



ADECUACIÓN DE LA ARQUITECTURA PRE INCA AL CLIMA, USANDO FORMA, MATERIAL Y UBICACIÓN ESPACIAL

María Angélica Guevara Lactayo

Asociación Peruana de Arquitectura Unidos por un Planeta Mejor, mguevaralactayo@yahoo.es

Palabras clave: putuco, colca, confort térmico, ganancia de calor, asolamiento

Resumen

En la época pre inca las edificaciones se diseñaron para que a partir de las características de sus componentes forma, material de construcción y ubicación espacial obtuvieran una eficiente adecuación al medio ambiente natural y al clima del lugar como parte de este medio, consiguiendo soluciones arquitectónicas cuya función alcanzó confort térmico para el desarrollo de sus actividades. El objetivo principal del estudio es analizar y verificar en tres edificaciones arquitectónicas pre inca, en las que el manejo de la forma, la utilización de materiales de construcción o la ubicación espacial del elemento arquitectónico les permitió adecuarse al medio y lograr un confort térmico interno que posibilitó un microclima eficiente para el desarrollo de la función. La metodología para el estudio es analítica, se realiza los siguientes procedimientos: toma de datos de los objetos arquitectónicos y del lugar de estudio donde se insertan; procesamiento de los mismos con ayuda del software Ecotect; análisis de los datos procesados, contrastación con la respuesta térmica del componente estudiado de las edificaciones arquitectónicas ante un problema específico; y evaluación del grado de eficiencia de cada componente para lograr confort térmico para el usuario. Se considera que la forma del edificio arquitectónico permite una característica de impacto de sol y viento que, dependiendo del clima del lugar, le permite lograr eficiencia térmica, especialmente en clima frío. El uso de la tierra como material de construcción con componentes y espesor específicos permite un control en el ingreso y salida del calor y la estabilidad de la temperatura interna; la ubicación del elemento arquitectónico en el espacio permite un control de su temperatura interna.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como propósito demostrar previo análisis como, en la época pre inca en el Perú, se utilizaron conceptos acerca de la forma del elemento arquitectónico, del material de construcción y de su ubicación en el espacio para adecuar el clima existente a la función que se realiza en la edificación, esto es, generar microclimas eficientes que están en confort térmico.

Se estudiaron tres conceptos utilizados para el diseño de tres elementos arquitectónicos ubicados en climas diferentes y con funciones distintas. En el primer caso se evalúa la utilización de la forma curva en el diseño del techo y la ligera inclinación de los muros de un elemento arquitectónico llamado putuco; se estudia su relación con el aprovechamiento del impacto solar y por lo tanto del incremento de la radiación solar en Puno, lugar de trópico muy frío y seco con cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche, y la reducción del impacto de viento. En el segundo caso se estudia la utilización de muros de adobe gruesos, que definen un espacio arquitectónico de uso diurno y nocturno, con el propósito de disminuir y estabilizar la temperatura interna a lo largo de un día típico de verano en Lima, un lugar de trópico templado y húmedo con cambios no importantes de temperatura entre el día y la noche, pero con temperatura muy alta en verano. Finalmente en el tercer caso se analiza la ubicación del espacio arquitectónico denominado colca, debajo del suelo, con el propósito de que la temperatura descienda y permita el almacenaje de diferentes tipos de productos alimenticios también ubicado en Lima.

2. METODOLOGÍA

La metodología para el estudio es analítica. Se realizan los siguientes procedimientos: toma de datos de los objetos arquitectónicos y de los lugares de estudio, procesamiento de los mismos con ayuda del software Ecotect, análisis de los datos procesados apoyados en los conceptos relacionados al comportamiento térmico de los elementos arquitectónicos y evaluación de la inserción de la edificación al medio natural considerando al clima como uno de sus elementos más importantes, verificando finalmente el grado de eficiencia de dicha inserción.

3. OBJETIVO

El objetivo principal del estudio es realizar una evaluación del comportamiento térmico de tres tipos de soluciones arquitectónicas, en la época pre inca, para lograr confort en la función que se realiza en cada ambiente, teniendo en cuenta el impacto sobre ellos de los elementos del clima que forman parte del medio natural donde se ubican, evaluando a su vez sus adecuaciones al mismo.

4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS QUE APOYAN LA SOLUCIÓN DE ADECUACIÓN AL CLIMA PARA LOGRAR EFICIENCIA EN LA FUNCIÓN QUE SE REALIZA

4.1 Impacto de la forma en la climatización de un elemento arquitectónico: putuco

a) El putuco, elemento arquitectónico estudiado, su ubicación geográfica y las características del medio físico

Los orígenes del putuco se encuentran en la cultura Wankarani, que se ubicó al Norte y Noreste del lago Poopo en Bolivia y se desarrolló entre los años 1000-1500 a.C. hasta los 100-200 d.C. (Escalante, citado por Marussi, 1999), la arquitectura que se planteó fue de planta circular con cimientos de piedra y muros de adobe, (Clavijo, 2008, citado por Escalera, 2017), los techos son de paja y otras de adobe formando falsas bóvedas (Escalante, citado por Marussi, 1999). Paralelamente hay otro grupo étnico denominado Urus o pobladores primitivos considerados los más antiguos del Altiplano (Condarco, 1999; Watchel 1978, citados por Escalera 2017), se ubicaron inicialmente cerca al Lago Titicaca en la región de Omasuyos (Mujica, 2008), sus edificaciones denominadas pucullos, khuyas o putukos tienen forma de hongo, construidas con cimientos de piedra unidas con barro que incorpora paja cortada pequeña, se colocan luego los muros de champa conocida también como tepe unidos con barro, tienen una altura de 3 m a 4 m y una circunferencia de 4 m a 6 m de diámetro, los muros están inclinados hacia el interior y tienen un tarrajeo de barro (Arce, 2009, citado por Escalera, 2017).

Los putucos se ubican en mayor número en Sacasco que es un sector del pueblo de Taraco, igualmente en Saman, ubicados al norte del lago Titicaca representando el 15,52% y 21,84% de las viviendas construidas (Marussi, 1999). Dichos poblados están situados en el departamento de Puno el que se encuentra a -15,55 LS y a -70,03 LO, con una altitud de 3.827 m, pertenecen al Trópico de Capricornio, una de cuyas características es que recibe el sol de forma muy vertical, por este motivo el calentamiento mayor se da sobre superficies horizontales. El Lago Titicaca es un elemento natural importante que influye en el microclima de la zona incrementando levemente la humedad y logrando que la temperatura sea más estable tanto en su valor máximo como en el mínimo.

