

MACHUPICCHU

INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS

TOMO I

FERNANDO ASTETE y JOSÉ M. BASTANTE, editores.



PERÚ

Ministerio de Cultura

Dirección
Desconcentrada de Cultura
de Cusco

MACHUPICCHU

INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS

TOMO I

FERNANDO ASTETE y JOSÉ M. BASTANTE. editores



PERÚ

Ministerio de Cultura

Dirección
Desconcentrada de Cultura
de Cusco

© MACHUPICCHU. INVESTIGACIONES
INTERDISCIPLINARIAS / TOMO I
Fernando Astete y José M. Bastante, editores

© De esta edición:
Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco
Área Funcional del Parque Arqueológico Nacional de
Machupicchu
Calle Maruri 340, Palacio Inka del Kusikancha. Cusco
Central telefónica (051) – 084 – 582030
1a. edición - Setiembre 2020

Corrección de estilo:
Eleana Llosa Isenrich

Diagramación:
Saúl E. Ponce Valdivia

Arte de portada:
Saúl E. Ponce Valdivia
Miguel A. Aragón Collavino

Foto de portada:
José M. Bastante Abuhadba

Foto de solapa:
Sandro Aguilar

Coordinación:
Alex I. Usca Baca
Alicia Fernández Flórez

Revisión:
Carmen C. Sacsá Fernández
Alicia Fernández Flórez

ISBN: 978-612-4375-13-2
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-03378

Impreso en:
GD Impactos
Calle Mártir Olaya 129, Of 1905, Miraflores - Lima

Tiraje: 1000 ejemplares

Impreso en Perú
Printed in Perú
Perú suyupi ruwasqa

MINISTERIO DE CULTURA DEL PERÚ

Ministro de Cultura
Alejandro Arturo Neyra Sánchez

**Viceministra de Patrimonio Cultural
e Industrias Culturales**
Leslie Carol Urteaga Peña

Viceministra de Interculturalidad
Angela María Acevedo Huertas

**Director de la Dirección Desconcentrada
de Cultura de Cusco**
Fredy D. Escobar Zamalloa

**Jefe del Área Funcional del Parque Arqueológico Nacional
de Machupicchu**
José M. Bastante Abuhadba

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación por cualquier medio o procedimiento sin autorización expresa y por escrito de los editores.

Índice

TOMO I

Presentación

Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco 11

Prólogo

John Hemming 13

Introducción

Mechtild Rössler 21

Los trabajos de las Expediciones Peruanas de Yale en la *llaqta* de Machupicchu

José M. Bastante 25

Machu Picchu. Entre el cielo y la tierra

Luis Millones 59

Nuevos alcances científicos sobre la vida diaria en Machu Picchu

Richard L. Burger 77

Percepciones sobre inmigración y clase social en Machu Picchu, Perú, basadas en el análisis de isótopos de oxígeno, estroncio y plomo

Bethany L. Turner, George D. Kamenov, John D. Kingston y George J. Armelagos 107

Estado de la cuestión: historia y arqueología de la *llaqta* de Machupicchu

José M. Bastante, Fernando Astete, Alicia Fernández y Alex I. Usca 141

Machu Picchu. Monumento arqueológico

Rogger Ravines 237

Avances de las investigaciones interdisciplinarias en Machupicchu

José M. Bastante y Alicia Fernández Flórez 269

Machu Picchu: el centro sagrado

Johan Reinhard 289

<i>Llaqta</i> de Machupicchu: sacralidad y proceso constructivo <i>José Fernando Astete Victoria</i>	313
Aspectos constructivos en Machupicchu <i>Arminda Gibaja</i>	327
Machu Picchu: maravilla de la ingeniería civil <i>Kenneth R. Wright y Alfredo Valencia Zegarra</i>	335
Tecnomorfología de la <i>llaqta inka</i> de Machupicchu. Materiales, métodos y resultados del levantamiento arquitectónico y paisajístico <i>Adine Gavazzi</i>	353
Avances preliminares de la investigación con <i>lidar</i> en Machupicchu <i>Roland Fletcher, Nina Hofer y Miguel Mudbidri</i>	383
Lagunas sagradas de Salkantay. Investigaciones subacuáticas en el Santuario Histórico de Machu Picchu <i>Maciej Sobczyk, Magdalena Nowakowska, Przemysław Trzeźniowski y Mateusz Popek</i>	393
Ingeniería <i>inka</i> de Machupijchu <i>Jesús Puelles Escalante</i>	409
Contexto funerario bajo en el sector noreste de Machupicchu, 2002 <i>Alfredo Mormontoy Atayupanqui</i>	447
Los esqueletos humanos de Machu Picchu. Un reanálisis de las colecciones del Museo Peabody de la Universidad de Yale <i>John Verano</i>	455
TOMO II	
La mayoría silenciosa de Machu Picchu: una consideración de los cementerios incas <i>Lucy C. Salazar</i>	11
El cementerio de los incas <i>Christopher Heaney</i>	25
Quilcas en el Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu: análisis y perspectivas arqueológicas <i>Fernando Astete, José M. Bastante y Gori-Tumi Echevarría López</i>	35

Las quilcas del Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu: evaluación y secuencia arqueológica preliminar <i>José M. Bastante y Gori-Tumi Echevarría López</i>	59
El calendario solar de Machupicchu y otras incógnitas <i>Eulogio Cabada</i>	99
Observaciones astronómicas en Intimachay (Machu Picchu): un nuevo enfoque para un antiguo problema <i>Mariusz Ziółkowski, Jacek Kościuk y Fernando Astete Victoria</i>	131
Acercas de los instrumentos astronómicos de los incas: el mirador de Inkaraqay (Parque Arqueológico Nacional de Machu Picchu) <i>Fernando Astete Victoria, Mariusz Ziółkowski y Jacek Kościuk</i>	143
Machu Picchu: sobre su función <i>Federico Kauffmann Doig</i>	159
Machu Picchu, el mausoleo del emperador <i>Luis Guillermo Lumbreras</i>	193
Investigaciones interdisciplinarias en Machupicchu. Temporada PIAISHM 2017 <i>José M. Bastante, Alicia Fernández y Fernando Astete Victoria</i>	233
Investigaciones en el monumento arqueológico Choquesuysuy del Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu <i>José M. Bastante y Emerson Pereyra</i>	269
Investigaciones en el monumento arqueológico Chachabamba <i>José M. Bastante, Dominika Sieczkowska y Alexander Deza</i>	289
Arqueogeofísica aplicada a la arqueología inca: el caso del monumento arqueológico Chachabamba <i>Nicola Masini, Luigi Capozzoli, Gerardo Romano, Dominika Sieczkowska, Maria Sileo, José M. Bastante, Fernando Astete, Mariusz Ziolkowski y Rosa Lasaponara</i>	305
Materialización del culto al agua a través de la arquitectura hidráulica en la <i>llaqta</i> de Machupicchu <i>Alicia Fernández Flórez</i>	321

La Reforma Agraria en el Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu <i>Alex Usca Baca</i>	337
La ciudad de San Francisco de Victoria de Vilcabamba y el pueblo antiguo del Ynga nombrado Huaynapicchu <i>Donato Amado Gonzales</i>	361
Biodiversidad anotada del Santuario Histórico de Machupicchu: especies endémicas y amenazadas <i>Julio Gustavo Ochoa Estrada</i>	375
Reportes anotados de mamíferos silvestres del Santuario Histórico de Machupicchu <i>Julio Gustavo Ochoa Estrada</i>	395
Quinquenio orquidáceo del Santuario Histórico de Machu Picchu. Géneros, especies nuevas y nuevos reportes <i>Benjamín Collantes</i>	407
<i>Vasqueziella</i> boliviana, conocida desde hace tiempo y de amplia distribución, pero muy poco frecuente <i>Benjamín Collantes y Günter Gerlach</i>	411
Una vista desde la bóveda: fotos de las expediciones a Perú de la National Geographic Society-Yale University <i>Sara Manco, Renée Braden y Matthew Piscitelli</i>	421
Autenticidad de Machupicchu, 100 años después <i>Ricardo Ruiz Caro y Fernando Astete Victoria</i>	427
ANEXOS	
Anexo 1. Relación de monumentos arqueológicos en el Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu y la Zona Especial de Protección Arqueológica	439
Anexo 2. Términos en quechua en los artículos	456

Tecnomorfología de la *llaqta inka* de Machupicchu. Materiales, métodos y resultados del levantamiento arquitectónico y paisajístico

Adine Gavazzi¹

Introducción

Es un objetivo principal del *Plan maestro del Santuario Histórico de Machupicchu 2015-2019*² salvaguardar y poner en valor Machupicchu como patrimonio cultural y natural y como sistema integrado de sitios relacionados en la red territorial de una foresta de neblinas a partir de los criterios que Unesco reconoce para el sitio de Patrimonio Mundial³. Este planteamiento ubica en primer plano la necesidad de actualizar el catastro de las áreas y clasificar las formas constructivas, las tecnologías y las tipologías de las arquitecturas actualmente registradas. Un método unitario para clasificar un sistema vasto y

articulado de soluciones constructivas permite poner en valor el sistema territorial en su conjunto, así como fue ideado y según los criterios originarios de lectura y planificación andina de un paisaje monumental y sagrado. El carácter multidimensional del área territorial de Machupicchu requiere hoy un tipo de análisis multidisciplinario y consciente de las formas andinas de concepción de espacios ceremoniales y de la cultura constructiva lítica *inka*.

En el análisis arqueológico e histórico-arquitectónico de los contextos prehispánicos e indígenas andinos, la metodología tecnomorfológica es aplicada en contextos distintos cultural y geográficamente, tanto en las construcciones como en los procesos de planificación. Basada en un principio bicognitivo, que busca leer los ejemplos del patrimonio arquitectónico a partir del punto de observación y la intencionalidad del constructor, la clasificación utiliza varios aspectos de los indicadores de evidencias espaciales. Asimismo, su uso regenera los aspectos y las fases de un proceso ideativo a partir de su evidencia material. En el

¹ Arquitecta y antropóloga suiza; Cátedra Unesco de la Universidad de Génova: Antropología de la Salud. Biósfera y Sistemas de Curación (cattedraunesco@unige.it).

² Ministerio del Ambiente-Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Ministerio de Cultura-Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco, Sernanp y DDC-C (2015).

³ Entre los criterios definidos por Unesco como «sitio de patrimonio mundial», en el caso de Machupicchu se consideran los cuatro siguientes: i) el resultado excepcional de la integración con su entorno; iii) el testimonio único de la civilización *inka*; vii) el paisaje montañoso en relación armoniosa con la cultura humana; y ix): la biodiversidad de microclimas, hábitats y especies endémicas. Unesco World Heritage Center (2017) ha señalado que se requiere de un plan de investigación para la mejor conservación del sitio.

caso de la *llaqta* de Machupicchu, la clasificación de una serie de elementos ha permitido ante todo asociar diferentes tecnologías a formas, identificando una pluralidad de soluciones contemporáneamente presentes en la planificación. El análisis del estado de las estructuras en la zona Urbana⁴ ha evidenciado también un proceso de transformación y modificación de los edificios, que en secuencia indican la historia de la construcción. Más importante, sin embargo, es que el análisis morfológico ha demostrado varios aspectos en por lo menos cuatro escalas dimensionales: elementos, superficies, diseño y planificación.

La morfología en los elementos constructivos revela la presencia contemporánea de diferentes grupos cuyas normas estilísticas varían. En cuanto al tratamiento de las superficies, el análisis muestra cómo un número relativamente reducido de hileras, diseños o formas en transición se aplica en la composición de los edificios con resultados diversos. En referencia a los recorridos, el estudio revela aspectos de diseño y control de flujos en el sistema urbano hasta ahora desconocidos. Finalmente, la morfología de la planificación del paisaje construido permite avanzar hipótesis acerca del uso de orientaciones, puntos de observación y ceques. En este último aspecto, sobre todo, el estudio de la geomorfología asociado a los caminos hasta ahora identificados permite entender cómo las normas visuales del contexto ambiental determinan las que finalmente han generado las particiones, los sectores, la elección de algunas tipologías y el uso de ciertos espacios.

1. Materiales y métodos de clasificación tecnomorfológica

El levantamiento tecnomorfológico ha permitido dimensionar y planificar áreas de intervención y so-

⁴ Desarrollado a partir de 2013 con el objetivo de realizar un levantamiento completo de la planificación urbana.

bre todo sentar las bases de lectura de las estructuras levantadas. El grupo de investigación⁵ ha optimizado el proceso por fases de levantamiento y clasificación tridimensional, logrando avanzar en la recolección y lectura de los datos. En secuencia, el levantamiento prevé: la definición del área; la clasificación en campo; el dibujo directo isométrico y en perspectiva, el uso de imágenes de escaneo en 3D; el levantamiento con estación total; planivolumétrico digital; y el modelo analítico renderizado⁶.

Las áreas de la intervención fueron elegidas a partir de sus características arquitectónicas y de planificación urbana, las cuales configuran un espacio articulado y complejo, con proliferación de tecnologías, morfologías y tipologías constructivas que no se encuentran en otros sectores. En particular, la variedad de volumetrías presentes permite establecer una clasificación tecnológica *in situ*, que fácilmente incluye la mayoría de soluciones para la edificación. En los conjuntos 14, 15 (Templo del Sol) y 16 (Casa del Inka) existen tres largas escalinatas que funcionan como sistemas de conexión –en dirección este-oeste e inclinadas hacia el este– y articulan los tres conjuntos del espacio urbano que han sido objeto de numerosas investigaciones⁷.

Los conjuntos 17, 18, 19 y 21 comprenden una de las áreas más monumentales de la *llaqta*, que in-

⁵ El grupo de investigación fue formado por un equipo interdisciplinario de arqueólogos, arquitectos y topógrafos.

⁶ La naturaleza del proceso de levantamiento ha generado las siguientes actividades como forma de organización de los datos, y como consecuencia de la evolución de la calidad de los resultados: una vez adquirida la metodología, los diferentes miembros del grupo tienen la oportunidad de avanzar hacia una lectura e interpretación autónoma de los datos y su presentación y publicación estática o dinámica según diferentes formatos digitales. La capacidad de formar grupos autónomos capaces de aplicar y a su vez de enseñar tecnomorfología queda así como patrimonio metodológico y único para el PANM como escuela de investigación.

⁷ Después de las excavaciones de Bingham en 1912, se han realizado numerosas excavaciones y restauraciones, principalmente a partir de la década de 1930 (véase en este volumen: “Estado de la cuestión: historia y arqueología de la *llaqta* de Machupicchu”, de José Bastante, Fernando Astete y Alicia Fernández).

cluye el Templo de la Tres Ventanas, abierto hacia dos horizontes, y la Plaza Principal, espacio abierto desde cuyo centro divergen los conjuntos y el espolón orógeno que culmina en el Intiwatana. Este último corresponde a un área que incluye el afloramiento rocoso más grande, elevado y geográficamente expuesto de la *llaqta*. Sus implicaciones en la comprensión del diseño general revelan una centralidad hasta ahora no conocida que permite entender el proceso de planificación a partir de un núcleo central elevado y su función de panóptico en relación con la línea del horizonte hace posible concentrar en un solo punto el centro de los ejes de la planificación urbana. La depresión natural que configura el espacio central (conjunto 21) al este del Intiwatana (conjunto 19) posibilita articular los recintos urbanos y al mismo tiempo se configura como ambiente abierto rodeado por conjuntos autónomos conectados por una red establecida de recorridos.

