

## Bóvedas de cañón construidas con tufo de las viviendas arequipeñas

Rosa Bustamante Montoro

La evolución del sistema constructivo se aprecia en el monasterio de Santa Catalina de Sena que fuera fundado durante el Virreinato del Perú en 1579, poco después de ser trazada la ciudad. Armaduras de par y nudillo que antecedieron al uso masivo de las bóvedas de cañón, arcos codales en las calles interiores, gruesos machones de los claustros cubiertos con bóvedas de arista, cúpula de media naranja en el cruce-ro de la iglesia, lucernarios de alabastro, y muros pintados en almagra, amarillo y añil como los de la ciudad colonial.

Sin embargo, finalizado el Virreinato en el primer cuarto del siglo XIX se continuó con la construcción de casas abovedadas, hasta que el terremoto de 1868 originó el reemplazo de las cubiertas destruidas por forjados horizontales hechos con sillares de tufo y vigas metálicas doble «T». Después de los terremotos de 1958 y 1960 se restauraron los inmuebles más significativos que conservan las características y los tipos de bóvedas más usados. La adopción del mismo tipo de cubierta tanto para las iglesias como para las viviendas, se justifica desde la perspectiva del aprovechamiento del material que existía en abundancia y de una tradición constructiva prehispánica, con mayor presencia de canteros que de carpinteros de armar. No se puede dejar de mencionar que dentro del barroco iberoamericano, la arquitectura arequipeña aporta la decoración «textilográfica» de las portadas de sus templos y casas señoriales.

### EL MATERIAL DE CANTERÍA: LIGERO Y BLANDO

Es un tufo volcánico compacto compuesto por silicatos dobles de alúmina y potasio, óxido de hierro, con trazas de titanio, manganeso, magnesio y sodio. Más conocido como «sillar» en clara alusión al material cortado para levantar los muros, tiene un grado de dureza de 4 en la escala de Mohs, que permite su fácil tallado, una resistencia a la compresión de 8 MPa y a la tracción de 0.5 MPa y es de color blanco, pero también existe en amarillo y rosa.

Los canteros trabajan a cielo abierto, y para cortar los mantos de piedra usan dinamita para desprender grandes bloques, o bien, van cortando la piedra poco a poco, haciendo un hoyo relleno de guano sobre el que introducen una estaca que golpean hasta que la piedra se fisure en un corte recto. Posteriormente cortan estos bloques grandes en sillares de acuerdo a las «tareas» (200 piezas) solicitadas.

Con el paso de los siglos en el área central de la cantera, entre las dos murallas de lava, se acumulan las rajadas del tallaje, las sendas que van formando los coches que recogen las «tareas», y las falsas bóvedas que construyen los canteros para descansar, utilizando sillares y escorias, unos palos para sostener los sillares que cierran la parte superior y un sillar más grande para el dintel de una pequeña puerta.

Las dimensiones de los sillares han ido cambiando con el tiempo, pues los muros coloniales se construyeron con mampuestos de 40 cm × 40 cm × 20 cm, medidas derivadas de la vara castellana, (1 x Ω x ...

vara). Se aparejaban colocando un sillar a sardinel cada dos o tres sillares unidos por su canto. Estas medidas varían posteriormente, ya no son cuadrados, sino rectangulares de 40 cm × 30 cm × 20 cm, y más largos de 60 cm × 30 cm × 20 cm, medidas éstas últimas derivadas de una métrica personal del cantero, y que se usan en muros de soga y de canto de las viviendas populares. En la segunda mitad del siglo XX el material empieza a cortarse a máquina en húmedo, para producir piezas de 15 cm × 25 cm × 2 cm, de revestimiento de muros en un mismo color o en ajedrezados blanco y rosa.

#### LA CASA AREQUIPEÑA

La casa arequipeña de los siglos XVIII y XIX está configurada por una crujía de habitaciones abovedadas alrededor de un patio, construida en una planta. Son singulares las casas señoriales coloniales, mientras que se repiten algunas plantas en las casas postcoloniales. La asimetría respecto a un eje longitudinal es constante en todas ellas.