La temperatura siempre está debajo del confort, su valor máximo se presenta a las 14:00 h con 14,31°C y la mínima se presenta a las 6:00 h con 2,54°C ambos en promedio a lo largo del año. Existe una diferencia entre el valor menor del confort y la temperatura máxima de 2,20°C en promedio y de 13,95°C con la temperatura mínima. La temperatura presenta una oscilación entre la máxima y la mínima de 11,77°C en promedio. La humedad se encuentra en el confort todo el día a lo largo del año, la radiación sobre superficie horizontal es mayor que la que incide sobre superficie vertical en especial desde las 9:00 h hasta las 15:00 h,

logrando 8.930 W en el momento que el sol está vertical. Las superficies verticales en especial E/O alcanzan a las 8:00 h la Este y a las 16:00 h la Oeste un valor que fluctúa entre 625 W/m² y 421 W/m², el viento proviene del NE con velocidad promedio de 2m/s, lo que puede hacer descender la temperatura, por lo cual debe ser reducido a una intensidad de 0,25 m/s, la precipitación se presenta en especial en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero (Guevara, 2015).

b) Características formales del putuco y sus implicancias térmicas

Los putucos presentan una planta cuadrada o rectangular y los muros y techos constituyen una continuidad y los muros muestran inclinaciones diferenciadas. Los techos son altos y terminan en cono si la planta es cuadrada y en forma alargada y redondeada si es rectangular (Marussi, 1999). La altura interna puede llegar hasta 4,50 m, pero el espacio se reduce en área, reduciendo la disipación del calor, presenta una sola puerta de acceso a veces con un marco saliente con una forma de U invertida para protegerla del ingreso de la lluvia. Algunos putucos poseen pequeñas aberturas para la ventilación interna, muestran tarrajeo interior solamente, en la cara externa el adobe y la champa queda cara vista. El techo es de champa que constituye una masa de tierra mezclada con raíces entrecruzadas que pueden ser ichu, chiji, quemello u otros pastos de la zona y se expone a la lluvia siendo más resistente que el adobe. (Marussi, 1999).

Se estudiara el putuco de forma cuadrada utilizado para dormitorio, su orientación es NO SE, los muros tienen una altura total de 4,50 m, hasta 1,80 m es de adobe y el resto es de champa. Al ser su uso nocturno y la actividad con poca producción de calor metabólico se requiere calentarlo durante las horas de sol para lograr confort térmico en el espacio interior.

c) Ganancia de calor por impacto directo del sol sobre la superficie exterior

El sol impacta sobre las superficies exteriores produciendo calor el que tendrá un valor mayor si el sol impacta de forma perpendicular o por mayor número de horas de impacto. La forma de bóveda del techo conseguirá que el sol impacte de manera más vertical sobre las distintas partes del mismo logrando que la radiación solar tenga un valor mayor. Igualmente la cantidad de horas de sol impactando será mayor ya que la forma del techo permitirá menor sombra sobre los muros, los cuales al estar ligeramente inclinados tendrán un mayor número de horas de impacto.

En la tabla 1 se considera un día, 3 horas consideradas importantes, las 9:00 h inicio de sol vertical 12:00h sol aún vertical y 15:00 h finalización de sol vertical, se puede observar que a lo largo del año las superficies totalmente asoleadas en el horario estudiado constituyen el 58% del total, las caras parcialmente asoleadas el 28% y las caras sin sol el 14%. Si se observa las orientaciones NO, NE, y SO están completamente asoleadas la mayor parte del tiempo estudiado y las superficies SE y SO tienen mayor cantidad de etapas sin sol.

Tabla 1 Asoleamiento por horas a lo largo del año

	Inverno			Verano			Media estación		
	9	12	15	9	12	15	9	12	15
NE	Red	Red	Yellow	Red	Red	Brown	Red	Red	Yellow
NO	Red	Red	Red	Yellow	Red	Red	Yellow	Red	Red
SE	Yellow	Yellow	Brown	Red	Red	Yellow	Red	Yellow	Brown
SO	Brown	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Brown	Red	Red



Totalmente asoleado

Parcialmente asoleado

Sin sol

Si se compara el asoleamiento del putuco en relación a un elemento ortogonal se puede observar en la figura 1 para el invierno que es la época más crítica en la que el sol además está más inclinado, como en el objeto ortogonal las caras permanecen en sombra mientras que en el putuco hay mayor asoleamiento consiguiendo de esta forma un mayor calentamiento de las superficies exteriores a las 9:00 h, 12:00 h y 15:00 h respectivamente.

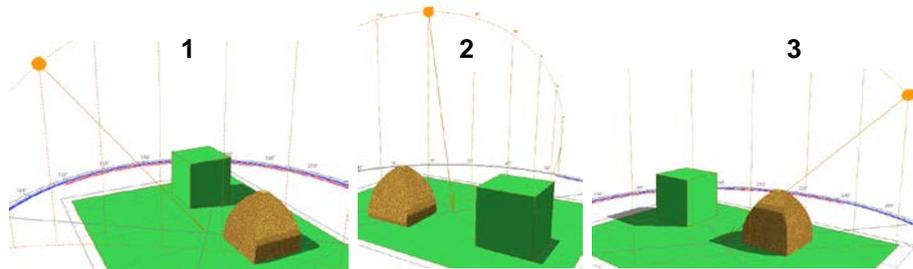


Figura 1. En la imagen 1 se observa la cara orientadas al SO a las 9:00 h, en la imagen 2 se observan las caras orientadas al SE y SO a las 12:00 h y en la imagen 3 se observa la cara orientadas al NE a las 15:00 h

En la figura 2 se observa el impacto del rayo solar sobre las superficies verticales y horizontales, en la imagen 1 la inclinación de los muros del putuco permite un ángulo de impacto más perpendicular que posibilitara un mayor calentamiento de la superficie, en la imagen 2 el sol está más vertical y sobre la superficie vertical el impacto es mínimo siendo mayor sobre las superficies horizontales o sobre las inclinadas, en este caso los muros del putuco se seguirán asoleando con un ángulo menor que a las 9:00 h sin embargo siempre será más eficiente que en un elemento ortogonal.

