

## **Eje Temático 1: Territorio. Subtema: Arquitectura, Paisaje y Patrimonio**

### **Las fundaciones Inca en Machupicchu: materialidad e inmaterialidad para la preservación del patrimonio**

**Amparo Abarca Ancori.**

Unidad de Pos Grado Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú  
Grupo de investigación YUYAI UNI  
[amparo.abarca.a@uni.pe](mailto:amparo.abarca.a@uni.pe)  
974711969

#### **Resumen**

La importancia del *modus vivendi* Inca relacionada con la naturaleza, como práctica recurrente ancestral en el Ande Sudamericano es reconocida cada vez más en la literatura; sin embargo, es limitada su articulación con la materialidad explorada desde un enfoque interdisciplinario que incluya áreas del conocimiento como la geotecnia o la ingeniería de cimentaciones en la arquitectura Inca. Este estudio investiga a partir de ensayos *in situ* y laboratorio y entrevistas semiestructuradas, las fundaciones y su relación con la Cosmovisión Andina en Machupicchu Patrimonio UNESCO. Los resultados advierten 1°, fundaciones sobre macizos rocosos, donde la estructura cimiento se apoya directamente en la roca, sin ninguna conexión rígida menos confinada, expuesta al aire libre; pero sí un encaje suelo-cimiento de extraordinaria calidad funcional, estructural y estética, evidenciada en una rica tipología formal. Esta singular interacción del sistema suelo-cimiento Inca, aparentemente desafiaría los cánones vigentes de la ingeniería de cimentaciones; sin embargo, es más bien evidencia de que el sistema suelo-cimiento no depende de la profundidad de encaje ni confinamiento cuando el suelo de fundación y la estructura de cimiento presentan muy competentes parámetros geotécnicos y adecuadas características físicas y mecánicas que encaren las condiciones locales del contexto. 2°, evidencia material de la existencia de una cultura Inca que sacraliza la naturaleza y sus componentes y las incorpora simbólicamente en su obra, presentándose como un integrante más de la naturaleza de cuya benevolencia o malevolencia depende su existir; por lo tanto, una actuación Inca con mínima intervención y máxima integración en la naturaleza, subyace a las fundaciones Inca. Estos hallazgos contribuyen a evidenciar la correspondencia entre el saber ancestral y los fundamentos modernos que refuerzan su validez técnica, así como la unidad entre técnica, territorio y simbolismo, donde lo material e inmaterial es condición de permanencia y armonía.

#### **Palabras clave**

**Cimiento, Cosmovisión andina, función estructural, Patrimonio cultural.**

#### **Introducción**

Sudamérica alberga uno de los bienes culturales más representativos gestado por la civilización Inca en la Cordillera de los Andes: Machupicchu, extensamente investigado desde su descubrimiento científico en 1911 por Bingham (F. Astete & Bastante, 2020). Sin embargo, persisten interrogantes por resolver desde un abordaje multidisciplinario (Shimada, 2019, p. 11), particularmente referido a las fundaciones Inca, elementos estructurales esenciales (Das, 2015), que vinculan superestructuras y suelo de soporte (Bowles, 1996).

La mayor aproximación de la literatura al conocimiento de las fundaciones Inca proviene de investigaciones arqueológicas que, según recientes intervenciones (2014-2017) tienen por

objetivo “definir o descartar la existencia de elementos culturales y determinar posibles problemas de orden geológico” (Bastante et al., 2020). No existe literatura relacionada al trabajo Inca en las fundaciones de las superestructuras desde un enfoque geotécnico y función estructural, menos relacionada con la Cosmovisión Andina.

La presente investigación considera que, la construcción del Cimiento de superestructuras en Machupicchu, respondería al conocimiento empírico Inca respecto al comportamiento físico y mecánico de macizos rocosos de fundación de inherente elevada competencia geotécnica que recibirían cargas actuantes a través de la estructura cimiento, elemento articulador de cuyo encaje basal dependería la solidez estructural del sistema Suelo-Cimiento y en consecuencia, la estabilidad de las superestructuras.

El nivel de encaje basal de la estructura Cimiento o Chaupi (mediación) significaría la garantía de la unión entre la obra cultural y la natural, sin cuyo concurso sería imposible la unión; simbólicamente el cimiento o Chaupi representaría en el mundo andino la integración de partes, donde “todo está vinculado; nada permanece aislado; cada uno necesita del otro para encontrar su significado” (Achig Balarezo, 2019), todo tiene un par (Castillo, 2021): el suelo de fundación y las superestructuras no serían la excepción unidas por la estructura cimiento.

### **Marco teórico/antecedentes**

De forma equívoca “intentamos comprenderlas según nuestra propia perspectiva etnocéntrica en lugar de esforzarnos por entenderlas en sus propios términos” (Shimada, 2019, p. 9); que las teorías de conservación y restauración se aplican no sólo a la parte visible de la superestructura sino a todo el Sistema Suelo – Monumento desde un enfoque holístico buscando la integridad histórica del patrimonio construido, para preservar el mensaje del pasado (Flora, 2022, p. 20-21).

Se necesita “conocimientos específicos y diferentes conjuntos de competencias” (Willems et al., 2018) como las geotécnicas por concentrarse en el comportamiento físico y mecánico del subsuelo (Das, 2015), necesaria para resolver problemas estáticos críticos donde el objetivo es eliminar la causa y no mitigar los efectos sobre la superestructura, “preocuparnos por el material y la estructura, por el tejido interior que sólo el científico puede explicarnos” (Smars, 2022, p. 144).

En 1964 la Carta de Venecia (artículo 2º), reconocía que la restauración y conservación “constituye una disciplina que abarca todas las ciencias y todas las técnicas que puedan contribuir al estudio y la salvaguarda del patrimonio monumental” (INC, 2007, P. 137), considerando los diferentes contextos culturales del mundo según el documento de Nara (1994) y emprendiendo investigaciones según la Carta de Cracovia (2000); y “Machupicchu el centro sagrado” (Reinhard, 2020) por sus valores excepcionales no puede abstraerse.

La Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial del 2003 amplía el concepto de Patrimonio Cultural; que, “no sólo se refiere a edificios y monumentos del pasado, sino también a las ricas tradiciones que se han transmitido de generación en generación. Como vehículo de identidad y cohesión social, este patrimonio cultural inmaterial también debe ser protegido y promovido” (UNESCO, 2018, p. v) por la naturaleza espiritual que se esconde tras (Smars, 2022).

El Comité Científico Internacional de Análisis y Restauración de Estructuras del Patrimonio Arquitectónico (ISCARSAH 2003 – ICOMOS) recalca que, “el valor del patrimonio arquitectónico no solo reside en su apariencia, sino también en la integridad de todos sus componentes como producto único de la tecnología de construcción específica de su época” (Smars, 2022, p. 152), recomendándose respetar el concepto, las técnicas y el valor histórico particular en las intervenciones.