Por otro lado, la variedad de plantas, algunas de las cuales se citan a continuación, radica en que incide en que las luces de las bóvedas sean más grandes o más pequeñas y cómo se van contrarrestando los empujes de las bóvedas:

- Casa con zagüan, patio central y chiflón (zagüan angosto secundario), a la derecha o a la izquierda del solar (figura 1a);
- Casa con zagüan, patio y chiflón, que carece de la crujía de habitaciones en uno de los costados del primer patio, llamada también «media casa» (figura 1b);
- Casa con zagüan, y habitación encima del chiflón;
- Casa con patio y chiflón, sin zagüan de ingreso, (figura 1c);
- Casa con arquería en segundo patio (y tercero si lo tiene)
- Casa con dos plantas de habitaciones abovedadas (por la pendiente del suelo);
- «Tambos» (alojamientos públicos) con habitaciones pequeñas alrededor de un patio grande.

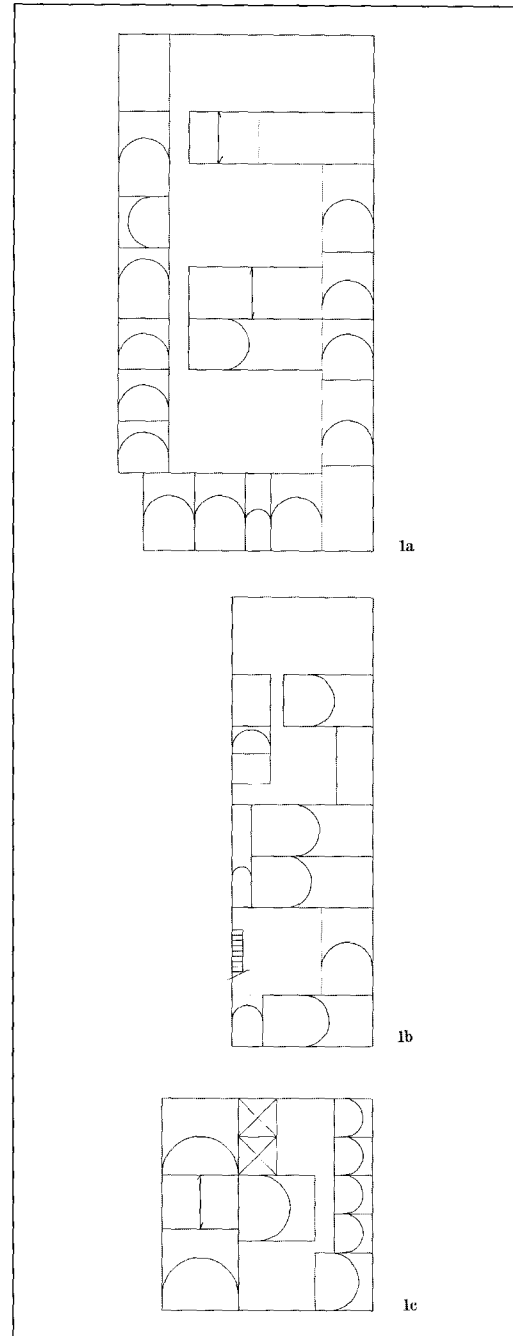


Figura 1  
Plantas esquemáticas de casas cubiertas con bóvedas de cañón

La casa señorial colonial tiene hasta tres patios, con una galería en el segundo y una arquería llamada

cenador en el tercero, construida en uno de los lados y que era un lugar para comer o cenar; en la parte posterior se encontraban la caballeriza y el huerto. En las casas del XIX se siguió manteniendo este mismo patrón a menor escala, construyendo las habitaciones principales alrededor del primer patio. En un buen número de éstas la fecha que aparece en la portada es anterior al terremoto de 1868 que destruyó la ciudad, por lo que tuvieron que haber sido reconstruidas si no totalmente por lo menos en parte, lo que se demuestra en los forjados planos de algunas habitaciones.

Una de las diferencias entre las casas de un patio y de dos patios, radica en que las primeras carecen de esta arquería o cenador, cubierto exclusivamente con bóvedas de arista, las mismas de los claustros religiosos. Por consiguiente, las casas de un solo patio están techadas con bóvedas de cañón solamente.

