



6. SIMON VELEZ:

"SIMBOLO Y BUSQUEDA DE LO PRIMITIVO"

6. SIMON VELEZ: “SIMBOLO Y BUSQUEDA DE LO PRIMITIVO”

Simón Vélez nació en Manizales-Colombia en el año de 1949, realizó estudios de arquitectura y arte en la universidad de los andes, en Bogotá, entre 1969 y 1975. En 1980 se gradúa de arquitecto en esa universidad. *“Nacido en una familia de constructores –un abuelo colonizador y constructor su padre un importante arquitecto manizalita—, sus intereses iniciales estuvieron dirigidos hacia la tradición constructiva de la región cafetera del Viejo Caldas, interés que se ampliará a las culturas populares y primitivas.”*⁵⁸

Después de muchas discusiones y análisis sobre las posibilidades de la manera más objetiva de abordar la obra de Simón Vélez y para efectos de una mejor comprensión del proceso evolutivo del sistema constructivo implementado por Vélez. Hemos llegado a la conclusión que es preciso estructurarlo a través de tres (3) “grandes líneas”, una primera línea será la *Arquitectura*, una segunda línea *Construcción* y la tercera *Ingeniería*, que, aunque siempre han estado unidas, es necesario saber diferenciarlas claramente, estudiarlas y por supuesto, analizarlas por separado. A continuación realizaremos un análisis de su propuesta arquitectónica obra, a partir cada uno de estos tres (3) aspectos:

6.1. Arquitectura

Para iniciar este capítulo hemos escogido un texto de Simón Vélez, del libro “La Guadua”:

“La guadua, la madera de los pobres, el mas común, ordinario y extraordinario de nuestros materiales de construcción, la que define nuestra cultura y el paisaje donde nació, Manizales. Hace poco más de cien años, apareció el concreto como material de construcción. El cemento es milenario, el hierro también. Pero la combinación de estos dos materiales, históricamente reciente, generó la revolución más grande que se conozca en la tecnología de la construcción. Antes de la aparición del concreto, la arquitectura se trabajaba dentro de las limitaciones de los materiales conocidos: adobe, ladrillo cocido, tapia pisada, piedra, argamasa, madera, hierro. Estas limitaciones obligaban a construir dentro de tradiciones técnicas consagradas por la experiencia acumulada durante generaciones. Estas técnicas de construir eran tan

⁵⁸ Ramírez, Francisco, *Simón Vélez un sentido de lo construir*, Cámara de comercio de la ciudad de Santiago de Cali, Cali 1987, Pág.26.



antiguas como el lenguaje y terminaron siendo ellas mismas otro lenguaje para cada pueblo.

Podemos reconocer una cultura por sus edificios: la griega, la egipcia, la japonesa, la española, etc. Así como no existen idiomas feos, tampoco existían arquitecturas feas. Por primera vez la arquitectura dejó de ser una de las más bellas artes para convertirse en la más fea de todas. Cuando viajo por el mundo todas las construcciones anteriores a la aparición del concreto, sean elitistas o populares las encuentro hermosas. Las posibilidades constructivas del concreto son tan ilimitadas que, de entrada, abandonan la escala humana. Sin limitaciones no se puede hablar ni escuchar una lengua. Es como si todos al mismo tiempo utilizáramos altavoces para conversar. El concreto aturdió la arquitectura.



78. Estructura de Guadua Simón Vélez 1987

Hace unos veinte años me interese por hacer una pequeña estructura de guadua. La experiencia que tenía trabajando con madera no me servía para un material tan diferente. Quería hacer un voladizo que exige esfuerzos a tracción, pero no encontraba como hacer una conexión para un material hueco como la guadua. De repente se me ocurrió que llenando de cemento la cámara del entrenudo, donde ocurría dicha conexión, que a su vez tenía tornillos de hierro, podría funcionar y funcionó.



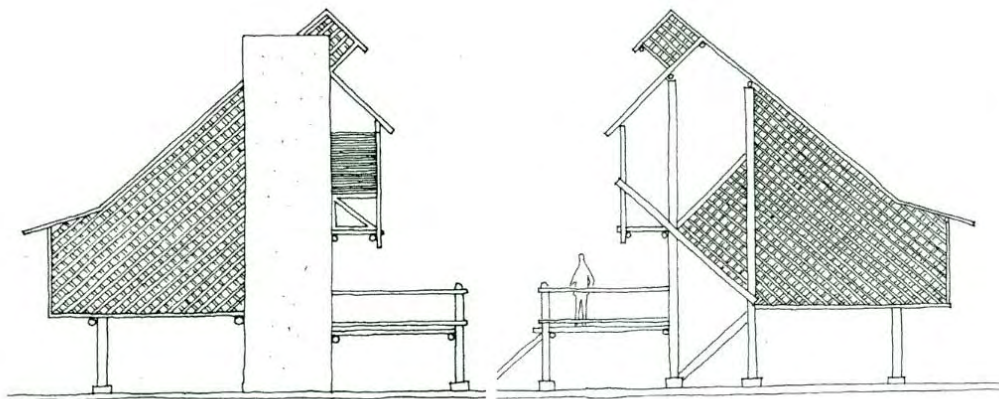
Este fue un descubrimiento técnico que partió en dos mi oficio como diseñador y constructor. Igual a como el concreto partió en dos la historia de la construcción. A partir de esta conexión de concreto en los cañutos de la guadua para los esfuerzos de tracción, principalmente y los de compresión, la guadua se convirtió para mi en un verdadero acero vegetal.

La guadua es un material de alta tecnología: su relación peso-resistencia supera al acero. A quien él interese la demagogia ambiental, no encontrara un tema de conversación más carismático que el de la guadua. La experiencia del pabellón de la guadua en Expo-Hannover 2000, para el cual se obtuvo licencia de construcción sin restricciones por parte de las autoridades mas estrictas del mundo, para un material estructural y unas técnicas constructivas desconocidas por los Alemanes, nos abre las puertas para que desde la periferia del tercer mundo tropical, apoyados en nuestra enorme bio-etno diversidad, se den propuestas enriquecedoras sin ningún tipo de inferioridad.⁵⁹

6.1.1. Estructuras de Madera y Guadua

6.1.1.1. Primeras Obras

Primero intentaremos hacer un recorrido de su trayectoria profesional desde sus inicios. Quiero hacer énfasis especial en la manera como resolvió sus primeros encargos. Decir que su primera experiencia como constructor fue con la utilización de la madera aserrada. Sus primeras obras construidas en el departamento de la Guajira y en la Costa Atlántica Colombiana, como el proyecto de la siguiente imagen



79. Proyecto de Viviendas Simón Vélez-1973

⁵⁹ Villegas Marcelo, *GUADUA Arquitectura y Diseño*, ediciones Villegas y Editores, 2004, p.44-45.



Se refieren a diversas casas unifamiliares, las cuales tenían una característica similar: la solución espacial en planta se resolvía con un planteamiento sencillo adoptando la simetría como primer elemento de composición, en la parte de la sección y las fachadas se reflejaba una cierta búsqueda espacial mucho más elaborada.

“En un primer momento de su trabajo, explora posibilidades de estructuras centradas en apoyos verticales triangulados, los cuales ayudan a determinar la disposición de las plantas interiores. Si bien las plantas son muy simples, la sección es más compleja haciendo más dinámico el espacio de la construcción.”⁶⁰



Las preexistencias ambientales, las formas de vida, las técnicas y materiales disponibles, las tradiciones, la historia, la memoria colectiva. *“Todo esto lo realiza con materiales que son nativos de los sitios donde trabaja maderas, pencas, pajas, cabuyas, etc y que enfatizan el origen popular de su arquitectura.”*

80. Proyecto de Viviendas 1973

“Las características de su primer encargo, una construcción en la Guajira (1970), con limitados recursos, producto de su situación física, la dificultad de transporte, la disponibilidad de mano de obra, determinará los desarrollos de su trabajo posterior: asumirá los materiales disponibles en el sitio mismo e incorporará la tradición constructiva regional asimilando sus beneficios, los aspectos ambientales climáticos, etc.”⁶¹

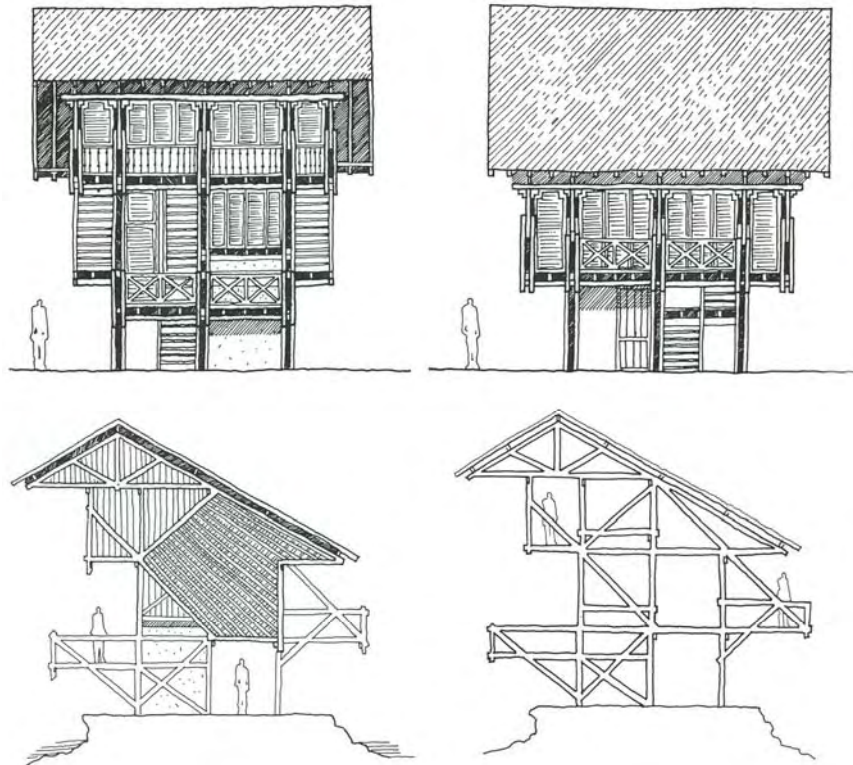
⁶⁰ Ramírez, Francisco, *Notas Sobre la Arquitectura de Simón Vélez*, revista promovemos arquitectura Universidad de San Buenaventura, Cali 1992, p.6.

⁶¹ Ramírez, Francisco, *Simón Vélez un sentido de lo construir*, Cámara de comercio de la ciudad de Santiago de Cali, Cali 1987, p.26.



Estas viviendas eran construidas todas con materiales autóctonos de la zona, por la imposibilidad de contar con medios de transporte, como primera dificultad, utilizando la madera como material principal para la estructura y para los cerramientos.

Son estructuras de tipo puntual, construidas casi siempre con columnas y vigas de madera que trasmitían las cargas a la cimentación, generalmente a través de pedestales de hormigón o en su caso, la misma naturaleza hacía de cimentación con grandes piedras de la zona.



81. Casa Latifundio Islas del Rosario Simón Vélez-1977

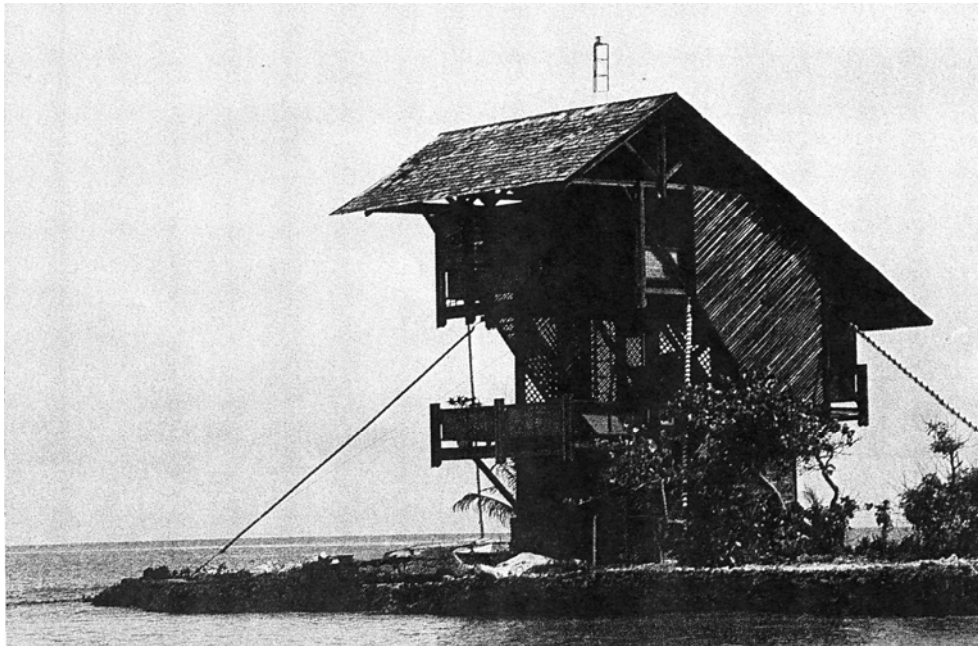
A partir de planos reticulares y triangulaciones a nivel de fachada y corte, siendo estas viviendas de dos (2) y tres (3) plantas de altura, eran resueltas en niveles, lograba conformar una estructura muy estable y rígida.