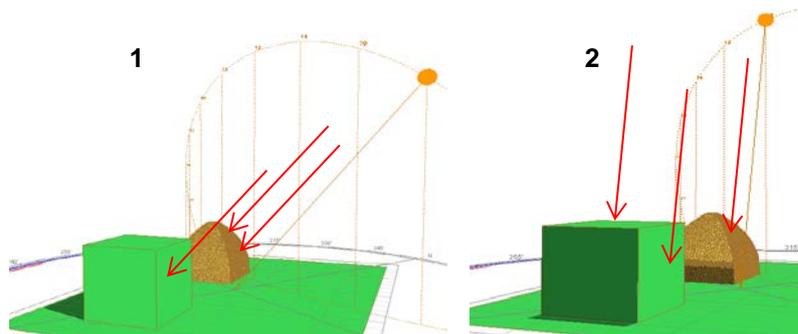


Figura 2. En la imagen 1 se observa el impacto del rayo solar sobre la cara orientadas al NE a las 9:00 h, en la imagen 2 se observa el impacto del rayo solar sobre la cara NE a las 12:00 h

d) Pérdida de calor por impacto del viento

La forma del putuco permite que el impacto del viento no sea muy fuerte sobre los muros ya que lo rodeara con mayor facilidad impidiendo un fuerte enfriamiento.

e) Por irradiación del calor recibido por el suelo externo

Al ser el sol muy vertical y debido a la forma que presenta el putuco las sombras producidas por este serán más pequeñas que la sombra de un elemento ortogonal, por lo tanto los pisos externos se calentarán más y la irradiación de calor de los pisos sobre los muros será mayor.

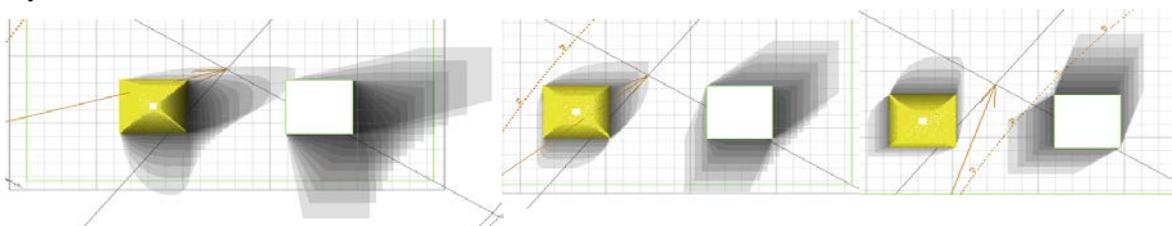


Figura 3. Sombra arrojada por un putuco en relación a un elemento ortogonal durante el invierno, media estación y verano

4.2 Impacto del material utilizado en la climatización de un elemento arquitectónico: Puruchuco

a) Puruchuco, elemento arquitectónico estudiado, su ubicación geográfica y las características del medio físico

El palacio de Puruchuco fue edificado en el Intermedio Tardío (900-1450 d.C.), perteneció a la cultura Ychsma cuya arquitectura utiliza las rampas, la tapia como material de construcción y el uso del barro en general, siguió siendo usado en el Horizonte Tardío (1450-1532 d.C). Se le atribuye un carácter administrativo menor. Inicialmente fue la residencia de un curaca pre inca y luego se convirtió en un centro burocrático inca donde habitaba un funcionario que se encargaba de recoger los tributos igualmente una parte de este edificio estuvo dedicado a actividades religiosas.

El Palacio de Puruchuco está localizado en el valle del Rímac, Lima, Perú, a las faldas de un cerro, lejos del cauce del río, está rodeado en sus dos de sus flancos por montañas rocosas que posibilitaron probablemente su defensa por pobladores aledaños (Wakeham, 1976). Se ubica en el distrito de Ate, en la provincia de Lima, Perú, tiene una latitud de 12° 2' 1" LS, una longitud oeste de 76° 53' 1" y altitud de 436 m (Bernabé, 2011). La planta es rectangular ortogonal, está limitada en uno de sus lados por una alta muralla, tiene un solo acceso en rampa que permite llegar a una gran plaza cuadrada, desde donde se puede iniciar el recorrido, se da luego una secuencia de patios menores a los que se llega a través de una sucesión de pasadizos estrechos, produciéndose circulaciones horizontales y verticales con el uso de rampas y escaleras. El espacio está dividido en dos grandes mitades, la primera parte es abierta, pública y utilizada para eventos de gran número de concurrentes como ritos, funerales, intercambios de productos entre otros. La otra mitad está dividida en dos mitades y definen la zona privada de residencia y de lo doméstico (Municipalidad de Lima, 2013). Está orientado en su lado más largo al NO y SE.

La temperatura máxima en Lima se da a las 13:00 h con un valor de 23,79°C en promedio a lo largo del año y la mínima se presenta a las 6:00 h con un valor de 16,62°C en promedio a lo largo del año. La temperatura tiene un comportamiento diverso, la temperatura máxima en enero, febrero y marzo por encima del confort, la temperatura mínima por debajo del confort de junio a noviembre en especial. Hay una diferencia en promedio entre el valor mayor del confort y la temperatura máxima de 3,18°C y de 4,26°C con la temperatura mínima. La temperatura presenta una oscilación entre la máxima y la mínima de 7,17°C en promedio. La humedad se encuentra fuera del confort en los meses de junio a octubre. En Lima la radiación sobre superficie horizontal es mucho mayor que la que incide sobre superficie vertical desde las 9:00 h hasta las 15:00 h, logrando 1.035 W/m² en el momento que el sol está vertical, en febrero. Las superficies verticales al NO con 116 W/m² en promedio, la NE con 104,5 W/m², la SE con 103 W/m² y la SO con 104 W/m². El viento en Lima proviene desde el S o SO y su velocidad promedio es de 2,52 m/s. La precipitación se da en especial en los meses de julio, agosto y setiembre que son las épocas frías (Guevara; Ego Aguirre, 2016).

b) Características de los materiales de construcción y sus implicancias térmicas

El palacio de Puruchuco está construido en materiales de tierra, utilizaron la técnica del tapial y adobón para levantar los muros de espesores mayores a 0,50 m, le añadían lana o paja unida aparentemente al barro el que al secarse se resquebrajaba y se añadían nuevos revoques hasta que el acabado final sea eficiente.



Figura 4. Ambiente del curaca, se muestra la elevación NE y SE y el espacio interno

Los materiales de tierra presentan un coeficiente de transmisión térmica que varía entre 0,625W/m×K y 0,70 W/m×K, tienen un retardo térmico de 7 a 8 horas, su densidad es de 1.600 kg/m³ y su calor específico es de 920 J/kg×K. Los techos reconstruidos son de madera, caña y torta de barro, las aberturas carecen de dintel. En este caso se estudiara el ambiente del curaca, orientado NE SO.

b1) Radiación sobre superficies horizontales

Al estar ubicado en un lugar de trópico la radiación sobre superficie horizontal es muy alta y la radiación sobre superficie vertical es menor. La etapa de más alta radiación sobre superficie horizontal sucede en los meses de enero, febrero y marzo y coincide con la época de temperatura más alta, que se encuentra por encima del confort como se observa en la figura 5.