Se pueden citar ejemplos de dos plantas abovedadas, como la Casa de la Moneda, con locales en la planta baja de uno de los costados de la casa, y el Tambo de Bronce, con locales también abovedados en la planta superior que coincide con el nivel de la calle. Dado el temor por los terremotos, la casa postcolonial tiene una planta superior, liviana, y salvo algunos ejemplos se incluyó una habitación abovedada, que no aumentaba los empujes sobre el muro de fachada.

Estudio aparte merece la decoración de las fachadas barrocas del XVIII con frontones curvos tallados y las del XIX de influencia neoclásica e ilustrada, portadas con pilastras de soporte a un entablamento alto, dividido en dos partes, con una cornisa independiente y por debajo de la cornisa de la fachada. Entre estos dos tipos de viviendas fácilmente identificables, existe un tipo de casa de transición de gran austeridad en las fachadas, algunas con símbolos cristianos (IHS), tallados en el entablamento de la portada.

#### EL SISTEMA CONSTRUCTIVO

Según Ramón Gutiérrez «en la conjunción, la piedra sillar llevó a una respuesta arquitectónica rígida, basada en el concepto de masas arriostradas para resistir los sismos. La propuesta estática requirió ámbitos reducidos, anchos muros con contrafuertes, desarrollo de las técnicas constructivas de las bóvedas de sillar y cúpulas chatas en los templos. El conjunto produce sensación de fuerza, aún más por la carencia de remates y pretilos en sus mu-

ros, los robustos bota-aguas y los vanos reforzados con doble dintel».

Aunque existen ejemplos de bóvedas vaídas, como la de la Casa del Colegio de Arquitectos, de ladrillo y con nervios, se impuso la construcción masiva de las bóvedas de cañón por su menor complejidad pues su estereotomía es bastante sencilla. Sus características son las siguientes:

- a) Son bóvedas aparejadas con dovelas de 20 cm de espesor, cuadradas o rectangulares, colocadas a tabla (posición horizontal), pero en algunas bóvedas las claves están colocadas a rosca (posición vertical), que incide en un número menor de piezas para formar el arco, y que se traduce en la disminución del coeficiente de seguridad a la mitad al reducirse el grosor de la bóveda;
- b) En el tallaje evidentemente no era necesario recurrir al método por robos, que hubiera significado la preparación de patrones y desperdicio de material, sino el de corte por caras, usando el baibel o escuadra de dos brazos.
- c) El aparejo es el mismo que el usado en los muros, es decir, cada dos dovelas juntas colocadas a tabla se apareja una dovela colocada a rosca;
- d) Las bóvedas de cañón son de sección semicircular de relación flecha/luz=1/2, pero esta flecha se reduce un poco tal vez con la intención de ahorrar material;
- e) Las bóvedas de arista nacen de unas pechinas exentas hacia el lado del muro ciego y del otro lado, de los gruesos machones que forman la arquería, pero da la impresión de ser una bóveda de cañón con lunetos pronunciados, pues las claves se tallan y se aparejan como en ésta, impidiendo que las aristas se crucen;
- f) El contrarresto de los empujes se realiza solamente mediante los gruesos muros, de doble pared con un núcleo de hormigón de cal, arena y piedra de río, que varían de 0.90 a 1.20 m de sección. Se recurre a los contrafuertes en la arquitectura religiosa, edificaciones rurales exentas, y ejemplos aislados (casa en esquina calle Villalba). El uso de tirantes de hierro aparece posteriormente en las restauraciones de algunas bóvedas;
- g) Para contrarrestar mejor los empujes se rellenan los riñones de las bóvedas. En las casas postcoloniales los muros se elevaron hasta el mismo nivel del extradós, y remataban en una cornisa pronunciada;

- h) El relleno se realiza con tierra y sobre el extradós se asienta una capa con hormigón de cal y arena de un espesor de 5 a 10 cm que forma una masa monolítica con las dovelas y contribuye a aumentar su grosor;
- i) La construcción de bóvedas y contrabóvedas como se aprecia en las plantas, incide en el contrarresto mutuo de los empujes además con las propiedades vecinas, con las que no existen espacios de separación ni muros medianeros mayoritariamente; y,
- j) Según el tipo de función que cumplen, adquieren atributos que las diferencian, como se explica a continuación.