En este marco, los principios que subyacen a la práctica en los Andes implican “un vínculo inextricable entre posición social y relaciones económicas, usualmente legitimadas por un imperativo moral. Los importantes roles que actores y poderes no-humanos (divinidades celestiales, terrestres y acuáticas, seres de montaña, oráculos) cumplían en los asuntos humanos” (D’Altroy, 2019, p. 173-174); transmitidos por la “producción de estas narrativas” (Bauer & Smit, 2019, p. 128), (Cummins et al., 2019), (Taylor, 2024).

En “la tradición oral andina e incaica la transmisión de sus memorias, las escenificaciones rituales tuvieron vital importancia en la incorporación de registros en la memoria colectiva” (Hernández, 2018, p. 56), transformando la memoria oral los hechos con el propósito de adaptar su recuerdo a las necesidades o conveniencias del tiempo y espacio; encontrando hoy elementos simbólicos que se recrean y resisten con formas distintas y contenidos persistentes (Cáceres, 2019).

Los Inca “lograron en su cosmovisión y ritualidad una síntesis de tradiciones y conocimientos que los antecedieron por siglos, proyectaron su cosmovisión en el paisaje. Tomaban posesión ritual de las altas cumbres de los Andes” (Villanueva et al., 2019). Con una Planificación adaptada a la morfología natural haciendo de su arquitectura única e irrepetible; “Las razones de la elección no son pragmáticas y tienen que ver con la ubicación del asentamiento respecto a los lugares sagrados y a los caminos ceremoniales” (Makowski, 2016).

Es de consenso en la literatura que la concepción Inca de huacas está relacionada a la producción de relaciones “esenciales” entre los seres humanos, la materia y el medio ambiente, donde la historia y lo sagrado se conjuncionan a partir de valores y significados (Kosiba, 2019), “permeado por la connotación sacra del símbolo escalonado, valorizado como dispositivo estético integrado a los basamentos de la arquitectura y a su especial extensión como componente sustancial de la edificación de la arquitectura del paisaje” (Canziani, 2021).

Respecto a las fundaciones en macizos rocosos, la literatura informa que “el batolito de Machupicchu se levantó como un gran y solo bloque hace aproximadamente 2 Ma, que las fallas no están activas y que posiblemente el granito del batolito atenuó las ondas sísmicas (Carlotto et al., 2009, p. 729); “que los ingenieros incas trabajaron con la naturaleza y cimientos de edificios que enfrentarían los desafíos de las pendientes pronunciadas e inestables y las fuertes precipitaciones” (Wright, 2021).

Investigaciones arqueológicas realizadas desde la década de los años 90 a cargo de las entidades tutelares peruanas informan el devenir de las investigaciones realizadas en torno a Machupicchu cuyo emplazamiento infieren responde a cuestiones principalmente relacionadas con la sacralidad del paisaje (Bastante et al., 2020); “más del 50% del esfuerzo humano requerido para la construcción de la Ilaqta fue empleado en las cimentaciones y el sistema de drenaje” (J. F. Astete, 2020).

La presente investigación analiza los cimientos Inca en Machupicchu relacionados con la Cosmovisión Andina; fundamentado en un probable conocimiento empírico del comportamiento físico y mecánico de los macizos rocosos de fundación, concebidos como sagrados y con vida propia al igual que todos los componentes de la naturaleza según el pensamiento andino; esta dualidad material e inmaterial habría impulsado la construcción del sistema Suelo-Cimiento Inca.

## **Metodología**

### **Sistema Suelo-Cimiento**

Machupicchu, el caso de estudio

Machupicchu patrimonio UNESCO (Falk & Hagsten, 2024, p. 364), es un asentamiento del periodo Inca Imperial (Ravines, 2020), emplazado a 2435 msnm (Astete, 2020, p. 313), a 400 m del río Vilcanota en el graben formado por las montañas del Machupicchu y Waynapicchu, con superestructuras (urbana-agrícola) en una extensión superficial longitudinal (norte-sur) de 530 m, por una extensión en profundidad de 200 m (este-oeste) (Bastante, 2016).

### **Caracterización de Cimientos o *Chaupi***

Observación de cimientos en su contexto original para caracterizar procesos constructivos Inca y la tipológica formal existente; el comportamiento físico y mecánico se verifica in situ y laboratorio con equipos estandarizados y no invasivos de uso actual (Tissot et al., 2024, p. 405) como el Penetrómetro Dinámico Ligeró (DPL) validado por la NTP 339.159 y la DIN 4094, cuyos resultados al correlacionarse facilitan valores de ángulos de fricción y densidad.

Esclerómetro, validado por la NTP 339.181 y la ASTM C 805 (resistencia de macizos rocosos en sus afloramientos). Extracción de muestras NTP 339.159 para ensayos de caracterización de suelos (NTP 339.134) en laboratorio, como: contenido de humedad (NTP 339.127-ASTM D 2216), peso específico (NTP 339.131-NTP 400.021-ASTM D 854), granulometría (NTP 339.128-ASTM D 422) y compresión simple no confinada (NTP 339.039).

Para el cálculo de la capacidad de carga del sistema suelo-cimiento o *Chaupi* se utiliza el Método de Meyerhof; considerando la longitud, el ancho y la profundidad del plano de cimiento y la altura de encaje (Khorrami et al., 2020). Factor de seguridad de 3, aceleración máxima horizontal de 2.5. y parámetros geotécnicos como ángulos de fricción ( $\Phi$ ) y densidades ( $\gamma$ ) de la fundación.

### **Cosmovisión Andina y la función del *Chaupi* (mediación)**

Se considera el postulado de Martin Heidegger respecto al poder de la arquitectura para simbolizar e interpretar verdades del ser y la existencia humana (Kidder, 2011); lo propio de Karsten Harries al afirmar que la arquitectura habla a través de connotaciones, evocaciones y simbolismos y Hans-Georg Gadamer que encuentra en la arquitectura múltiples significados que inspiran la imaginación para la interpretación al existir una distancia histórica.

La vinculación del cimiento o *Chaupi* con el simbolismo Inca es advertida por Ossio como principios clasificatorios, que Zuidema evidencia en el dualismo, la cuaternidad y la tripartición “base de la organización del tiempo, el espacio y todo aspecto de la vida social, política, económica y religiosa inca” (Ossio, 2019); donde la producción del lugar tenía carácter fundamentalmente simbólico (Kosiba, 2019).

## **Resultados y discusión**

### **El Sistema Suelo-Cimiento Inca.**

#### **La concepción Inca del Cimiento o *Chaupi***

Las características técnicas del cimiento Inca en Machupicchu son coherentes con lo exigido en construcciones de ingeniería civil; concordando con Bowles (1966) respecto a que toda superestructura que descansa sobre el terreno debe ser soportada por algún tipo de elemento intermedio denominado cimiento; todas las superestructuras Inca cuentan con dicho elemento intermedio o *Chaupi* que transmite las cargas verticales al suelo roca subyacente (Das, 2015).

Los cimientos Inca o *Chaupi* se habrían basado en experiencias previas (Canziani, 2021), pero sobre todo en la intuición (Przewłócki et al., 2005), fusionando la experiencia, el estudio de lo que otros han hecho en situaciones similares y la información geotécnica del emplazamiento para producir un cimiento económico, práctico y seguro (Bowles, 1996, p. 2), constituido por fragmentos trabajados de roca directamente apoyados en macizos rocosos y sus afloramientos (F. Astete, 2020).

