índice fue 0,58.



Figura 8.4: Piedra Mapa. La imagen de la izquierda muestra los grafitis hechos a escasos metros del sitio PM; la imagen de la derecha muestra las bioalteraciones que se presentan dentro del bloque rocoso.

Pisada de los duendes 1

El sitio presenta un 30% de alteraciones biológicas sobre la superficie de los paneles con motivos rupestres y se encuentra sobre la margen derecha del río, por lo que se encuentra alejada de la RP75, aunque su visibilidad es alta, aun a la distancia, debido a la cantidad abrumadora de motivos representados sobre los soportes. El emplazamiento es a cielo abierto y presenta desprendimientos y agrietamientos abundantes sobre los paneles principales (fig. 5.9). El índice fue 0,59.

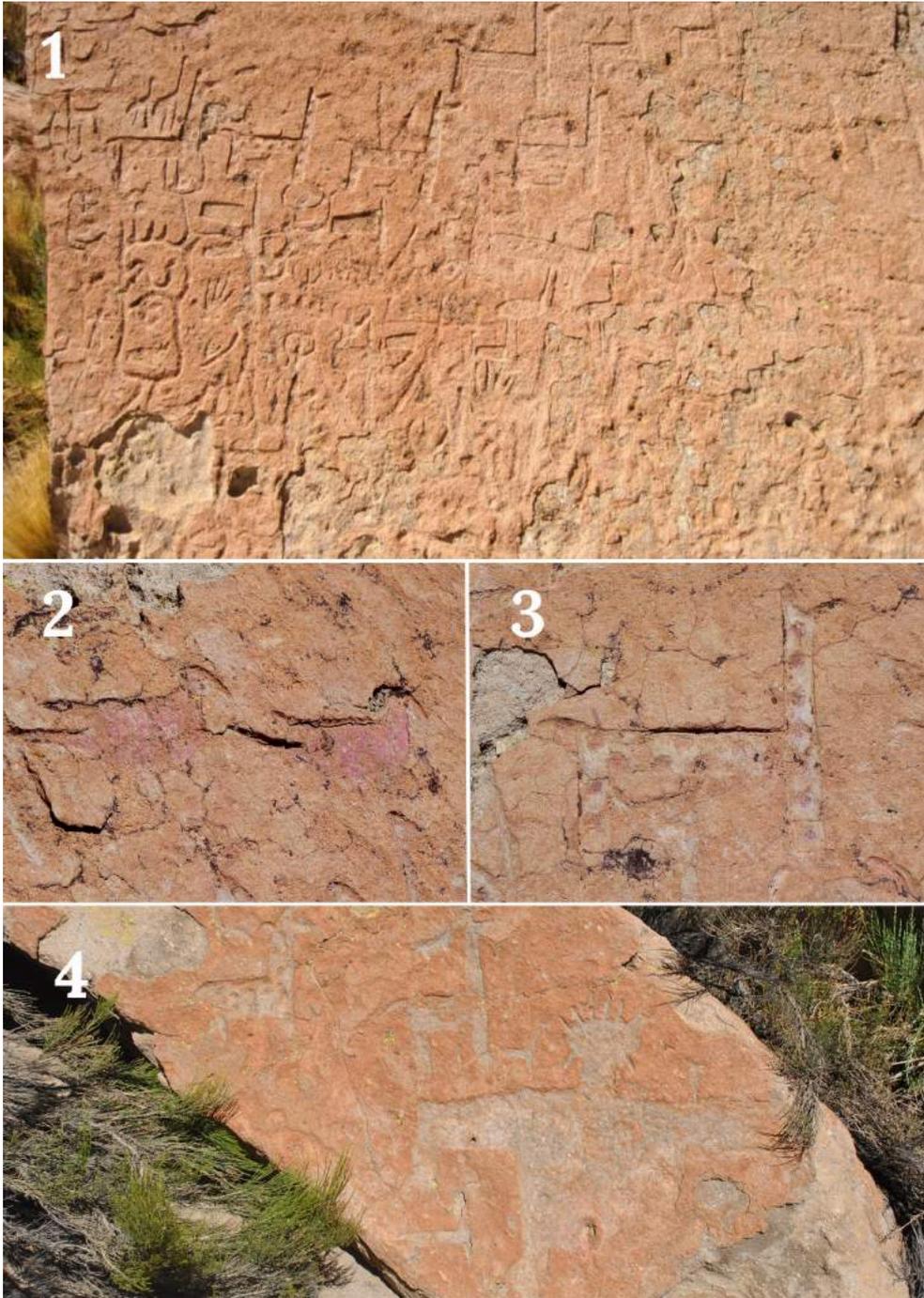


Figura 8.5: Pisada de los Duendes 1. Imagen 1, 2 y 3 representan al panel principal del sitio PDD1; la imagen 4 muestra un bloque grabado que se encuentra a 3 metros del panel principal.

Laguna Media 2

El sitio presenta un 10% de alteraciones biológicas sobre la superficie del soporte, se encuentra sobre la margen izquierda del río, al igual que LM1 a unos 20 m de altura, por lo que tampoco se observan factores antrópicos que hayan afectado en los últimos años. De todas formas, el emplazamiento es a cielo abierto, se encuentra afectado por agentes naturales como

el agua, la erosión y la incidencia directa del sol; se observan grietas y desprendimientos, y puede distinguirse fácilmente a la distancia (fig. 5.10). El índice fue 0,69.