Al mismo tiempo aprovechaba esta estabilidad proyectando voladizos a manera de balcones o terrazas, a los que imprimía su sello personal, causando así una sensación de “vértigo espacial” en sus primeras obras. Una característica común de estas primeras casas, es que reflejan la consecuencia e intencionalidad de su



propuesta: las estructuras de estas viviendas se podían percibir, casi tanto a nivel de volumetría o fachada como en su distribución simétrica en planta.

“El vértigo se convertirá en el factor sensorial más notable del interior de estas viviendas y alrededor de éstas Simón Vélez organiza la experiencia de vivir.”⁶²



82. Casa Isla Latifundio Simón Vélez-1977

Los cerramientos de muros interiores y acabados de pisos, los resuelve utilizando la madera de la zona, al tiempo que asimila las formas constructivas locales manteniendo los beneficios climáticos. La cubierta era resuelta con una estructura de madera, una cercha diseñada a base de triangulaciones, con pendientes superiores al 50% en algunos casos.

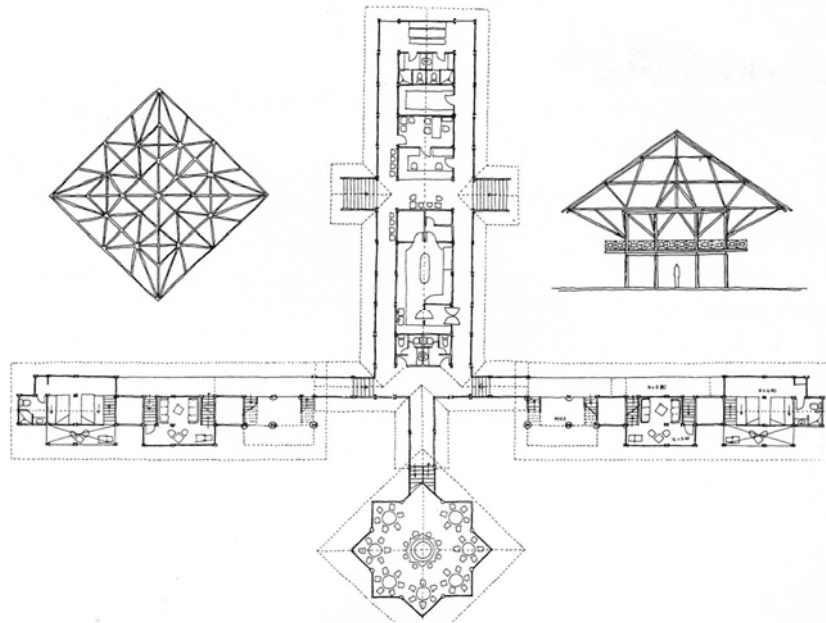
Utilizaba diferentes materiales para la cubierta, dependiendo de la zona donde se proyectaba. Así en el proyecto de viviendas de 1973 que corresponde a la graficos N° 79 y N° 80, igual que en la casa en el Río Piedras⁶³ graficos N° 92, N° 93 N° 94 utiliza “paja,”⁶⁴ es un material obtenido de la palma africana y utilizado para cubiertas en las zonas tropicales. Se le conocen Colombia también con el nombre de “palmiche.”

⁶² Ramírez, Francisco, *Simón Vélez un sentido de lo construir*, Cámara de comercio de la ciudad de Santiago de Cali, Cali 1987, p.28.

⁶³ Ver el apartado 7.1.4. de esta tesis, El significado de lo primitivo en su obra, casa Río Piedras

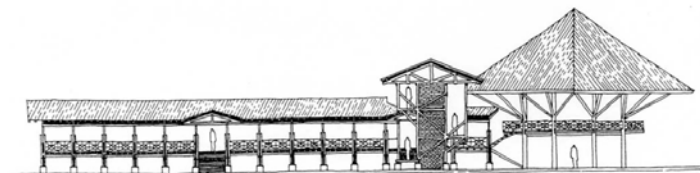
⁶⁴ Paja: Nombre que se le da al material de cubierta que se obtiene a partir de las hojas del palma africana, después de ser sometida a secado.





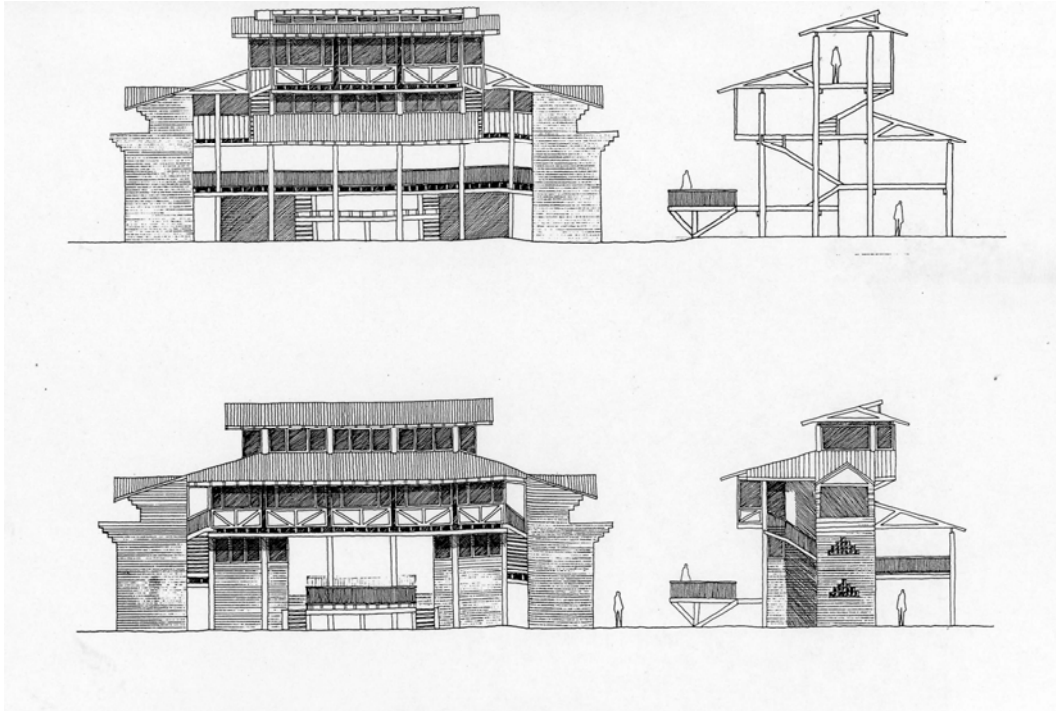
83. *Hotel de Pesca Deportiva Bahía Cupica-Choco Simón Vélez- 1979*

En obras posteriores Simón Vélez utiliza la teja de barro o la pizarra en la cubierta, como en la casa Isla Latifundio de la grafica N° 80 y N° 82. Lo más interesante de esta etapa es la “interpretación y la lectura que hace del entorno” y la manera como enfrenta sus primeros proyectos asumiendo la *confrontación del edificio* con el lugar de su implantación.



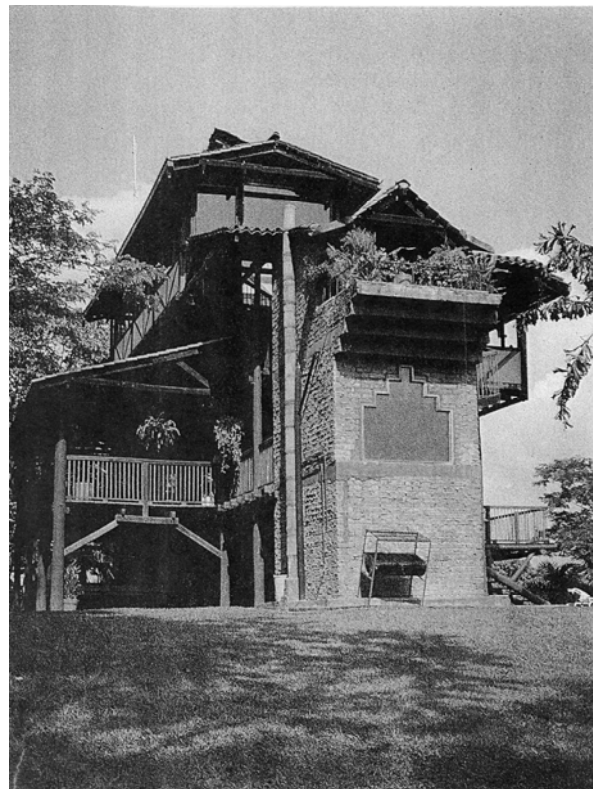
84. *Hotel de Pesca Deportiva Bahía Cupica- Choco 1979*





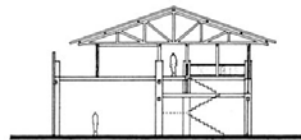
85. Casa Marulanda-Pereira Simón Vélez 1975-82

“Vélez inyecta significados nuevos a las formulaciones básicas de la cultura constructiva regional. Renuncia a revitalizar formas anteriores abordando la tradición de manera original, evitando la repetición de los meros efectos superficiales.”



86. Vista Exterior Casa Marulanda 1975-82



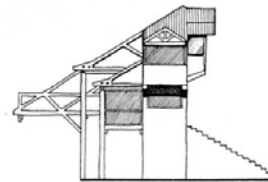
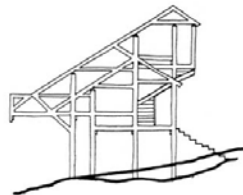
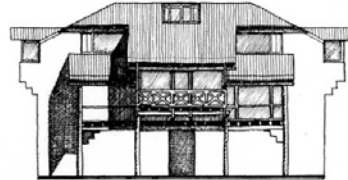
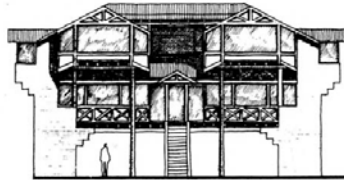


Casa CORTES ORTIZ La Dorada, Caldas
Corte transversal, escala 1:100
Diseño Roberto Vélez Saenz, Simón Vélez Jaramillo
Manizales septiembre 1978



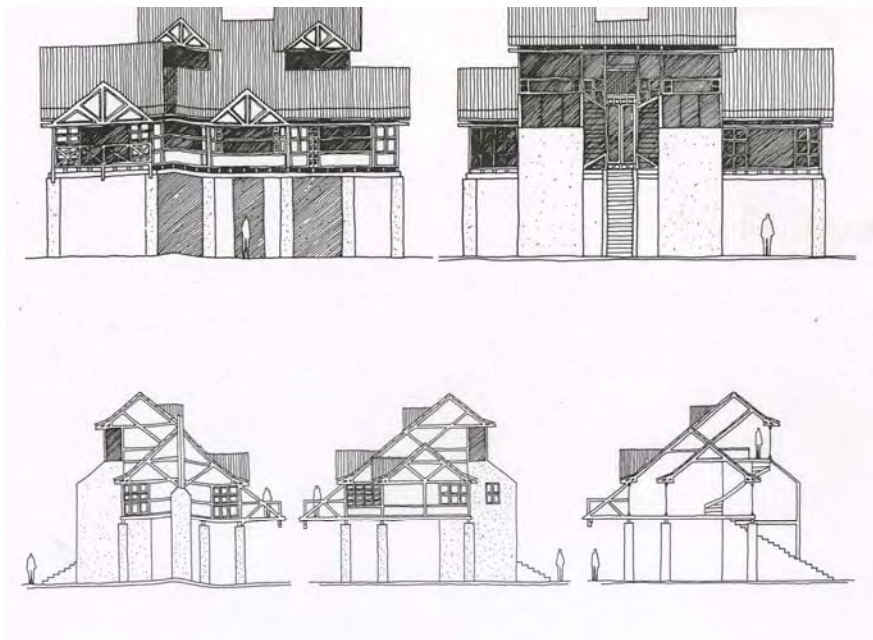
Casa CORTES ORTIZ La Dorada, Caldas
Fachada parque, escala 1:100
Diseño Roberto Vélez Saenz, Simón Vélez Jaramillo
Manizales septiembre 1978

CASA CORTES ORTIZ - LA DORADA. 1978



87. Casa Hernández la Calera-Bogotá. Simón Vélez 1978

“Asimilando construir un sentido de relación con el territorio, con el mundo, con el lugar. Las formas de producción de Simón Vélez sostienen su identidad, referencian su origen, testimonian la tradición constructiva que las nutre.”⁶⁵



88. Casa Gutiérrez, La Calera-Bogotá. Simón Vélez 1979

⁶⁵ Ramírez, Francisco, *Simón Vélez un sentido de lo construir*, Cámara de comercio de la ciudad de Santiago de Cali, Cali 1987, Pág.29.