### Los parámetros del Cimiento o *Chaupi Inca*

El sistema de cimiento en ingeniería está influenciado por diferentes parámetros como la profundidad del cimiento, de la capa de suelo suprayacente, y ángulo de fricción que determinan la competencia de la capacidad de carga del sistema suelo-cimiento (Acharyya & Dey, 2023). El sistema suelo-cimiento o *Chaupi Inca*, constituido por suelo granular (Tabla 1) no está soterrado ni confinado, es Caravista; fundamentado en competentes valores de los parámetros geotécnicos tanto de la roca de apoyo y como la estructura cimiento (Tabla 2).

**Tabla 1**

Caracterización del Suelo en Machupicchu.

| M | E  | Prof | (w)  | LP | LL | IP | Cu    | Cc     | Tipo | Descripción        | Color |
|---|----|------|------|----|----|----|-------|--------|------|--------------------|-------|
|   |    | m    | %    | %  | %  |    |       |        | SUCS |                    |       |
| 1 | E1 | 1.00 | 2.47 | NP | NP | NP | 340.2 | 144.06 | GP   | Grava Mal Graduada | Claro |

Nota: Ccoeficientes de uniformidad (Cu) y curvatura (Cc), favorecido por la inexistencia de nivel freático como lo muestran los límites Plástico (LP), Líquido (LL) y el índice de Plasticidad (IP).

**Tabla 2**

Parámetros geotécnicos Macizo Rocoso (E2) y Suelo granular (E1) Machupicchu.

| N° | Estructura/espacio       | Ángulo de fricción (°) |                    | Densidad (Tn/m³)    |                    |
|----|--------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
|    |                          | Suelo granular (E1)    | Macizo rocoso (E2) | Suelo granular (E1) | Macizo rocoso (E2) |
| 1  | Muro de Contención (MC)  | 30.13                  | 39.7               | 1.89                | 2.46               |
| 2  | Plataforma Agrícola (PA) | 29.82                  | 39.7               | 1.85                | 2.46               |
| 3  | Muro de Contención       | 29.17                  | 38.68              | 1.75                | 2.44               |
| 4  | Recinto (Re)             | 30.49                  | 38.64              | 1.94                | 2.44               |
| 5  | Plaza (Pl)               | 31.75                  | 38.21              | 2.09                | 2.43               |
| 6  | Patio (Pa)               | 29.77                  | 36.94              | 1.84                | 2.3                |
| 7  | Muro de Contención (MC)  | 30.16                  | 36.51              | 1.90                | 2.39               |
| 8  | Patio (Pa)               | 30.82                  | 35.87              | 1.98                | 2.37               |
| 9  | Muro de Contención       | 30.21                  | 35.24              | 1.81                | 2.14               |
| 10 | Plataforma Agrícola (PA) | 30.55                  | 35.02              | 1.95                | 2.13               |
| 11 | Plataforma Agrícola (PA) | 31.19                  | 44.17              | 2.03                | 2.52               |
| 12 | Muro de Contención       | 30.86                  | 34.38              | 1.99                | 2.29               |
| 13 | Muro de Contención       | 29.92                  | 44.17              | 1.86                | 2.52               |
| 14 | Plataforma Agrícola (PA) | 29.62                  | 35.02              | 1.82                | 2.13               |
| 15 | Muro de Contención (MC)  | 29.65                  | 35.25              | 1.83                | 2.14               |

Nota: Parámetros geotécnicos de los cimientos o *Chaupi Inca* de quince (15) superestructuras y espacios investigados en Machupicchu, cuya competencia se lee por su incidencia en elevada capacidad de carga del macizo rocoso de fundación de Machupicchu.

Considerando la clasificación de cimientos en función del lugar en el que el suelo soporta la carga (Bowles, 1996), existen: 1°, cimientos superficiales como bases, zapatas, zapatas

extendidas o losas cuya profundidad debe ser menor o igual a 4 m; y 2° cimientos profundos como pilotes, pilas o cajones perforados con una profundidad mayor a 4 m. El cimiento o Chaupi Inca al no estar soterrado estaría clasificado como cimiento superficial no confinado y caravista.

### El conocimiento empírico y destreza Inca en Cimientos o *Chaupi*

Para Bowles (1996) los cimientos constituyen lo más importante del sistema de ingeniería, quién haga las veces de ingeniero de cimentaciones debe contar con una formación y experiencia fundamentada en principios científicos y juicio ingenieril o arte para diseñar un cimiento; principios que se adquieren del conocimiento de mecánica de suelos, geología e ingeniería de cimentaciones (Holtz & Kovacs, 1981); en el caso Inca, es el profundo conocimiento del comportamiento de suelos y la naturaleza la base de su expertise.

Para Holtz et al. (1981) la capacidad de predecir el comportamiento del suelo o la roca de cimiento a las cargas impuestas por superestructuras para garantizar la estabilidad de taludes, estructuras de contención y presiones del agua es vital, así como para Das (2015) el conocimiento del origen del depósito de suelo dado que cada depósito presenta características geomecánicas únicas; la selección del batolito granodiorita de Machupicchu probablemente fue una decisión basada en desafortunadas experiencias en suelos distintos.

Conocer la estratigrafía de las fundaciones reduce la probabilidad de falla de las estructuras geotécnicas (Molina-Gómez et al., 2022), elemento indispensable para el diseño y análisis de cimientos (Hu & Wang, 2022), donde ángulos de fricción y pesos unitarios (Tabla 3) posibilitan conocer la capacidad portante de la cimentación que dependerá de la carga vertical actuante (Keawsawasvong et al., 2021); los Inca al encajar la estructura cimiento directamente en alveolos de la roca lograron capacidad de soporte mayor a los esfuerzos actuantes ( $q > \sigma$ ).

**Tabla 3**

Peso Unitario Macizo Rocosó (E2) Machupicchu.

|         | Descripción                | H          | D              | Area            | Peso   | Volumen         | Peso Unitario        |
|---------|----------------------------|------------|----------------|-----------------|--------|-----------------|----------------------|
| Muestra | Tipo de roca               | Alto<br>cm | Diámetro<br>cm | cm <sup>2</sup> | gr     | cm <sup>3</sup> | (g/cm <sup>3</sup> ) |
| 1       | Roca ígnea<br>Granodiorita | 12         | 5.2            | 21.24           | 458.00 | 254.84          | 1.80                 |
| 2       | Roca ígnea<br>Granodiorita | 12.4       | 5.2            | 21.24           | 477.00 | 263.33          | 1.81                 |
| 3       | Roca ígnea<br>Granodiorita | 15.4       | 5.2            | 21.24           | 646.00 | 327.04          | 1.98                 |

Nota: Las tres (03) muestras del macizo rocoso de fundación en Machupicchu advierten valores competentes que inciden en su solidez estructural y en consecuencia elevada competencia geotécnica del sistema suelo-cimiento o *Chaupi* Inca.