Figura 8.6: Laguna Media 2, presenta motivos pintados en blanco y rojo, a simple vista se observa la pérdida de pigmentación de los colores y su exposición al sol, el viento y el agua.

Laguna Media 5

El sitio presenta un 50% de alteraciones biológicas sobre la superficie rocosa, se encuentra en la margen izquierda del río y a 10 m de la RP75. El emplazamiento se encuentra a cielo abierto y tiene alta visibilidad a la distancia, es uno de los sitios más visitados por los y las guías, ya que consiste en un panel de 5 m con gran cantidad de motivos relacionados a la fauna de la localidad. Sobre la superficie se observan agrietamientos y desprendimientos rocosos (fig. 5.11). El índice fue 0,69.



Figura 8.7: Laguna Media 5. la primera imagen muestra a detalle el color oscuro asociado a las bioalteraciones en la roca que rodean a los motivos grabados de LM5; en tanto la imagen de abajo muestra los desprendimientos producto de la erosión en la roca, cercano a los grabados.

Trono del Inca

El sitio presenta un 30% de alteraciones biológicas sobre su superficie y se encuentra sobre la margen derecha del río, si bien no se encuentra cerca de la RP75, su visibilidad a la distancia es muy alta y el camino para llegar al sitio es relativamente de fácil acceso. El emplazamiento es a cielo abierto y los paneles que conforman el sitio presentan todos en diferentes proporciones desprendimientos y agrietamientos, al igual que la presencia del agente hídrico y erosivo. Es uno de los sitios más visitados por la cantidad abrumadora de motivos grabados y se encuentra a 4km del pueblo (fig. 5.12). Su índice es 0,72.



Figura 8.8: Trono del Inca. Se pueden observar desprendimientos, agrietamientos, y la acción directa del sol, el viento y el agua debido a su exposición constante.

Laguna Media 3

El sitio no presenta alteraciones biológicas sobre el panel o los motivos, se encuentra sobre la margen izquierda del río y cerca de la RP75, se puede observar actividad antrópica actual cercana al sitio, que consiste en grafitis con contenidos políticos, además de haber sido excavado por el equipo de investigación. El emplazamiento es un alero que cubre la totalidad del panel y pese a ser pequeño, tiene una alta visibilidad a la distancia (fig. 5.13). El índice fue 0,73.



Figura 8.9: Laguna Media 3.

Cueva del Caravanero

El sitio presenta un 5% de alteraciones biológicas sobre la superficie rocosa y si bien se encuentra sobre la margen derecha del río, su cercanía al pueblo (menos de 500 m) lo hace muy frecuentado por la gente de la localidad. El emplazamiento es una cueva de fácil acceso que presenta agrietamientos y la acción de agentes naturales como el agua y la erosión del panel más cercano a la entrada. Se suma a los agentes antrópicos un intento de huaqueo sobre uno de los motivos rupestres, ya que fue piqueteado en sus alrededores en un intento de llevarse parte de la pintura (fig. 5.14). El índice fue 0,8.

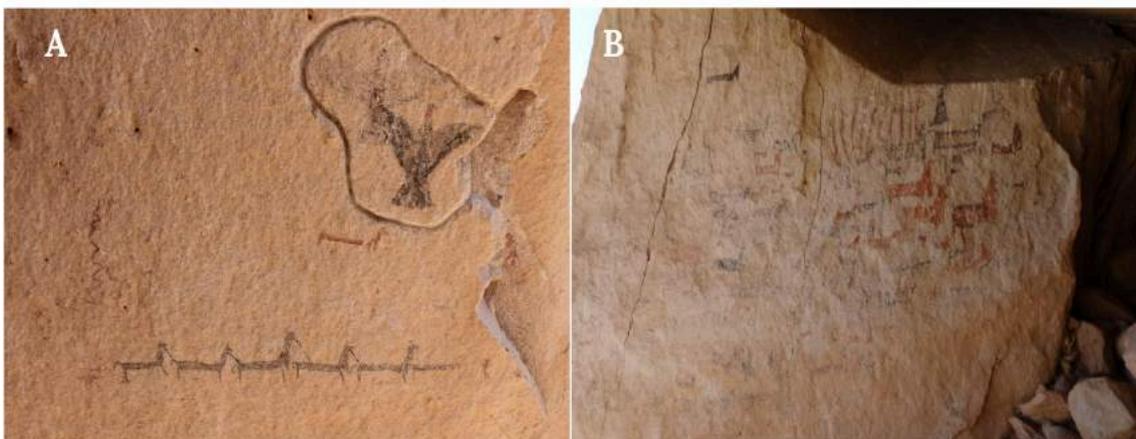


Figura 8.10: Cueva del Caravanero. A) Muestra un motivo pintado que fue contorneado debido a un intento de extracción, B) Muestra el panel principal del sitio CC con motivos pintados más desvaídos hacia la izquierda que a la derecha.

Laguna Media 6

El sitio presenta un 5% de alteraciones biológicas sobre su superficie, se encuentra sobre la margen izquierda del río y a 7 m de la RP75. El emplazamiento es un bloque aislado a cielo abierto, expuesto a distintos agentes naturales, estando afectado por grietas y desprendimientos en gran parte del panel. Las pinturas que componen el panel tienen un bajo grado de visibilidad y es uno de los sitios más visitados por los y las guías debido a su cercanía a la ruta (fig. 5.15). El modelo indica que éste es el sitio con mayor índice de sensibilidad arqueológica, al ser igual a 1.