89. *Vista exterior vivienda en madera Simón Vélez-1985*

Simón Vélez maneja la madera en sitios de topografía escarpada y difícil situación, alguna referencia similar a lo que sucede en su ciudad natal Manizales, por lo que se puede interpretar como la manera de aludir metafóricamente a su pasado.

En la estación de servicio en la vía Chinchina-1979 de la grafica N° 90 de esta página, se observa el desarrollo de un lenguaje preocupado en evidenciar el significado de la estructura, enfatizando su papel protagonista gracias a la asimilación de su importancia dentro de la construcción.



90. *Estación de servicio Chinchina-Manizales 1979 (foto Simón Vélez)*



En el período final de su *“primera etapa”* de su experiencia con las estructuras de madera se sitúan un sin número de obras y construcciones rurales como saladeros, cercos, etc. Lo que termina traducéndose en obras un poco más grandes e importantes, ya empieza la etapa donde inicia su experiencia con las estructuras y construcciones en bambú. Además de su exploración con la guadua como material principal en sus obras, logra avances significativos, llevando a cabo diseños atrevidos y construcciones con grandes voladizos. Como ejemplo podemos citar La casa de las Mercedes 1987-1988 en la siguiente fotografía, donde a la elaboración estructural se la suma una connotación *“clasicista en una dirección que desborda la disposición historicista Paladiana de la planta asumida”* ⁶⁶



91. Vista exterior Casa Las Mercedes-Pereira Simón Vélez-1985

6.1.2. La Interpretación de la Tradición

Primero hemos de definir el significado de arquitectura tradicional:

*“Aquella que se estableció en una región o en un lugar desde un tiempo ya pasado, que se produce constantemente en el tiempo y que no ha sufrido cambios o alteraciones que le borren sus características esenciales.”*⁶⁷

⁶⁶ Ramírez, Francisco, *Simón Vélez un sentido de lo construir*, Cámara de comercio de la ciudad de Santiago de Cali, Cali 1987, Pág.30.

⁶⁷ Fonseca Lorenzo y Saldarriaga Alberto, *Arquitectura popular en Colombia*, Altamir ediciones, 1992, p 23.



Como ya lo anotábamos anteriormente, Simón Vélez *“tuvo sus intereses iniciales dirigidos hacia la tradición constructiva de la región cafetera del Viejo Caldas, interés que se ampliara rápidamente a las culturas constructivas populares y primitivas.”*⁶⁸

Elde asumir los recursos y tecnologías locales se debe interpretar como una búsqueda personal y de exploración hacia los significados de nuestra cultura; así como de los materiales regionales, lo que se traduce posteriormente en una intención clara en su propuesta arquitectónica, reflejada en la manera como trasmite esa arquitectura tradicional *“rescatándola del anonimato y potenciándole nuevos significados.”*

*“Simón Vélez alude metafóricamente no a las formas físicas de la arquitectura espontánea de referencia, sino a la sensación que ellas producen: vértigo, inestabilidad y osadía. El resultado es una interesante arquitectura que expresa simbólicamente contenidos contemporáneos dentro de un repertorio material extraído de características de tipo local.”*⁶⁹

Una vez domina el sentido del trabajo y adquiere la experiencia suficiente con la madera aserrada, tratará de experimentar con otro de tipo de materiales alternativos de maderas como el mangle. Al mismo tiempo proyecta obras en hormigón armado o en sistemas que podríamos denominar de tipo mixto, sin perder esa característica primordial de lo que hasta ahora había sido su propuesta arquitectónica.

*“Los muchos proyectos de quioscos que elaboró posteriormente, no sólo constituyeron una oportunidad de indagación técnica, sino que le permitieron aproximarse a formas arquitectónicas tradicionales. Este interés se ampliará con los proyectos en los que explora la arquitectura porticada: la Granja (Santa Fe de Antioquia, 1974), la casa en la María (Cali, 1979) y la casa Marulanda (Pereira, 1979) se desarrollan con una contraposición entre la idea de masa (de los pesados machones de ladrillo) y la ligera estructura de madera.”*⁷⁰

⁶⁸ Ramírez, Francisco, *Notas Sobre la Arquitectura de Simón Vélez*, revista promovemos arquitectura de universidad de san buenaventura, Cali 1992, p.6.

⁶⁹ Arango, Silvia, *Historia de la arquitectura en Colombia*, centro editorial y facultad de artes universidad nacional de Colombia, 1989, p.268.

⁷⁰ Ramírez, Francisco, *Notas Sobre la Arquitectura de Simón Vélez*, revista promovemos arquitectura de la universidad de san buenaventura, Cali 1992, p.7.



En estas construcciones la serenidad y sentido de dominio sobre el paisaje asumen un sentido simbólico que evoca las construcciones de las haciendas como preexistencias ambientales.

Por otra parte, ya en este momento ha asumido cierta disposición simétrica, de tipo compositivo clásico, que hace referencia a las villas paladianas. *Galaor Carbonell* llama la atención a la forma como:

“Utiliza la simetría como manera de destacar la estructura y la zonificación funcional de la construcción, proyectándola como una imagen acentuada y diáfana, cuya claridad conceptual prevalece por sobre el carácter transitorio, temporal y circunstancial de los materiales y algunos conceptos de la arquitectura popular, a través de la majestad implícita en el principio de la simetría.”⁷¹

6.1.3. El Significado de lo “*Primitivo*” en su Obra

Durante estos casi tres (3) años estudiando y analizando su trayectoria profesional y después de conocerle personalmente. El análisis que hacemos de la arquitectura que propone Simón Vélez, nos lleva a definirla como una “*simbiosis*” de dos (2) aspectos claves. El primero es la manera como “*percibe la arquitectura,*” asociada ésta a una permanente “*búsqueda de identidad propia*” que encuentra a través del “*estudio y exploración*” de nuestra memoria colectiva; que renueva constantemente en su propuesta, “*sobre todo en lo que se refiere a sus primeras obras.*” Allí hay algo más que una aproximación a lo tradicional y a lo popular, se denota más una búsqueda hacia lo primitivo y originario.

El segundo aspecto lo defino como “*la práctica*”, es decir, la manera de plasmar ese conocimiento acumulado, que va acompañado de esa permanente actitud innovadora, que lo lleva a realizar cambios durante cada una de su etapas; que hacen que su obra tenga esa riqueza técnica, que a su vez la hace mas contemporánea y moderna por decirlo de alguna manera.

⁷¹ Ramírez, Francisco, *Notas Sobre la Arquitectura de Simón Vélez*, revista promovemos arquitectura de la Universidad de San Buenaventura, Cali 1992, p.7.



Lo anterior lo traigo a colación porque en este apartado intentaré establecer las similitudes de su propuesta con las raíces de la arquitectura tradicional del Viejo Caldas, la relación que existe entre nuestra cultura arquitectónica y la obra de Vélez.

En este caso me refiero a nuestra arquitectura “vernacular más primitiva,” la cual está construida por las clases populares, representada en la clase trabajadora de nuestro país, conformada en su mayoría por “maestros y albañiles”, que se forman en cada región de nuestra geografía y que son los que entienden la manera de hacer este tipo de arquitectura.

Como ejemplo práctico realizaré una comparación de varias obras de Simón Vélez con construcciones tradicionales en la región del Viejo Caldas, esto nos permitirá comprender más fácilmente lo anotado anteriormente. La primera será una de sus obras de su etapa inicial:

- Casa en Río Piedras Parque Tayrona-1973:



92. Casa en Río Piedras Parque Tayrona 1973

Se trata de una casa unifamiliar localizada sobre una peña de unos quince (15) metros en la desembocadura del Río Piedras, en inmundaciones del parque tayrona, construida con materiales de la zona. La construcción es en madera aserrada, basada en una estructura de tipo puntual, con pedestales de hormigón anclados a una gran



piedra sobre la cual Vélez proyecta un enorme voladizo sobre el río en el primer nivel de la casa, creando una sensación de “vértigo” se percibe como la vivienda permanece suspendida en el aire.

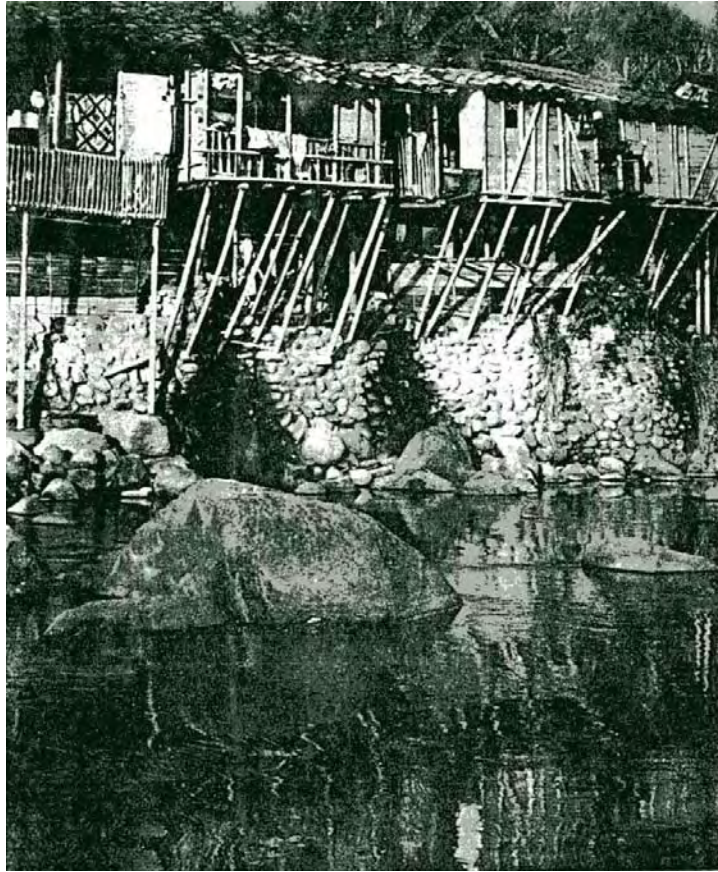


93. Casa en Río Piedras Parque Tayrona

La obra escogida para establecer la relación existente entre nuestra arquitectura más primitiva y su obra, es la construcción de una agrupación de viviendas en la región del Viejo Caldas construidas en voladizo sobre la ribera de un río, obsérvese en la siguiente página de este apartado, grafico N° 94.

Si observamos bien, encontramos de primera mano la relación presente entre los dos emplazamientos de las construcciones y la técnica empleada, no obstante que sus materiales difieran un poco, debido a que en la obra de Simón Vélez se utiliza la madera aserrada para la estructura y las viviendas agrupadas se construyeron con estructuras de guadua.