Clasificación en campo

La clasificación aplicada en las labores de campo ha tomado en cuenta las categorías definidas en la temporada de trabajo del año 2013. Aun si las combinaciones potenciales son elevadas, los resultados de la nomenclatura propuesta evidencian 120 combinaciones, cuya diversificación se ha mantenido a lo largo del levantamiento. La presencia de diferentes destinos de uso, desde *wayrana* hasta canchas, elementos escultóricos, canales, caminos y andenes no indica previamente una tecnomorfología. Sin embargo, las soluciones tipológicas y las funciones forman parte de un conjunto analizable mediante la clasificación empleada. Un elemento evidente procede de los morteros de barro⁸, cuya mezcla, granulometría y resistencia mecánica permiten reconocer características de la estructura y de su proceso constructivo (tablas 1 y 2).

⁸ Los morteros de barro han sido analizados por Paucara en 2013 ("Informe tecnomorfológico 2013": anexos). Añadir esta característica a la nomenclatura existente proporcionará elementos de diagnóstico relevantes para la conservación.

Tabla 1. Clasificación tecnomorfológica

Piedra	Tecnología	Morfología	Estado	Perfiles	Esquinas
P-0: ninguna piedra	T-0: ninguna	M-0: ninguna	E-1: acabado	F-1: natural	Q-1: redondeadas
P-1: natural	T-1: ensamblado con argamasa o mortero	M-1: esculpido	E-2: no acabado	F-2: desbastado	Q-2: lineales
P-2: desbastada	T-2: ensamblado sin argamasa o mortero	M-2: hilera	E-3: restaurado	F-3: convexo	Q-3: escalonadas
P-3: canteada	T-3: concertado	M-3: plástica	E-4: modificado en época inca	F-4: plano	
P-4: labrada	T-4: taraceado	M-4: diseño	E-5: modificado en época moderna	F-5: cóncavo y convexo	
P-5: de sostenimiento					

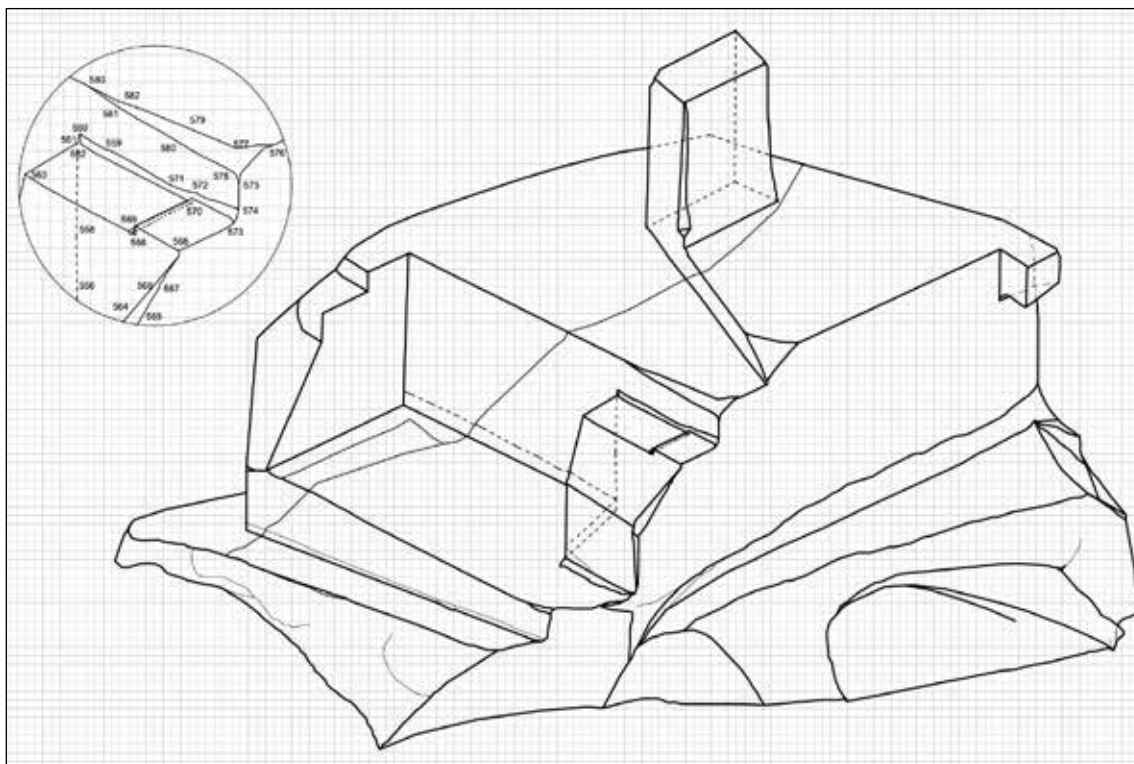


Figura 1. Ejemplo de registro isométrico directo de la obra escultórica del Intiwatana. En el círculo un detalle de la referencia de los puntos levantados por la estación total.

Tabla 2. Clasificación tecnomorfológica

Mortero	Elementos	Tipología
W-0: ausente	X-0: indeterminado	Y-0: indeterminada
W-1: antiguo, microgránulos	X-1: ingreso	Y-1: recinto simple
W-2: antiguo, macrogránulos	X-2: ventana, marco	Y-2: cancha
W-3: moderno	X-3: nicho	Y-3: wayrana
W-4: contemporáneo	X-4: rampa	Y-4: kallanka
	X-5: grada	Y-5: ushnu
	X-6: hastial	Y-6: andén
	X-7: argolla	Y-7: caminos
	X-8: clavija	Y-8: canal
		Y-9: escalera

Metodología de levantamiento

El levantamiento se compone de tres partes separadas entre isometrías directas en el campo, registro con estación total y registro fotográfico o fotogramétrico.

El dibujo tridimensional en perspectiva permite analizar de una mejor manera las volumetrías trabajadas en formas escultóricas –como en el caso del Intiwatana o del interior del Mausoleo– para concentrar

en un número menor de dibujos la mayor cantidad de puntos. Debido a esto, observar y traducir la mirada andina en un sistema proporcional deducible y repetible requiere un proceso de bicognitividad. Gracias a su aplicación, la interacción directa en el espacio de levantamiento, los medios analógicos, el tiempo de reproducción y la repetición visual de un gesto físico vuelven a indicar una intencionalidad formal. En este sentido, cuanto más digitales sean los medios de registro –cámara, estación total, escáner 3D– tanto más descriptivo y articulado debe volverse el dibujo manual en el campo, marcando los elementos propios de la intención de la construcción (figura 1).

El registro con estación total de esta metodología combina funciones interdisciplinarias procedentes de nociones topográficas, arqueológicas y arquitectónicas y ha sido realizado en dos temporadas con una media de 20 a 30K⁹ puntos, logrando cubrir una superficie de 5572 m² en 2013 y 6181 m² en 2014¹⁰.

El registro fotográfico –indispensable para constituir una referencia real para la codificación y la investigación– resulta necesario en el proceso de corrección de los puntos cuando se transforman en un dibujo digital. Esta actividad también sirve para controlar que la nomenclatura utilizada no tenga errores, garantizando la precisión del levantamiento.

9 K=1000.

10 Cubrir la superficie de 103 646 m² del área nuclear de la *llaqta* requiere una planificación progresiva con instrumentos adecuados.

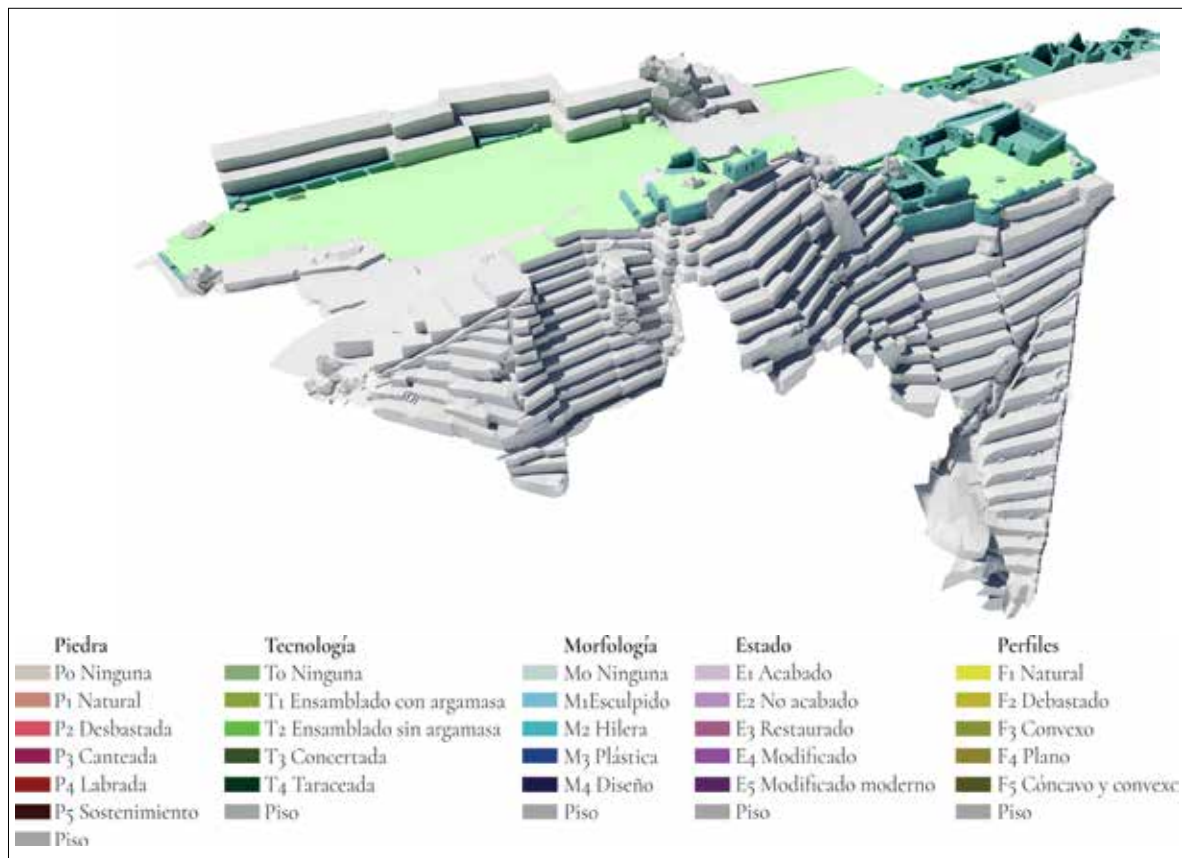


Figura 2. El proceso de renderización introduce las sombras, evidenciando la volumetría del conjunto; las categorías de leyendas permiten analizar simultáneamente cinco parámetros diferentes.

Planivolumétrico digital y modelo analítico

La generación de un modelo analítico en caras constituye la primera forma de reconocimiento del sistema volumétrico. En las capas de Autocad que contiene, se encuentra la codificación de cada punto, línea y superficie de todos los elementos líticos analizados. Su proceso permite también medir la volumetría de los conjuntos. El planivolumétrico es la estructura central del diagnóstico porque contiene las informaciones de campo en un modelo completamente dinámico¹¹. Asimismo, la presencia de luces y sombras transforma los volúmenes en espacios perceptibles de forma realista. La función de un *render* no es solamente didáctica o descriptiva, sino que permite un análisis espacial completo, en el que distintos parámetros son representados simultáneamente en el contexto observado. Un *render* permite identificar, por ejemplo, la evolución del proceso constructivo y conservativo, las determinantes de las rocas aflorantes en la morfología o la convivencia de soluciones geométricas distintas (figura 2).

2. Clasificación tecnomorfológica

La clasificación tecnomorfológica empleada es el resultado de una investigación de campo realizada en 2013 con la Coordinación de Investigaciones y la Actividad de Registro Digitalizado del PANM¹². El objetivo de la clasificación fue organizar sistemáticamente las modalidades constructivas a partir de su tecnología y de su morfología para entender mejor el proceso de edificación de los conjuntos de la *llaqta*. Diferentes autores¹³ han considerado el aspecto tecnológico y lo han clasificado, pero sin tomar en cuenta sus impli-

caciones formales. En particular, Agurto Calvo clasificó para Cusco cinco tipologías de “aparejo” –rústico, celular, engastado, sedimentario y ciclópeo– de acuerdo al material, el trabajo y el asentado (1980: 170-175).

El material empleado depende de la mineralogía de la roca, ya sea andesita, basalto o diorita¹⁴; y, según la clasificación usada, incluye el tamaño, que depende también de las proporciones asignadas a la estructura o al conjunto y la forma, que definitivamente tiene un sentido propio, sobre todo en el caso de la composición de la matriz orgánica y biomorfa de la estética *inka*. La nomenclatura que emplea una terminología euclidiana se adapta poco a una traducción que tome en cuenta el punto de observación andino en las leyes de agregación y equilibrio formal.

La clasificación del trabajo incluye los conjuntos de estado, perfil, yuxtaposición y textura. Para las evidencias de Machupicchu, separar el trabajo realizado en cada piedra en natural, sea desbastado, canteado o labrado, tiene un sentido, así como la organización de los perfiles, concebidos como unidades superficiales de tratamiento de la materia. Al mismo tiempo, las juntas revelan unas características de ensamblaje que junto a los morteros de barro generan la tecnología en su totalidad.

Sin embargo, la clasificación de acuerdo al asentado desarticula el proceso constructivo en estructuras transversales, verticales y horizontales, desconociendo el proceso constructivo que desde el principio se realiza en una estructura integralmente dibujada y autoportante. La necesidad de separar el asentado en partes revela una mirada analítica muy distinta y potencialmente distorsionada de las intenciones originales de los constructores.

11 La renderización del modelo en forma estática o dinámica es una función activable en Autocad o 3D Studio Max.

12 El registro ha sido definido en conformidad con la lectura y las clasificaciones hasta ahora aplicadas en el monumento.

13 Ver: Gasparini y Margolies (1977); Agurto Calvo (1980); Protzen (1986, 1993); Bauer (1998, 2008); Astete y Orellana (1988).

14 En el caso de Machupicchu, la diversificación del material se establece a partir de los diferentes tipos de granitos y granodioritas (Carlotto, Cárdenas y Fidel 2009).

En Machupicchu, los frentes nunca se presentan según mamposterías variables, onduladas, iguales o decrecientes. Su composición unitaria depende de un principio de transición formal que induce una variación progresiva de orden perceptible, desde abajo hacia arriba, a partir de un movimiento asociado a una percepción estática y desde la observación cercana hacia el efecto visual en el contexto lejano o en relación al horizonte montañoso. Desconocer estos elementos en la clasificación morfológica significaría ignorar criterios fundamentales que animan las soluciones formales y estructurales de las edificaciones en la *llaqta*. Por estas razones y por la necesidad de agrupar un sistema tan poco homogéneo como las tecnologías constructivas de Cusco, la clasificación de Agurto se aplica en Machupicchu solo de manera parcial: en particular en el corte de piedras sueltas y en el tratamiento de perfiles. Para todo el resto de la clasificación es necesario mirar el proceso constructivo completo y tratar las morfologías como una categoría autónoma.