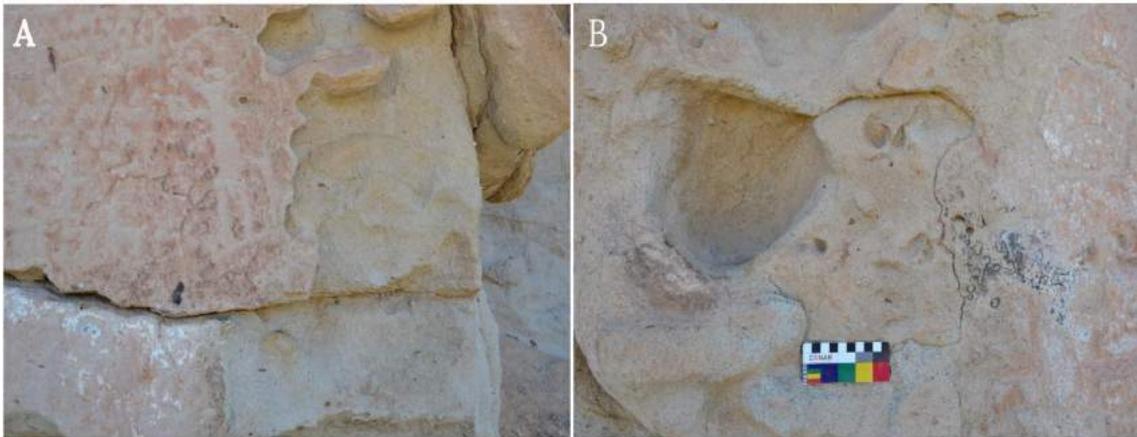


Figura 8.11: Laguna Media 6. El panel de LM6 se encuentra sobre un soporte rocoso altamente erosionado y perturbado por bioalteraciones que rodean a los motivos.

ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DEL MODELO FOTOGRAMÉTRICO

Laguna Media 6

Sitio arqueológico con arte rupestre situado en la Reserva Municipal Natural y Cultural de Barrancas. Pertenece al circuito turístico de la localidad.