94. Viviendas construidas sobre la ribera de un río en Caldas

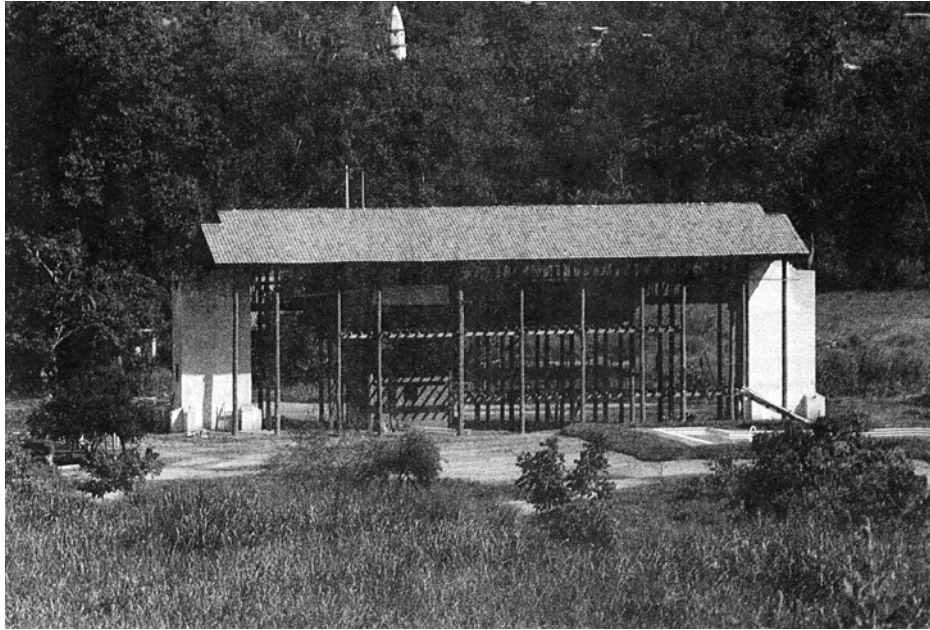
Sin embargo, si nos detenemos un poco, veremos que el significado y la técnica escogida es la misma, la implantación de los dos edificios es exacta: la manera de “anclar” la construcción a la cimentación—en este caso la naturaleza misma—sirve de cimentación en las dos construcciones.

- La Casa Escobar-1975

En esta vivienda Vélez explora las posibilidades significativas del “pórtico.” La casa esta concebida como una gran portada, como signo en el paisaje: *“La estructura y sus espacios constituyen un complejo desarrollo de las posibilidades del lenguaje: metáfora y metonimia, juego y orden referidos a una cerrada referencia arquitectónica de pórticos y porticados”*⁷²

⁷² Ramírez, Francisco, *Simón Vélez un sentido de lo construir*, Cámara de comercio de la ciudad de Santiago de Cali, Cali 1987, Pág.27.





95. *Vista Exterior Casa Escobar Simón Vélez*

La obra escogida para establecer la relación existente entre nuestra cultura primitiva y la obra de Vélez es una antigua casona del Viejo Caldas. No sobra resaltar la similitud entre estas dos construcciones, la gran cubierta de la “vieja casona” está solucionada a cuatro aguas similar que la casa Escobar a dos (2) aguas, las dos construcciones tienen como solución estructural un sistema de pórticos, que a su vez sirve para enfatizar la fluidez espacial relación interior-exterior, característica de la arquitectura tradicional del Viejo Caldas.



96. *Vista Exterior Antigua Casona*



- Construcción para secado de café:



97. *Construcción típica para secado de café en el Viejo Caldas*

En este caso la similitud entre esta construcción típica del viejo caldas, la cual es utilizada para el secado del café, con una obra actual de Simón Vélez en Brasil es mas que evidente, ya que la tipología de las dos (2) construcciones es la misma, la estructura adoptada así como la solución estructural son idénticas, razón por la que en esta ocasión sobran las palabras, para referenciar lo evidente.



98. *Vivienda con cubierta en pasto-vegetal Brasil-Pereira 2004*



“asumiendo la confrontación del edificio con el lugar de su implantación. Las preexistencias ambientales, la forma de la ciudad, las formas de vida, las técnicas y materiales disponibles, las tradiciones, la historia, la memoria colectiva”⁷³

Como conclusión importante y después del anterior análisis podemos afirmar que, Simón Vélez logra en sus obras *“interpretar”* nuestra arquitectura mas *“primitiva”*, apoyado en la memoria colectiva, dándole una solución *“contemporánea”* a cada uno de sus proyectos, consiguiendo así que su obra tenga siempre una lectura de eso que denominamos *“pasado”*. Estos rasgos tipológicos que permanecen presentes, unidos con el compromiso ambiental de su obra, hacen que ésta sea un *“símbolo y una búsqueda hacia lo primitivo y originario.”*

⁷³ Ramírez, Francisco, *Notas Sobre la Arquitectura de Simón Vélez*, revista promovemos arquitectura de la Universidad de San Buenaventura, Cali 1992, p.7.



6.2. Construcción

6.2.1. La Importancia de la guadua en su obra



99. Estructura en guadua de establo de ganado en Tenjo-Cundinamarca

Es indudable que la utilización de la guadua, que siempre ha estado presente en la gran mayoría de construcciones durante los últimos 20 años de su carrera, ha sido un factor relevante en el resultado de su producción arquitectónica. Por lo que creo necesario hacer una valoración del aporte de su obra a nuestra arquitectura a partir de la utilización del material; ya que sin lugar a dudas su obra es un ejemplo claro de lo que podría llamarse “Arquitectura Colombiana.”



100. Estructura mixta columnas en mangle cubierta en guadua Simón Vélez 1995



Si tenemos en cuenta los principales rasgos arquitectónicos predominantes en su propuesta: posee una identidad propia, esta totalmente contextualizada —la que denominare arquitectura del lugar—, utiliza la tradición colombiana como lenguaje arquitectónico y lo más importante es que logra “rescatar” la guadua como material constructivo.

En virtud de lo expresado anteriormente, para resaltar lo que ha significado la guadua en su propuesta, también hay que decir que además de la exploración que ha hecho del material y su concientización para valorarlo, ha sabido utilizarlo de diferentes formas, con otro tipo de materiales y técnicas. Para el mismo Simón Vélez creo que ha sido determinante el hecho de conocer las bondades del material, por ser una constante y parte de la “*historia de su ciudad Manizales.*”



101. Vista interior de establo de ganado vacuno
Tenjo-Cundinamarca

Creo que eso le ayudó a “redescubrirla”—por decirlo de alguna manera— para llevarla al lugar privilegiado en el que se encuentra actualmente. También creo que el



“éxito” de Vélez ha radicado en su convicción por el material y la lucha que ha sabido librar desde su ideología.

Para demostrar lo anterior hago referencia a un pensamiento suyo de hace unos 10 años: *“Con un sistema de construcción de estructuras de guadua en que están resueltas las uniones para tracción y compresión, se puede entrar a competir en igualdad de condiciones frente a materiales como la madera aserrada, el hierro o el concreto. Demostrar que la guadua en la zona donde se da silvestre es un material estructural tan confiable como éstos, llegará a tener repercusiones insospechadas en la producción y el consumo y con seguridad favorables desde todo punto de vista.”*⁷⁴



102. Vista parcial estructura de guadua Simón Vélez 1995

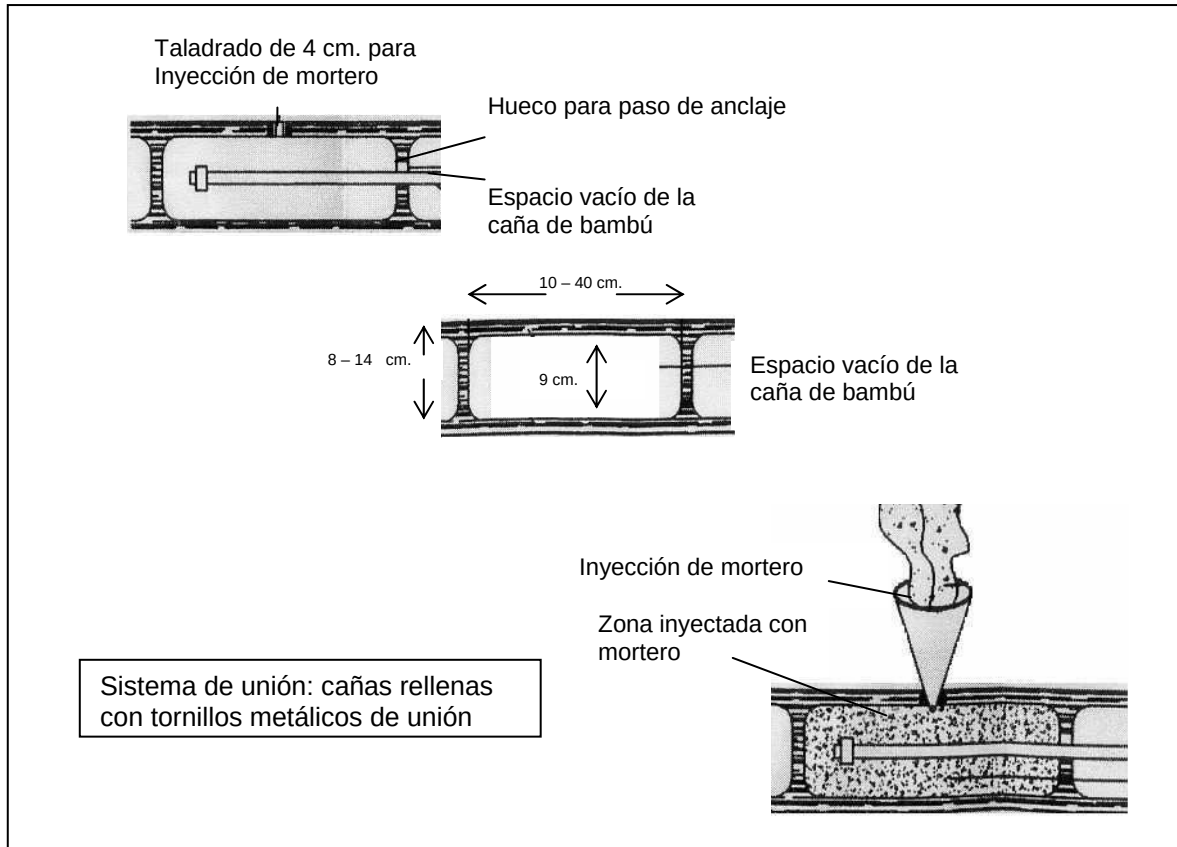
La evolución del sistema constructivo utilizado por Vélez, a partir del cual ha explorado nuevas posibilidades con diversos cambios, que han sido un factor determinante en la producción de su obra, se podría dividir en dos etapas; de igual forma como su trayectoria profesional, como él mismo lo explica:

“Hace unos veinte años me interesé por hacer una pequeña estructura en guadua. La experiencia que tenía trabajando con la madera no me servía para un material tan diferente. Quería hacer un voladizo que exige esfuerzos a tracción, pero

⁷⁴ Villegas Marcelo, *Bambusa Guadua*, colección La cultura del café, Villegas Editores, Abril de 1996, p.42.



no encontraba cómo hacer una conexión para un material hueco como la guadua. De repente se me ocurrió que llenando de cemento la cámara del entrenudo donde ocurría dicha conexión, que a su vez tenía tornillos de hierro, podría funcionar y funcionó. Ese fue un descubrimiento que partió en dos mi oficio como diseñador y constructor”.⁷⁵



103. Cuadro explicativo inyección de mortero para uniones mecánicas en guadua

En su primera etapa es característica la manera como afronta las primeras construcciones, desde el punto de vista espacial en lo que a arquitectura se refiere. Existe una preocupación constante hacia la búsqueda de un diseño “complejo,” sobre todo en la manera como resuelve las secciones—como ya lo explicamos anteriormente; no obstante a nivel planimétrico adopta una posición más “simple” con un planteamiento muy “sencillo” a nivel de las plantas.