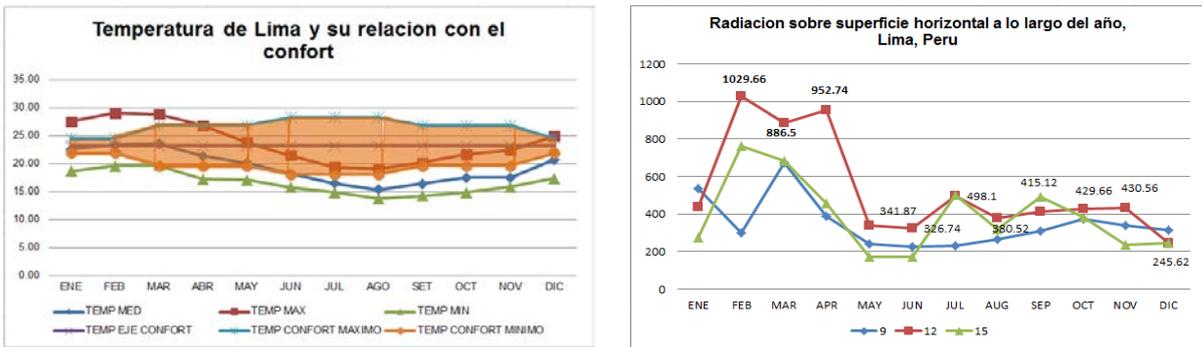
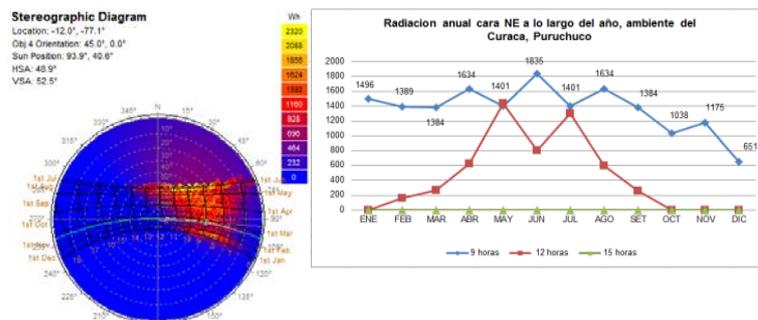


Figura 5. Comportamiento de la temperatura en relación al confort y radiación sobre superficie horizontal

Existen dos superficies horizontales que reciben el impacto del sol, el techo y el piso externo a la edificación. El techo está construido con materiales que no absorben la radiación y por lo tanto no lo transmiten al espacio interior, el calentamiento del piso externo (piso de tierra compactada) que es muy alto en la época de verano, será irradiado sobre los muros externos calentándolos e incrementando de forma indirecta la temperatura del espacio interior.

b2) Radiación sobre las superficies verticales

La radiación sobre superficies verticales dependerá de la orientación de las mismas, en este caso se ha considerado dos orientaciones la NE y SO que son los muros del ambiente del curaca que se enfrentan a la radiación solar ya que se ubican adyacente a dos patios. Según el cálculo realizado con el Ecotect en el caso del muro orientado al NE la radiación solar directa y difusa se da de 9:00 hasta las 12:00 h, a las 15:00 ésta tiene un valor cercano a cero. El valor mayor se da de abril a agosto a las 9:00 h y se obtiene valores anuales de 1.634, 1.401 1.835, 1.401 y 1.634 W/m² para los meses indicados (figura 6). En el caso del muro orientado al SO la radiación solar directa y difusa mas importante se da en los meses de octubre a febrero a las 15:00 h con valores anuales de 618, 1.583, 1.737. 1.358 y 756 W/m² en los meses indicados (figura 6). Estos valores se ven disminuidos por la adyacencia de otro volumen que produce obstrucción.



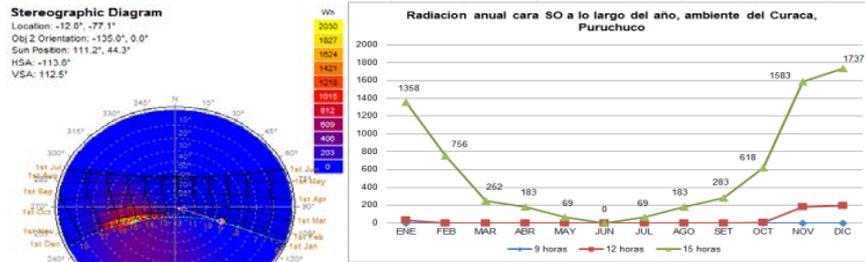


Figura 6. Radiación sobre caras NE y SO

La cara orientada al NO presenta obstrucción de radiación directa y difusa respecto de la edificación cercana, si se coloca un punto en la zona media del muro a una altura de 0,50 m, la obstrucción es muy importante si el punto se desplaza a una altura de 2,50 m la obstrucción tendrá un valor menor (figura 7). La cara orientada al SE presenta una obstrucción mayor a ,50 m de altura y a 2 m la obstrucción casi no existirá (figura 7).

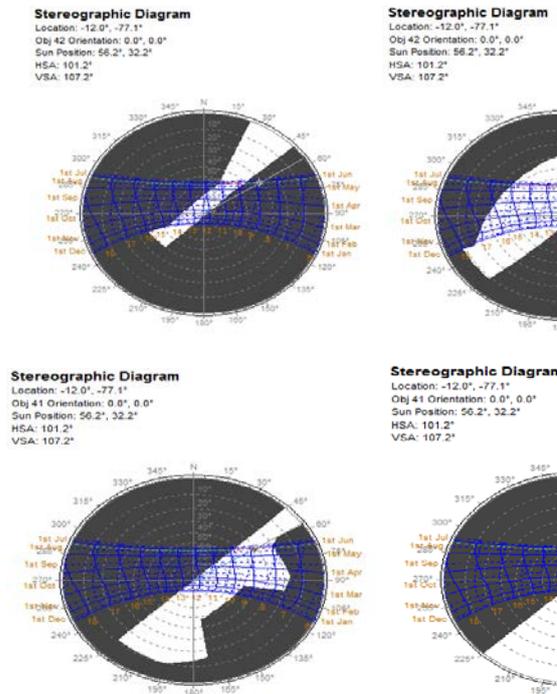


Figura 7. Obstrucción en los muros orientados al NO y al SE

Este impacto de radiación solar sobre los muros puede incrementar la temperatura interna del ambiente del curaca.

b3) Temperatura radiante interna

La temperatura radiante interna puede ser calculada por mediciones en la habitación estudiada en las épocas y horas que se considere, en este caso será importante estudiar en especial el verano cerca al momento de más calor y en las fechas donde la radiación y la temperatura tienen su valor mayor, puede también ser calculado con un software en este caso ha sido calculado con el Ecotect (Guevara; Ego Aguirre, 2016). Se consideró los muros de tapial de espesor 0,90 m sin tarrajeo adicional, los techos de madera y caña con empaste de barro y los pisos de tierra.