El comportamiento mecánico de la interacción suelo-estructura “es crucial para la seguridad y estabilidad de las infraestructuras” (Tan et al., 2024) donde la selección de macizos rocosos implica inteligencia y utilización de métodos de observación y estudios analíticos que garantizan compatibilidad con objetivos del diseño y la geología del sitio convirtiéndose en herramienta valiosa en el diseño (Bieniawski, 1989); los macizos rocosos con competencia geotécnica intrínseca habría dado licencia a los Inca para encajar directamente los cimientos.

La roca seleccionada por los Inca es un agregado sólido formado por minerales, cuyos caracteres geológicos estructurales y discontinuidades (Ramírez and Alejano 2004, p. 1) y la presencia intrínseca de poros y microgrietas distribuidas a varias escalas dentro de su estructura (Zhou et al., 2024, p. 2591), lo definen como caos granítico (Carlotto et al., 2009), apto como material de cimiento y construcción de edificios (Holtz & Kovacs, 1981, p.1). Esta particularidad habría inducido a construir el sistema suelo-cimiento “caravista” y no confinado.

Aun así, garantizaron un comportamiento resistente y demanda sísmica amplia (Safkan et al., 2017), favorecido acertadamente por no presentar la interacción suelo-estructura de cimiento conexión rígida (Barmenkova, 2019). Macizo granítico de elevada competencia que incluso sólo experimentan cambios estéticos a temperaturas entre 200 °C y 400 °C, mientras que las propiedades físicas y mecánicas de las calizas pueden variar significativamente al calentarse a más de 600 °C (Alonso et al., 2025); ello ratifica, la mejor competencia de las rocas ígneas.

Según Bieniawski (1989), existen tres enfoques para la selección de macizos rocosos: analítico, observacional y empírico; éste último sería el asumido por los Inca en Machupicchu como parte de un procedimiento de ensayo y error, con antecesores cuya arquitectura presenta variados estilos y diversas condiciones del suelo en regiones geográficas particulares, motivándolos a ejecutar técnicas de cimiento distintas (Przewłócki et al., 2005, p. 363); lo que fundamenta el sistema suelo-cimiento Inca como singular y excepcional.

Para Przewłócki et al. (2005) la elección de la conexión adecuada del cimiento depende de las dimensiones del muro soportado, de las condiciones espaciales y de la capacidad portante de las capas del subsuelo; el caso Inca en Machupicchu no sería distinto a excepción de contar con macizos rocosos intrínsecamente competentes. Mejorándose las propiedades mecánicas de la roca (Aboelela et al., 2022), utilizando la compactación dinámica (Du et al., 2019) en plataformas de cimiento de recintos, por ejemplo, constituidos por fragmentos líticos.

El comportamiento físico mecánico de la roca es esencialmente la transmisión, almacenamiento, disipación y liberación de energía; más aún, al estar sometidas a compresión triaxial. Por tanto, las excavaciones de ingeniería provocan ajuste de tensiones, dañándose las rocas en el proceso e induciéndose en la mayoría de veces a desastres de ingeniería” (Tan et al., 2024, p. 2466); es precisamente lo que no se hizo en el caso Inca, pues se limitaron a adaptar las estructuras de cimiento sobre los afloramientos rocosos.

### El comportamiento físico y mecánico de Cimientos o *Chaupi* Inca

Los cimientos o *Chaupi* Inca no solo garantizaron las cargas estáticas estructurales sino resistieron cargas dinámicas (Abarca, 2021); conocían empíricamente la imposibilidad de diseñar o construir una superestructura sin tomar en consideración el comportamiento físico y mecánico del suelo por seguridad y estabilidad perdurable (Holtz & Kovacs, 1981, p.2); ello se evidencia en la ausencia de asentamientos diferenciales y/o similares en Machupicchu.

Conocían la importancia de elegir suelos competentes para las fundaciones concordando con Przewłócki et al. (2005), evitando fundaciones en suelos finos cuya competencia normalmente se encuentra a profundidad, encareciendo el método y destruyendo el suelo subyacente al cimiento. Los cimientos o *Chaupi* superficiales Inca producen mejoras significativas de la resistencia del suelo (Tabla 4) al no socavarla ni impactarla con excavaciones; reutilizando en rellenos controlados de plataformas agrícolas restos de talla.

**Tabla 4**  
Resistencia del Macizo Rocoso (E2) Machupicchu.

| N° de Prueba | Tipo de roca |       | Ensayo in situ (afloramiento macizo rocoso) con Martillo de Schmidt (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Ensayo en Laboratorio (Corazones diamantinos) Compresión simple no confinada (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|--------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Prueba 1     | Roca diorita | Grano | 294.00                                                                                    | 778.95                                                                                             | 536.475                                    |
| Prueba 2     | Roca diorita | Grano | 346.00                                                                                    | 814.99                                                                                             | 580.495                                    |

|          |                 |       |        |        |         |
|----------|-----------------|-------|--------|--------|---------|
| Prueba 3 | Roca<br>diorita | Grano | 346.00 | 719.71 | 532.855 |
|----------|-----------------|-------|--------|--------|---------|

Nota: La competencia geotécnica del batolito granodiorita de Machupicchu como fundación se corrobora con los valores de resistencia a la compresión que se desarrollaron tanto in situ como en laboratorio, revelándose como óptimos y característicos de macizos rocosos aptos como soporte de cimientos.

Para Bowles (1996), determinar los parámetros precisos del suelo son difíciles si no imposibles de cuantificar y que es prudente adoptar un cierto grado de conservadurismo en el diseño; por esta razón, las superestructuras Inca en Machupicchu a pesar de estar soportados por competentes macizos rocosos, presentan prudencia en la densidad constructiva, sin advertirse sobre cargas que expongan a fallo el sistema Suelo-Cimiento.

La exposición de materiales de construcción al ambiente exterior desencadena la activación de graves mecanismos de degradación (Vázquez-de la Fuente et al., 2025, p. 130); sin embargo, el cimiento o *Chaupi* Inca expuesto, constituido por suelo granular de procedencia granítica (Fuentes et al., 2025), presenta densidad y peso unitario competente, elevada permeabilidad y resistencia para el encare de adversidades atmosféricas.

Probablemente los Inca al elegir macizos rocosos con parámetros geotécnicos competentes para el cimiento o *Chaupi* de superestructuras, proyectaron mantenerlos en condición operativa desde el siglo XV, lo cual es esencial para comunicar sus valores técnicos y culturales (Tissot et al., 2024, p. 398), advirtiéndonos que en la antigüedad poseían conocimientos de cimientos basados en la experiencia, la conjetura y la intuición.

### **El modus vivendi Inca en el sistema Suelo-Cimiento de Machupicchu.**

De la concepción de la Pachamama (Madre Naturaleza).

Difíciles entornos en el Ande Sudamericano como la carencia de recursos (suelo y agua), condiciones climáticas adversas y fenómenos naturales impredecibles, generaron civilizaciones desarrolladas como la Inca, intercedido por complejos sistemas de creencias como la concepción de deidades como la *Pachamama* o Madre naturaleza (Achig Balarezo, 2019), que brinda seguridad y sustento a todos los seres (Sampietro Vattuone et al., 2008).