⁷⁵ Villegas Marcelo, *GUADUA Arquitectura y Diseño*, ediciones Villegas y Editores, 2004, p.44.





104. Casa las Mercedes Simón Vélez-1987

A esta etapa corresponden sus primeras obras en madera y en guadua, que están representadas en viviendas unifamiliares construidas la gran mayoría en madera aserrada las primeras obras y en guadua las posteriores, como ejemplo la obra casa las Mercedes que se observa en la fotografía N° 104 y N° 105 de esta página.



105. Casa las Mercedes-Simón Velez1987



La segunda etapa de su producción, se inicia precisamente a partir de su descubrimiento, con la inyección del mortero de cemento Pórtland en los entrenudos de la guadua, donde busca llegar a una madurez—como él mismo lo explica—y proyecta una arquitectura mucho más “estudiada” pero a su vez más “fluida”.



106. “Paloca” Zicaru Huatulco Oaxaca- México

La experimentación con el bambú iniciada en construcciones rurales como saladeros, cercos, bodegas, etc. se ha transformado posteriormente en una búsqueda hacia su madurez arquitectónica. La que se puede percibir en la intencionalidad de una propuesta mucha más pragmática desde el punto de vista de ejecución. También hay que decir que sus últimos proyectos obedecen a edificaciones cuyo emplazamiento se da sobre terrenos llanos y no de topografía variable, como lo fueron en sus inicios.

Durante la última etapa, finales de la década de los noventa y principios de siglo —que corresponde a la etapa actual— podemos decir que lo más destacable e interesante de su propuesta desde el punto de vista arquitectónico, es el tema referente al diseño y solución de las “cubiertas” en cada una de sus edificaciones.



La cubierta en sus últimas obras ha pasado a convertirse en un tema de “*diseño especial*” dentro del edificio, como elemento formal y de composición. Además esta exploración que hace de las cubiertas, corresponde al carácter innovador que ha logrado dar a los diseños de sus proyectos, que giran en torno a este elemento arquitectónico como principal determinante.



107. *Estructura mixta columnas de hormigón y estructura de guadua*

Particularidad que se ha convertido en una constante en sus obras y que ofrece como resultado una propuesta interesante de interiorismo sobrio, además de producir una sensación de confort; se convierte en una excelente alternativa y un buen ejemplo desde el punto de vista de arquitectura interior. Logrando una especial connotación dentro de la edificación y abriendo una serie de posibilidades para los usuarios de estas, sobre todo en todo lo que se refiere a la decoración, en cuanto permite la libre elección del tipo de acabado de pintura y el color que se prefiera para estas construcciones.

La permanente actividad investigadora de Vélez sobre las estructuras de madera y guadua ha estado acompañada paralelamente al desarrollo del sistema constructivo, a partir del diseño y construcción de uniones mecánicas cada vez mejor elaboradas, empleando diferentes tipos de tornillos, arandelas, pernos, etc., que le permiten ser cada vez más atrevido.





108. Vista parcial interior estructuras de cubiertas en guadua Simón Vélez

6.2.2. Las uniones en el sistema constructivo



108. Unión mecánica en guadua Simón Vélez

En este aspecto en particular también radica el enorme aporte realizado por Simón Vélez, en el mejoramiento y tecnificación de las uniones en la construcción con Guadua. *“En los sistemas constructivos con guadua siempre han existido diferentes*



tipos de uniones. Las más tradicionales, se hacían primero realizando los respectivos cortes a la guadua complementados éstos con amarres, pasadores y clavos, siendo su trabajo de resistencia muy modesto.”⁷⁶



109. *Uniones tradicionales en guadua*

- Tipos de uniones en guadua:

Las uniones en bambú son quizás el punto más relevante para tener en cuenta en la construcción con este material. Es por eso que en este apartado le dedicaremos una atención especial, analizaremos como funcionan los distintos tipos de uniones mecánicas que utiliza Simón Vélez en sus obras. Cabe anotar que el tema de uniones es un tema un “*poco inexplorado*” en Colombia, es en este aspecto donde se deben realizar mas estudios e investigaciones que sean llevados a la práctica.



110. *Unión tradicional en guadua*

⁷⁶ Garzón Caicedo Jenny Vaniria, *Optimización de Estructuras en Guadua*, trabajo de grado, Universidad nacional de Bogota, Colombia 1996, p.



Así llegaremos a tener—en futuro no muy lejano— sistemas constructivos industrializados en guadua, convertidos en alternativas viables igual a otros sistemas constructivos como la madera aserrada.

Dichos resultados van a redundar de una manera muy positiva desde todo punto de vista, asegurando la vigencia de la arquitectura de bambú en Colombia. Este sería un paso importante en nuestro país para finalmente “*tener una verdadera cultura de la guadua en Colombia*” como lo afirma Simón Vélez.



111. Uniones tradicionales de columnas de guadua con apoyos en ladrillo

Desde hace aproximadamente unos quince (15) años encontramos uniones mucho más avanzadas que las tradicionales. *“Estas uniones tienen la capacidad de absorber los diferentes esfuerzos a tracción y compresión dentro de la estructura. El trabajo continuo de Simón Vélez, apoyado en sus conocimientos básicos del material, además de su avanzada experiencia en construcción con madera y guadua, ha sido llevado a la práctica a modo de ensayo y error, — a través de una larga comprobación práctica— consiguiendo diseñar diferentes tipos de uniones mecánicas, para las cuales ha empleado diferentes materiales.”*⁷⁷

⁷⁷ Garzón Caicedo Jenny Vaniria, *Optimización de Estructuras en Guadua*, trabajo de grado, Universidad nacional de Bogotá, Colombia 1996, p.52



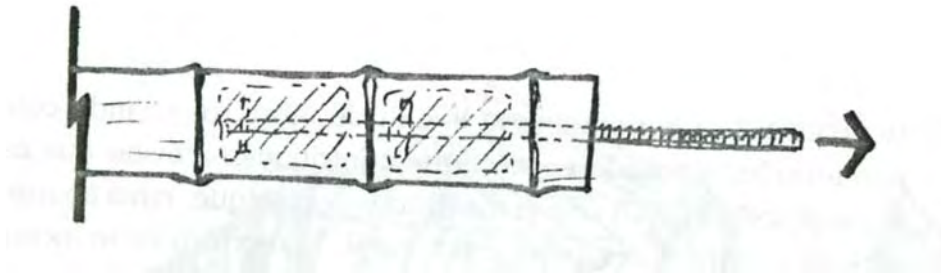
En este apartado intentaremos explicar como ha sido la evolución del proceso de diseño y ejecución en obra, de las uniones principales en los sistemas constructivo utilizado por Simón Vélez. Es necesario tener en cuenta que hoy en día para la ejecución de construcciones en guadua, se requiere de una mano de obra especializada —de allí la importancia de la capacitación de oficiales— para realizar adecuadamente todos los ensambles con la mayor precisión posible. Teniendo precaución en la instalación de pasadores, platinas y tornillos en los sitios adecuados, también en el llenado de mortero de cemento en los entrenudos, asegurando así su correcto funcionamiento dentro de la estructura.

“Los cortes o entalladuras típicas realizadas para la unión de elementos en guadua son los siguientes:

- | | |
|--------------------|---------------------------------|
| - Horizontal | - Bisel |
| - De espiga Simple | - Pico de flauta |
| - De doble espiga | - Boca de pescado ⁷⁸ |

- Función de los elementos de unión:
- Tornillos: Se usan en dos formas que trabajan muy diferentes a saber:

1. Axiales: Retenidos por tuercas embebidas en mortero en cada entrenudo que atraviesan. El mortero transfiere la tracción a los tabiques en forma de empuje.

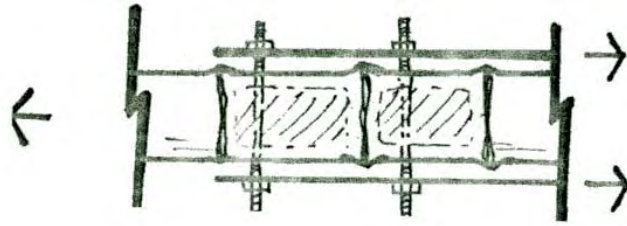


112. Tornillos axiales

2. Transversales: A manera de pasadores se apoyan directamente en las paredes de la guadua y por medio del mortero de relleno contra el entrenudo. Su trabajo es transferir los esfuerzos a las platinas externas longitudinales que unen con guaduas adjuntas y al entrenudo que ayuda a impedir su desplazamiento.

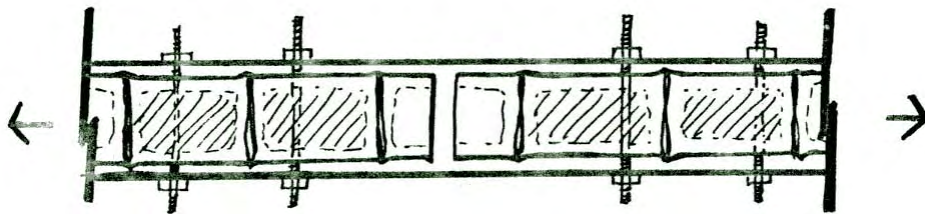
⁷⁸ Jorge, Humberto, Arcila, Tesis doctoral *Vigencia del Bambú Como Hecho Constructivo*, Universidad Politécnica de Cataluña UPC, Barcelona, 1993 Pág. IV-22.





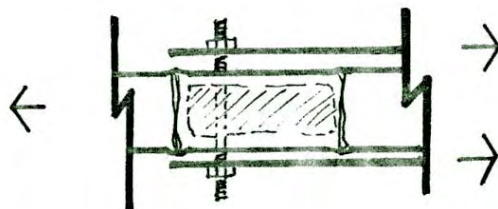
113. *Tornillos transversales*

- Platinas: Funcionan como esfuerzo doble a lo largo de las guaduas sometidas a tracción y permiten la unión con otras guaduas, ya sea longitudinalmente o en la dirección que se requiera.



114. *Detalle de platinas*

- Mortero de Cemento: Los entrenudos se llenan de cemento Pórtland en proporción 1:2, cuando contienen tornillos o pasadores para que impidan que éstos se desplacen al apoyarse el mortero en el tabique. Su resistencia mejora y su respuesta estructural es mayor. El mortero presenta algún tipo de inconvenientes menores, ya que cuando ha fraguado se contrae y no ayuda mucho a responder de inmediato a solicitudes, aumenta el peso de la estructura considerablemente y su vertido se hace dispendioso y demorado la mayoría de las veces.

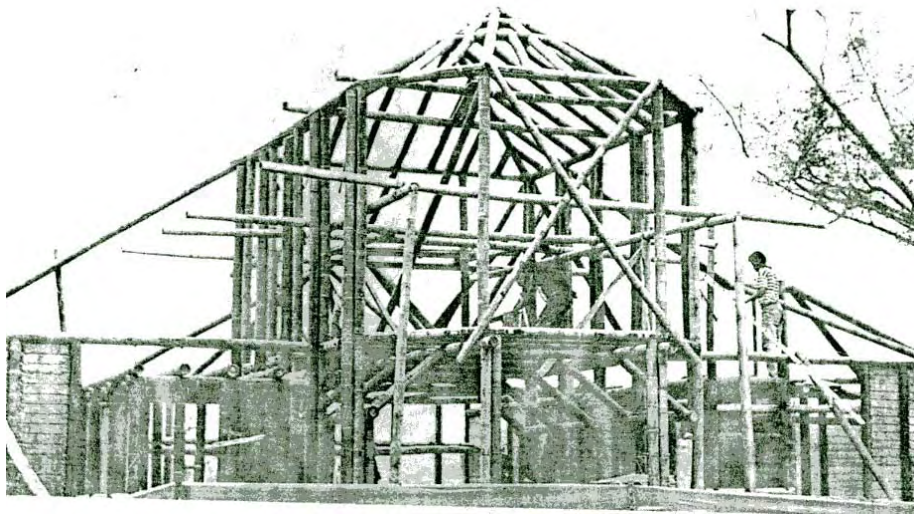


115. *Detalle de unión tornillo-mortero de cemento*



- Proceso constructivo de una estructura en guadua con uniones mecánicas:

Explicaremos como es el proceso constructivo y de armado de una estructura en guadua. Analizaremos como responden a los diferentes esfuerzos las principales uniones mecánicas empleadas en los casos de mayores solicitaciones, en lo que se refiere a cargas vivas y muertas en la estructura, en puntos particulares como voladizos y luces mayores, presentes en una estructura típica de guadua, para entender así como responden ante estos esfuerzos.