En la época de invierno la temperatura exterior se encuentra debajo de confort, ligeramente, desde las 12:00 h a las 15:00 h con una diferencia de 0,5°C, etapa de mayor radiación al estar el sol mas vertical, desde las 16:00 h hasta las 22:00 h la diferencia es de 1,5°C, la radiación directa desaparece con la puesta del sol y se da solo la irradiación de los elementos calentados por el sol, por lo tanto la temperatura desciende, y luego desde las 23:00h hasta las 9:00 h la diferencia es mayor aun con un valor de 2,5°C, la irradiación termina y la temperatura desciende mas, el comportamiento de la temperatura es ligeramente inestable con una diferencia de 2,2°C entre su valor máximo y mínimo. Si se observa el comportamiento de la temperatura interna esta es muy estable con una diferencia de 0,6°C entre su valor máximo y el mínimo, esta dentro del confort a toda hora, ver figura 8.

En la época de verano la temperatura exterior desde las 10:00 h hasta las 15:00 h se encuentra por encima del confort con una diferencia de 0,8°C en promedio, es la etapa en la que el sol está más vertical y el valor de la radiación directa es más alto, el resto del día la temperatura esta en confort y presenta mayor inestabilidad con una diferencia de 6,6°C entre el valor máximo y el mínimo. La temperatura interna en la etapa de mayor temperatura está dentro del confort, su comportamiento es muy estable tiene una diferencia de 0,9°C entre su valor máximo y el mínimo (figura 8).

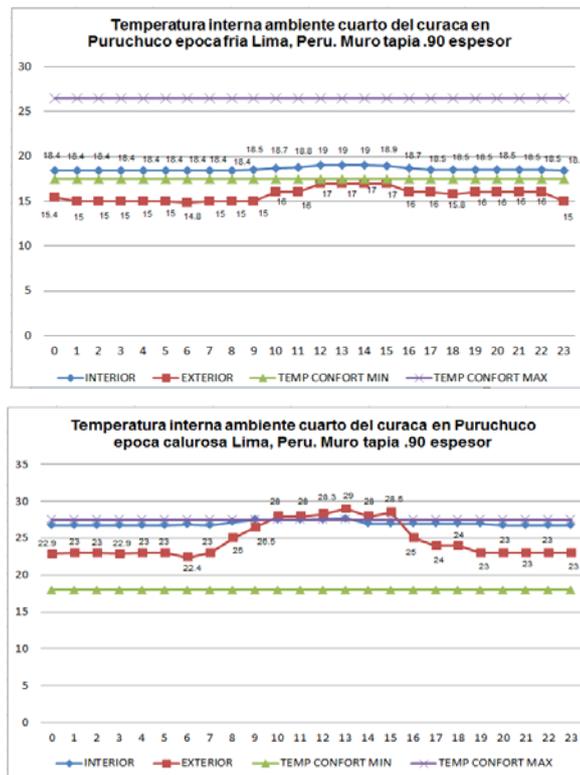


Figura 8. Comportamiento de la temperatura interna y externa en las etapas de invierno y verano

Tanto el tapial como el adobón debido a su espesor, a su coeficiente de transmisión térmica y a su retardo térmico demoran en desplazar el calor acumulando el mismo en su masa durante el día, haciendo que la temperatura interna sea menor y lo liberan en la noche, una parte se pierde hacia el exterior y otra se aprovecha en el espacio interior, logrando que la temperatura interna incremente su valor y por lo tanto que la oscilación de la temperatura sea menor, se debe indicar además que el tapial es más eficiente que el adobón ya que es compactado en el momento de su fabricación reduciendo las bolsas de aire en su composición haciéndolo por lo tanto más denso.

4.3 Impacto de la ubicación espacial en la climatización de un elemento arquitectónico: colcas en Huaycan de Pariachi

a) Elemento arquitectónico estudiado, su ubicación geográfica y las características del medio físico.

Huaycán de Pariachi fue un curacazgo que se desarrolló entre fines del periodo Intermedio Tardío (900-1450 d.C.) y el Horizonte Tardío (1450-1532 d.C.), abarcando la cultura Ychma e Inca (Napan; Romero, 2015). Su arquitectura está basada en pirámides construidas con tapial o adobe según la importancia del curaca, a las que se accede con rampas desde un acceso restringido, vigilado por guardias, tiene funciones múltiples como las actividades cotidianas, las ceremonias religiosas y el almacenaje de recursos para ser consumidos y redistribuidos posteriormente (Santillana, 2008), según Rostworowski (1978), en la costa los curacas locales eran los propietarios de los terrenos agrícolas los que eran arrendados a los habitantes de sus parcelas, recibiendo a cambio una parte de la cosecha final, cuya recolección estaba a cargo de un funcionario nombrado por el curaca, (Villacorta, 2003), probablemente por este motivo aparecen las colcas para la conservación de los productos alimenticios cosechados. El amplio complejo cuenta con un espacio denominado el Palacio, conformado por una sucesión de patios y terrazas unidas por senderos estrechos algunos de los cuales presenta rampas para el desplazamiento en altura y tiene un muro perimetral que rodea el conjunto. Los patios mencionados cuentan con colcas o depósitos subterráneos de diversos tipos, dimensiones y profundidades, dichos patios podrían ser espacios para la adecuación de los productos que posteriormente eran almacenados y que permitiría dar cumplimiento a la función de lugar de almacenaje y redistribución de alimentos, estos productos podrían ser papas, maíz, maní, ají, pacas de algodón entre otros (Jiménez Borja, 1988). El complejo Huaycán de Pariachi está ubicado en el distrito de Ate, provincia y departamento de Lima en una quebrada cercana al río Rímac, en las faldas de los cerros Huaycán y Fisgón, tiene una altitud de 575 m, latitud de 12°01'18" S y longitud de 76°54'57" W,