28 August 2023



Survey Data

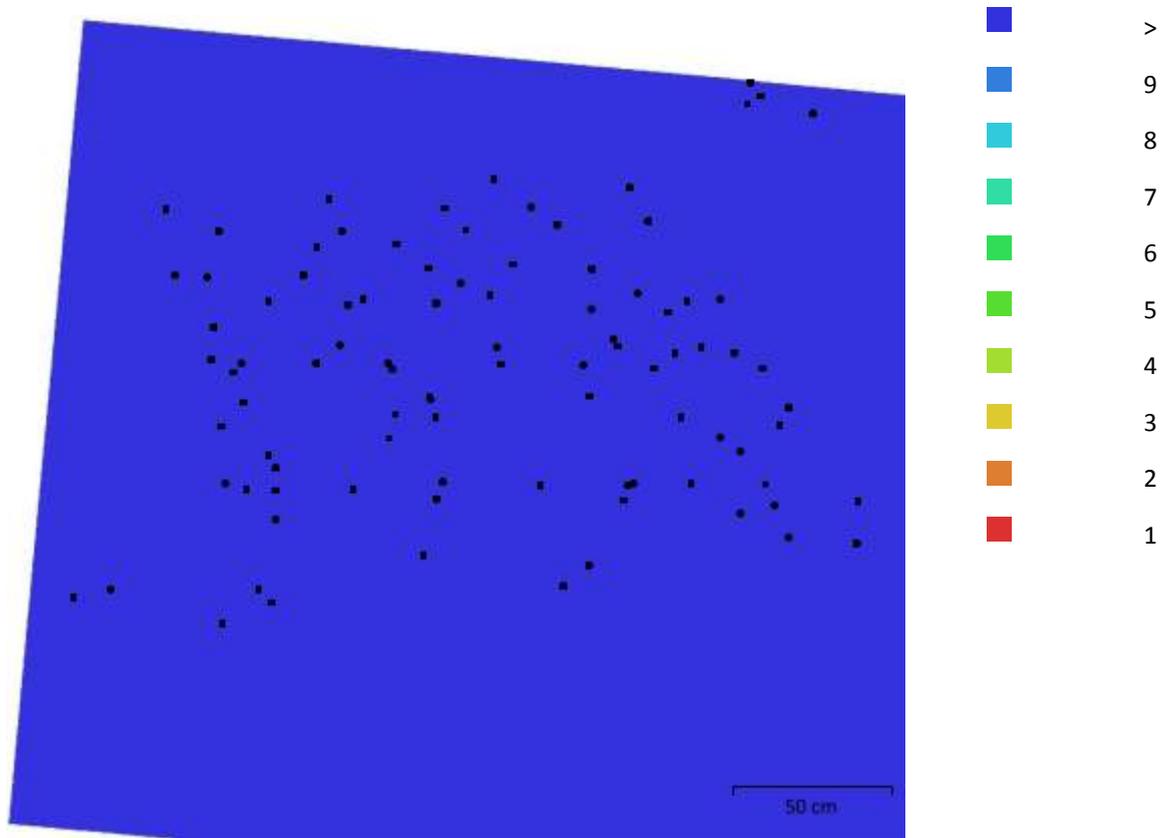


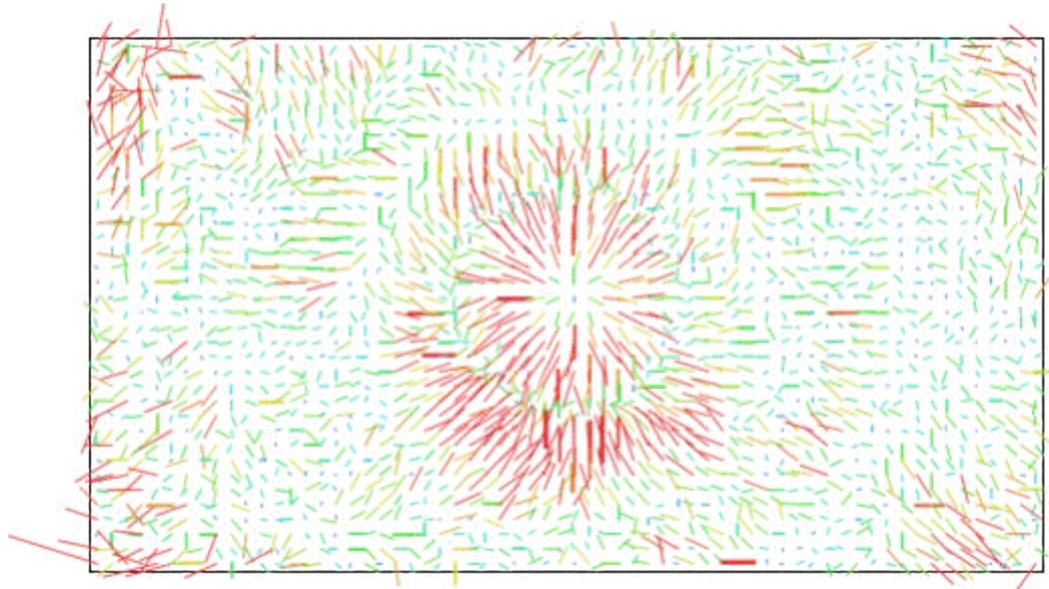
Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	95	Camera stations:	95
Flying altitude:	64.7	Tie points:	95,638
cm		Projections:	346,531
Ground resolution:	0.281 mm/pix	Reprojection error:	0.836
Coverage area:	6.79 m ²	pix	

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
moto g(9) plus (5.53mm)	4640 x 2610	5.53 mm	unknown	No
NIKON D3100 (20mm)	4608 x 3072	20 mm	5.21 x 5.21 μ m	No
NIKON D3100 (18mm)	4608 x 3072	18 mm	5.21 x 5.21 μ m	No
NIKON D3100 (18mm)	3072 x 2199	18 mm	7.63 x 7.63 μ m	No

Table 1. Cameras.

Camera Calibration



1 pix
 Fig. 2. Image residuals for moto g(9) plus (5.53mm).

moto g(9) plus (5.53mm)

48 images

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
Frame	4640 x 2610	5.53 mm	unknown

	Value	Error	F	C x	C y	B1	B 2	K1	K2	K 3	K4	P1	P2
F	3427.64	0.26	1. 0 0	0. 0 9	0 . 1 5	-0. 33	0. 0 5	-0. 11	0. 13	-0. 14	0.1 3	-0. 01	0.1 6
C x	-1.55457	0.15		1. 0 0	0 . 0 5	-0. 01	0. 0 8	0.0 1	-0. 00	0.0 0	-0. 00	0. 74	0.0 4
C y	-47.7569	0.13			1 . 0 0	-0. 11	0. 0 1	0.0 1	-0. 00	0.0 0	-0. 00	0. 05	0.6 3

Camera Calibration

B 1	0.280837	0.15					1. 00	0. 0 2	-0. 01	0. 01	-0. 02	0.0 2	-0. 04	-0. 07
B 2	-0.328939	0.15						1. 0 0	-0. 01	0. 01	-0. 01	0.0 1	0. 05	0.0 2
K 1	0.024435	0.000 27							1.0 0	-0. 97	0.9 2	-0. 87	-0. 00	0.0 2
K 2	0.0515593	0.001 8								1. 00	-0. 99	0.9 6	0. 00	-0. 01
K 3	-0.267863	0.004 8									1.0 0	-0. 99	-0. 00	0.0 1
K 4	0.219674	0.004 3										1.0 0	-0. 00	-0. 01
P 1 4	-0.00029916 4	9.4e- 06											1. 00	0.0 3
P 2 5	-6.38101e-0 5	6.4e- 06												1.0 0