116. *Proceso de armado y montaje de la estructura en guadua*

Las principales intersecciones o puntos de encuentro del material en la estructura, se resuelven a partir de uniones mecánicas, antes de la realización de estas uniones primero se deben realizar los respectivos cortes al material. Los cortes más comunes en guadua son los denominados “*boca de pescado*”, nombre que reciben debido a su forma. Existen varias tipos de uniones en guadua, dependiendo del punto de encuentro, puede suceder en varias direcciones a la vez o en una sola dirección, por ejemplo: de forma perpendicular entre viga y columna, como se observa en el grafico N° 118.

“Las bocas de pescado son realizadas a base de formón para que el ensamble quede lo mas perfecto posible, por un propósito además de estructural estético. Se ha



intentado construir una maquina manual que las realicen menor tiempo, para reducir costos y tiempo de ejecución.”⁷⁹



117. *Corte boca de pescado*

Una vez cortada toda la estructura de acuerdo a las medidas señaladas en los planos, se procede a realizar los ensambles respectivos en cada uno de los puntos marcados en los detalles constructivos, teniendo así todas las uniones mecánicas que se requieran, después se procede a asegurar definitivamente el armazón o estructura. Este proceso se realiza utilizando pasadores, tornillos varios tipo de platinas que constituyen la unión mecánica propiamente dicha. Es necesario realizarlo siguiendo un proceso lógico, es decir, unión por unión a medida que se va desarrollando la estructura.



118. *Unión perpendicular con tornillo axial*

⁷⁹ Garzón Caicedo Jenny Vaniria, *Optimización de Estructuras en Guadua*, trabajo de grado, Universidad nacional de Bogota, Colombia 1996, p. 52.



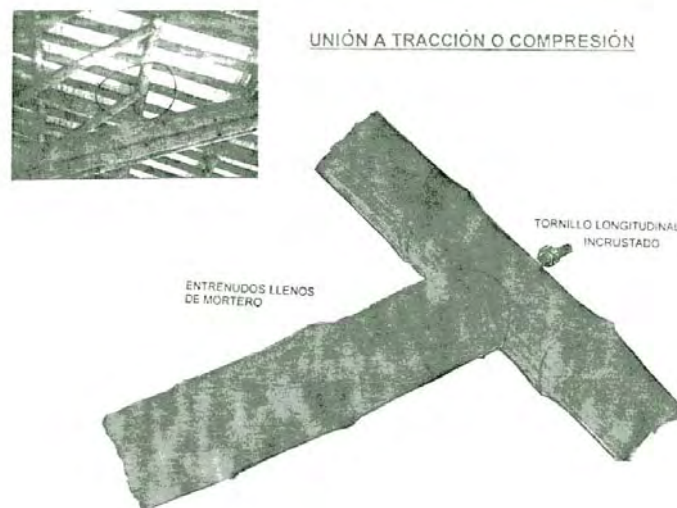
Finalmente cuando la estructura esta totalmente armada, habiendo realizado todas las respectivas uniones mecánicas y ensambles en los puntos de encuentro, como vigas-columnas, voladizos-cubierta, cumbrera-correas, etc.; teniendo ya la estructura estable en su posición definitiva; se procede a realizar el llenado de mortero de cemento en los entrenudos de la guadua. Cabe anotar que dicho proceso se realiza únicamente en los puntos de uniones establecidos en los planos, de acuerdo al diseño y a las especificaciones de obra, no sobra decir que estos puntos son los que reciben mayores cargas.

“Para el proceso de llenado de mortero se utiliza un mortero en relación 1:2, lo mas espeso posible, se debe llenar entrenudo por entrenudo, para después vibrarlo mediante golpes y asegurar así un completo llenado.”⁸⁰

A continuación realizaremos el análisis de las uniones que trabajan dentro de la estructura de guadua:

- Unión perpendicular con tornillo axial:

La unión es de forma perpendicular, realizada mediante tornillo axial, es utilizada dentro de la estructura para realizar la unión entre las vigas y/o correas de la cubierta y las diagonales que conforman la cercha de guadua de la estructura de cubierta.



119. Unión perpendicular con tornillo axial

⁸⁰ Garzón Caicedo Jenny Vaniria, *Optimización de Estructuras en Guadua*, trabajo de grado, Universidad nacional de Bogota, Colombia 1996, p.50.



- Unión de tornillo axial:

En esta unión de tornillo axial se puede observar la utilización de tuercas de retención y como trabaja el mortero de cemento una vez se llena el entrenudo al ser retenido por el tabique.



120. *Unión de tornillo axial*

Esta unión se emplea generalmente en la intersección que sucede entre una columna y una viga de cualquier estructura de guadua.



UNIÓN A TRACCIÓN MEDIANTE TORNILLO
LONGITUDINAL

ENTRENUDOS LLENOS DE MORTERO



121. *Unión de tornillo axial*

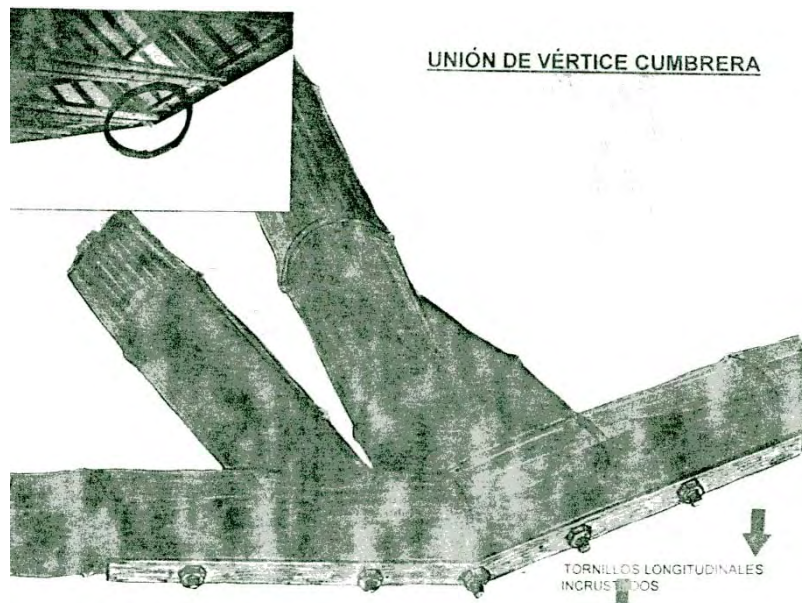


- Unión de voladizo o esquina:



122. *Unión voladizo o esquina*

Esta unión se realiza en la construcción de voladizos, característica común en las obras de Simón Vélez, se realizan de igual manera que las anteriores, bien sea utilizando tornillos axiales o longitudinales dependiendo del caso concreto, utilizando platinas exteriores en la viga de guadua, debidamente ensamblada con tornillos, no sobra resaltar su continuo uso en su trayectoria profesional; con las que ha obtenido unos resultados mas que satisfactorios,

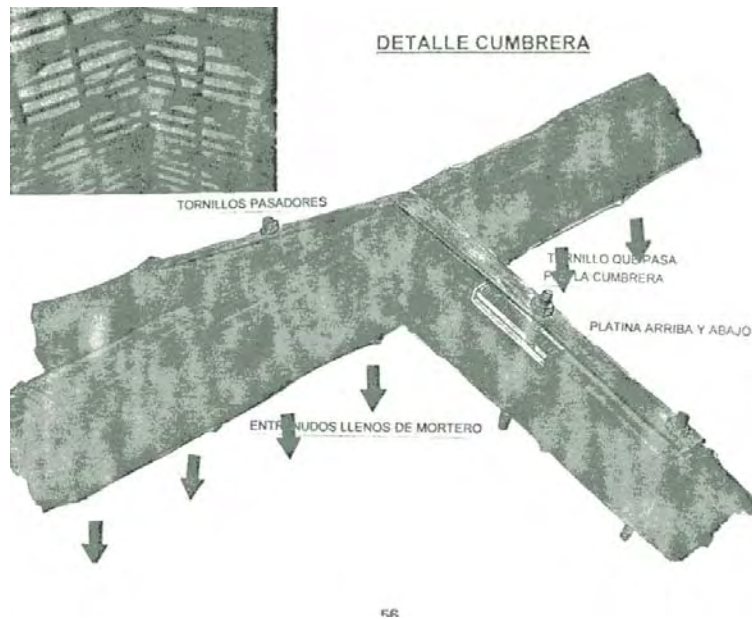


123. *Unión voladizo o esquina*



- Unión Cumbreira en Cubierta:

Esta es una unión muy importante dentro de la estructura, ya que constituye la intersección de las cerchas en cualquier estructura de guadua, sobre las que se apoyan las correas y/o el entramado que se escoja para utilizar, que finalmente soportara la cubierta propiamente dicha. Si se trata de una cubierta impermeabilizada su peso será mayor por obvias razones. Razón por la cual no sobra resaltar la atención que merecen las uniones de este tipo, en el proceso constructivo de estructuras con guadua como ya lo hemos reiterado.



124. *Unión Cumbreira en Cubierta*

Hemos analizado el funcionamiento de algunas uniones principales en una estructura típica de guadua en sistemas de tipo simple, que son utilizadas muy comúnmente en la arquitectura de bambú en Colombia por arquitectos, ingenieros y constructores, algunas de las cuales han sido diseñadas por Simón Vélez.

Ahora intentare realizar la explicación de algunas uniones “*menos convencionales*” por decirlo de alguna manera, que ha implementado Simón Vélez en sus ultimas obras — las mas importantes— que le han permitido construir grandes estructuras que analizaremos en los siguientes apartados. Estas uniones son muy comunes en sus obras el la actualidad, por ultimo enseñaremos algunas uniones



realizadas para obras menores como viviendas, no obstante tienen mucha importancia por su particularidad.

- Uniones Mecánicas Guadua-Hormigón:

Estas uniones han sido diseñadas por Vélez en estructuras de hormigón armado y guadua, en sistemas denominados de tipo mixto, cuando utiliza la guadua complementándola con otro tipo de materiales o maderas.



125. *Unión columna hormigón-guadua*

Algunas uniones como la que apreciamos en la fotografía N° 126, de la página siguiente, se realizan partiendo de principios de diseño para estructuras tridimensionales de “*grande luces*”, donde los apoyos generalmente están distribuidos en plante libre y las cargas de la cubierta se distribuyen a partir de diagonales, obsérvese fotografía N° 125. En estas estructuras lo importante es la solución de unión entre diagonales y columnas de apoyo, para entenderlo de una mejor manera explicaremos como se realiza su construcción en obra.





125. I *Unión apoyo hormigón- vigas de guadua*

- A la columna de hormigón una vez esta lista para su fundición se le dejan varillas de hierro corrugado de $\frac{1}{2}$ "de unos 40cm de longitud, quedando estas por fuera –son los denominados “pelos” Colombia— de la columna.
- Una vez se hormigona la columna se procede a realizar la unión a partir de “los pelos” con cada una de las diagonales.



126. *Unión apoyo hormigón-guadua*



- La varilla de hierro corrugado es introducida entre los cañutos de las guaduas atravesando los dos (2) primeros, posteriormente se introduce mortero de cemento 1:2, para que quede retenida la varilla dentro de esta y trabaje correctamente, tal y como lo explicamos en las uniones mecánicas convencionales.
- En el extremo de las diagonales de la guadua se le añade una punta de metal vacío de color cobre, que también se rellena de mortero y que le da un toque particular a dicha unión.



127. *Detalle Unión diagonales y puntos de apoyo y forjado del puente en guadua*
Puente Jenny Garzón 2003

Es necesario resaltar que, en este punto en particular no se pretende en ningún momento establecer una normatización en el proceso de construcción de uniones. Solo se intenta realizar un análisis de algunas uniones implementadas por Vélez en algunas de sus obras, con el objetivo de entender y valorar un poco su importancia y funcionamiento dentro de una estructura simple de bambú o mixta.