La información acerca de su clima es la misma descrita en el Palacio de Puruchuco, ya que ambos se encuentran muy cercanos, en el mismo valle. Importante a tener en cuenta en este caso la característica de la precipitación que presenta un valor promedio de 0,07 mm, la mayor precipitación se da en los meses de junio, julio y agosto con un valor en promedio de 0,12 mm y la menor precipitación se da en los meses de enero, febrero y marzo con un valor en promedio de 0,05 mm, es importante tener en cuenta además que el medio natural es árido con poca vegetación e igualmente como Puruchuco la edificación se aleja del río para darle prioridad a los terrenos agrícolas

b) Las colcas o lugar de almacenaje, su función y sus dimensiones

Las colcas encontradas en Huaycán de Pariachi sirven para el almacenaje de productos agrícolas generalmente, son de formas, proporciones y ubicaciones diversas, generalmente asociadas a espacios abiertos que servirían para el secado o una transformación primaria de los mismos. Con el uso de las colcas se intenta que los productos que se almacenan estén en mejores condiciones durante más tiempo y para esto se trata de lograr un microclima más fresco, menos húmedo, sin impacto directo del sol porque el producto no lo requiere y sin impacto directo de viento. Las colcas se excavan bajo tierra son profundas y de dimensiones pequeñas, por lo tanto no logran impacto de sol y están basadas en el concepto de que el aire frío es denso y se ubica en la parte inferior de un espacio logrando que este sea fresco, este concepto funciona muy bien en verano y primavera, ya que la temperatura externa es alta en especial en verano, el aire frío y pesado dificulta a su vez el ingreso del aire exterior que es más caliente, se reduce la ventilación y la humedad puede aumentar que no sería un problema ya que en esas épocas la humedad está en confort. Durante el invierno y otoño la temperatura interior es superior a la exterior, el espacio interior no está expuesto a los vientos y conserva la temperatura, el aire externo más frío y pesado ingresa, ventilando y reduciendo la humedad que si puede ser un problema ya que esta está en discomfort en esas épocas.

Las colcas son circulares y rectangulares. Las colcas circulares son profundas y cuentan con lajas incrustadas en las paredes que permiten acceder a la parte profunda de la colca,

las rectangulares son menos profundas y probablemente contaban con un techo. Hay colcas en diversos lugares, se estudiara un grupo que colinda con un patio. Las dimensiones de las colcas circulares son presentadas en la tabla 2 y de las colcas rectangulares en la tabla 3.

Tabla 2 – Dimensiones de las colcas circulares (Guevara, Ego Aguirre, 2018)

Identificación	Diámetro (m)	Profundidad (m)
Colca 1	0,38	3,13
Colca 2	0,50	3,07
Colca 3	1,10	2,54

Tabla 3 - Dimensiones de las colcas rectangulares (Guevara, Ego Aguirre, 2018)

Identificación	Forma	Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad (m)
Colca 1	cuadrada	2,25	2,25	1,58
Colca 2	rectangular vertical	0,92	2,25	1,63
Colca 3	rectangular horizontal	2,25	1,10	1,58
Colca 4	cuadrada pequeña	1,42	1,10	2,20

c) Radiación solar sobre piso aledaño a las colcas

c1) Colcas circulares

Las colcas circulares se ubican en un patio cerca de una edificación techada, el sol impacta sobre los pisos aledaños a las colcas y sobre los muros que definen el patio donde estas se ubican, una vez calentados, ambos irradian su calor incrementando la temperatura exterior del patio. Los muros producen sombra sobre el piso y sobre la parte superior de algunas de las colcas, las ubicadas en la parte central se asolean todo el año (figura 9). Se puede observar además que en la época de invierno el muro posterior cercano a las colcas recibe impacto de sol, en setiembre y marzo se asolea menos y en diciembre no se asolea disminuyendo la irradiación sobre el piso y disminuyendo la temperatura exterior del patio.

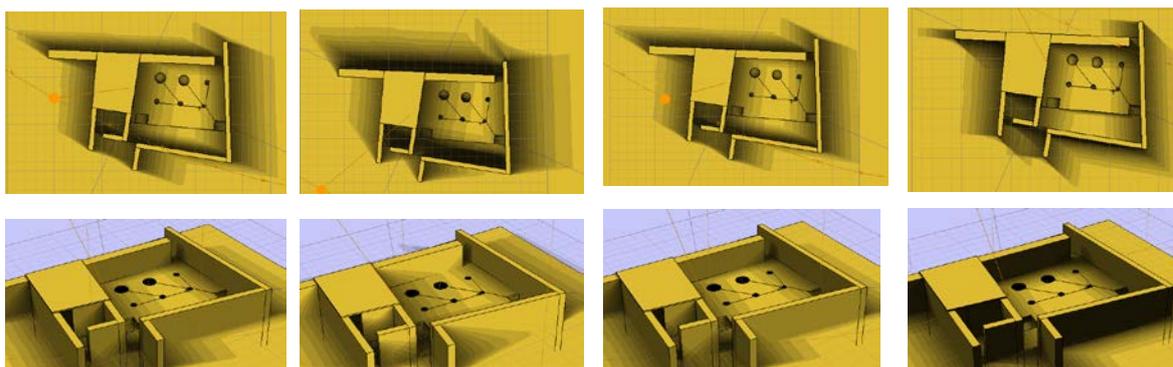


Figura 9. Asoleamiento desde las 8:00 h hasta las 16:00 h en marzo, junio, setiembre y diciembre

Si se observa el grafico de obstrucción (figura 10) se deduce que el patio se asolea desde las 8:00 h hasta las 16:00 h a lo largo del año y esta radiación tiene su valor mayor en diciembre a las 13:00h con un valor promedio 2.069,75 W/h

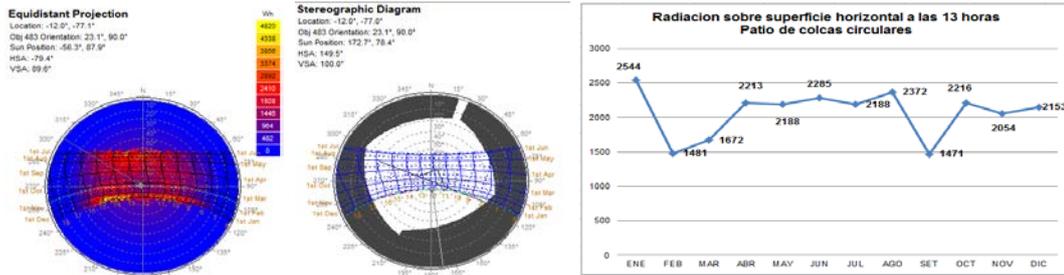


Figura 10. Radiación solar sobre superficie horizontal, obstrucción en el patio y radiación solar sobre superficie horizontal a las 13:00 h en el mes de diciembre

c2) Colcas rectangulares

Las colcas rectangulares se ubican en un patio definido por 3 muros, el sol impacta sobre los pisos aledaños a las colcas y sobre los muros que definen el patio donde estas se ubican, una vez calentados, ambos irradian su calor incrementando la temperatura exterior del patio. Los muros producen sombra sobre el piso y sobre la parte superior de las colcas, ver figura 11. Se puede observar además que en la época de invierno el muro posterior cercano a las colcas recibe impacto de sol, en setiembre y marzo se asolea menos y en diciembre no se asolea disminuyendo la irradiación sobre el piso de las colcas y disminuyendo la temperatura exterior del patio.