De esta manera, la clasificación empleada para las categorías de piedra, tecnología, morfología, estado y perfiles permite la evolución hacia otros patrones. La determinación de una superficie incluye la solución tecnológica de las esquinas y el diagnóstico de una superficie evidencia también funciones de otro tipo¹⁵.

Los códigos utilizados son el resultado de un proceso de definición progresiva aplicada al levantamiento de dos conjuntos de la *llaqta*, con lo cual hasta ahora se ha logrado una aplicación integral en la codificación. Por esta razón, en Machupicchu se emplean las definiciones de Agurto solo para algunos elementos (figura 3) (tablas 3 a 7).

¹⁵ En la clasificación, la terminología de Agurto Calvo (1980: 170) indica superficies más que cortes. En particular, la lectura del elemento “esquina” no ha constituido realmente un diagnóstico relevante, porque coincide con el tratamiento de las superficies, a veces definidas como perfiles. La categorización P-5, “piedras de sostenimiento”, no corresponde exactamente al tratamiento y corte, o sea, al elemento piedra. Por su parte, “sostenimiento” expresa una función estructural de algunos elementos líticos de dimensiones considerables dentro de la construcción del andén; por lo que es preferible emplear el término “contención”.

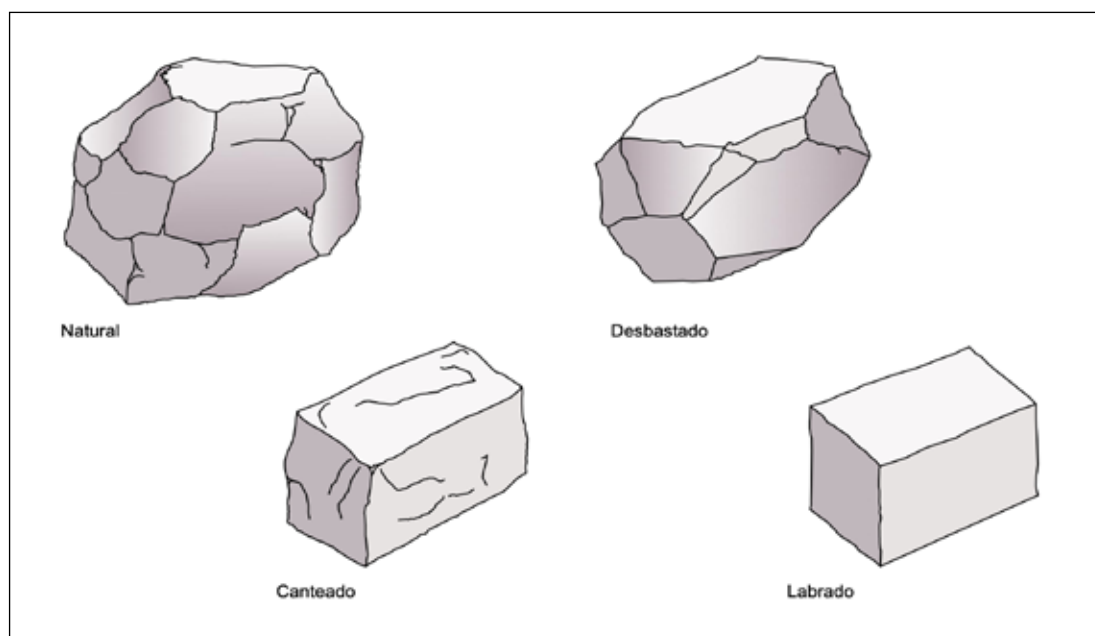


Figura 3. Clasificación de elementos líticos de acuerdo con Agurto (fuente: Agurto 1980: 171).

Tabla 3. Nomenclatura: Piedra

Piedra	Definición
P-0: indeterminada	La ausencia de piedra indica presencia de otra materia -como piso, apisonado arcilloso o mortero de barro- para otra clase de elemento constructivo. Por ejemplo, una cobertura en paja y madera o la superficie de una plataforma no contienen piedras.
P-1: natural	Los afloramientos rocosos forman parte del caos granítico y su presencia determina buena parte de las decisiones constructivas y de planificación del lugar. Su presencia aumenta en recintos con diferentes núcleos.
P-2: desbastada	Las piedras desbastadas aparecen como resultado de un trabajo de corte aproximado para definir un tamaño homogéneo en una construcción. La velocidad del trabajo es directamente proporcional al número de cortes necesarios para alcanzar un tamaño medio, el cual define la estructura del muro.
P-3: canteada	Las piedras canteadas corresponden a unidades líticas cortadas en una forma preestablecida, con un número elevado de percusiones. La aproximación progresiva a una forma correspondiente a otra adyacente genera la unicidad de la posición del elemento y su composición en un sistema estructural y morfológico articulado.
P-4: labrada	Las piedras labradas requieren un trabajo mayor que las acciones de desbastar y cantear: el labrado produce una superficie continua en relación a los elementos líticos adyacentes. En algunos casos, la eliminación de juntas es tan avanzada que no resultan detectables: se trata entonces de una superficie pulida.
P-5: sostenimiento	La nomenclatura "piedra de sostenimiento" no indica un trabajo y un proceso formativo sino una característica estructural detectada en los andenes, cuya función es sostener edificaciones superiores. Esta clasificación se añade solo provisionalmente hasta lograr una nomenclatura estructural completa, necesaria para entender la distribución del peso en los procesos constructivos.

Tabla 4. Nomenclatura: Tecnología

Tecnología	Definición
T-0: indeterminada	La ausencia o indeterminación de tecnología aparece en los casos donde una estructura se realiza en función a un afloramiento rocoso, que no manifiesta ningún tratamiento tecnológico. Siendo el proceso constructivo visualmente deducible, la definición de una tecnología está siempre asegurada.
T-1: ensamblada con mortero	El mortero corresponde a un indicador fundamental en el proceso constructivo e identifica un medio de cohesión entre elementos líticos, siendo analizable bioquímicamente por su origen, procedencia, mezcla, color, consistencia y duración. Su clasificación permite también fechar las restauraciones y las modificaciones.
T-2: ensamblada sin mortero	La característica principal de la ausencia de mortero en una estructura es su equilibrio estático, reconocible en la forma de las piedras elegidas para contener rellenos o elevar estructuras. La acumulación de piedras sin mortero para definir las canchas es visible en el registro arqueológico y etnográfico de la región.
T-3: concertado	Las estructuras concertadas presentan piedras cortadas en una forma precisa que se juntan a otra preestablecida según una modalidad, ritmo y diseño. A diferencia de la precedente, la tecnología concertada requiere una inversión especial de esfuerzo en un tiempo extendido y de personal constructor altamente especializado.
T-4: taraceado	Los ejemplos de tecnología taraceada indican un proceso pausado que permite la eliminación casi completa del espacio que separa un elemento lítico de otro. La acción de progresiva suavización de las superficies en contacto permite el efecto de transición de un bloque a otro casi sin solución de continuidad.

Tabla 5. Nomenclatura: Morfología

Morfología	Definición
M-0: indeterminado	La mayoría de las estructuras líticas clasificadas por su morfología resultan indeterminadas cuando no se establece un criterio (esculpido, en hilera, plástica o de diseño). La morfología en este caso se refiere a la estructura en general y no a un detalle de la construcción.
M-1: esculpido	La morfología esculpida se caracteriza por un trabajo mono- o polilítico que se desarrolla en superficies convexas y define una arimez o concavidad o diferentes planos y puntos de observación. El trabajo se aplica primariamente en rocas aflorantes unitarias o composiciones de diferentes elementos líticos juntados para definir una determinada forma.
M-2: en hilera	La morfología en hilera aparece en mamposterías de varias tecnologías y se caracteriza por una progresiva reducción de altura de los elementos líticos o por una linealidad constante. En ambos casos, la presencia de una hilera se asocia a un punto de observación estático desde arriba o desde lejos. La hilera cercana está directamente asociada a diseños cuya disposición morfológica se repite al interior.
M-3: plástica	La morfología plástica requiere una serie de varios elementos líticos que ensamblados constituyen un diseño unitario desarrollado en diferentes planos, a partir de puntos de observación múltiples o según una disposición de tipo anatópico. Su forma completa incluye concavidades y convexidades.
M-4: de diseño	La morfología que incluye un diseño es determinada por un número de elementos líticos predeterminados cuya forma delimita una figura, una progresión o un ritmo definido. Su estructura celular requiere una definición y el trabajo de elementos líticos pausado y limitado a un grupo reducido de autores, como en el caso de las esculturas.

Tabla 6. Nomenclatura: Superficie

Superficie	Definición
F-0: indeterminado	El tratamiento de superficie parcial, interrumpido, no suficientemente acabado o fracturado en época posterior requiere la definición en casos específicos de la ausencia de determinación.
F-1: natural	La superficie que no ha recibido algún tipo de tratamiento y es utilizada o encapsulada en otra estructura se define como natural.
F-2: desbastado	La superficie desbastada indica el coste aproximado de la masa lítica, como aparece para la clasificación de la piedra. Es el resultado de un trabajo de corte aproximado para definir un tamaño homogéneo en una construcción.
F-3: convexo	La superficie tratada en forma convexa, como es el caso de los elementos “almohadillados” o que hospedan una arimez, es clasificada por su forma.
F-4: plano	La superficie plana que suele definir una continuidad morfológica con otros elementos líticos es clasificada por su forma.
F-5: cóncavo y convexo	La superficie cóncava y convexa –como en el caso de una escalera y de otros cuerpos plásticos– es clasificada por su forma.

Tabla 7. Nomenclatura: Estado

Estado	Definición
E-0: indeterminado	La indeterminación de un estado de la materia o de la construcción depende de varios factores, como la insuficiente cantidad u homogeneidad de indicadores constructivos o su forma fracturada, incompleta o deteriorada.
E-1: acabado	El estado acabado de una estructura se observa cuando todos los elementos superiores y terminales de un proceso constructivo lítico están presentes y permiten reconocer la autenticidad de cada elemento de la construcción.
E-2: no acabado	El estado no acabado se clasifica en presencia de indicadores del proceso de la construcción en la superficie o en los elementos superiores de la estructura.
E-3: restaurado moderno	El estado restaurado indica un trabajo de restauración o reconstrucción en el que ha sido recuperado el diseño original de una estructura completa o de un elemento constructivo.
E-4: modificado <i>inka</i>	Algunas edificaciones fueron modificadas por los mismos incas, por lo cual, a causa de fracturaciones o del colapso de estructuras precedentes, varía el plano originario de la construcción.
E-5: modificado moderno	La presencia de diferentes escuelas de restauración a lo largo de la conservación de un sitio produce en algunos casos reconstrucciones que no siguen el diseño original ni el propósito contemporáneo.
E-6: hipótesis reconstructiva	La posibilidad de reconstruir digitalmente un edificio permite avanzar hipótesis acerca de estructuras actualmente incompletas.

A las clasificaciones utilizadas, hay que añadir el análisis de los morteros de barro, cuya composición solo es reconocible en laboratorio, dado que la clasificación se realiza directamente en el modelo digital. La evolución de la codificación se extiende virtualmente

a disciplinas arqueológicas, de conservación y paisajísticas. El objetivo final es generar un manual de lectura tecnomorfológica integral del sistema de informaciones del Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu (SHM-PANM) (tabla 8).

Tabla 8. Nomenclatura: Estructura, Elementos, Tipología

Estructura	Elementos	Tipología
S-0: no estructural	X-0: indeterminado	Y-0: indeterminada
S-1: afloramiento	X-1: ingreso	Y-1: cancha
S-2: litometría pequeña	X-2: ventana	Y-2: <i>kallanka</i>
S-3: litometría mediana	X-3: nicho	Y-3: <i>wayrana</i>
S-4: litometría grande	X-4: grada	Y-4: andén
S-5 litometría de contención (antes P-4)	x-5: hastial	Y-5: <i>ushnu</i>
S-6: equilibrio de tracción horizontal	X-6: argolla	Y-6: escalera
S-7: equilibrio estático articulado	X-7: clavija	Y-7: camino
		Y-8: canal
		Y-9: fuente
		Y-10: altar

3. Tecnomorfoloía de sectores

El espolón orógeno que constituye la base lítica del caos granítico y de la planificación *inka* presenta en el área más elevada un monolito aproximadamente asimilable a un ovaloide ahusado, que crece del espacio abierto central por 22 m a partir de una base ahusada con un diámetro de 78 x 34 m. El volumen empieza en el espacio abierto hoy denominado Plaza Principal y se reduce progresivamente hasta una superficie de pocas decenas de metros cuadrados. Su presencia totalmente prominente, la inclinación en las cuatro direcciones cardinales y la posición de observación a 360° de la línea del horizonte hacen de este elemento la bisagra alrededor de la cual se lleva a cabo un completo desarrollo urbano. En la punta casi todos los ejes del abanico de conjuntos subyacentes son visibles y están incluidos miniaturizados en una obra escultórica que los agrupa como ceques cardinalmente y que comprende dos sistemas de altares y de medición de luces y sombras en una sola estructura: el Intiwatana.

Desde una progresión radial de catorce órdenes de andenes, el conjunto se reduce progresivamente y genera el ambiente de la Plaza de los Templos, donde tres estructuras se abren hacia un espacio abierto, configurando la tipología de una cancha hacia el oeste. Estas dos áreas –la del Intiwatana y la Plaza de los Templos–, virtualmente separadas del resto de las construcciones por andenes hacia el norte, el este y el oeste, generan un núcleo constitutivo del sistema urbano. Sin embargo, sus tipologías y formas construidas revelan soluciones tecnomorfológicas muy diferenciadas.

La punta superior del afloramiento está constituida por el Intiwatana, que es así un punto de referencia detrás de los conjuntos de andenes. Su estructura induce la abertura en forma de abanico de franjas longitudinales de andenes que, por un lado, sujetan las plataformas superiores y, por el otro, permiten la definición de ejes de observación astronómica. Al

mismo tiempo, las partes de rocas aflorantes separan las franjas de andenes orientados en las direcciones de captación de rayos solares. Un eje heliocéntrico define la fragmentación de andenes en áreas microclimáticamente distintas, pero vinculadas por el movimiento de la luz. Tres elementos –exposición, elevación e inclinación del ovaloide– generan la orientación de los ejes, la disposición de los conjuntos y el control de la luminosidad y temperatura de los andenes. Su cumbre determina el único espacio abierto dual del conjunto, con dos *wayrana* en las dos direcciones del eje este-oeste. La parte más aislada es la cumbre, en directa relación con el horizonte montañoso. Allí la superficie lítica fue trabajada para formar el Intiwatana.

El conjunto hasta ahora analizado permite inferir un proceso constructivo que empieza con la morfología de las rocas aflorantes. Para el Intiwatana, se trata de un evento fundador, porque el monolito que lo sostiene está conformado por un volumen sobresaliente y mayor en comparación con el resto de la geomorfología. Su posición es central en la ideación, orientación y planificación del conjunto. Elevado casi ortogonalmente desde el espacio abierto por catorce niveles de andenes, ocupa un campo visual casi completo y determina la posición de varios elementos: la diferencia entre los niveles del espacio abierto, la presencia y la conexión con otras rocas a través de los recorridos y la definición de la geometría de las plataformas. Observando la distribución de las rocas aflorantes desde las diferentes vistas, resulta evidente la enucleación de algunos grupos, destinados a configurar diferentes conjuntos, grupos de andenes y caminos. Hacia el sur, dos grupos determinan el conjunto del Templo del Sol y el recorrido hacia los recintos superiores. De su eje, se genera el recorrido este-oeste que distribuye los principales recintos de la *llaqta*. En el centro, el macrolito del Intiwatana define un eje de separación del espacio

abierto. Hacia el norte, una secuencia lítica de tamaño medio cierra los espacios centrales y constituye el eje central del camino que se dirige a la Roca Sagrada. El frente occidental muestra una distribución homogénea de las superficies visibles de la misma roca, encapsulada en la forma de un abanico por diferentes progresiones de andenes (figura 4).