#### TIPOS DE BÓVEDAS

##### Bóvedas de los zagüanes

La bóveda del zagüán de ingreso es de cañón de sección semicircular, perpendicular a la calle, de menor luz que las de las habitaciones, y más bajo cuando se construye encima una habitación. Tiene un dintel recto en fachada, y un arco fajón hacia el patio que algunas veces está cerrado con una cancela. Detrás del portón y debajo de la bóveda existe un arco a veces exageradamente ancho que aloja las quicaleras (figura 2, en bóveda decorada del XIX).

Carece de cornisa en los arranques, y a veces contiene varios peldaños por el desnivel del patio respecto a la calle. Su longitud es igual al ancho de la crujías adyacentes, pero existen también zagüanes más largos y angostos como el ingreso al tambo de



Figura 2  
Bóveda pintada de zagüán de ingreso

Bronce, cuyo arco de la bóveda de cañón está hecho con once dovelas para una luz de 2 m, con una capa de hormigón de pequeño espesor. En bóvedas anchas y largas existen arcos fajones a la mitad que arrancan de unas ménsulas con poco vuelo a la altura de los estribos de la bóveda (figura 3, Tambo de Ruelas).

##### Bóvedas de las habitaciones

Las bóvedas de cañón de las habitaciones principales arrancan desde la cornisa situada en los arranques (figura 4), y su flecha es menor que la mitad de la luz. Por ejemplo, 1.75 m de flecha para una habitación de 7.50 m de largo por 4.20 de luz; con dieciocho dovelas formando el arco, cada una de ellas de 33 cm en el intradós y 37 cm en el extradós aproximadamente. Aparte del ahorro de material, este número par indica la falta de claves en el aparejo, además de no ser iguales en todas las bóvedas, claves más angostas, más anchas o de tamaño similar que el resto de dovelas. También se construyeron

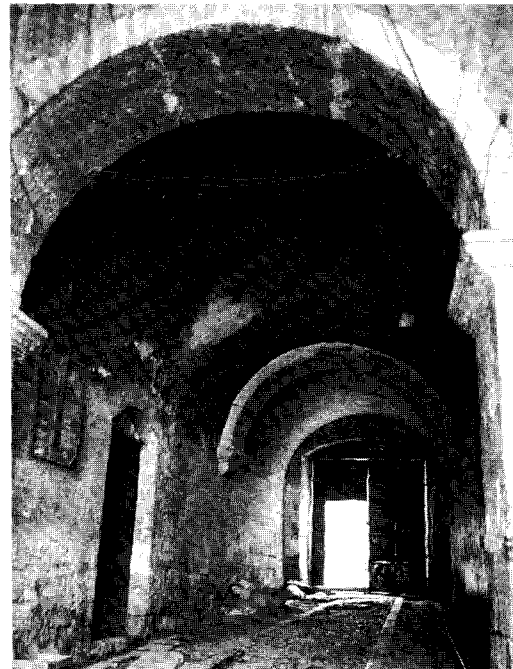


Figura 3  
Bóveda de zagüán con arco fajón sobre ménsula

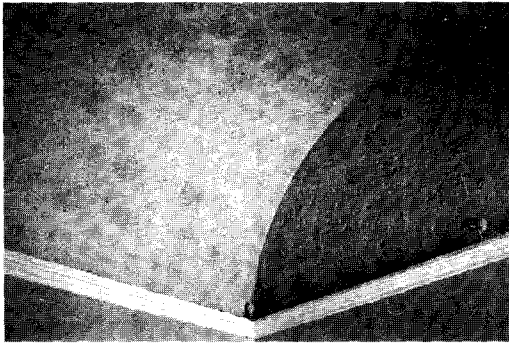


Figura 4  
Bóveda de cañón de tufo arequipeño

bóvedas de ladrillo o bien, combinando la piedra y ladrillo a rosca en su tercio central (figura 5). Las puertas son de dintel recto hacia un lado y curvo hacia el otro, ventanas pequeñas y hornacinas abiertas en los muros cuyos arcos tienen una flecha de  $1/6$  de la luz.