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

Camera Calibration

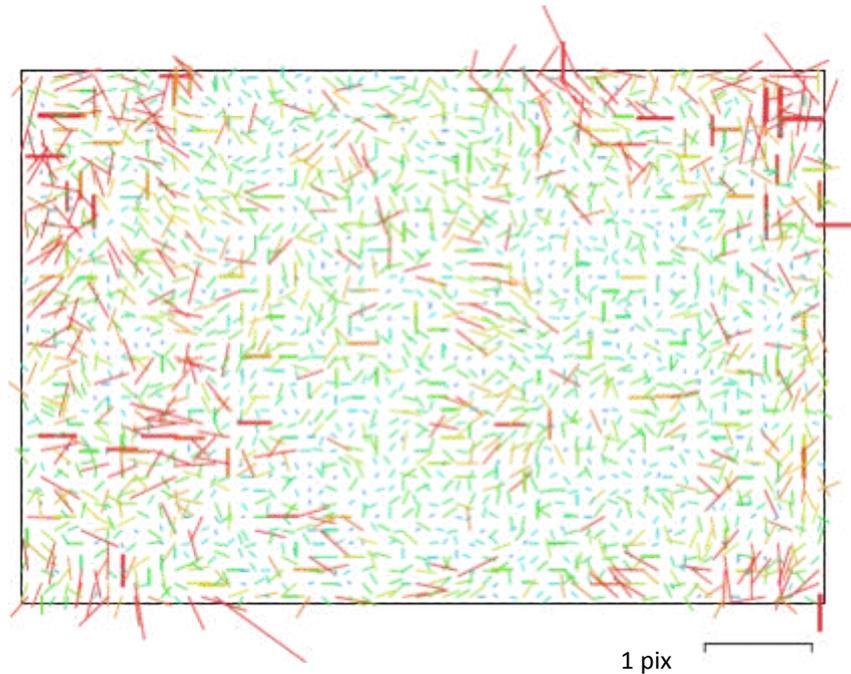


Fig. 3. Image residuals for NIKON D3100 (20mm).

NIKON D3100 (20mm)

11 images

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
Frame	4608 x 3072	20 mm	5.21 x 5.21 μm

	Value	Error	F	C x	Cy	B 1	B 2	K 1	K2	K3	K4	P1	P2
F	4102.52	0.36	1. 0 0	0. 0 8	0.0 7	-0. 32	0. 0 0	-0. 21	0.1 8	-0. 17	0.1 6	-0. 00	0.1 1
C x	-10.838	0.27		1. 0 0	-0. 02	-0. 05	0. 0 5	0.0 2	-0. 01	0.0 1	-0. 01	0.7 0	0.0 3
C y	27.4772	0.21			1.0 0	0.0 4	0. 0 2	-0. 01	-0. 00	0.0 1	-0. 01	0.0 4	0.4 6
B 1	0.152665	0.18				1.0 0	0. 0 2	0.0 1	-0. 01	0.0 1	-0. 01	-0. 01	-0. 18

Camera Calibration

B 2	0.0010538 1	0.18					1. 0 0	-0. 00	-0. 00	0.0 0	-0. 00	0.2 0	0.0 2
K 1	-0.0853155	0.00 05						1.0 0	-0. 97	0.9 3	-0. 88	0.0 1	0.0 1
K 2	0.0365267	0.00 42							1.0 0	-0. 99	0.9 6	-0. 01	-0. 00
K 3	-0.0339256	0.01 4								1.0 0	-0. 99	0.0 0	0.0 0
K 4	0.0193883	0.01 5									1.0 0	-0. 00	-0. 00
P 1	0.0001078 32	1.3e- 05										1.0 0	0.0 3
P 2	0.0004821 77	9.8e- 06											1.0 0

Table 3. Calibration coefficients and correlation matrix.

Camera Calibration

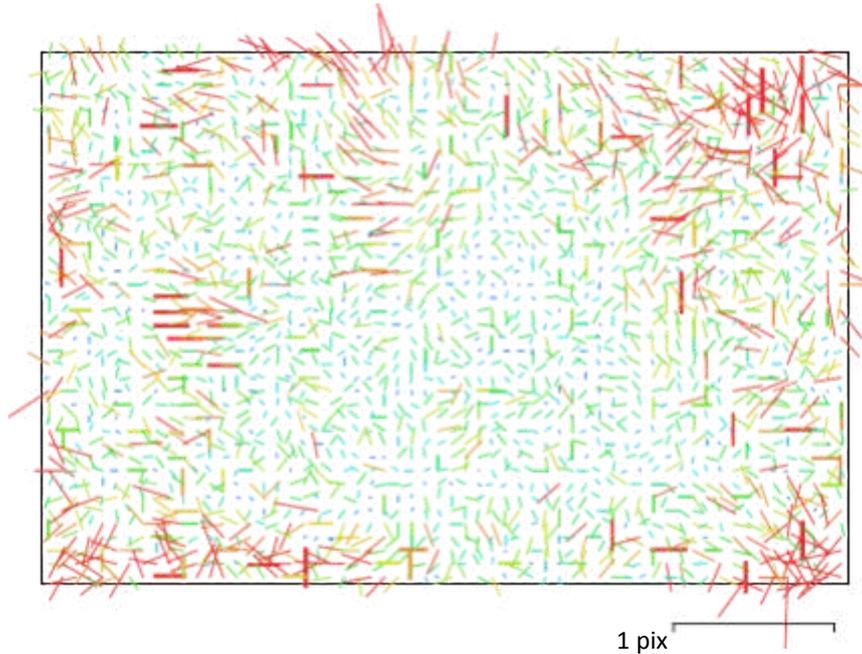


Fig. 4. Image residuals for NIKON D3100 (18mm).