Intiwatana

Las medidas del elemento escultórico conocido como Intiwatana $-2.65 \times 4.25 \times 1.70 \text{ m}$ guardan una proporcionalidad con los ejes horizontales del ovoide lítico general. La estructura visible mantiene a su vez una coherencia geométrica interna, donde las orientaciones cardinales norte, sur, este y oeste definen una superficie cuadrilateral trabajada en un plano de rototraslación espiraliforme alrededor de un eje central con arímetría vertical. La función del plano de caída progresiva no se aplica solo al movimiento de sombras, sino también al de líquidos, que bajan en un camino en espiral antihorario.

La posición del eje central actúa como baricentro hacia el frente noreste y hacia el sureste, donde se evidencian puntos de observación de eventos solsticiales. La estructura dual se evidencia para las concavidades de observación que miran hacia las montañas Yanantin y Wakaywillke. Hacia el sur, un elemento inferior se dirige a la punta de la montaña Machupicchu y permite la observación correspondiente hacia el norte, al Waynapicchu. Los frentes hacia el noroeste y suroeste cierran el volumen con una simetría bilateral evidenciada por dos curvas convergentes hacia una espinal central. Por su parte, las extremidades se rectifican en correspondencia con dos protuberancias, una hacia el norte terminada y una hacia el sur todavía en elaboración.

La morfología general muestra una parte anterior y dúplice hacia el oriente en dirección de

los solsticios y una posterior simétrica que da las espaldas al oeste con una disposición de planos bilaterales. La superficie cuadrilateral con un plano en descenso espiraliforme conecta estas dos partes alrededor del eje central, cuya posición determina un orden fractal de los elementos cuadrilaterales esculpidos. Para equilibrar de alguna forma esta complejidad, que funciona simultáneamente en planos distintos, no hay duda de que las medidas fueron definidas de antemano y la forma determinada midiendo todos los puntos de observación, incluso el cenital. Este último plano resulta crítico, porque no es directamente accesible y tiene que haber sido representado antes de ser cortado.

Simultáneamente, se encuentran tres funciones en los ejes y los planos del Intiwatana: una astronómica, de centro generador de ceques; una geomorfológica, de observatorio en relación a los caminos y las cumbres de las montañas principales; y una ceremonial, asociada a los motos elíacos. La disposición de sus líneas genera el diseño del sistema de conjuntos subyacente y define el elemento como perno de un sistema urbano unitario. La idea de que un Intiwatana unifique el control geográfico de un tiempo ceremonial no es nueva, pero en el caso de Machupicchu la integración de la planificación con la morfología natural requiere una lectura más profunda de los equilibrios geoambientales. Si a esto se añade el tratamiento del espacio abierto con la creación de dos *wayrana*, también abiertas en forma correspondiente, la dualidad del eje norte-sur se reconoce en su centralidad. El camino diseñado originariamente concibe un atravesamiento de las estructuras, al ingreso o la salida, y unas escaleras asociadas, eliminadas con la transformación de los ingresos en ventanas y, por ende, de espacio de recorrido a espacios de descanso (figuras 5a y 5b).

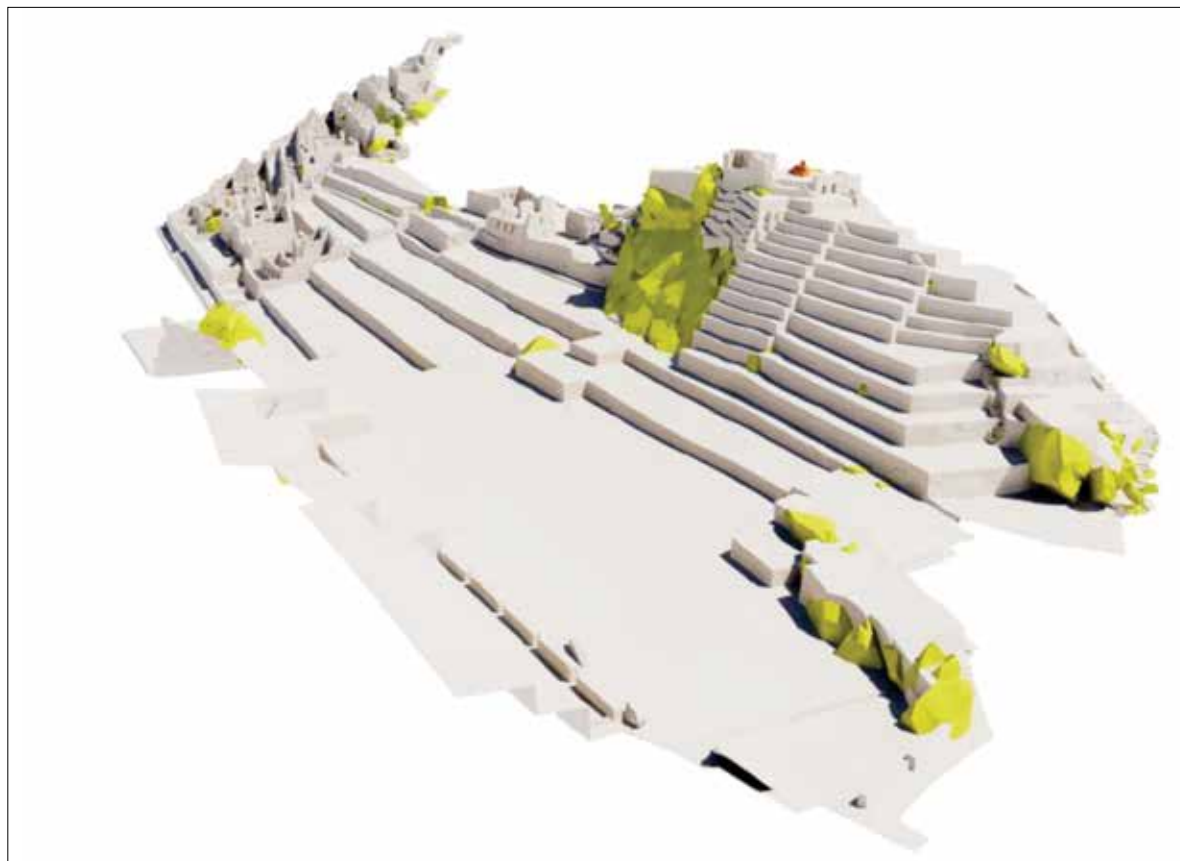


Figura 4. Distribución y visibilidad de los afloramientos rocosos.

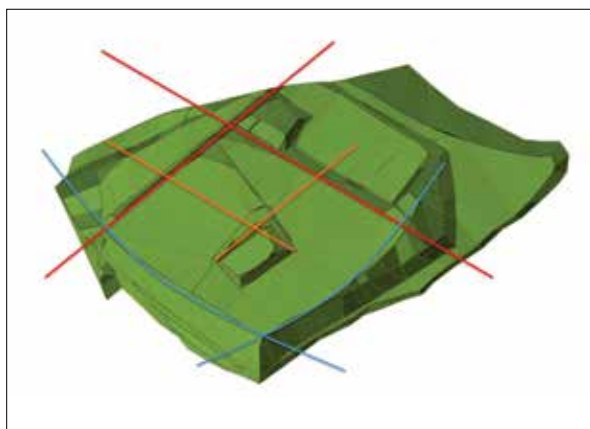


Figura 5a. Ejes de disposición de ceques, caminos y conjuntos urbanos.

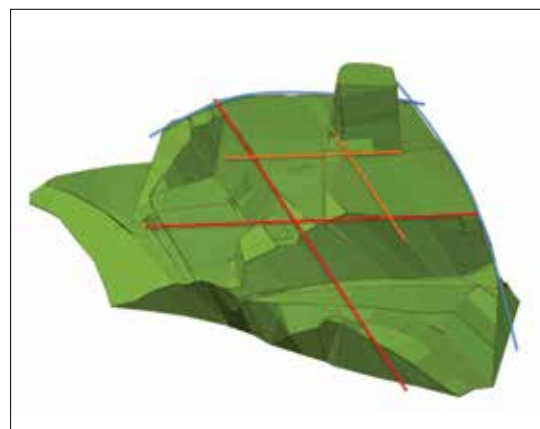


Figura 5b. La litoescultura resume tres órdenes de ejes en su volumen.

Wayrana superiores

La posición elevada de la superficie alrededor del Intiwatana merece una lectura específica porque se trata del único lugar desde el cual la línea del horizonte resulta medible astronómicamente y casi toda el área planificada muestra sus ejes. Considerando que en la planificación andina las formas radiales se asocian a ceques¹⁶, la posición de esta área se vuelve el primer punto de referencia del sistema para reconocer el área de las *wayrana* superiores que rodean el Intiwatana. Esta área está dividida en dos partes a niveles distintos, cuyo acceso es determinado por dos escaleras que se extienden a toda la superficie en dirección este-oeste. La *wayrana* inferior se abre hacia el este y presenta en su muro norte un ingreso modificado en nicho durante la construcción. El ingreso originario estaba asociado a una escalera dirigida hacia el norte y directamente al Intiwatana. También la segunda *wayrana* evidencia un ingreso modificado y transformado en una ventana con un asiento al interior de la edificación. La evolución de la estructura muestra también una restauración del siglo XX en el muro colapsado, donde la morfología no ha sido respetada. Huellas de una ventana dejan inferir una composición tipológicamente similar a la *wayrana* inferior, que exhibe cuatro ventanas orientadas hacia el oeste.

Más al norte, la evidencia del colapso de la plataforma norte permite identificar una reconstrucción que alteró los ejes originarios. En la observación del conjunto, vale la pena preguntarse si esos dos edificios correspondientes pertenecían o no a una unidad tipológica de estructuras respectivamente abiertas

hacia la subida o la bajada del sol. La respuesta no se encuentra en la orientación, que no busca paralelismo, sino probablemente en los recorridos. La subida al Intiwatana por el camino que viene del Templo Principal es angosta, empinada y extensa alrededor de varios afloramientos rocosos. La bajada hacia el norte o camino secundario desde el norte exhibe características similares. El proyecto originario de atravesamiento de los dos ingresos de las *wayrana* diseña un movimiento circular alrededor del Intiwatana. Una escalera casi terminada frente al ingreso del edificio inferior subraya esta hipótesis. Cuando los dos ingresos se cierran, una escalera central más ancha substituye la precedente, diseñando un recorrido que conecta en un eje directo y no en un recorrido circular las dos edificaciones.

En la figura 6a, la línea roja evidencia un recorrido que conecta las dos estructuras involucrando una doble mirada alrededor del Intiwatana: anteriormente la mirada hacia el este y posteriormente la mirada hacia el oeste. Este movimiento alrededor de la cumbre de la estructura genera un sistema espacial dinámico, que permite la observación progresiva y completa del horizonte. La línea amarilla, en cambio, describe el recorrido que marca el eje longitudinal del montículo, atraviesa las aberturas de ambas *wayrana* y une el camino de subida y el de bajada. La presencia de modificaciones en los ingresos de las dos *wayrana*, la alteración en el proceso de construcción de las escaleras y la abertura de un camino de descenso llevan a definir por lo menos dos momentos distintos de planificación y ocupación parcial del espacio. En un primer momento, el Intiwatana es usado con un movimiento espiraliforme ascendente centrípeto que define el núcleo de la planificación; en un segundo momento, el conjunto de estructuras se conecta a un circuito de caminos que

¹⁶ Bauer (1998: 70) y Zuidema (1982, 1990) reconocen la aplicabilidad de la noción de ceque a sistemas urbanos en presencia de montañas con una tradición ancestral y de una red infraestructural de caminos. La proyección de la cartografía celeste en forma de ceque en caminos es una de las formas de acercarse a la morfología urbana originaria.

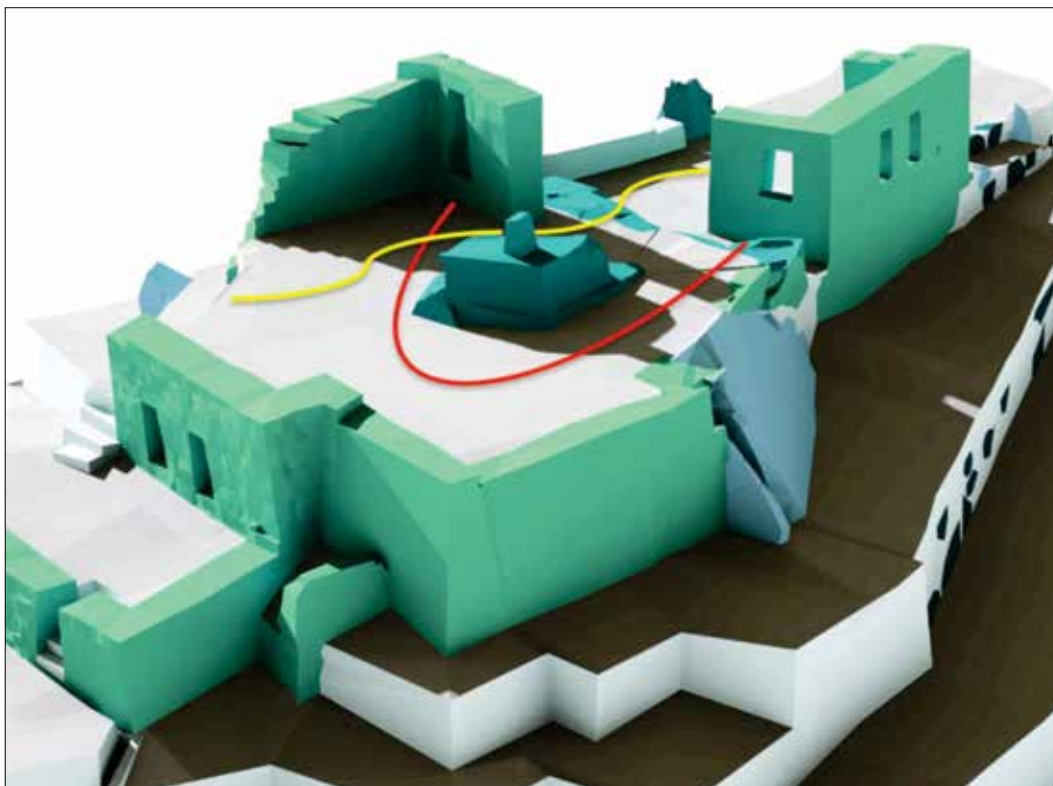


Figura 6a. Recorridos alternativos en el Intiwatana: en rojo la primera fase, en amarillo la segunda.

integra el macrolito aflorante al resto del sistema urbano. La alteración de una función tan central en un sistema constructivo muy pausado y destinado a durar en el tiempo indica cómo un conjunto de valores en la planificación es deliberadamente alterado. Esta modificación conceptual es destinada a tener efectos importantes, reflejados también en el Templo de las Tres Ventanas y en el Templo Principal.