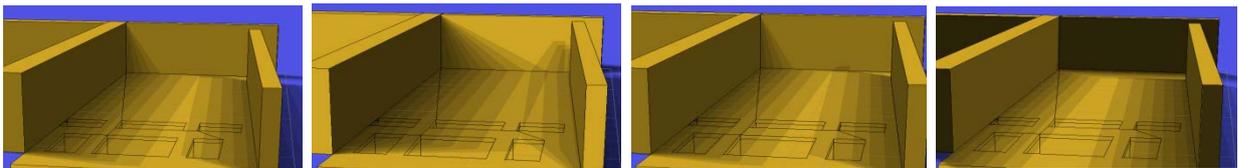


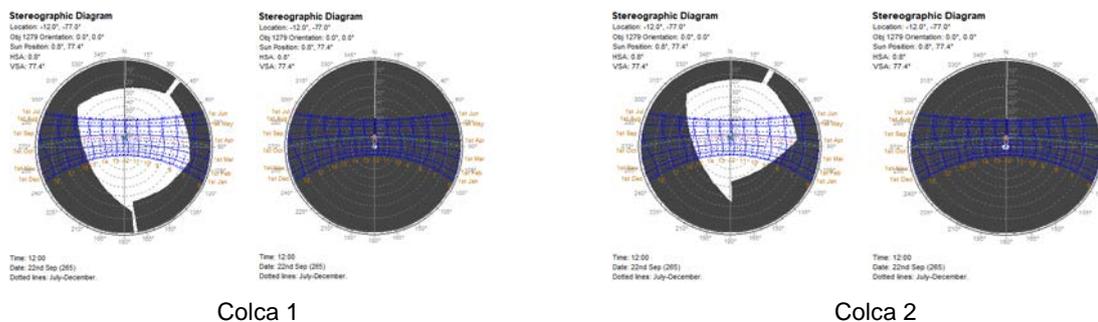
Figura 11. Asoleamiento desde las 9 hasta las 15 horas en marzo, junio, setiembre y diciembre

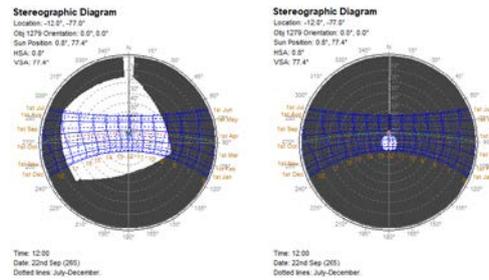
Los muros que definen el patio aledaño a las colcas rectangulares son más cercanos entre sí que en el caso de las colcas circulares, por este motivo se calentara menos, pero la influencia del calentamiento del piso en el calentamiento de la colca puede ser mayor que en el caso anterior ya que son menos profundas y de mayor dimensión.

d) Ingreso solar a las colcas

d1) Colcas circulares

Se hace el estudio del ingreso solar solo a las 12:00 h debido a la verticalidad del sol y al diámetro de las colcas y su profundidad, este estudio se hace revisando las obstrucciones respecto de los muros alrededor del patio y los muros que definen la colca (figura 12).





Colca 3

Figura 12. Obstrucción de sol respecto a los muros en la superficie y en el fondo de la colca (Guevara; Ego Aguirre, 2018)

Las 3 colcas tienen impacto de sol a las 12:00 h en la parte superior, en el fondo de la misma es mínimo. En las colcas 1 y 2 el sol impacta sobre la superficie superior desde las 8:00 h hasta las 15:00 h, en la colca 3 desde las 10:00 h hasta las 17:00 h.

d2) Colcas rectangulares

Se hace el estudio del ingreso solar solo a las 12:00 h debido a la verticalidad del sol, este estudio se hace revisando las obstrucciones respecto de los muros alrededor del patio y los muros que definen las colcas rectangulares (figura 13).

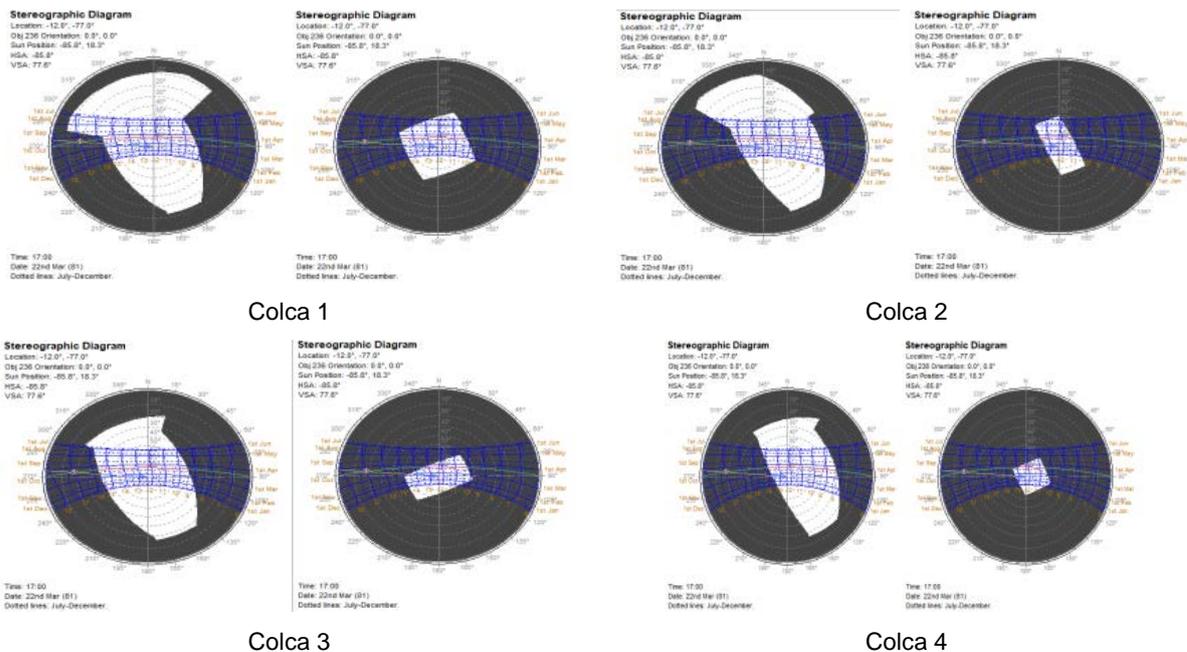


Figura 13. Obstrucción de sol respecto a los muros en la superficie y en el fondo de la colca (Guevara; Ego Aguirre, 2018)

Las cuatro colcas tienen impacto de sol a las 12:00 h en la parte superior y en el fondo de la colca, siendo este último menor y su tamaño y forma del ingreso de sol depende de la forma y del tamaño de la abertura.