NIKON D3100 (18mm)

35 images

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
Frame	4608 x 3072	18 mm	5.21 x 5.21 μm

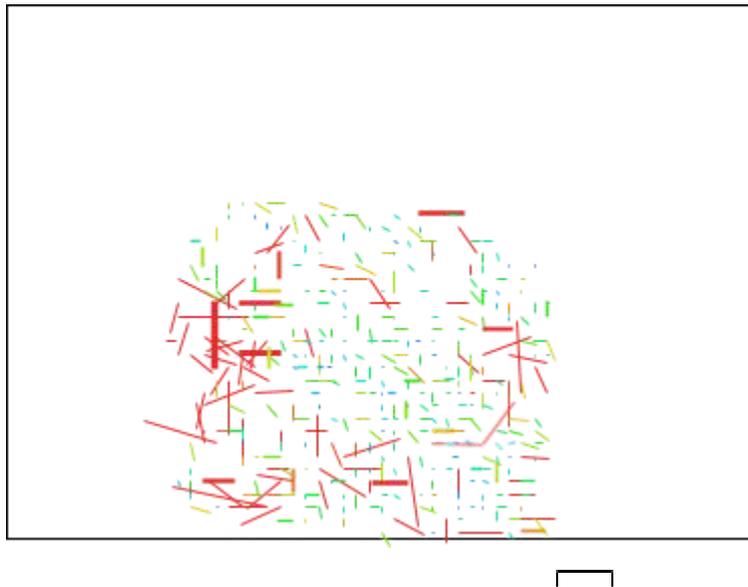
	Value	Error	F	C x	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	K4	P 1	P2
F	3638.08	0.26	1. 0 0	0. 1 3	-0. 10	-0. 44	-0. 01	-0. 15	0.1 2	-0. 12	0.1 1	-0. 08	0.1 7
C x	-7.26717	0.18		1. 0 0	-0. 01	-0. 04	0.1 2	-0. 01	0.0 1	-0. 00	0.0 0	0.5 8	0.0 4
C y	34.0189	0.15			1.0 0	-0. 01	-0. 07	0.0 0	0.0 0	-0. 00	-0. 00	0.0 4	0.2 7
B 1	0.0153387	0.16				1.0 0	0.0 2	0.0 0	-0. 01	0.0 0	-0. 00	0.0 9	-0. 01
B	0.243745	0.16					1.0	0.0	-0.	0.0	-0.	0.0	0.1

Camera Calibration

2							0	1	01	0	00	7	2
K 1	-0.093456	0.000 23						1.0 0	-0. 97	0.9 2	-0. 87	-0. 00	-0. 03
K 2	0.0346544	0.001 5							1.0 0	-0. 99	0.9 6	0.0 1	0.0 2
K 3	-0.0351868	0.003 8								1.0 0	-0. 99	-0. 00	-0. 02
K 4	0.0236387	0.003 2									1.0 0	0.0 0	0.0 2
P 1	4.4725e-05	7.3e- 06										1.0 0	-0. 02
P 2	0.0007690 04	5.7e- 06											1.0 0

Table 4. Calibration coefficients and correlation matrix.

Camera Calibration



1 pix

Fig. 5. Image residuals for NIKON D3100 (18mm).

NIKON D3100 (18mm)

1 images

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
Frame	3072 x 2199	18 mm	7.63 x 7.63 μm

	Value	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	K4	P1	P2
F	3590.87	8.6	1. 0 0	-0. 10	0. 1 2	0. 0 3	-0. 04	-0. 12	0.0 4	-0. 01	-0. 01	-0. 43	-0 .2 6
Cx	40.6015	3.1		1.0 0	0. 0 6	0. 0 5	-0. 07	0.0 4	-0. 02	0.0 2	-0. 03	0.7 4	0.2 4
Cy	333.396	2.7			1. 0 0	0. 1 6	0.1 6	-0. 06	0.0 4	-0. 03	0.0 3	0.1 1	0.5 5
B1	0.980679	0.28				1. 0	0.0 4	-0. 02	0.0 0	0.0 0	-0. 01	0.1 5	-0 .1

Camera Calibration

						0							1
B 2	-0.608554	0.28					1.0	0.0	-0.	0.0	0.0	0.0	0.2
							0	4	03	1	1	5	2
K 1	-0.052839	0.03						1.0	-0.	0.9	-0.	0.0	0.0
								0	97	3	88	5	2
K 2	-1.63177	1.4							1.0	-0.	0.9	-0.	0.0
									0	99	6	02	2
K 3	19.2802	25								1.0	-0.	0.0	-0
										0	99	3	.0
													3
K 4	-55.8361	1.5e+ 02									1.0	-0.	0.0
											0	03	4
P 1	0.0012060 3	0.000 35										1.0	0.2
												0	0
P 2	-0.0025596 1	0.000 31											1.0
													0

Table 5. Calibration coefficients and correlation matrix.