Una reconstrucción realizada a partir de la comparación de la volumetría de la *wayrana* inferior con las imágenes fotográficas de Bingham de 1912 permite identificar el movimiento de la luz a la subida del sol enmarcada entre dos ventanas, que en época solsticial transita exactamente entre la protuberancia del Intiwatana (Zuidema 1981, 1982). Este fenómeno indica el valor y la función de marco iluminante que han tenido las ventanas, tanto en

el Intiwatana como en el Templo del Sol, durante épocas solsticiales (Ziólkowski, Kósciuk y Astete 2013) (figura 6b).

Templo de las Tres Ventanas y Templo Principal

La simetría bilateral interior y exterior del Templo de las Tres Ventanas constituye un elemento nuevo para el análisis morfológico, hasta ahora reconocido solo en tres niveles: el inferior del andén, que se proyecta hasta el andén septentrional; la esquina en ascenso, que establece la ocupación del sitio; y la abertura hacia un espacio abierto en el nivel superior. El análisis de los equilibrios espaciales revela un proyecto que alcanza solo una parte de la construcción. La parte superior, cuya tecnología replica la solución del recinto meridional, evidencia una tipología destinada a un contexto que no fue terminado. Los monolitos de la base del muro norte,

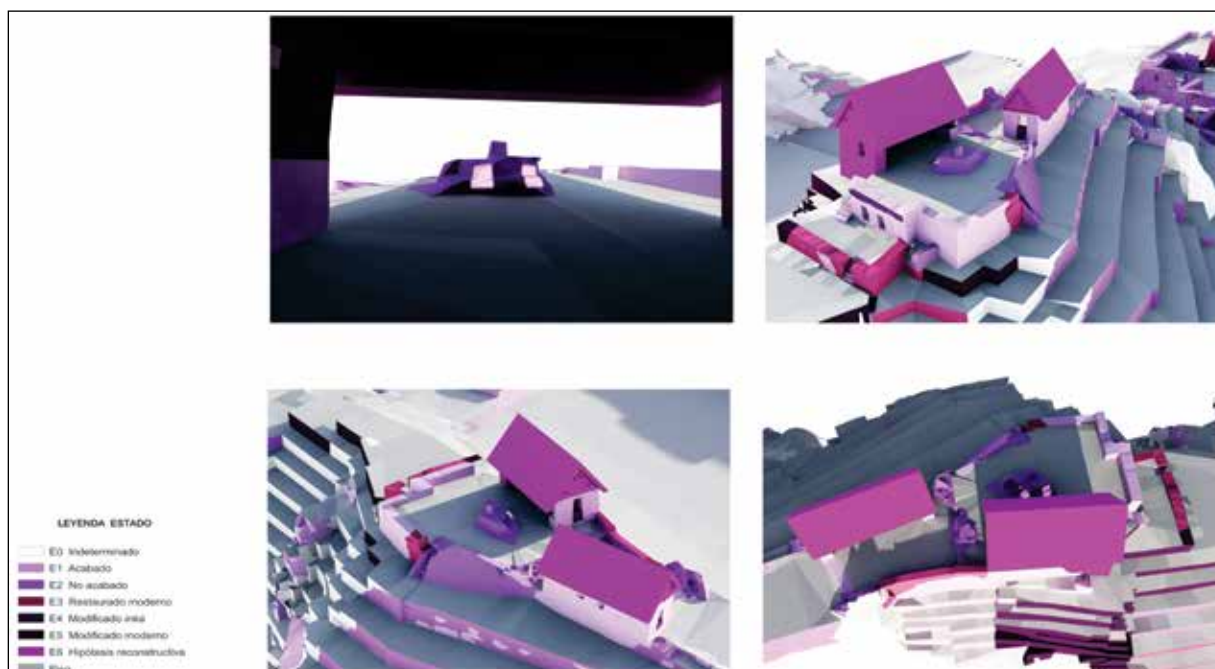


Figura 6b. Tecnomorfología de estados y movimiento de la luz durante el solsticio en la reconstrucción de la estructura techada frente al Intiwatana.

con sección helicoidal interna, se acercan en cambio al tratamiento del Templo Principal.

La tecnomorfología de este templo evidencia un diagnóstico significativo porque reúne elementos y características comparables a otras construcciones. Su estructura doble articula dos partes en un conjunto, dirigido hacia el sur en un espacio central abierto entre otros templos y hacia el oeste en una proyección septentrional, constituida por una edificación cerrada y menos accesible. Las propiedades sonoras de ese espacio, más cerrado y proporcionalmente distinto, permiten establecer una relación con la edificación mayor similar a la que ocurre en otros templos duales, sin necesidad de posicionar una estructura sobre la otra. La tecnología concertada se diferencia de la taraceada encontrada en el Templo del Sol, pero la forma revela algunas afinidades: ante todo, una organización horizontal de la distribución de las hileras en el ambiente perceptible, progresivamente reducido en sus intervalos para aligerar la

materia muraria; después, se observa la distribución de nichos y clavijas en los espacios intermedios e inmediatamente superiores guardando el mismo equilibrio proporcional; en la parte inferior, una asociación tecnológica con el muro norte del Templo de las Tres Ventanas permite observar el proceso de trabajo en la superficie lítica, distinto al de la parte concertada superior. El colapso estructural, determinado por la inclinación del piso y la acumulación de lluvias en una superficie de caos granítico, indica cómo el asentamiento de las estructuras está en proceso desde la época de construcción¹⁷ (figura 7).

3. Tecnomorfología urbana

Análisis de flujos: recorridos y descansos

La morfología de recorridos y descansos revela un proceso de planificación determinado para ocupar las áreas de manera diferenciada. Hacia el sur,

¹⁷ Como evidencia Bouchard (1992).

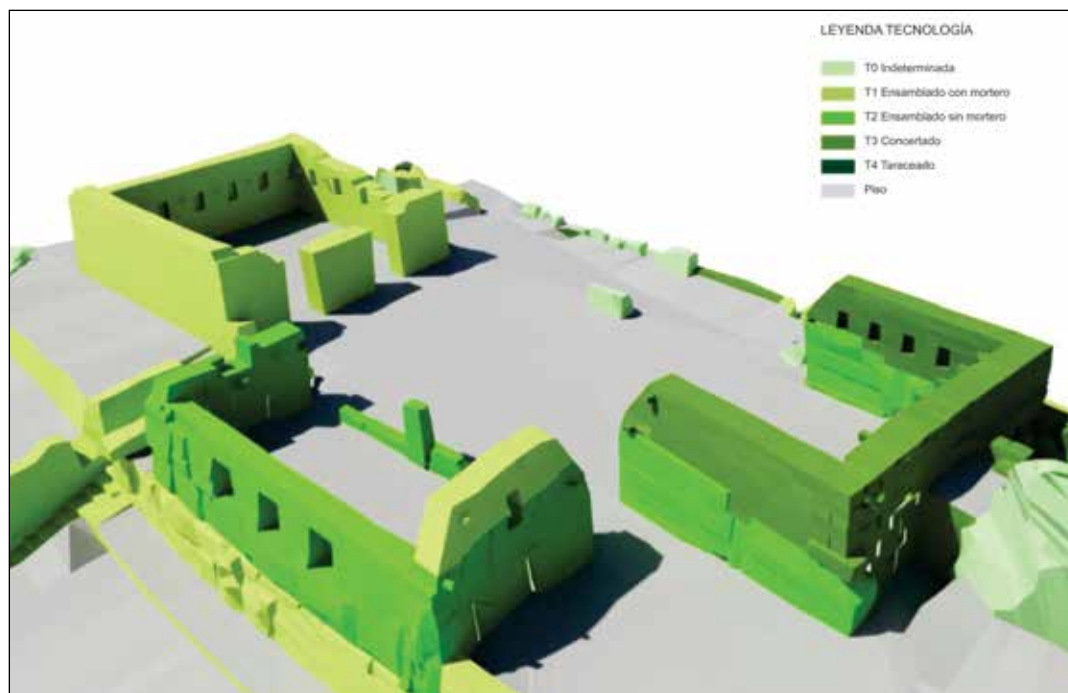


Figura 7. Un diseño unitario se realiza en la sucesión de tres tecnologías distintas.

los recorridos definen una nervadura dendriforme asociable a la inclinación de la pendiente, que en algunos casos supera los 45° . Allí se observan tres jerarquías de recorridos: los primeros definen los conjuntos generales y trazan una malla ordenada, donde los trayectos escalonados se mueven en dirección este-oeste y los llanos de norte a sur definen un desplazamiento público y visible hacia y alrededor del espacio central; los recorridos secundarios permiten el acceso a los conjuntos; los terciarios, mientras tanto, reglamentan el movimiento al interior de los espacios articulados por los conjuntos. La red de recorridos alterna con descansos –en su mayoría públicos– y define lugares de observación o de actividad en directa conexión con los puntos de observación. El tamaño, la posición y hasta las proporciones de los descansos dependen de la planificación de los recorridos.

Si se asume la forma itinerante como modelo principal de desarrollo de las planificaciones urbanas

prehispánicas e *inka* (Canziani 2009; Gavazzi 2010, 2014; Makowski 2008, 2012) y se aplica al proceso de definición de plataformas orientadas en ejes astronómicos y heliotérmicos, los espacios abiertos –que implican descanso, reunión y observación– se configuran como los nudos que permiten equilibrar el diseño completo. En el caso hasta ahora estudiado, se observa cómo la mayoría de los descansos se encuentran rodeados por recintos o andenes en ascenso, como se evidencia en el espacio abierto central. La ausencia de recintos en los descansos, cuando no corresponde al espacio abierto de una cancha, indica un lugar elevado de observación, como la superficie que rodea el Intiwatana o la Plaza de los Templos (figura 8).

Análisis morfológico: volumetrías y espacios

Las volumetrías de las edificaciones representan el último elemento en el proceso de planificación urbana en la *llaqta* de Machupicchu. No solamente su presencia y forma dependen de los andenes que las



Figura 8. La línea roja delimita los recorridos y el color verde indica los descansos que determinan una composición equilibrada.

sostienen, sino que su volumetría interior es una consecuencia del equilibrio espacial introducido por los espacios abiertos (Ferraresi 2009). El análisis morfológico completo permite ante todo individualizar los conjuntos constructivos que componen la *llaqta*. Una vez establecido cómo las rocas aflorantes determinan la morfología originaria, el análisis de flujos permite recuperar el sentido y la forma de los recorridos, que se combinan con el diseño de las plataformas y alternan los descansos, conectándolos. La volumetría perceptible aparece entonces como resultado de la nervadura central en la que la materia construida ya está definida en su movimiento. De esta manera, la arquitectura del recorrido resulta jerárquicamente prevalente y los espacios interiores aparecen más como involucrados en un movimiento normado (Gavazzi 2010: 238).

En la aparentemente reducida tipología de elementos constitutivos del sistema –rocas aflorantes, andenes, recorridos, descansos, volumetrías–, se observa una elevadísima variabilidad de aplicación. Cada elemento resulta declinado morfológicamente para combinarse con exactitud con el punto de ob-

servación elegido en el paisaje, apareciendo una noción de habitabilidad difundida, asociable a los principios de urbanística difusa analizada en otros contextos¹⁸ (figura 9).

Las relaciones volumétricas que el análisis morfológico logra identificar son de diferentes tipos y permiten reconstruir decisiones tomadas en el proceso de construcción del sitio. Una de ellas es la que combina espacios interiores con espacios abiertos a partir de una noción andina del habitar que equilibra en una cancha los espacios destinados al abastecimiento cerrado con los espacios abiertos dedicados a actividades al aire libre. Este fenómeno se observa en las áreas residenciales, rituales y productivas, tanto como en las públicas, representativas y ceremoniales. Analizadas en el conjunto¹⁹, las volumetrías evidencian una extensión o difusión del

¹⁸ La noción de planificación difusa ha sido aplicada por Detragiache (2003) y reutilizada por Ferraresi (2009) y se opone al principio de la dicotomía entre lo urbano y lo rural, típica de la evolución territorial occidental.

¹⁹ Fratini y Curcio (2004) aplican índices de edificabilidad y de utilización que combinados definen la habitabilidad de los espacios colectivos. En el caso de Machupicchu, el algoritmo se adapta de acuerdo a la cantidad de recorridos y resulta en tres personas por cada metro cuadrado en los ambientes abiertos y una persona por cada 0.75 m² en los ambientes cerrados.

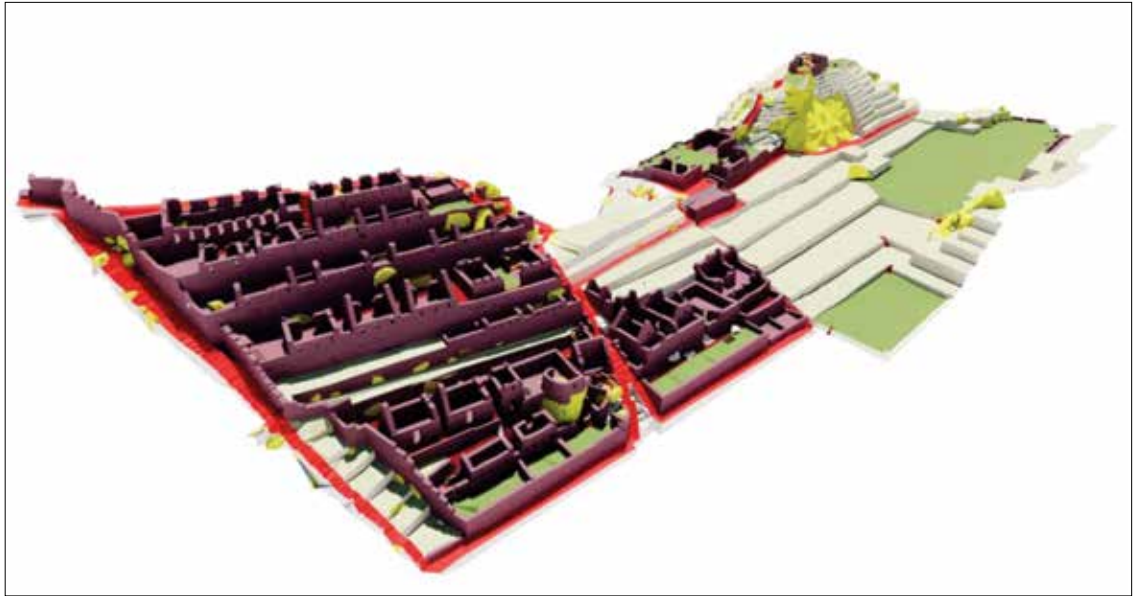


Figura 9. Cada conjunto volumétrico (en morado), se articula con considerable variabilidad en una red de recorridos señalada por las líneas rojas.