La relación entre los Inca y el *Kaypacha* o, dimensión terrenal (Szeminski & Ziolkowski, 2019) se advierte en la prolija integración de las fundaciones Inca por considerarla como mediadora, integradora (Achig Balarezo, 2019) y *Chaupi* (Castillo, 2021) entre el *Hanan Pacha*, mundo superior y el *Ukupacha*, mundo inferior (Cáceres, 2019); el “todo” donde no solo el ser humano tiene derechos, sino todos los seres vivos del planeta (Dutra, 2021).

Esta cosmovisión Inca, admitida en la literatura (Santillana, 2016), revela creencias sobrenaturales (Mangiapane et al., 2025) como práctica ancestral a partir de la observación directa, la percepción, el culto y el amplio conocimiento de la *Pachamama* para articular todas sus actividades sociales a fechas de ciclos naturales, a la geografía y a poderes no humanos (Urroz, 2020) y la estructura cimiento no fue la excepción por su rol mediador o *Chaupi*.

### **De la concepción del Cimiento o *Chaupi* Inca.**

Subyace a la cosmovisión andina el manejo de significaciones que definen una cultura que depende de símbolos, unidad básica de toda conducta humana que se origina en el uso de modelos o arquetipos con propósitos de encarnación (Cáceres, 2019). Así, la montaña simboliza el ascenso, el *apu* y deidad; la piedra, la representación de personas o héroes míticos, con vida y movimiento, receptáculo de saberes de hechos sagrados.

Concordando con Cáceres (2019), la piedra no sólo simbólicamente sino operativamente representa eternidad, seguridad, dureza, y equilibrio; constituyendo el principal componente

de los Andes, modelado por los fenómenos naturales que hasta la arquitectura la toma como suya por su sencillez, simetría y seguridad; características inmutables para cumplir el rol trascendente de mediación (*Chaupi*) entre cargas verticales y suelos de soporte.

Haciendo una analogía con la mediación de los mundos *Hananpacha* y *Ukupacha* a través del *Kaypacha*; el cimient o *Chaupi* Inca representaría simbólicamente el elemento que posibilita la unión, la amalgama, la integración de la dualidad superestructura (peso) y subestructura (soporte), dos componentes que, sin el concurso de un tercero (interlocutor) no podrían existir; el *Chaupi* Inca es la manifestación del encuentro (Cáceres, 2019).

Sin la mediación según Cáceres (2019), constituirían componentes patológicos por el desequilibrio que implicaría en un orden lógico (Figura 6). La literatura la concibe como “la dialéctica de la lógica del dual de los Andes”; actúa tanto en la oposición como en la unidad del adentro-afuera, el arriba-abajo; existiendo siempre un mediador: el trabajo en el *ayni*, el regalo en la *apjata*, el producto en el trueque (Castillo, 2021).

Se trataría entonces del entendimiento del cosmos al cuál el hombre andino le daba un orden (Urton, 2022) con representaciones visuales, sus componentes y relaciones que garanticen comprensión: “los incas tuvieron una imagen del cosmos compleja y muy ordenada” (Szeminski & Ziolkowski, 2019) según el dibujo de Pacha Cuti Yamqui Salca Maygua (Bernand, 2019), y la adaptación creativa de la realidad andina por Guamán Poma de Ayala.

### **La forma del Sistema Suelo-Cimiento Inca.**

El registro de la tipología formal de los cimientos o *Chaupi* Inca en Machupicchu evidencia que éstos no solo responden a criterios estructurales altamente eficientes como el uso de drenajes, anclajes en roca madre y continuidad constructiva con el afloramiento rocoso, sino que manifiesta una lógica simbólica profundamente arraigada en la cosmovisión andina, expresando materialmente el principio de equilibrio entre el mundo natural y el cultural.

Hallazgos que permiten reconocer por ejemplo en el cimiento o *Chaupi Unuyuq*, drenantes con anclaje a afloramientos, no solo un sistema técnico resistente frente a eventos naturales como sismos y lluvias, sino también una expresión tangible de la “lógica del dual” y del principio mediador que estructura el *modus vivendi* andino; así, es simultáneamente soporte físico, articulador de sistemas y símbolo de unión entre el hombre, el territorio y lo sagrado.

#### **Tipología formal 1: Sistema Suelo-Cimiento Traslapado.**

En muros de contención que proporcionan soporte y estabilidad a plataformas agrícolas y plataformas de retén; el cimiento o *Chaupi* Inca está constituido por dos o tres hiladas de muro de piedra de tamaño muy grande a grande, donde la primera hilada de base se apoya directamente en ligeros alveolos previamente horadados en el macizo rocoso cuyo ángulo de reposo natural se evita trastocar; contruidos equidistantes en la ladera hacia la cima.

Así cimentados los dos primeros muros de contención que además están a desnivel uno de otro por construirse en ladera, éstos se unen con rellenos controlados conformados por suelo granular bien graduado (GW) donde el remate de la plataforma del primer muro de contención se traslapa en un espesor aproximado entre 1 a 1.50 m de espesor con el cimiento o *Chaupi* Inca del segundo muro contención superior no visible.

#### **Tipología formal 2: Sistema Suelo-Cimiento Zócalo.**

Generalmente en edificios representativos y/o ceremoniales, el cimiento o *Chaupi* Inca está constituido por bloques pétreos de tamaño grande de variado encaje formal a manera de zócalos entre 1.50 a 1.80 m de altura que transmiten el peso de la estructura muraria hacia el macizo rocoso de base nivelado con relleno controlado conformado por suelo granular bien graduado (GW) apoyado directamente en el macizo rocoso.

#### **Tipología formal 4: Sistema Suelo-Cimiento Caravista.**

Cimiento o *Chaupi* Inca Caravista de uso recurrente en diferentes superestructuras y en distinta morfología del relieve ya sea sobre plataformas niveladas o en taludes inclinados, en ambos casos las bases están apoyadas directamente en ligeros alveolos horadados en los macizos rocosos; consiste en el apilado de fragmentos de roca de diferente tamaño y forma con elevado nivel de acomodo de piezas líticas entre sí con cuñas estabilizantes.

Generalmente en el encuentro con el macizo rocoso se utiliza piezas líticas muy grandes cuyo tamaño va descendiendo conforme se aproxima al contacto con la estructura muraria cuya carga vertical es transmitida al macizo rocoso de fundación. Esta tipología presenta un ancho de muro que varía desde 0.80 m. hasta 1.50 m, con variado espesor que va desde 0.50 m hasta 2 m. de altura que aseguran solidez estructural al conjunto.

#### **Tipología formal 4: Sistema Suelo-Cimiento cara vista con dren.**

Cimiento o *Chaupi* Inca Caravista que presenta en su morfología drenes de desfogue provenientes de sistemas de evacuación de aguas pluviales; su uso es recurrente en diferentes superestructuras emplazadas sobre plataformas niveladas apoyadas directamente en ligeros alveolos horadados en los macizos rocosos; consiste en el apilado de fragmentos de roca de diferente tamaño y forma integrados con cuñas estabilizantes.