128. *Detalle apoyo columna de madera y pedestales piedra de río*





129. *Detalles de uniones actuales de obras de Simón Vélez*



Detalles de uniones actuales de obras de Simón Vélez



Como conclusión de este apartado, podemos anotar que *“la técnica constructiva implementada y mejorada por Simón Vélez, se le considera innovadora, por la adaptación que hace de la forma de construir con un material que lleva una larga tradición en la construcción vernácula en Colombia. Con otros materiales y sistemas como el hormigón, y que hasta el momento del proyecto para la expo 2000 se desconocía como sistema constructivo. Además, amplía las posibilidades de diseño con un material como la guadua, intentando generar la transición de ser un material de construcción subvalorado a un material con una gran innovación en potencia.”*⁸¹

⁸¹ Banda, Mabely y Salas, Eduardo, *“El sistema constructivo del Pabellón Zeri”* asignatura reflexión, crítica y propuestas sobre las técnicas constructivas, universidad politécnica de Cataluña UPC, 2001 (Inédita). Pag.33.



6.2.3. Cubiertas



130. Estructura mixta de madera-guadua S. Vélez 1994

Si analizamos los resultados de sus primeras obras observamos que ha logrado un avance significativo. En este paso definitivo que ha dado con el bambú, podemos apreciar la gran diferencia, desde las primeras construcciones de guadua que realizó Simón Vélez hasta la época actual.

Debemos aclarar que en un principio Vélez utiliza la guadua trabajando sólo a compresión, con uniones simples y venciendo luces máximas de diez (10) metros, es precisamente a partir de su descubrimiento con la inyección del mortero de cemento pórtland en los entrenudos de la guadua, cuando proyecta estructuras más complejas con grandes voladizos.

El siguiente paso fue combinar la utilización de guadua con otro tipo de maderas como el aliso o el mangle—las cuales se encuentran de 9 ó 10m de longitud frente a los 2.50m o 3.00m de la madera rolliza que se consigue generalmente como material industrial— lo que le permite seguir evolucionando en el sistema constructivo, con otro tipo de construcciones mucho más representativas.





131. Estructura de cubierta en guadua con apoyos en concreto

Durante la última etapa de su obra, desde su experiencia en Hannover-Alemania con la construcción del pabellón ZERI. *“El sistema utilizado (técnica constructiva mixta), donde la estructura está sometida a tracción, la interacción balanceada de elementos estructurales, logra que el edificio funcione y tenga estabilidad como unidad, respondiendo satisfactoriamente desde el punto de vista estructural.”*⁸²



132. Cubierta puente de bambú en China-Simón Vélez 2005

⁸² Banda, Mabel y Salas, Eduardo, *“El sistema constructivo del Pabellón Zeri”* asignatura reflexión, crítica y propuestas sobre las técnicas constructivas, Universidad Politécnica de Cataluña UPC, 2001 (Inédita). Pág.32





133. *Puente de Bambú en China-Simón Vélez 2005*

Cabe anotar que lo referido anteriormente, ha sido suficientemente probado a través de cálculos estructurales, pruebas de ingeniería y pruebas de carga de todo tipo, a las que fue sometido el “Pabellón Zeri”. Al edificio, que inicialmente se construyó en Manizales-Colombia se le practicaron dichas pruebas por parte de ingenieros Alemanes de la universidad de Stuttgart, como requisito de las autoridades de aquel país para otorgarle la licencia de construcción en Alemania.



134. *Pabellón Zeri Manizales –Colombia*

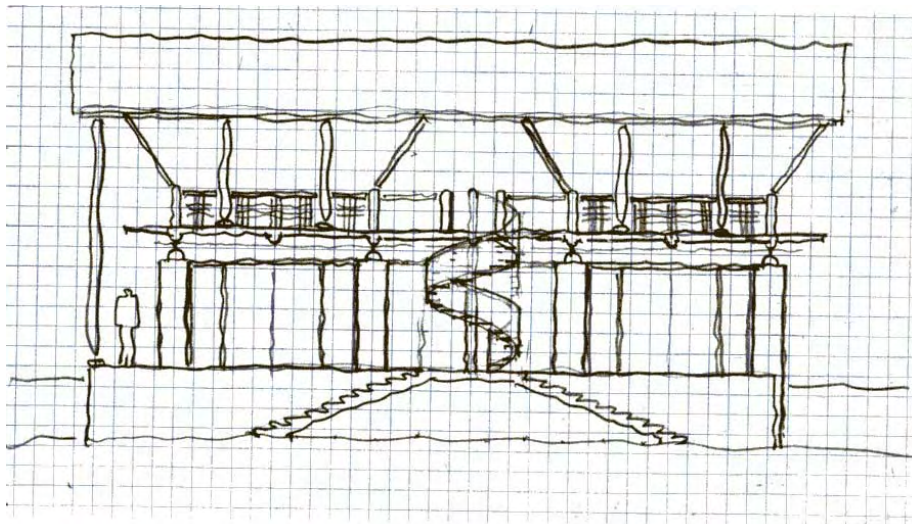


6.2.3.1. Diseño y Construcción



135. Vivienda unifamiliar en Playa del sol-Panamá

Es necesario hacer una distinción en cuanto a la forma como Simón Vélez ejecuta sus obras. La manera como lleva a la práctica todo su conocimiento de los materiales y técnicas con que trabaja; ya que tiene un dominio completo de técnicas contemporáneas como el hormigón armado y el ladrillo visto, complementa este conocimiento con otras técnicas tradicionales que también maneja como la madera y la guadua.



136. Vivienda unifamiliar en Playa del sol-Panamá-Dibujo Simón Vélez



Por lo anterior, también hay que decir que aparte de ser un excelente arquitecto y diseñador es un gran constructor. Apoyado en su oficio de constructor es que ha logrado llevar a cabo sus diseños “atrevidos”. La experiencia como constructor ha facilitado toda su labor de arquitecto; como él mismo lo afirma “*me considero arquitecto, constructor y diseñador de cubiertas.*”



137. Vivienda unifamiliar Simón Vélez 2004

En el anterior apartado hemos analizado la primera etapa de la obra de Simón Vélez desde los inicios, donde utilizaba la madera aserrada como material principal hasta los inicios con la guadua, hasta haber conseguido realizar medianas estructuras con este material, apoyado en su descubrimiento técnico con la inyección de mortero de cemento Pórtland en lo entrenudos de la guadua. En este apartado dedicaremos una atención muy especial al tema de la cubierta en sus obras, que se ha convertido en los últimos años de su trayectoria en el punto más relevante de su propuesta arquitectónica.



138. Vivienda unifamiliar en Playa del sol Simón Vélez 2004



6.2.3.2. Proceso Constructivo

A continuación explicaremos de una manera detallada como es el proceso constructivo de las cubiertas en sus obras:



139. Proceso constructivo estructura cubierta en guadua-Peñalisa 1997

- Una vez se tiene la estructura de la cubierta armada en guadua—en este caso las cerchas—sobre ésta se instala una malla electro soldada metálica, conocida en Colombia como “malla de vena”, como se aprecia en la fotografía 141 de la página siguiente (sede Carder).



139. Proceso constructivo cubiertas Sede Carcer 2004 (foto del autor)





140. *Proceso constructivo de cubierta estructura en guadua*

- Con la malla electro soldada instalada, sobre esta se aplica una capa de “mortero pobre” de cemento Pórtland 1:2 de unos 3cm. Cuando la capa de mortero haya cumplido la etapa de “*fraguado*” y este curado correctamente, la malla de vena ya ha quedado retenida dentro de esta capa.



141. *Construcción cubierta-Carder 2004 (foto del autor)*

- Sobre la capa de mortero debidamente curado, se procede a la instalación de tela asfáltica, la que se extiende sobre toda la superficie de la cubierta. La tela asfáltica se instala en la cubierta para conseguir su correcta impermeabilización, como se puede apreciar en la fotografía N° 142.



- Después se procede a la instalación de una retícula de alambre dulce de 15cmx15cm sobre la superficie de tela asfáltica ya instalada, esta retícula servirá como sistema de fijación para el material de cubierta de la estructura, en este caso teja de barro española.



142. *Instalación de la teja de barro española (foto del autor)*

- Finalmente se procede a realizar el trabajo de instalación de la teja de barro española. En la mayoría de sus obras Simón Vélez utiliza la teja de barro, no obstante este proceso constructivo se puede utilizar independientemente del material a utilizar para la cubierta.



143. *Cubierta sede Carder-2004 (foto del autor)*

Este proceso de construcción referido es el que finalmente dará el acabado interior a la cubierta debidamente impermeabilizada. Cabe anotar que los acabado interiores de estas se han convertido en un factor clave y predominante en la obra de Vélez, ya



que desde el punto de vista de interiorismo se ha traducido en una propuesta interesante de sobriedad y color. Además de producir una sensación de confort en las edificaciones; se convierte en una excelente alternativa y un buen ejemplo desde el punto de vista de arquitectura interior.

Logrando una especial connotación dentro de la edificación y abriendo una serie de posibilidades, para los usuarios de estas, si tenemos en cuenta el contraste que produce un material como el bambú con una superficie irregular en lo que se refiere a decoración e interiorismo, en cuanto permite la libre elección del tipo de acabado de pintura y el color que se prefiera para estas construcciones.



145. Cubierta en Playa del sol Simón Vélez 2004

6.2.3.3. Análisis de algunas cubiertas

Intentaremos realizar una revisión a sus obras mas destacadas en este aspecto, para lo cual estudiaremos algunas cubiertas, que consideramos las mas importantes y destacadas. Para un mejor entendimiento me apoyare en bosquejos, fotografías y maquetas para entender de una manera más grafica como es el proceso constructivo y el funcionamiento estructural de cada unas de las cubiertas analizadas. Para hacer énfasis en lo anterior, debo hacer mención de la atención especial que presta en cada una de sus obras, en el trabajo particular del proceso de diseño y construcción de las cubiertas.

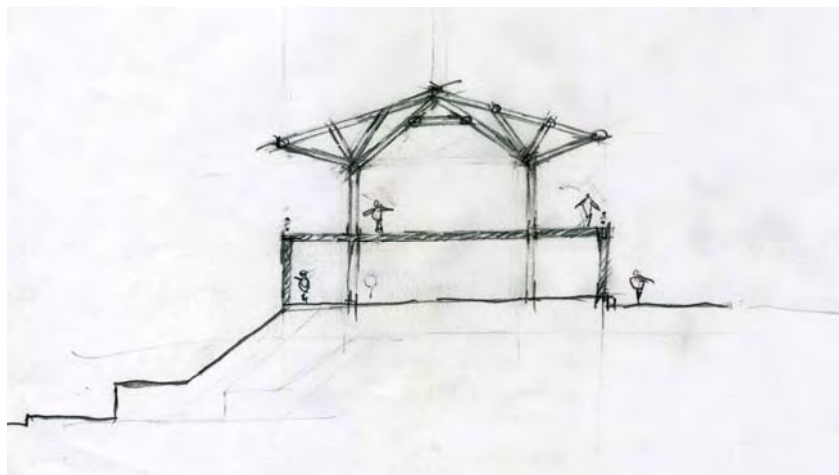


- Club Deportivo Peñalisa



146. Vista Exterior Club Deportivo Peñalisa en Girardot-Cundinamarca

El club deportivo peñalisa es un centro recreativo de carácter campestre tipo “Resort”, destinado para satisfacer las necesidades de ocio y esparcimiento de sus socios, que en su mayoría son personas de estrato socio económico alto que viven en Bogota y se desplazan los fines de semana hasta Girardot, población cercana a la capital Colombiana.



147. Esquema de la estructura club deportivo Peñalisa

El complejo deportivo del club se construyó sobre un terreno de unos 30.000m², esta conformado por varias construcciones destinadas a albergar las viviendas “fin de



semana” de sus propietarios y socios que están solucionadas de diversas maneras, una vivienda tipo es la que aparece en la siguiente fotografía.

Descripción Construcciones

Las construcciones presentan características tipológicas comunes, en las que se utiliza la técnica de hormigón armado, con sistemas de mampostería en ladrillo común rebosado y para las cubiertas de todas las construcciones se emplea la guadua como material estructural y decorativo de las mismas.