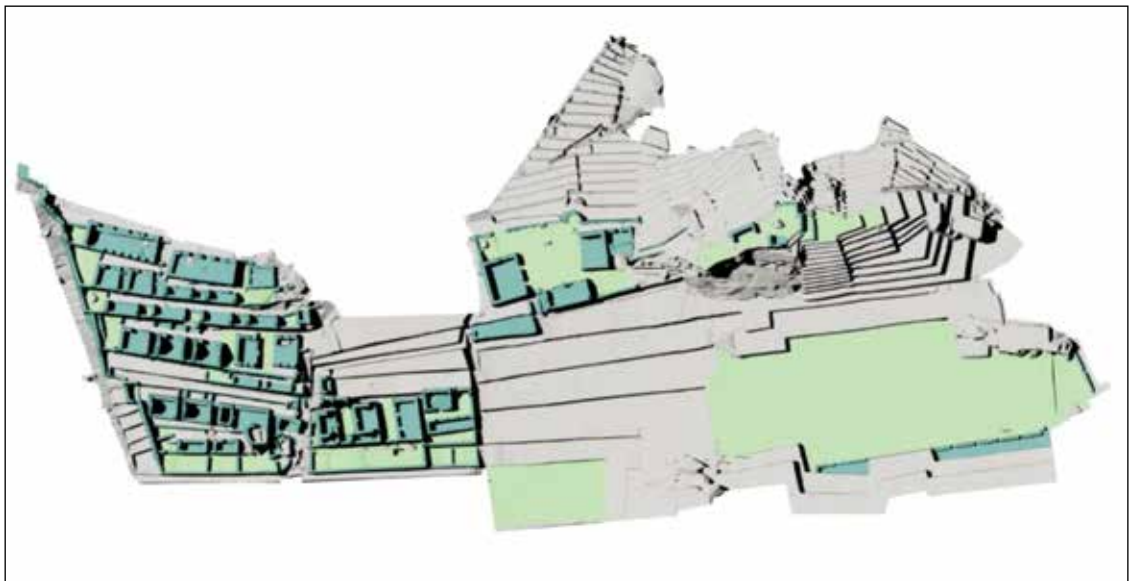


Figura 10. Relación entre superficies de ocupación interiores (en verde oscuro) y superficies exteriores habitables (en verde claro), que mantienen la misma densidad habitacional.

módulo de la cancha según la posición: las del grupo meridional siguen los andenes extendiéndose en la dirección de las plataformas y constituyen una malla ordenada longitudinalmente alrededor del Templo del Sol; la cancha de la Plaza de los Templos se extiende horizontalmente hacia las líneas de dos horizontes;

y las *wayrana* del Intiwatana se abren a un panóptico de 360°. Cuanto más vasto es el horizonte de observación, tanto más se reduce el límite del recinto que envuelve las canchas.

El mismo criterio se observa en los espacios abiertos. El levantamiento hasta ahora realizado ha

identificado tres tipologías. La primera muestra el espacio público central, rodeado por plataformas ascendentes y descendientes en las cuatro direcciones, que constituye un núcleo autónomo y opuesto a la volumetría del Intiwatana. La segunda es representada por el espacio central de las canchas, como el Templo Principal, la Casa del *Inka* o el Templo del Sol. El tercer grupo se evidencia en los ambientes que los recintos incluyen en el perímetro de la cancha. Observados en su conjunto, los espacios abiertos habitables corresponden casi a la misma superficie de ocupación que los espacios interiores, manteniendo la misma densidad que se observa en los núcleos de canchas regulares, como en Patallacta u Ollantaytambo (Kendall 1974, 1976; Protzen 1993) (figura 10).

4. Morfología de la materia y de los espacios

Separar características en el análisis tecnomorfológico significa observar el comportamiento de un determinado fenómeno en un conjunto o en un ambiente específico, identificando así algunos patrones del proceso constructivo de la *llaqta*. Por ejemplo, la lectura del parámetro de la piedra en los sectores meridionales de la parte *hanan* de la planificación muestra cómo las rocas de sostenimiento aparecen solo en los andenes dedicados a soportar edificios con una elevada densidad constructiva. La organización de los andenes, entonces, desde su construcción implica un destino de uso y por ende un diseño preestablecido a lo largo de todo el sistema urbano (figura 11).

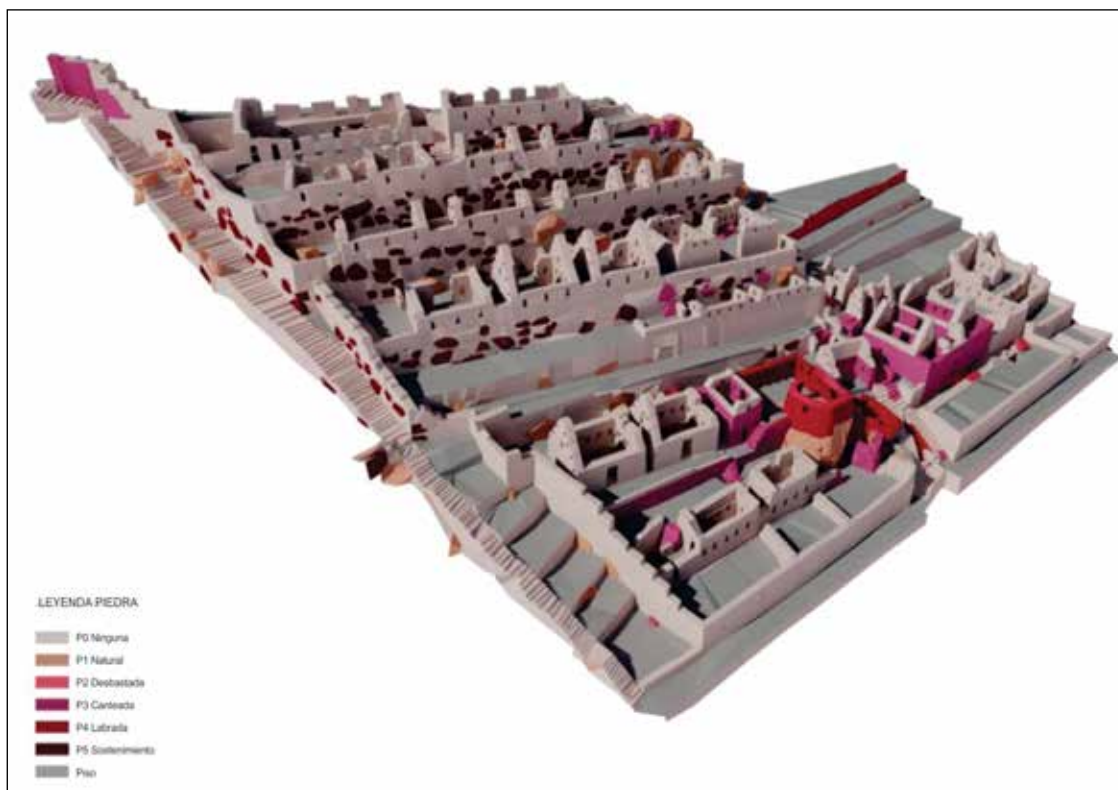


Figura 11. Las superficies en granate de los muros de andenes identifican las rocas de sostenimiento en correspondencia con una densidad constructiva más elevada.

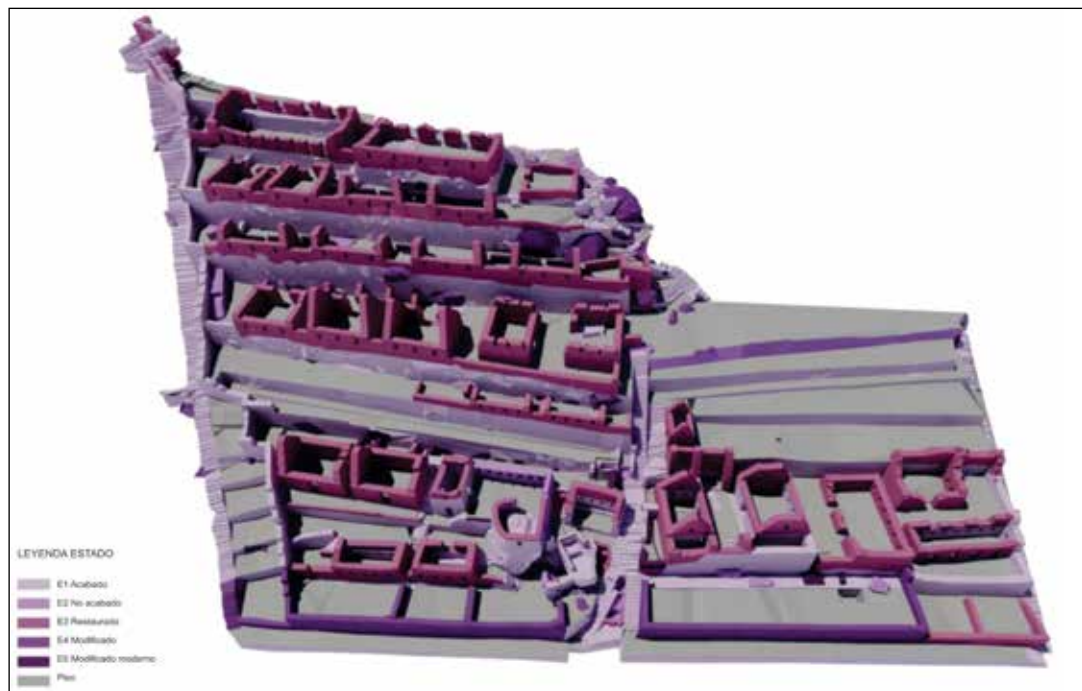


Figura 12. La plataforma inferior fue adosada como contrafuerte en una modificación sucesiva, eliminando la percepción exterior del Templo del Sol y de la Casa del Inka.



Figura 13. Las dos rocas naturales (en anaranjado claro) determinan el diseño cóncavo y convexo de la construcción sucesiva.

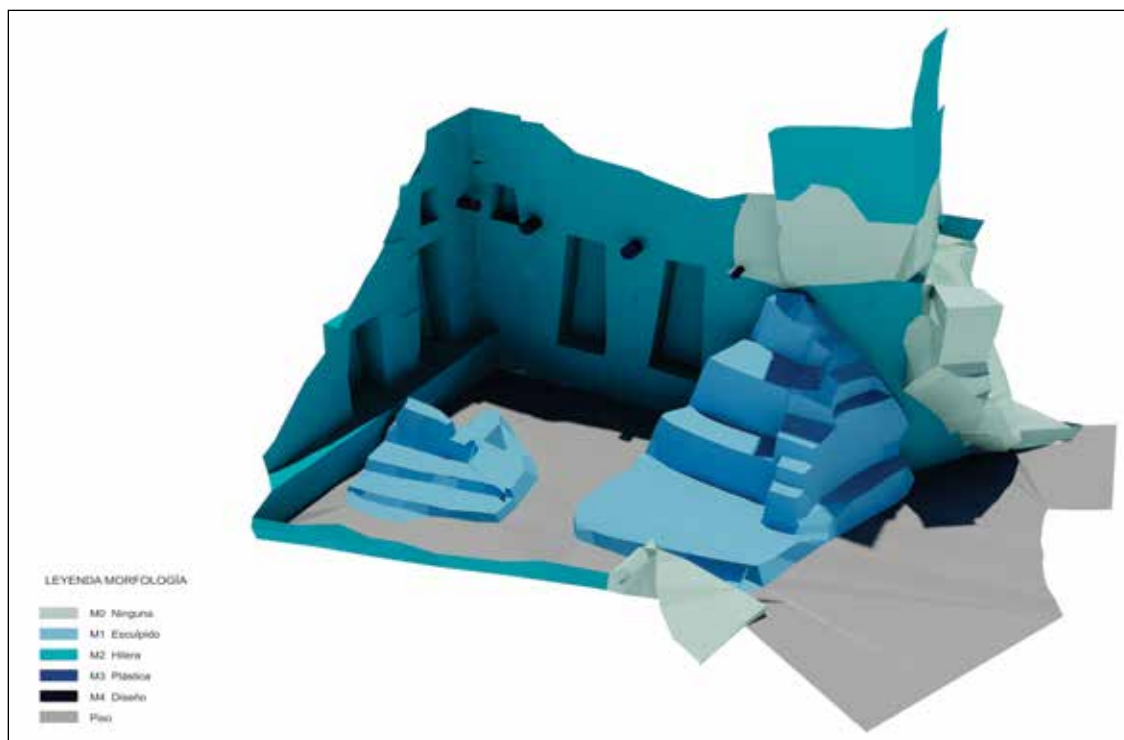


Figura 14. Al interior del Mausoleo se evidencia (en azul claro) la morfología escalonada de los elementos esculpidos (altares) a partir de rocas aflorantes.

La evolución de fases constructivas se hace visible en la tecnomorfología de los estados de la misma área, donde los andenes al oriente del Templo del Sol y de la Casa del Inka aparecen añadidos en un momento posterior, para contrarrestar un proceso de deslizamiento de las estructuras hacia abajo después de un colapso estructural que involucra a ambas partes. Esto se encuentra demostrado por un cambio en la orientación de la escalinata, una evidencia de esquina, un cambio tecnológico y formal y un conjunto de plataformas adosadas. De esta manera, la transformación del conjunto altera radicalmente la percepción del lugar, escondiendo de la vista dos estructuras originariamente diseñadas para ser visibles a lo largo del camino de ingreso hacia el norte (figura 12).

A una escala dimensional más reducida, el análisis morfológico de los elementos líticos en el Templo del Sol permite reconocer la función origi-

caria y el significado de las rocas aflorantes en la determinación de las arquitecturas. No solamente los macrolitos definen ambientes aflorantes destinados a un uso inferior en el Mausoleo y superior en el altar del templo, sino que la morfología muestra la directa extensión de las volumetrías naturales. La comparación entre el análisis de la piedra y el de la morfología revela desde cuáles rocas aflorantes toma forma el diseño de la combinación cóncava y convexa del sistema arquitectónico y cómo ese mismo nudo central determina el resto de la organización del espacio (figuras 13 y 14).

Por otro lado, se aplicó la tecnomorfología a una excavación arqueológica en la zona Agrícola²⁰ con la finalidad de añadir datos tridimensionales al proceso de excavación y proporcionar información diagnóstica para el contexto (Bastante 2018).

²⁰ UE18-2015

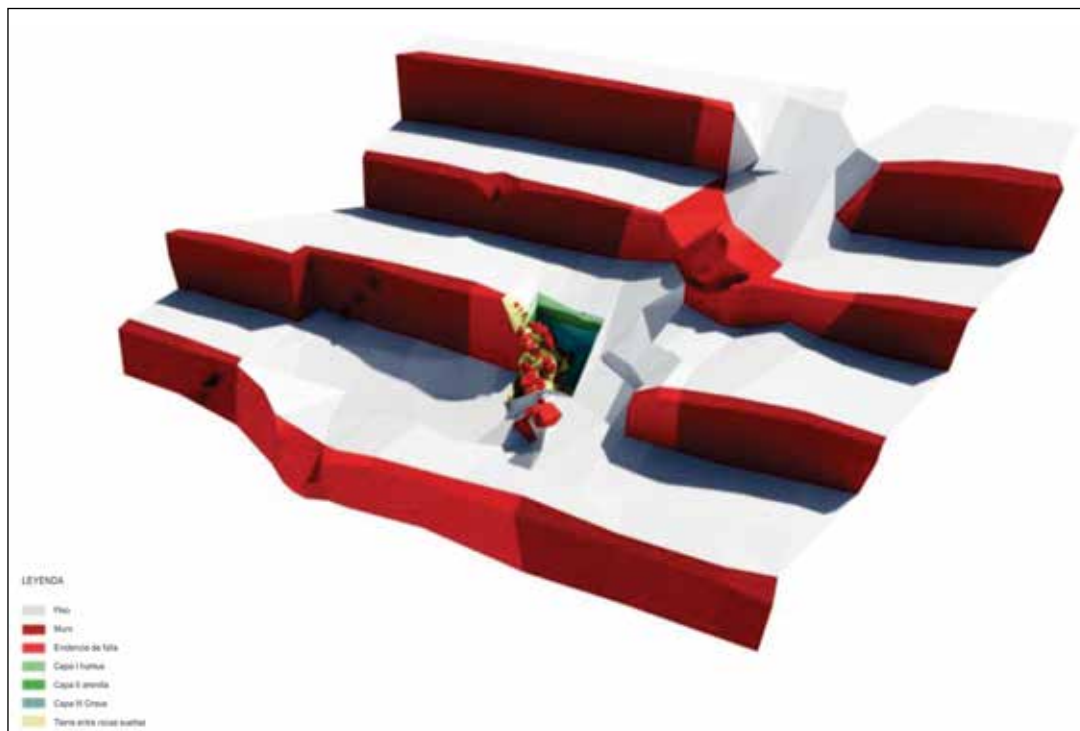


Figura 15a. El colapso estructural se presenta en cuatro niveles del sistema de andenería (*llaqta* de Machupicchu. Área de excavación: sector I, Agrícola Bajo, unidad 18, capa III final).