Ground Control Points

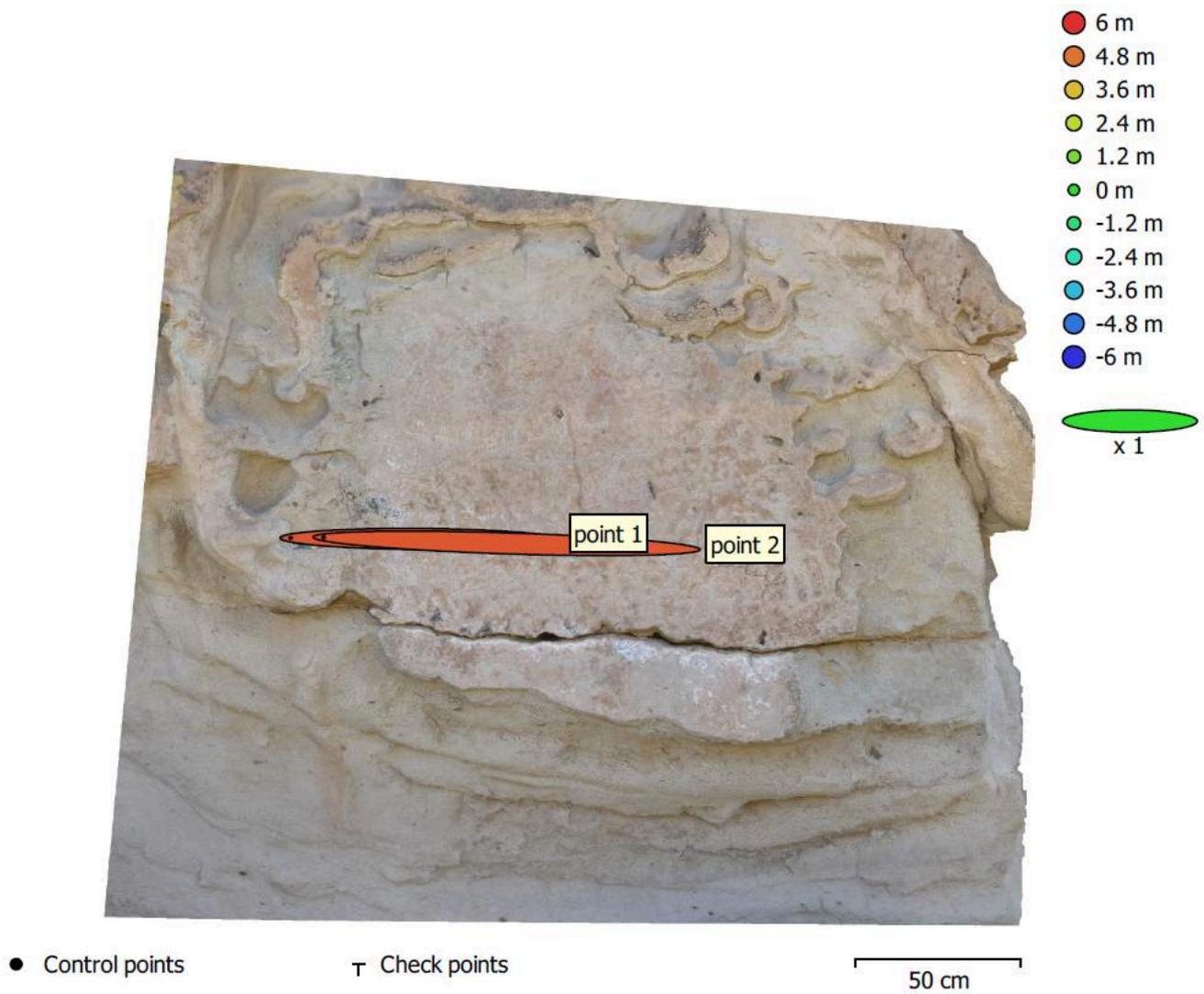


Fig. 6. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.

Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total (m)
2	0.962267	0.025935	5.3367	0.962616	5.42283

Table 6. Control points RMSE.

Label	X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	Total (m)	Image (pix)
point 1	-0.791488	0.00641363	5.34024	5.39858	1.996 (27)
point 2	-1.10701	0.0361125	5.33317	5.44696	1.783 (29)
Total	0.962267	0.025935	5.3367	5.42283	1.889

Table 7. Control points.

Scale Bars

Label	Distance (m)	Error (m)
point 1_point 2	0.100441	0.00044119
Total		0.00044119

Table 8. Control scale bars.