Por lo general en el asentado en el macizo rocoso se utiliza piezas líticas muy grandes cuyo tamaño va descendiendo conforme se aproxima al contacto con la estructura muraria cuyo peso es transmitido al macizo rocoso de fundación. Es en este remate de cimiento o *Chaupi* Inca que se construyen los drenes consistentes en pequeños orificios de forma cuadrangular o trapezoidal construyéndose sobre él el apilado de remate.

Esta tipología también está expuesta a la vista mostrando una riqueza formal y compositiva quizá mucho más que la mampostería muraria; pareciera una planificada alegoría estética a la piedra expresada en la multiplicidad de posibilidades de presentación, pero de igual valor irremplazable en un todo. El ancho varía desde 0.80 m. hasta 1.50 m, y de 0.50 m hasta 2 m. de altura que en conjunto advierten seguridad y estabilidad.

#### **Tipología formal 5: Sistema Suelo-Cimiento directo sobre afloramiento rocoso.**

Cimiento y/o *Chaupi* Inca generalmente de superestructuras representativas y/o ceremoniales, consiste en una o dos hiladas de muro de piedra de tamaño grande a mediano directamente apoyados en ligeros alveolos horadados previamente en afloramientos del macizo rocoso; distinguible de la mampostería muraria que soporta por la plasticidad formal de las piezas líticas como una celebración de una unión inquebrantable y sólida.

Esta tipología está expuesta a la vista presentando una multiplicidad de formas compositivas que recurrentemente se repiten sin perder la esencia de constituir el cimiento o *Chaupi* Inca ya sea en formato horizontal o en talud inclinado, con un trabajo de encaje al macizo rocoso de mínima intervención y máxima integración. El ancho varía desde 0.80 m. hasta 1.50 m, y de 0.30 m hasta 0.80 m. de altura e inmutable estabilidad (Figura 11).

#### **Tipología formal 6: Sistema Suelo-Cimiento encajado en afloramiento rocoso (cóncavo y convexo).**

Cimiento y/o *Chaupi* Inca generalmente de superestructuras que estarían destinadas a rendir pleitesía a afloramientos del macizo rocoso de fundación o *Pachamama* (Madre Naturaleza); consiste en el apilado de fragmentos de roca de diferente tamaño y forma que permiten buen acomodo de piezas líticas entre sí con cuñas estabilizantes, siguiendo la morfología cóncava o convexa del macizo rocoso.

Las piezas líticas de base se asientan en muy ligeros alveolos horadados previamente en el afloramiento rocoso, distinguible de la mampostería muraria de la superestructura por la sinuosidad pronunciada que presentan hasta alcanzar la regularidad de la mampostería pétreo; en general el ancho varía desde 0.30 m. hasta 0.60 m, y de 0.50 m hasta 0.80 m. de altura lográndose una integración sólida Roca-Chaupi Inca y mampostería (Figura 12).

## **Conclusiones y recomendaciones**

### **El sistema Suelo-Cimiento Inca.**

El análisis geotécnico de los cimientos o *Chaupi* Inca en Machupicchu evidencia que, pese a no seguir los criterios normativos de confinamiento y profundidad propios de la ingeniería civil moderna, el sistema constructivo ancestral Inca logra una capacidad de carga y estabilidad estructural notable. Esta correspondencia entre el saber ancestral y los fundamentos modernos refuerza la validez técnica del legado constructivo Inca.

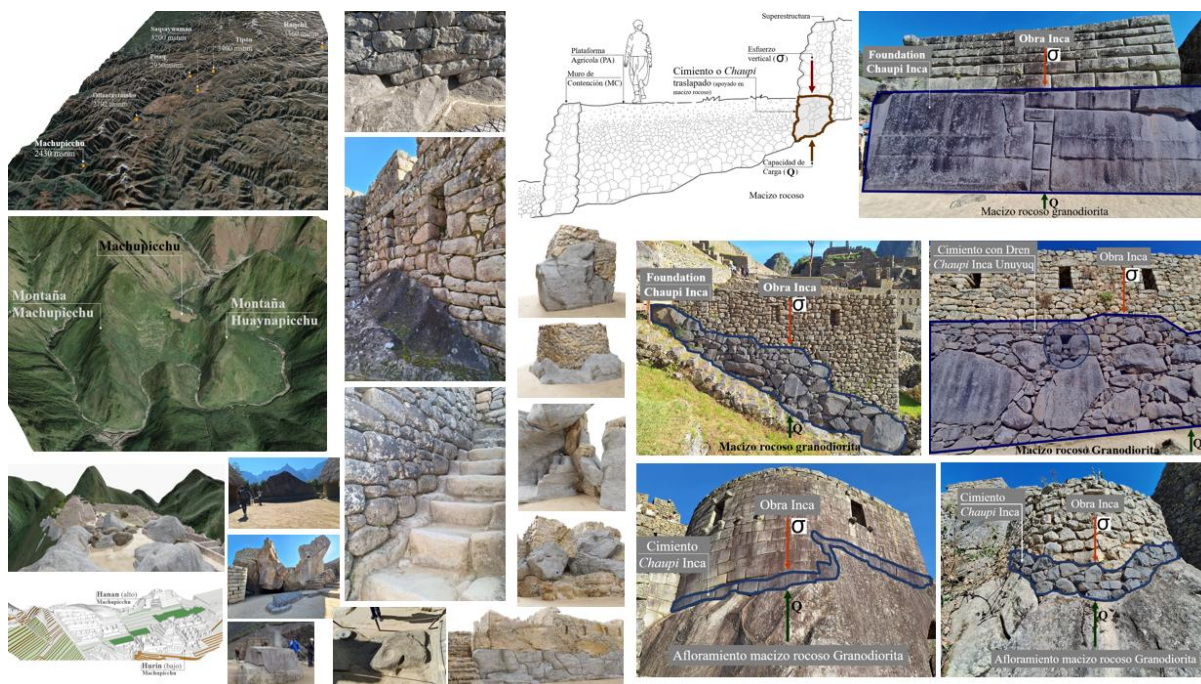
La ausencia de soterramiento del *Chaupi* Inca, lejos de representar una deficiencia, responde a una estrategia fundamentada en el conocimiento empírico del comportamiento del terreno, la utilización directa de macizos rocosos y la adaptación precisa a las condiciones geomecánicas del entorno. La interacción suelo–Chaupi Inca, se basa en la transmisión de cargas mediante contacto directo con macizos rocosos estables, optimizando su geometría.

Esta investigación demuestra que los Inca en Machupicchu desarrollaron soluciones fundacionales altamente eficientes, adaptadas al medio natural, que abren nuevas líneas de reflexión sobre la ingeniería premoderna y la pertinencia de integrar enfoques arqueogeotécnicos en el estudio de estructuras patrimoniales: adaptación y dominio del entorno, elementos esenciales para comprender el éxito perdurable de la infraestructura Inca.

### **El *modus vivendi* Inca y el sistema Suelo-Cimiento Inca.**

El cimiento o *Chaupi* Inca, lejos de ser un mero soporte físico, constituye una expresión material de la cosmovisión andina en Machupicchu, donde toda construcción es también una articulación de significados. A partir de una lógica triádica que estructura el *modus vivendi* andino (Hananpacha, Kaypacha y Ukupacha). Emerge como mediador entre el mundo natural (macizo rocoso) y la obra humana, integrando simbólicamente lo divino y lo terrenal.