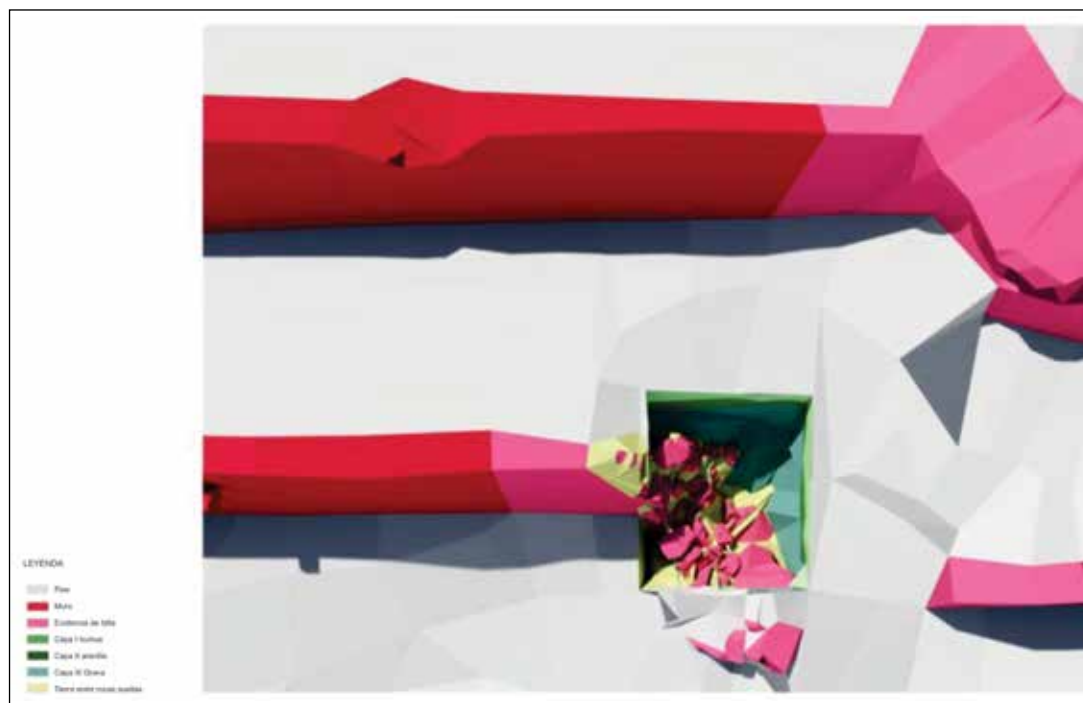


Figura 15b. Las capas del andén identifican la volumetría de la materia utilizada (*llaqta* de Machupicchu. Área de excavación: sector I, Agrícola Bajo, unidad 18, capa III final).

El área elegida correspondió a un andén colapsado en correspondencia con una falla geológica que se extiende en dirección noroeste-sureste en proximidad del Foso Seco. La ubicación de cuatro niveles de andenes permite generar un planivolumétrico útil para entender y controlar los potenciales colapsos estructurales. El registro de cada capa durante el proceso de excavación permitió también medir la volumetría de la materia empleada por unidad de superficie entre los diferentes compuestos arcillosos y las piedras y proporciona una reconstrucción tridimensional con una función didáctica añadida a la analítica (figuras 15a y 15b).

5. Tecnomorfología del paisaje

Un levantamiento *lidar*²¹ en 2016 produjo una nube digital cuya codificación territorial permite clasificar elementos de planificación urbanístico-territoriales. La codificación de puntos en DSM y DTM²² produce superficies útiles para el análisis tanto del bioma

²¹ La tecnología *lidar* (*light detection and ranging*) se aplica en varias disciplinas y recientemente en el análisis arqueológico; como notan Masini y Soldovieri (2017) el análisis de las volumetrías digitales empezado por Cothren (2011) se desarrolla gracias a la tecnología *lidar* (Puckhahn y Thomson 2013; Evans y Fletcher 2015; Chase, Chase y Chase 2016, 2017).

El levantamiento *lidar* ha generado una nube de puntos de 10 x 5 km que abarcó una superficie desde el monumento arqueológico Inkaraqay en el límite noreste hasta el monumento arqueológico Runkuraqay en el límite sureste, incluyendo otros monumentos del camino *inka* y la totalidad de la *llaqta*. El trabajo fue realizado en el marco de un convenio de cooperación entre el Ministerio de Cultura del Perú, el Servicio Nacional de Áreas Protegidas por el Estado (Sernanp), la Cámara de Comercio Peruano-Australiana (Apcci), el Departamento de Relaciones Exteriores y Comercio de Australia, el Consejo para las Relaciones entre América Latina y Australia (Coalar), la Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston, Horizons South America y Erickson Explorations.

²² Los modelos DSM (Digital Surface Model) y DTM (Digital Terrain Modeler) fueron elaborados con una aplicación de Quick Terrain de Applied Imagery (2018). Los procesos constructivos, tanto como las representaciones tecnológicas y morfológicas, son animables con *software* 4D Studio y utilizables museográficamente. La metodología se aplica y se integra en el sistema GIS en forma nativa y permite una actualización constante de los datos, posibilitando la localización de cada elemento o evento de diagnóstico.

como de la estructura del terreno. En particular, la presencia de parámetros de intensidad ha permitido clasificar las superficies materialmente homogéneas o discontinuas. Un modelo DTM rasterizado, en el que los puntos se unen configurando una superficie, es comparado con la nube de puntos asociada a parámetros de intensidad, que codifica la densidad de la materia. El análisis reveló que la composición de la materia lítica de los espolones orógenos es diferenciada y no corresponde a la geomorfología. El modelo permitió identificar una superficie cuya volumetría se modifica en altura por casi 2000 m en solo 10 km, estableciendo una serie de endemismos meandriformes que crean vistas y recorridos complejos (figura 16).

La búsqueda, no solamente de una relación visual, sino de un caos granítico suficientemente homogéneo para determinar la estructura de las plataformas guía la elección del lugar donde planificar un sistema urbano. De hecho, la combinación entre forma, vista y materia determina la elección del lugar (figura 17). En este sentido, también la orientación hacia el sureste del conjunto de plataformas del Waynapicchu sigue los mismos criterios y dialoga visualmente con ambas vertientes del valle, confirmando el principio de planificación a partir de las cumbres (figura 18).

En la figura 19, el análisis de pendientes, en el que las superficies llanas aparecen en colores azul y turquesa, indica claramente el uso del territorio a partir de las cumbres, sobre todo para los caminos, y más de una conexión entre líneas, que corresponden a ceques (Bauer 2016: 34) en el paisaje. Se trata de un punto de observación andino sobre el territorio y su planificación que adquiere un valor especial en las regiones de foresta de neblinas, en particular entre las sociedades *inka* y chachapoyas (Gavazzi 2018): en ambos casos, la morfología de un asentamiento y las

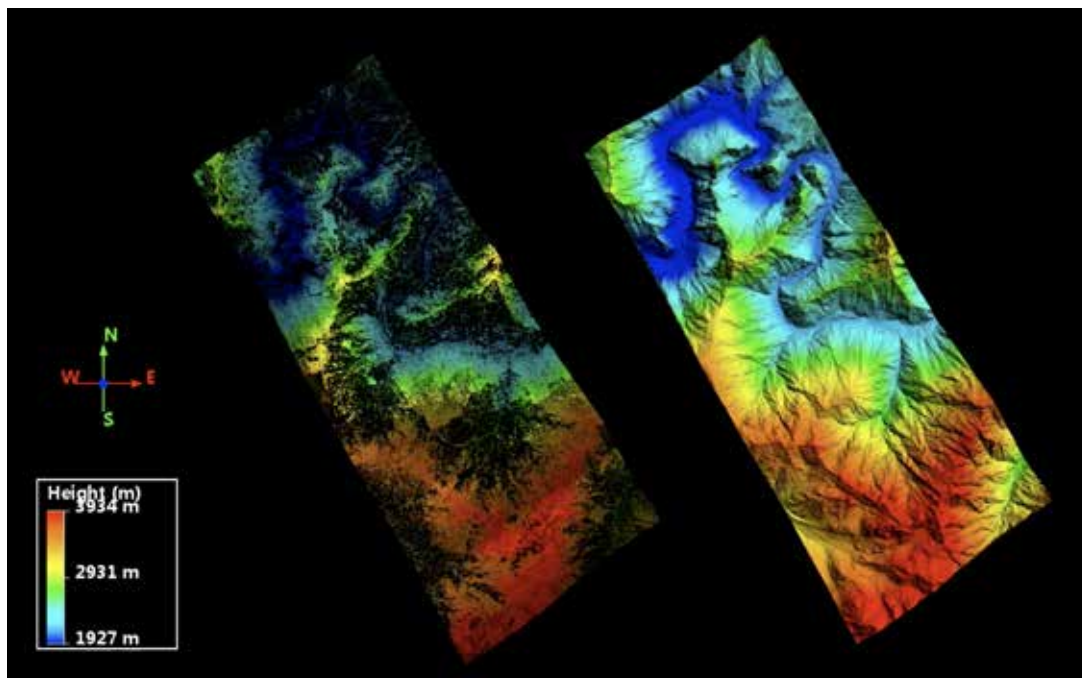


Figura 16. A la izquierda se visualiza el modelo con parámetros de intensidad y a la derecha el Raster DTM; se aprecia una composición de la materia distinta a la geomorfología.

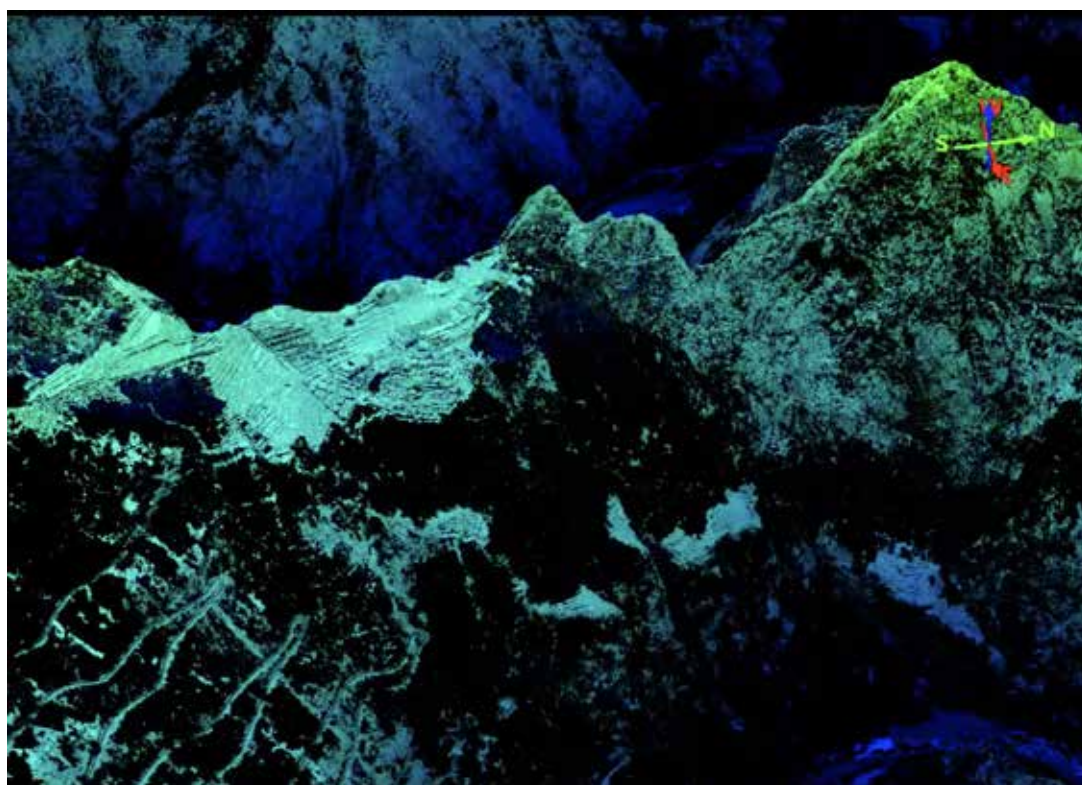


Figura 17. La elección entre forma, orientación y composición de la materia lítica determina la elección del lugar.

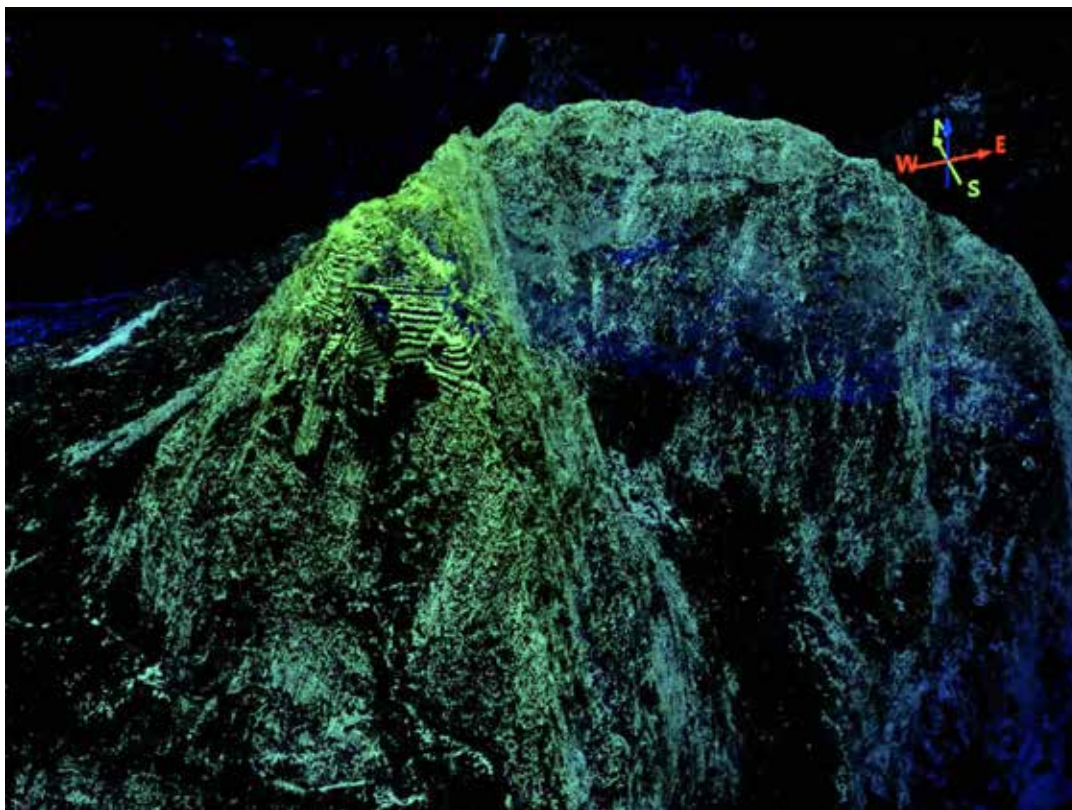


Figura 18. El conjunto de plataformas del Waynapicchu se orienta hacia el suroeste y hacia el resto de la *llaqta*.