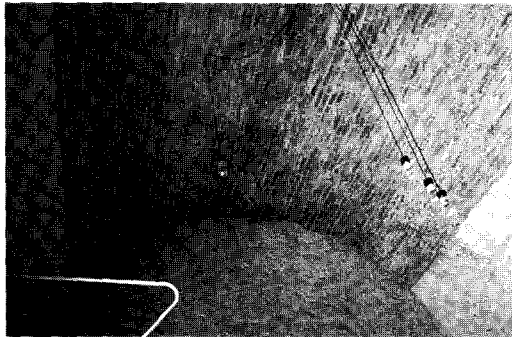


Figura 5  
Bóveda de cañón con ladrillo en su tercio central

La presencia de lucernarios en las bóvedas es más común en las iglesias, pues las habitaciones se iluminan a través de las puertas y ventanas que dan al patio o a la fachada. La altura promedio de 4.50 m a 5.00 m permite abrir unas ventanas en la parte superior de los testeros. Un ejemplo ilustrativo es la crujía de siete locales (C/San Agustín) con bóvedas de cañón perpendiculares a la calle, puerta y ventana abocinada en fachada.

### Bóvedas de los chiflones

Estas bóvedas de cañón son angostas, menos de 2.00 m de luz, altas si mantienen la misma altura que las demás habitaciones, (figura 6, de la casa del Moral) y largas cuando están al costado de dos crujías de habitaciones; pueden tener desde cinco dovelas a tabla formando el arco de la misma y existen algunos ejemplos con lucernarios en las claves.

La habitación también abovedada construida encima del chiflón de menor altura es de menor importancia que el resto de las habitaciones (figura 7, Casa Rey de Castro), y es una característica que también tienen las casas postcoloniales, pero podrían pertenecer al núcleo más antiguo. Su importancia radica en los cambios que origina su presencia: testero curvo que rompe el nivel de cornisa, pequeña ventana hacia un patio y escalera, a veces exclusivamente para ésta, hacia el otro patio.

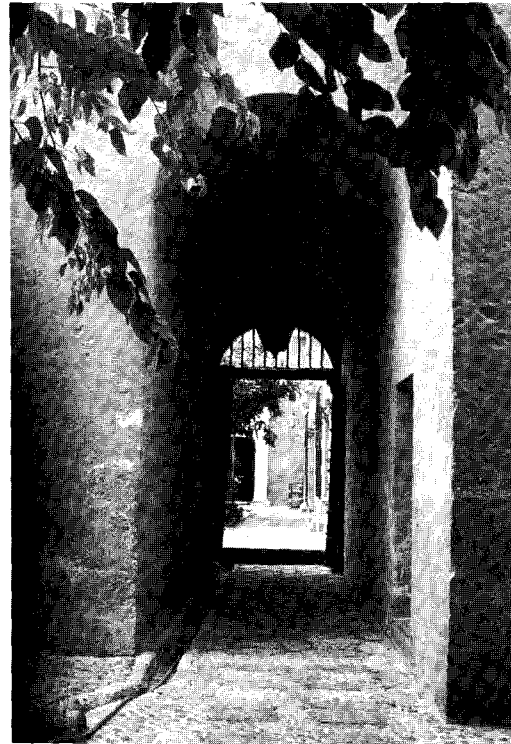


Figura 6  
Bóveda de chiflón (Casa del Moral)



Figura 7  
Habitación encima de chiflón



Figura 8  
Bóvedas de aristas de galería

### Bóvedas de arista de las arquerías

Como se ha mencionado antes las bóvedas de arista no se unen en el centro pues las claves se aparejan a todo lo largo de la misma. En algunos claustros religiosos existen bóvedas de arista con ladrillos a rosca pero con las pechinas de tufo, y se manifiesta el mismo detalle constructivo. Aunque todas son de una planta existe un cenador con otra arquería en la planta superior (Casa del Alférez Florez), pero la presencia de una cornisa indica que no existió otra bóveda de arista encima.