Digital Elevation Model

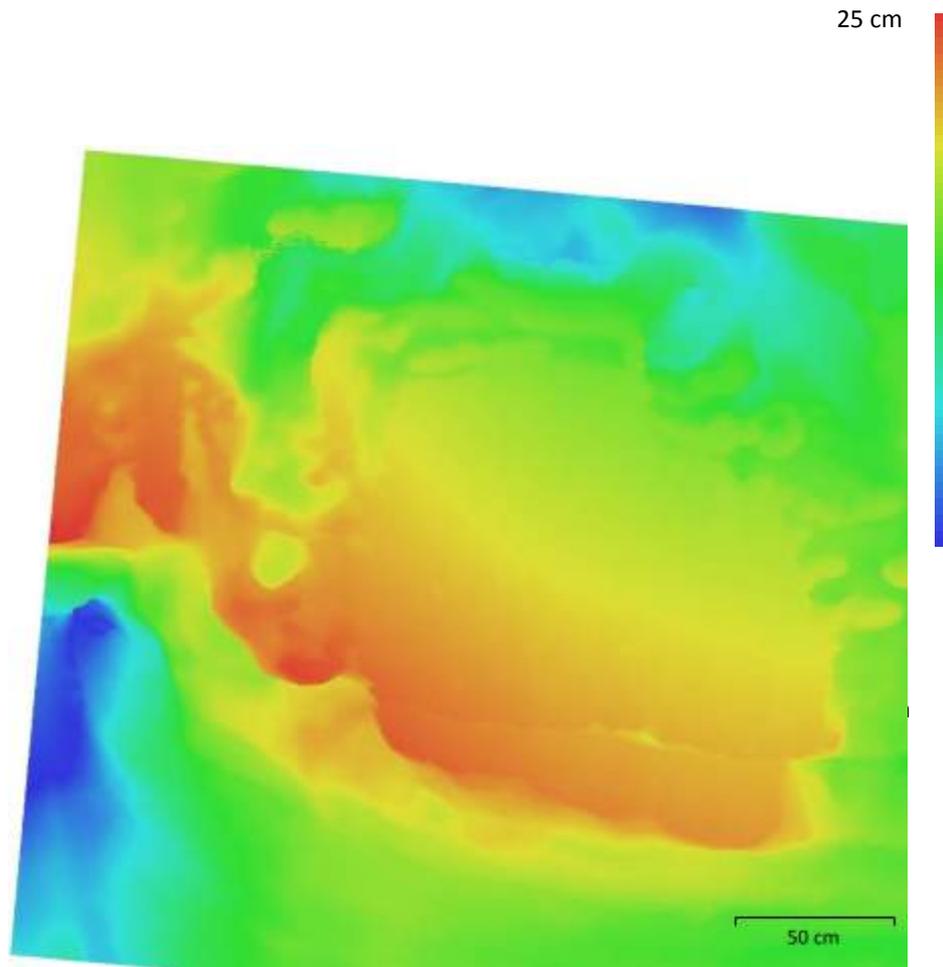


Fig. 7. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 1.12 mm/pix
Point density: 79 points/cm²

General

Cameras	95
Aligned cameras	95
Markers	2
Scale bars	1
Coordinate system	Local Coordinates (m)
Rotation angles	Yaw, Pitch, Roll

Point Cloud

Points	95,638 of 120,418
RMS reprojection error	0.212714 (0.836235 pix)
Max reprojection error	1.3459 (28.8021 pix)
Mean key point size	3.62205 pix
Point colors	3 bands, uint8
Key points	No
Average tie point multiplicity	3.99898

Alignment parameters

Accuracy	High
Generic preselection	Yes
Reference preselection	No
Key point limit	40,000
Key point limit per Mpx	1,000
Tie point limit	4,000
Exclude stationary tie points	Yes
Guided image matching	No
Adaptive camera model fitting	Yes
Matching time	39 seconds
Matching memory usage	1023.71 MB
Alignment time	50 seconds
Alignment memory usage	363.96 MB

Optimization parameters

Parameters	f, b1, b2, cx, cy, k1-k4, p1, p2
Adaptive camera model fitting	No
Optimization time	1 seconds
Date created	2023:06:15 19:02:58
Software version	1.8.3.0
File size	9.89 MB

Depth Maps

Count	95
-------	----

Depth maps generation parameters

Quality	Medium
Filtering mode	Mild

Max neighbors	16
Processing time	1 minutes 0 seconds
File size	118.39 MB
Dense Point Cloud	
Points	7,482,648
Point colors	3 bands, uint8
Depth maps generation parameters	
Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Max neighbors	16
Processing time	1 minutes 0 seconds
Dense cloud generation parameters	
Processing time	2 minutes 7 seconds
Date created	2023:06:15 19:16:01
Software version	1.8.3.0
File size	108.36 MB
Model	
Faces	1,248,378
Vertices	626,704
Vertex colors	3 bands, uint8
Texture	8,192 x 8,192, 4 bands, uint8
Depth maps generation parameters	
Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Max neighbors	16
Processing time	1 minutes 0 seconds
Reconstruction parameters	
Surface type	Arbitrary
Source data	Dense cloud
Interpolation	Enabled
Strict volumetric masks	No
Processing time	1 minutes 8 seconds
Memory usage	2.87 GB
Texturing parameters	
Mapping mode	Generic
Blending mode	Mosaic
Texture size	8,192
Enable hole filling	Yes

Enable ghosting filter	Yes
UV mapping time	51 seconds
UV mapping memory usage	2.74 GB
Blending time	48 seconds
Blending memory usage	3.08 GB
Blending GPU memory usage	1.99 GB
Date created	2023:06:15 19:24:25
Software version	1.8.3.0
File size	127.68 MB
DEM	
Size	2,954 x 2,538
Coordinate system	Local Coordinates (m)
Reconstruction parameters	
Source data	Dense cloud
Interpolation	Enabled
Processing time	1 seconds
Memory usage	203.51 MB
Date created	2023:06:15 20:05:25
Software version	1.8.3.0
File size	21.66 MB
System	
Software name	Agisoft Metashape Professional
Software version	1 8.3 build 14147
OS	Windows 64 bit
RAM	13.86 GB
CPU	AMD Ryzen 7 5800H with Radeon
Graphics	
GPU(s)	AMD Radeon(TM) Graphics (gfx90c)

NVIDIA GeForce RTX 3050 Ti Laptop



Adjuntar Documento

Hoja Adicional de Firmas

1821 Universidad de Buenos Aires

Número:

Referencia: Adjuntar Documentación- Firma ológrafa

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 123 pagina/s.

Digitally signed by GDE UBA
Date: 2024.02.26 15:12:50 -03:00

Digitally signed by GDE UBA
Date: 2024.02.26 15:12:51 -03:00