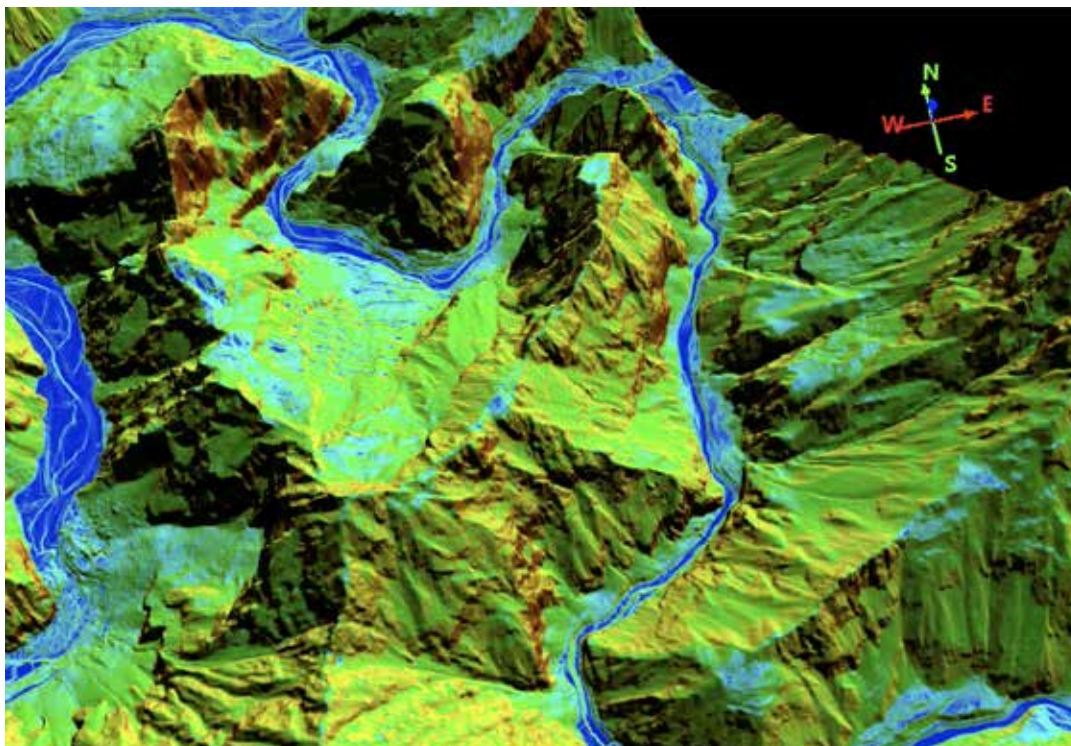


Figura 19. El uso del territorio se evidencia a partir de las cumbres y no de los valles.

redes de conexión se proyectan desde arriba a partir de una imagen coherente con un pasado ancestral.

Conclusiones

El análisis tecnomorfológico en Machupicchu proporciona un número elevado de datos interpretables que abren la investigación a una visión que integra el patrimonio historiográfico y etnográfico con nuevos instrumentos de medición y lectura. A partir de la combinación de los elementos de la nomenclatura tecnomorfológica, se comprende la complejidad del proceso constructivo, desde los núcleos del caos granítico hacia la definición de la malla de los recorridos y de los nudos como puntos de observación. La relación de afloramientos rocosos con los nudos en las líneas del horizonte ha producido la idea de una cuadripartición originaria alrededor de un espacio abierto: la parte norte y sur de *hanan* y la parte sur y norte de *hurin*. Una malla ha generado el orden de las plataformas, utilizadas en parte como bases de los diferentes edificios. La evolución de las construcciones se evidencia desde los núcleos espaciales de la parte *hanan* –Templo del Sol, Casa del Inka e Intiwatana– y de la parte *hurin* –Templo del Cóndor y Roca Sagrada–, extendiéndose longitudinalmente hacia el norte y el sur. El diseño se modifica durante la construcción por razones estructurales y geomorfológicas y altera profundamente la percepción de los núcleos centrales. Sin embargo, la estructura originaria se mantiene: las dos particiones *hanan* y *hurin* –conectadas por el espacio central e identificadas por dos bisagras en el punto más elevado por el Intiwatana y en el más bajo por el Templo del Cóndor– resultan siempre identificables desde cualquier punto de observación. Con la proliferación de las construcciones, las biparticiones se articulan ulteriormente en *hanan/hanan* (Intiwatana), *hanan/*

hurin (Templo del Sol y Casa del Inka), *hurin/hanan* (Tres Portadas) y *hurin/hurin* (Cóndor), identificando cuatro espacios urbanos y simbólicamente territoriales, como acontece también en Cusco.

Cada conjunto, a causa de los diferentes grupos de constructores, define una solución tipológica propia y un uso autónomo, demostrando una variedad constructiva que no depende del esquema general ni de la orografía, sino de la elección regional. En el diseño general, la unidad en la diversidad de soluciones es adquirida equilibrando espacios vacíos y llenos: existe una planificación del vacío que corresponde a la noción andina de centralidad tanto en los recintos como en las canchas.

Los puntos de observación y los recorridos son cuidadosamente seleccionados y definidos en una red completa antes de su realización: así se determina una malla cuyo origen es un sistema de ceques que articula la planificación urbana. La arquitectura expresa un patrón policéntrico en una red de flujos en dirección este-oeste horizontalmente y norte-sur verticalmente: el sistema se abre hacia la línea del horizonte oriental. Todo el espacio disponible para la observación de la línea del horizonte y de los puntos en el resto de la planificación es utilizado en la parte mayormente inclinada: las superficies más llanas están destinadas a plataformas.

La riqueza de la base de datos generados y el número de combinaciones tecnomorfológicas del levantamiento demuestran dentro de un único diseño urbano la convivencia de diferentes tecnologías, morfologías y grupos de constructores activos en la misma área: esto implica una elevada organización social del trabajo y una gran fuerza económica y política para atraer grupos desde lejos. Más allá de la fuerza simbólica y religiosa, Machupicchu ha logrado concentrar en un período relativamente reducido grandes y variados grupos de constructores, que combi-

naron sus experiencias constructivas en un nuevo y grandioso diseño de arquitectura ceremonial totalmente integrada a las nociones andinas de un paisaje sagrado. La unicidad y excepcionalidad de su realización evidencian la transformación de un proyecto ideológico y político en un conjunto de valores estéticos y culturales permanentes. La transmisión de un legado de esta magnitud requiere no solo una constante interdisciplinariedad en la comprensión, sino un esfuerzo conjunto para su conservación.

Agradecimientos

A todas las personas e instituciones que hicieron posible este trabajo, en especial a: Fernando Astete, David Ugarte, Stefano Bertolotti, Mariusz Ziółkowski, Miguel Zamora, José Bastante, Piedad Champi, Jacek Kósciuk, Dominika Sieczkowska, Vera Mauri, Rossella Dimarco, Sara Franco, Bertha Bermúdez, Gladys Huallparimachi, Roberto Cahua, Janelly Paucara, César Medina, Julio Meza, Erik Navarro, Andrés Peña, Serapio Pujo, Edwin Acuña e Iván Vivanco.

Referencias bibliográficas

- AGURTO CALVO, Santiago
1980 *Cuzco, la traza urbana de la ciudad inca*. Cusco: Proyecto PER 39, Unesco e Instituto Nacional de Cultura.
- ASTETE, Fernando y Rubén ORELLANA
1988 *Informe final 1987. Restauración de andenes Mandor Putucusi y aledaños*. Machu Picchu: INC.
- BASTANTE, José M.
2018 *Informe final. Programa de Investigaciones Arqueológicas e Interdisciplinarias en el Santuario Histórico de Machupicchu (PIAISHM) 2014-2017*. Cusco: Ministerio de Cultura-DDC-Cusco.
- BAUER, Brian
1998 *The Sacred Landscape of the Inca: The Cusco Ceque System*. Austin: University of Texas Press.
- 2008 *Cuzco antiguo. Tierra natal de los incas*. Cuzco: CBC.
- 2016 *El espacio sagrado de los incas. El sistema ceques del Cusco*. Cusco: Centro Bartolomé de las Casas.
- BINGHAM, Hiram
1930 *Machu Picchu: A Citadel of the Incas*. New Haven: Yale University Press.
- BOUCHARD, Jean François
1992 "Die Architektur der Inka". En: *Inka Peru. 3000 Jahre indianische*. Tübingen: Verlag Ernst Wasmuth, pp. 251-328.
- CANZIANI, José
2009 *Ciudad y territorio en los Andes. Contribuciones a la historia del urbanismo prehispánico*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- CARLOTTO, Víctor; José CÁRDENAS y Lionel FIDEL
2009 "La geología, evolución geomorfológica y geodinámica externa de la ciudad inca de Machupicchu, Cusco, Perú". En: *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, año 65, N° 4, pp. 725-747.
- CHASE, Adrian; Diane CHASE y Arlen CHASE
2016 "Progression and Issues in the Mesoamerican Geospatial Revolution An Introduction". En: *Advances in Archeological Practice, Society for American Archaeology*, vol. 4, N° 3, pp. 219-231.
- 2017 "Lidar for Archaeological Research and the Study of Historical Landscapes". En: Nicola MASINI y Francesco SOLDVIERI (eds.), *Sensing the Past. From Artefact to Historical Site*. Springer.
- COTHREN, Jackson; Christopher GOODMASTER; Adam BARNES; Eileen ERNENWEIN; Alexei VRANICH; Fredick LIMP y Angelia PAYNE
2011 "Fusion of Three-Dimensional Data at Tiwanaku: An Approach to Spatial Data Integration". En: *On the Road to Reconstructing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA). Actas de la 36 Conferencia internacional de Budapest*, 2 a 6 abril de 2008, pp. 1-7.
- DETRAGIACHE, Angelo (ed.)
2003 *Dalla città diffusa alla città diramata*. Milán.

- EVANS, Damian y Roland FLETCHER
2015 “The Landscape of Angkor Wat Redefined”. En: *Antiquity*, vol. 89, N° 348, pp. 1402-1419.
- FERRARESI, Giorgio (ed.)
2009 *Dalla città diffusa allo scenario di forma urbis et agri*. Florencia: Alinea.
- FRATINI, Fabiola y Giancarlo CURCIO
2004 “Progetto per un ambito urbano nel Quartiere di Centocelle. Laboratorio progettuale. Indicazioni riguardo le quantità edificatorie da insediare”. En: *Memoria del corso di laurea in Ingegneria Edile. Architettura AA 2003-2004*. Roma: Università La Sapienza y Franco Angeli Editore.
- GASPARINI, Graziano y Louise MARGOLIES
1977 *Arquitectura inka*. Caracas: Centro de Investigaciones Históricas y Estéticas-Universidad Central de Venezuela.
- GAVAZZI, Adine
2010 *Arquitectura andina. Formas e historia de los espacios sagrados*. Lima, Milán y París: Apus Graph Ediciones, Jaca Book y Hazan.
- 2014 *Lima. Memoria prehispánica de la traza urbana*. Lima: Apus Graph Ediciones.
- 2018 “Tecnomorfología del paisaje y de la arquitectura de Abiseo”. En: *Parque Nacional del Río Abiseo. Memoria viva del paisaje cultural andino amazónico*. Poderosa y Apus Graph Ediciones, pp. 310-334.
- KENDALL, Ann
1974 “Inca Architecture and Planning at the Inca Sites in the Cusichaca Area”. En: *Baessler Archiv, Neue Folge*, N° XXII, pp. 73-137.
- 1976 “Descripción e inventario de las formas arquitectónicas incas”. En: *Revista del Museo Nacional*, N° 42, pp. 13-96.
- MAKOWSKI, Krzysztof
2008 “Andean Urbanism”. En: Helaine Silverman y William H. Isbell (eds.), *Handbook of South American Archaeology*. Nueva York: Springer, pp. 633-658.
- 2012 “Ciudad y centro ceremonial. El reto conceptual del urbanismo andino”. En: *Annual Papers of the Anthropological Institute*, N° 2, pp. 1-71.
- MASINI, Nicola y Francesco SOLDOVIERI (eds.)
2017 *Sensing the Past. From Artefact to Historical Site*. Springer.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE-SERVICIO NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y MINISTERIO DE CULTURA-DIRECCIÓN DESCONCENTRADA DE CULTURA DE CUSCO, SERNANP y DDC-Cusco.
2015 *Plan maestro del Santuario Histórico de Machupicchu 2015-2019*. Cusco: Sernanp y DDC-Cusco.
- PLUCKHAHN, Thomas y Victor THOMPSON
2013 “Integrating Lidar Data and Conventional Mapping of the Fort Center Site in South-central Florida: A Comparative Approach”. En: *Journal of Field Archaeology*, vol. 37, N° 4, pp. 289-301.
- PROTZEN, Jean Pierre
1986 “Inca Stonemasonry”. En: *Scientific American*, vol. 254, N° 2, pp. 94-105.
- 1993 *Inca Architecture and Construction at Ollantaytambo*. Oxford y Nueva York: Oxford University Press.
- UNESCO WORLD HERITAGE CENTER
2017 *Report of the Joint WHC/ICOMOS/IUCN/ICCROM Reactive Monitoring Mission to the “Historic Sanctuary of Machu Picchu” (Peru)*. 22-25 de febrero. Unesco.
- ZIÓLKOWSKI, Mariusz; Jacek KOŚCIUK y Fernando ASTETE VICTORIA
2013 “Astronomical Observations at Intimachay (Machu Picchu): A New Approach to an Old Problem”. En: Ivan ŠPRAJC y Peter PEHANI (eds.), *Anthropological Notebooks*, vol. XIX, pp. 391-404.
- ZUIDEMA, Tom
1982 “Catachillay: The Role of the Pleiades & Southern Cross and Alpha and Beta Centauri in the Calendar of the Incas”. En: Anthony AVENI y Gary URTON (eds.), *Ethnoastronomy and Archaeoastronomy in the American Tropics*. Nueva York: Academy of Sciences, pp. 203-230.
- 1981 “Inca Observations of the Solar and Lunar Passages Through Zenith and Anti-Zenith at Cuzco”. En: Ray A. WILLIAMSON (ed.), *Archaeoastronomy in the Americas*. Los Altos: Ballena Press, pp. 319-342.
- 1990 *Inca Civilization in Cuzco*. Austin: University of Texas Press.



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

**Comisión
Nacional
Peruana**
de Cooperación
con la UNESCO



PERÚ

Ministerio de Cultura

Dirección
Desconcentrada de Cultura
de Cusco