Este entendimiento revela que los saberes constructivos de los Andes no solo respondían a principios funcionales o geotécnicos, sino que incorporaban representaciones del orden cósmico y social. Reconocer esta unidad entre técnica, territorio y simbolismo permite comprender al patrimonio legado por los Inca como un sistema integral de conocimiento, donde el equilibrio material e inmaterial es condición de permanencia y armonía.



Nota: Las fundaciones Inca en Machupicchu, la preservación entre la materialidad e inmaterialidad. Imágenes del Autor (2025).

## Referencias bibliográficas

- Abarca, A. (2021). *Estudio de Mecánica de Suelos y Rocas. Metodología para Bienes Patrimoniales Parque Arqueológico de Machupicchu. El Monumento*. POQ'EN KANCHA: Bib.virtual. <http://bvvirtual.culturacusco.gob.pe/items/show/91>
- Acharyya, R., & Dey, A. (2023). Response of Skirted Strip Footing Resting on Layered Granular Soil Using 2-D Plane-Strain Finite Element Modeling. *Geotechnical and Geological Engineering*, 41(3), 2185–2200. <https://doi.org/10.1007/s10706-022-02373-6>
- Achig Balarezo, D. (2019). Cosmovisión Andina: categorías y principios. *Revista de La Facultad de Ciencias Médicas Universidad de Cuenca*, 37(3), 1–4. <https://doi.org/10.18537/RFCM.37.03.01>
- Alonso, L., Rincón, T., Picos, J., & Armesto, J. (2025). Evaluation of archeological heritage exposure to wildfires through simulation techniques. A study case in Galicia (Northwestern Spain). *Journal of Cultural Heritage*, 73, 336–346. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2025.04.010>
- Astete, F. (2020). Llaqta de Machupicchu: sacralidad y proceso constructivo. In F. eds. Astete & J. Bastante (Eds.), *Machupicchu Investigaciones Interdisciplinarias* (1ra. edición, pp. 313–325). MINCUL.
- Astete, F., & Bastante, J. M. (2020). *Machupicchu investigaciones interdisciplinarias: Vol. I* (F. Astete & J. Bastante, Eds.; Primera edición). Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco.
- Astete, J. F. (2020). Llaqta de Machupicchu: sacralidad y proceso constructivo. In F. Astete & J. Bastante (Eds.), *Machupicchu Investigaciones Interdisciplinarias TOMO I* (pp. 313–325). MINCUL.
- Barmenkova, E. (2019). Design of Base and Foundation for the Earthquake-Resistant Building. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 661(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/661/1/012093>

- Bastante, J. M. (2016). INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS EN LA LLAQTA DE MACHUPICCHU. *Arqueología y Sociedad*, 32, 267–276.
- Bastante, J. M., Astete, F., Fernández, A., & Usca, A. I. (2020). Estado de la cuestión: historia y arqueología de la llaqta de Machupicchu. In F. Astete & J. Bastante (Eds.), *Machupicchu Investigaciones Interdisciplinarias TOMO I* (pp. 141–236). MINCUL.
- Bauer, B. S., & Smit, D. K. (2019). “Separando la paja del trigo” Mitos Incas, Leyendas Incas y la evidencia arqueológica para el desarrollo del Estado en la Región del Cusco. In I. Shimada (Ed.), *El Imperio Inka* (pp. 125–148). Fondo editorial PUCP.
- Bernand, C. (2019). Don Juan de Santacruz Pachacuti Yamqui Salcamaygua, “sacerdote” del Cerro. *RUNA, archivo para las ciencias del hombre*, 40(1), 5–19.  
<https://doi.org/10.34096/runa.v40i1.6130>
- Bieniawski, Z. T. (1989). *Rock Mass Classifications A Complete Manual for Engineers and Geologists in Mining, Civil and Petroleum Engineering*.
- Bowles, J. E. (1996). *Foundation analysis and design*. McGraw-Hill.
- Cáceres, E. (2019). Piedras, nieve y agua en el Santuario Andino de Quyllur'rit'i. *Revista Universitaria*, 141, 281–290. <https://doi.org/https://doi.org/10.51343/ru.v141i0.487>
- Canziani, J. (2021). *Paisaje y Territorio en el Perú* (PUCP, Ed.; PUCP). PUCP.
- Carlotto, V., Cárdenas, J., & Fidel, L. (2009). LA GEOLOGÍA, EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA Y GEODINÁMICA EXTERNA DE LA CIUDAD INCA DE MACHUPICCHU, CUSCO-PERÚ. *Revista de La Asociación Geológica Argentina*, 65(4), 725–747.
- Castillo, A. (2021). Del Yanantin al Pachakuti. *Disenso: Crítica y Reflexión Latinoamericana*, 4(1), 145–160.
- Cummins, T., Ossio, J., Phipps, E., Trentelman, K., Turner, N. K., & Borja de Aguinagalde, F. (2019). *Vida y obra Fray Martin de Murua* (EY, Ed.; Primera edición). EY.
- D'Altroy, T. N. (2019). Fundando el Imperio Incaico. In I. Shimada (Ed.), *El Imperio Inka* (pp. 173–207). Fondo Editorial PUCP.
- Das, B. M. (2015). *FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA: Vol. Cuarta edición* (S. Cervantes, Ed.; Cuarta edición). CENGAGE Learning.
- Du, J., Wu, S., Hou, S., & Wei, Y. (2019). Deformation Analysis of Granular Soils under Dynamic Compaction Based on Stochastic Medium Theory. *Mathematical Problems in Engineering*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/6076013>
- Dutra, G. K. M. (2021). The meaning of Pachamama of life on earth. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 58, 850–856. <https://doi.org/10.5380/dma.v58i0.74772>
- Falk, M. T., & Hagsten, E. (2024). Factors with ambiguous qualities for Cultural World Heritage Sites. *Journal of Cultural Heritage*, 66, 384–391. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2023.12.009>
- Flora, A. (2022). Taking care of heritage, a challenge for geotechnical engineers. *Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites III - Proceedings of the 3rd International Issmge TC301 Symposium, 2022*, 19–54.  
<https://doi.org/10.1201/9781003308867-2>