El hecho que del lado del muro de carga las pechinas arranquen de unas ménsulas de poco vuelo (figura 8, Casa del Moral), y del otro lado de los machones de la galería, se justifica en un intento de acortar la luz, y podría ser que el adelantamiento progresivo de las piezas para formar el vuelo de las pechinas tenga su origen en las falsas bóvedas prehispánicas (A. San Cristóbal: 1997), pero la *cola* (pechina de la-

drillo) es un recurso constructivo similar también usado en las bóvedas extremeñas (Forteza: 1998).

Otro detalle es que si existe una galería y un cenador, los machones tienen diferentes fustes, cuadrados

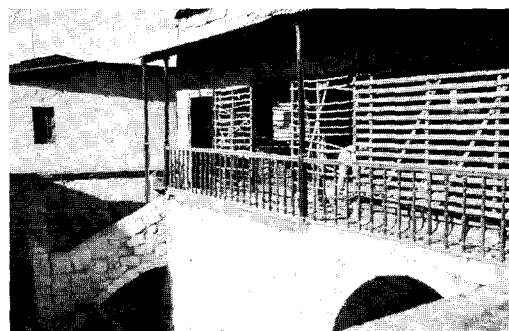


Figura 9  
Remate escalonado de los muros de carga y galería en segundo patio

ligeramente chaflanadas las esquinas (figura 9), y con fustes circulares (cenador Casa Tristán del Pozo).

### Bóveda de arco por tranquil de escaleras

Sobre estos arcos se levantan las escaleras con peldaños también de piedra, y que se aprecian en las casas que tienen la habitación encima del chiflón o con una planta superior (figura 10). Siendo las más conocidas las escaleras de los molinos por no estar apoyadas en los costados.

Para evitar la construcción de un arco por tranquil alto y menos estable, se levantaron las escaleras en dos tramos, en «L», de tal manera que el primero apoya sobre macizos y el segundo tramo sobre la bóveda que se apareja para formar el intradós con doveles a tabla y a rosca.



Figura 10  
Arco por tranquil de escalera y entramado

### LAS BÓVEDAS COMO ÚNICA CUBIERTA

Sobre el extradós de las bóvedas no se construyeron tejados, ni siquiera en las iglesias, aunque uno de los pocos ejemplos atípicos y expresión de la arquitectura popular, es la colocación de haces de paja «ichu» en la iglesia de San Pedro de Tisco (Valle del Colca, a 4.000 m.s.n.m.), encima de lasaj planas sobre el extradós de la bóveda de cañón, que están asentadas con barro y van formando un hastial.

Por lo tanto la carga de hormigón normalmente está fisurada debido a los cambios térmicos, al care-

cer los paños bastante largos de juntas de dilatación, pero se ha incorporado en su acabado el ladrillo «pastelero», de 20 cm de lado y 3 cm de espesor, asentado con mortero cemento-arena, generalmente después de haberlas reforzada con un mallazo para aumentar su resistencia a los movimientos sísmicos.

### REMATE ESCALONADO O CORNISAS

Como se ha mencionado anteriormente al rellenarse los riñones se elevaron los muros, terminando éstos en forma escalonada (figura 9), uno de los detalles de la arquitectura local, que también se aprecia en las iglesias y en los contrafuertes con remates escalonados, a diferencia de las casas cuyas cornisas impiden la percepción de las bóvedas. Sin embargo, existen ejemplos que dejan ver los testeros, como el conjunto de cuatro casas con frente a la plazuela San Francisco, pues cada una de ellas es una bóveda de cañón perpendicular a la calle.

Aunque los muros carezcan de cornisas este recrecido facilita la conducción de las aguas pluviales a las gárgolas y bajantes por la superficie ondulada que se forma entre la bóveda y el muro (figura 11).