En la parte superior el impacto en las colcas 1 y 3 es desde las 10:00 h hasta las 15:00 h, y en la colca 2 y 4 desde las 10:00 h hasta las 13:00 h.

En la parte inferior el impacto en las colcas es generalmente desde las 11:00 h a 14:00 h cuando el sol está más vertical.

e) Cálculo de la temperatura interna

Se hizo una medición utilizando un termómetro digital laser el día 26 de abril a las 10:50 h. Las colcas, dependiendo si están en sombra o impactados por el sol, presentan una menor o mayor diferencia de temperatura entre la parte superior y su piso interior.

e1) Colca circular

Se evaluó una colca en sombra, la temperatura de la parte superior de la colca es de 26,9°C, en la parte inferior es de 24,8°C, la diferencia de temperatura es de 2,1°C. Se evaluó una colca ubicada en la zona asoleada, la temperatura en la parte superior es de 39,2°C y en la parte inferior 26,6°C, la diferencia es de temperaturas de 12,6°C, la temperatura del piso interno es más estable que en la parte superior que está expuesta al sol y viento.

e2) Colca rectangular

En zona asoleada externa la temperatura conseguía en promedio un valor de 43,9°C, la zona asoleada interna tiene en promedio un valor de 37,7°C y la zona en sombra un valor de 29,5°C en promedio, la diferencia de temperatura entre el piso exterior de la colca y el piso interior asoleado en promedio es de 6,2°C, la diferencia de temperatura entre el piso exterior de la colca y el piso interior en sombra es en promedio 14,4°C, la temperatura del piso interno es relativamente estable.

5. CONCLUSIONES

- a. La forma del elemento arquitectónico puede influir en la forma como el sol impacta sobre las paredes y techo, logrando un impacto más vertical y un incremento del valor de la radiación solar sobre el elemento.
- b. La forma del elemento arquitectónico puede conseguir que exista un mayor número de horas de sol por lo tanto la posibilidad de una mayor ganancia de calor.
- c. La forma del elemento arquitectónico a su vez puede reducir la fricción con el viento disminuyendo la pérdida de calor por este motivo.
- d. El material utilizado en la construcción de paredes y techo puede influir en el valor de la temperatura interior del elemento arquitectónico, en el caso de la tierra debido a su inercia térmica y espesor permite acumular energía de calor en su masa y debido a su retardo térmico conservar este calor muchas horas, de 7 a 8 horas, desprendiéndolo en las etapas frías.
- e. Los materiales de tierra permiten estabilizar la temperatura interior de las edificaciones.
- f. Al excavar un espacio la temperatura del piso inferior siempre disminuye aun si éste recibe el impacto del sol.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernabé Berrospi, L. A. (2011) Distrito Ate perfil demográfico, edad y género a nivel distrital y zonal Boletín Estadístico N° 001. Disponible en:

http://www.muniate.gob.pe/ate/files/documentoEstadistica/2011/boletin_estadistico_n_01_2011.pdf

Escalera, A. (2017). Una aproximación a la naturaleza de las esculturas líticas de camélidos Wankarani, Bolivia. Disponible en

<<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13004/229.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

Guevara, M. (2015) Evaluación térmica de un elemento arquitectónico ancestral: los putucos, Puno, Perú. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6086006>

Guevara, M.; Ego Aguirre, B. (2016). Evaluación del comportamiento térmico del palacio de Puruchuco, ubicado en el valle del Rímac, Lima, Perú. 16º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Asunción, Paraguay: FADA-UNA/PROTERRA/CEDES/hábitat

Guevara, M.; Ego Aguirre, B. (2018). Evaluación del comportamiento térmico en complejo Huaycan de Pariachi, Perú. VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. TerraBrasil 2018. Anais... Rio de Janeiro: Terra Brasil/UFRJ. p.137-149

Jiménez Borja, A. (1988). Puruchuco. Serie Perulibros. Lima, Perú: Biblioteca Nacional del Perú

Marussi, F. (1999). Arquitectura vernácula los putucos de Puno. Lima, Perú, Universidad Ricardo Palma

Mujica, M. A., (2008). Taypi cultural en el espacio andino, La Paz, Bolivia. Disponible en <<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/17213/PG2417.pdf?sequence=4&isAllowed=y>>

Municipalidad de Lima (2013). Taller de arte y arqueología en la Huaca Puruchuco. Disponible en http://www.limacultura.pe/sites/default/files/publicaciones/guia_para_docentes_huaca_puruchuco_0.pdf

Napan, M.; Romero, L. A. (2015). Reflexiones en torno al patrimonio cultural: Huaycán de Pariachi. Disponible: http://annalicesomoshist8ria.blogspot.pe/2015/04/reflexiones-en-torno-al-patrimonio_18.html

Rostworowski, M. (1978). Señoríos indígenas de Lima y Canta. Lima: Editorial Instituto de Estudios Peruanos

Santillana, J. (2008). Economía prehispánica en el área andina (período intermedio temprano, horizonte medio y período intermedio tardío). En: Lumbreras L., Kaulicke, P., Santillana, J., Espinoza, W., Compendio de historia económica del Perú. Lima: Banco Central de Reserva del Perú, IEP. p. 231-314. Disponible en <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/libros/historia/1-economia-prehispanica.pdf>

Villacorta, L. F. (2003). Palacios y ushnus: curacas del Rímac y gobierno inca en la costa central. Boletín de Arqueología PUCP, n.7. p.151-187

Wakeham Dasso, R. (1976). Puruchuco Investigación arquitectónica. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería

AUTORA

María Angélica Guevara Lactayo, Arquitecta. Universidad Nacional de Ingeniería, Maestría en Ciencias especialidad Arquitectura en Universidad Nacional de Ingeniería, Docente retirada del Área de Acondicionamiento Ambiental en la Facultad de Arquitectura, Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú. Expositora en TerraBrasil 2008, 2012, 2014 y 2018, SIACOT 2009 y 2015, Ekotectura 2014 y 2016, Secretaria de la Asociación Peruana de Arquitectura Unidos por un Planeta Mejor (APAUP)