- Holtz, R. D., & Kovacs, W. D. (1981). *An Introduction to Geotechnical Engineering* (Inc. Prentice - Hall, Ed.). Prentice Hall.
- Hu, Y., & Wang, Y. (2022). Bayesian supervised learning of 2D subsurface soil stratigraphy using limited cone penetration tests with consideration of uncertainty. *Cone Penetration Testing 2022 - Proceedings of the 5th International Symposium on Cone Penetration Testing, CPT 2022*, 459–465. <https://doi.org/10.1201/9781003308829-64>
- INC. (2007). *Documentos Fundamentales para el Patrimonio Cultural Textos internacionales para su recuperación, repatriación, conservación, protección y difusión* (Instituto Nacional de Cultura, Ed.; 1ra. edición). Instituto Nacional de Cultura.
- Kidder, P. (2011). Philosophical Hermeneutics and the Ethical Function of Architecture. *Contemporary Aesthetics (Journal Archive)*, 9(1), 1–27.
- Kosiba, S. (2019). El valor dentro de la huaca. Construyendo seres sagrados en el mundo inca. In M. Curatola (Ed.), *El estudio del mundo andino* (pp. 133–146). Fondo Editorial PUCP.
- Makowski, K. (2016). *URBANISMO ANDINO. CENTRO CEREMONIAL Y CIUDAD EN EL PERÚ PREHISPÁNICO* (Apus Graph Ediciones, Ed.; Pancorvo, Anel). Apus Graph Ediciones.
- Mangiapane, G., Di Francia, E., Gerst, R., Radelet, T., Aceto, M., Agostino, A., & Boano, R. (2025). Rare tattoos shape and composition on a South American mummy. *Journal of Cultural Heritage*, 73, 561–570. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2025.04.013>
- Molina-Gómez, F., Cordeiro, D., Ferreira, C., & Viana da Fonseca, A. (2022). Soil stratigraphy from seismic piezocone data and multivariate clustering in alluvial soil deposits: Experience in the Lower Tagus Valley region. *Cone Penetration Testing 2022 - Proceedings of the 5th International Symposium on Cone Penetration Testing, CPT 2022*, 584–590. <https://doi.org/10.1201/9781003308829-84>
- Ossio, J. (2019). José María Arguedas, John Murra, Tom Zuidema y la realidad de una cultura andina. In M. Curatola (Ed.), *El estudio del mundo andino* (1ra edición, pp. 39–48). Fondo Editorial PUCP.
- Przewłócki, J., Dardzińska, I., & Świniański, J. (2005). Review of historical buildings' foundations. *Géotechnique*, 55(5), 363–372. <https://doi.org/10.1680/geot.55.5.363.66017>
- Ravines, R. (2020). Machu Picchu. Monumento arqueológico. In F. eds. Astete & J. Bastante (Eds.), *Machupicchu Investigaciones Interdisciplinarias Tomo I* (1ra. edición, pp. 237–267). MINCUL.
- Reinhard, J. (2020). Machu Picchu: el centro sagrado. In F. eds. Astete & J. Bastante (Eds.), *Machupicchu Investigaciones Interdisciplinarias* (1ra. edición, pp. 289–311). MINCUL.
- Safkan, I., Sensoy, S., & Cagnan, Z. (2017). Seismic behaviour of the old-type gravity load designed deteriorated RC buildings in Cyprus. *Engineering Failure Analysis*, 82, 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2017.09.004>
- Sampietro Vattuone, M. M., Neder, L., Roldán, J., & Vattuone, M. A. (2008). Mother Earth: Soil and people relationships during the prehispanic period (Northwest Argentina). *World Archaeology*, 40(2), 190–205. <https://doi.org/10.1080/00438240802029979>
- Santillana, J. I. (2016). *Paisaje Sagrado e Ideología Inca Vilcashuaman* (1ra reimpresión). Fondo Editorial PUCP.

- Shimada, I. ed. (2019). *El imperio Inka* (I. (ed. ) Shimada, Ed.; PUCP). PUCP.
- Smars, P. (2022). Under the skin. *Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites III - Proceedings of the 3rd International Issmge TC301 Symposium, 2022*, 137–154. <https://doi.org/10.1201/9781003308867-7>
- Szeminski, J., & Ziolkowski, M. (2019). *Mitos, Rituales y Política de los Incas* (1ra. reimpresión). Ediciones El Lector.
- Tan, G., Ma, C., Zhang, J., Yang, W., Zhang, G., & Kang, Z. (2024). Mechanical behavior of rock under uniaxial tension: Insights from energy storage and dissipation. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 16(7), 2466–2481. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2023.12.022>
- Taylor, G. (2024). *Ritos y tradiciones de Huarochirí* (IFEA, Ed.; 2da. Edición). Instituto Francés de Estudios Andinos.
- Tissot, I., Ottone Alves, B., Silva, T., Nogueira, F., & Manso, M. (2024). In full swing: Analytical strategies for the conservation assessment of operating Industrial Heritage machinery. *Journal of Cultural Heritage*, 66, 398–406. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2023.12.004>
- UNESCO. (2018). *Textos fundamentales de la Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial de 2003* (UNESCO, Ed.; 2018th ed.). UNESCO. <https://ich.unesco.org>
- Urroz, R. (2020). Villanueva, J. P. J. Broda, y M. Sakai (Eds.: 2019). Deidades, paisajes y astronomía en la cosmovisión andina y mesoamericana. In *Investigaciones Geográficas* (Issue 102). Revista Investigaciones Geograficas, Boletín. <https://doi.org/10.14350/rig.60195>
- Urton, G. (2022). *El Cosmos Andino* (1ra edición). Ediciones El Lector.
- Vázquez-de la Fuente, I., Etxebarria, I., Costantini, I., Huidobro, J., Veneranda, M., Prieto-Taboada, N., Girolami, G. Di, Larrañaga, A., Lillo, A. Di, Caso, M., Notomista, M., Lauro, R. Di, Castro, K., Arana, G., & Madariaga, J. M. (2025). Multianalytical study of neapolitan yellow tuff rotting: Archaeological park of herculaneum as a representative case of study. *Journal of Cultural Heritage*, 73, 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2025.02.019>
- Willems, A., Thomas, S., Castillo Mena, A., Čeginskis, V., Immonen, V., Kalakoski, I., Lähdesmäki, T., Lähdesmäki, U., Gowen-Larsen, M., Marciniak, A., Pérez González, E., White, C., & Mazel, A. D. (2018). Teaching Archaeological Heritage Management. Towards a Change in Paradigms. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 20(5–6), 297–318. <https://doi.org/10.1080/13505033.2018.1559423>
- Wright, K. R. (2021). The Masterful Water Engineers of Machu Picchu. *Water (Switzerland)*, 13(21). <https://doi.org/10.3390/w13213049>
- Zhou, S., Zhang, Z. X., Luo, X., Huang, Y., Yu, Z., & Yang, X. (2024). Predicting dynamic compressive strength of frozen-thawed rocks by characteristic impedance and data-driven methods. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 16(7), 2591–2606. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2023.09.017>

**Mag. Arq. Amparo Abarca Ancori**

Maestra en Arquitectura en Conservación de Monumentos y Centros Históricos - Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco. Docente en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura - Universidad Nacional del Altiplano Puno. Experiencia profesional en entidades públicas y privadas como el PER Plan COPESCO, MINCUL, Municipalidades y Laboratorio de Suelos y Geotecnia como GEOTEST PERÚ. Integrante de grupos de investigación como Yuyai UNI. Publicación de libros como, “Estudio de mecánica de suelos y rocas: metodología para bienes patrimoniales. Parques Arqueológicos de Machupicchu, Ollantaytambo, Písaq, Raqchi, Tipón y Saqsaywaman”, y artículos científicos en revistas indexadas como: “Geotechnics in the preservation of Machu Picchu, Cusco, Peru”. Doctoranda en la FAUA UNI y la EPG UNAP.