Aprovechando el grosor del muro y el vuelo de pronunciadas cornisas, se levantaron los balcones largos que caracterizan a la etapa de la naciente República. Para no sobrecargar las bóvedas, la planta superior se construyó con cerramientos a soga, con entramados de madera rellenos con rajás de sillar; y cubiertas de chapa galvanizada. La mayoría de estos entramados han ido desapareciendo para dar paso a nuevas construcciones.



Figura 11  
Cornisa hasta la altura del extradós de la bóveda

## CONCLUSIONES

Las bóvedas de cañón y de arista de las casas arequipeñas son invariantes de la arquitectura local, que se trasvasan de la arquitectura religiosa adaptándose a los diferentes tipos de plantas de la arquitectura doméstica, y cuya construcción continuó aún después de terminada la etapa colonial. El sistema constructivo de las bóvedas se caracteriza por su irregular espesor al haber sido aparejadas las dovelas a tabla con dovelas intercaladas a rosca, por lo que la carga de hormigón sobre el extradós contribuye a regularizar su grosor. Otros atributos constituyen el color blanco del tufo, la estereotomía vista y que se percibe aún debajo de las que están encaladas, y los muros de carga elevados hasta el nivel del extradós de las bóvedas.

## BIBLIOGRAFÍA

- A.A.V.V.: *Las grandes bóvedas hispanas*, apuntes del curso, CEHOPU, Madrid 1998.
- A.A.V.V.: *Arquitectura Popular en España*, Coordinación y edición: A. Cea Gutiérrez, M. Fernández Montes, L.A. Sánchez Gómez, Actas de las Jornadas 1-5 diciembre, 1987, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid 1990.
- Bonet Correa, A.: «El Convento de Santa Catalina de Arequipa y la arquitectura de los conventos de monjas en Hispanoamérica», Simposio Internazionale sul barocco latino Americano, organizado por el Istituto Italo-Latinoamericano, bajo el auspicio de la UNESCO, Roma 21-24 abril 1980.
- Bustamante, R.: «Characteristics of the authenticity and sustainability in the preservation of tuff masonry», *Comunicaciones del 12º Congreso Internacional de Fábricas de Ladrillo y Bloque*, Madrid 2000.
- Chueca Goytia, F.: *Historia de la Arquitectura Occidental Tomo VIII Barroco en Hispanoamérica, Portugal y Brasil*, Dossat, pp 177-155, Madrid 1985.
- Feduchi, L.: *Itinerarios de Arquitectura Popular Española, 4 los pueblos blancos*. Ed. Blume, Barcelona, 1978.
- Fortea Luna, M. y López Bernal, V.: *Bóvedas Extremeñas*. Ed. Colegio Oficial de Arquitectos de Extremadura. Badajoz, 1998.
- García Bryce, J.: *Casa Tristán del Pozo, Arequipa*. , Ed. Banco Continental del Perú, s/f.
- Gutiérrez, R.: *Evolución histórica urbana de Arequipa (1540-1990)*. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes de la Universidad Nacional de Ingeniería, Epígrafe Editores S.A.. Lima 1992.
- Málaga, A.: «La arquitectura mestiza arequipeña: de la ermita a la basílica catedral», *Revista Plaza Mayor*, Nº 9, julio-agosto, 1983.
- Orellana, J., «Lo indígena y lo español en la construcción colonial», *Consensus*, Año 3 Nº 3, Lima, 1994.
- Palacio Gonzalo, J.C.: *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento Español*. Ministerio de Cultura, 1ª ed. Madrid, 1990.
- Quiroz Paz Soldán, E.: «La arquitectura mestiza arequipeña: del rancho de paja al palacio de sillar», *Revista Plaza Mayor*, Nº 9, julio-agosto, 1983.
- Rodríguez Gaitán, G.: «El sillar, material arequipeño», *La Casa Goyeneche*, Ed. Banco Central de Reserva del Perú, Sucursal de Arequipa, pp. 37 a 41, Lima, 1986.
- San Cristóbal Sebastián, A.: *Arquitectura planiforme y textilográfica virreinal de Arequipa*. Ed. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Perú, 1997.
- Tord, L.: *Arequipa Artística y Monumental*, Ed. Banco del Sur del Perú, Arequipa-Perú, 1987.