148. Vivienda Tipo 1 y 2 Club Peñalisa en Girardot-Cundinamarca



149. Interior de una vivienda tipo Club Deportivo Peñalisa

Comedor Restaurante

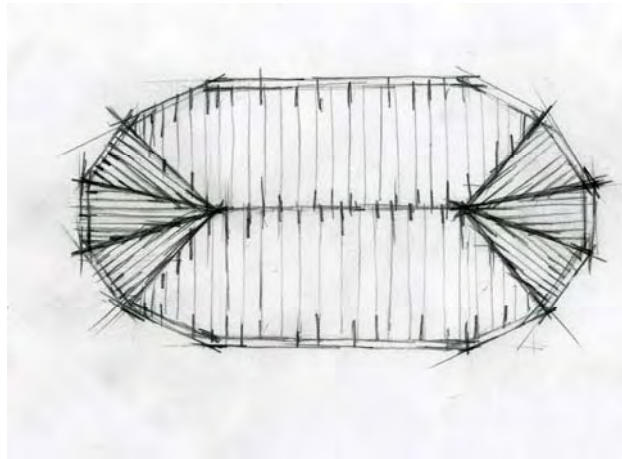
La construcción más representativa del complejo deportivo es la destinada a albergar las zonas de gimnasio, zonas de restaurante, salón para convenciones y comedor. Esta construcción se ubica contigua a la piscina principal, se trata



básicamente de una edificación de tres (3) pisos de altura, que cuenta con una área construida de 1.600m² aproximadamente.

Las edificaciones esta construidas en un sistema constructivo de tipo mixto, la estructuras están solucionadas en sistemas aporticados en hormigón armado. La cimentación en hormigón armado, una estructura en material ídem a partir de columnas, vigas y entrepiso en concreto armado.

Estructura cubierta



150. Esquema Cubierta Club Peñalisa

La cubierta es una enorme estructura construida en guadúa, apoyada a través de uniones mecánicas (pernos y varillas de hierro) sobre la estructura de hormigón armado. La cubierta esta solucionada a “dos” (2) aguas y presenta un enorme voladizo en sus extremos de 7.50m, tal y como se puede apreciar en las fotografías.



151. Vista exterior restaurante-gimnasio-piscina club Peñalisa





152. Vista parcial cubierta.



153. Vista Portería acceso voladizo de 6.00m.

- **Casa Anapoima**

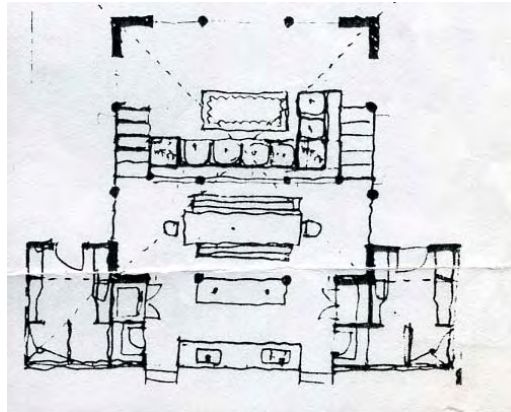
Se trata de una vivienda campestre que fue construida por etapas, la primera de las cuales consistió en construir el área social de la vivienda que corresponde a la fotografía. Los propietarios la usarían los fines de semana pero sin pernoctar en ella, ya que la segunda etapa correspondía a la zona privada de habitaciones. El tema de la casa es la “cubierta” solucionada a cuatro aguas, bajo la cual se localizan el salón, el comedor y los servicios.



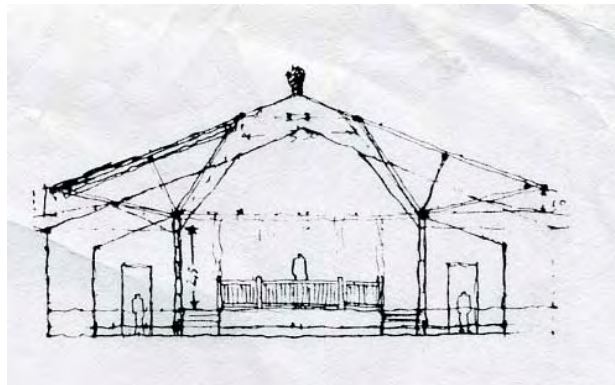
154. Vista Exterior Casa Anapoima



Se trata de una vivienda campestre que fue construida por etapas, la primera de las cuales consistió en construir el área social de la vivienda que corresponde a la siguiente fotografía. *“El sistema constructivo está basado en una estructura de tipo mixto: sistema de mampostería en ladrillo la esquinas, las columnas centrales en madera rolliza tipo guayacán, vigas de amarre en hormigón y la estructura de la cubierta es en guadua, el hormigón es pintado con colores tierra y la gran cubierta desde lejos parece flotar en el paisaje.”*⁸³



155. Esquema Planta Casa



156. Sección casa Anapoima

Estructura cubierta

Los propietarios la usaban los fines de semana pero sin pernoctar en ella, ya que la segunda etapa correspondía a la zona privada de habitaciones. El tema de la casa es la cubierta solucionada a cuatro aguas, bajo la cual se localizan el salón, el comedor y los servicios. Esta cubierta además cumple otra función dentro del sistema constructivo empleado ya que se convierte en un recolector de las aguas pluviales, que son llevadas a un gran tanque subterráneo, solucionando así el problema de

⁸³ Villegas Marcelo, *GUADUA Arquitectura y Diseño*, ediciones Villegas y Editores, 2004, p.104.



escasez de agua de la zona, factor que la convierte en un muy buen ejemplo de una vivienda autosuficiente.



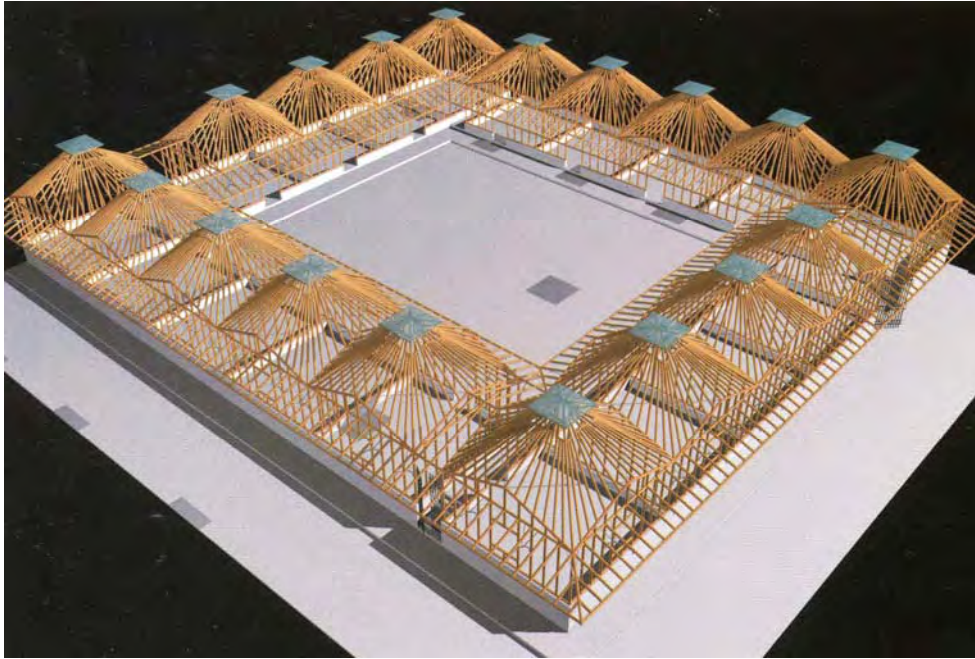
157. *Vista parcial Casa Anapoima*

El sistema constructivo está basado en una estructura de tipo mixto: columnas en madera rolliza, vigas en hormigón y guadua, la estructura de la cubierta es en guadua.

- **Colegio Maria Auxiliadora**

El colegio Maria Auxiliadora esta localizado en una pequeña población llamada Barcelona, ubicada en el departamento del Quindío, distante treinta (30) minutos de la ciudad de Armenia. El colegio fue diseñado por Simón Vélez en el año 2000, luego del sismo que sacudió la zona en 1999 y que dejó sin escuela a miles de niños del Viejo Caldas. El proyecto fue promovido por la *Unicef*, entre las personas que participaron en las donaciones estuvieron *Joan Manuel Serrat* y *Simón Vélez*, quienes realizaron los principales aportes para la realización de esta obra. La construcción del edificio se inició en enero de 2000 y fue concluida en Agosto del mismo año.





158. *Vista Aérea Maqueta del Colegio*

Descripción Construcción

Se trata básicamente de una edificación de una planta de altura, localizada sobre un lote de terreno de localización esquinero, que tiene una longitud aproximada de 55m de frente y una longitud de 80m de fondo. Presenta conformación regular, conformación rectangular.



159. *Vista exterior del Colegio (foto del autor)*



El colegio tiene una área construida de 1800m², presenta forma regular y conformación rectangular, proporcional al terreno. El diseño del edificio esta concebido a partir de un gran patio central, sobre el cual Vélez organiza la distribución funcional del edificio, proyectando la parte de salones y los pasillos alrededor de este.



160. *Vista parcial Maqueta del Colegio*

Cada modulo se repite dentro de la planta de distribución espacial, conformando seis (6) módulos en la parte más larga y cinco (5) en la más corta del rectángulo. Cada modulo tipo define espacialmente los salones de clases del centro escolar. Sus medidas en planta son 7.50m de largo x 6.80m de ancho. El acceso principal al edificio se da a través de un pasillo que conecta la calle con el gran patio central, alrededor del cual se localizan los pasillos de 1.50 de ancho que están cubiertos por un voladizo conformado por una estructura de guadua, sobre los que se accede a los salones. El patio central se utiliza como zona de recreo y esparcimiento de los alumnos.



161. *Vista interior del Colegio (foto del autor)*



El funcionamiento del sistema constructivo del edificio esta basado en una estructura de tipo lineal, una cimentación en hormigón armado, con vigas corridas en material ídem y un sistema de mampostería de muros de carga en ladrillo, sobre el cual se apoya la cubierta. La cimentación esta conformada por vigas corridas en hormigón, que soportan los muros de carga en ladrillo cocido, sobre la cimentación se construye una losa de sobrecimiento o contrapiso de concreto pobre relación de 1:3. Sobre este se instala la baldosa de cemento. Los muros de carga que soportan la estructura de la cubierta, son de igual forma muros de cerramiento de la edificación.

Estructura cubierta

En este proyecto la cubierta esta diseñada como una estructura tridimensional a partir de módulos en planta de iguales medidas y que se corresponden con los módulos en planta de la edificación—ya referidos anteriormente—, es decir, cada modulo de la cubierta se complementa con un modulo en planta, ya que hacen parte integral de la estructura total del edificio.



162. Vista parcial patio interior del Colegio (foto del autor)

Cada modulo de la cubierta tiene forma “piramidal” y son “pequeñas” cubiertas con ocho aristas cada una, con pendiente superior al 40%, tal y como se puede observa en la aerofotografía de la maqueta grafico N° 159. Sobre la “cumbre” de cada modulo se construye un “anillo” en guadua que sirve estructuralmente para dar mayor rigidez a los mismos y sobre el cual se instala un pequeño lucernario en vidrio



templado, que sirve para iluminación y ventilación de los salones, el material de cubierta que se utilizó fue teja de barro española.



163. *Detalle de la cubierta de un módulo*



Vista interior de un salón (fotos del autor)

- **Establo en Tenjo-Cundinamarca**



164. *Vista Exterior Establo en Cundinamarca*

Descripción Construcción:

Se trata de una construcción campestre localizada en Tenjo en el departamento de Cundinamarca. Se trata de una construcción muy “sencilla” destinada para labores de ordeño de ganado vacuno de una finca de explotación ganadera. La edificación se construyó basada en una estructura de tipo puntual con cimentación en hormigón armado. El sistema de tipo puntual está representado en columnas y vigas en estructura de guadua, que soportan la cubierta, que está construida a partir de una



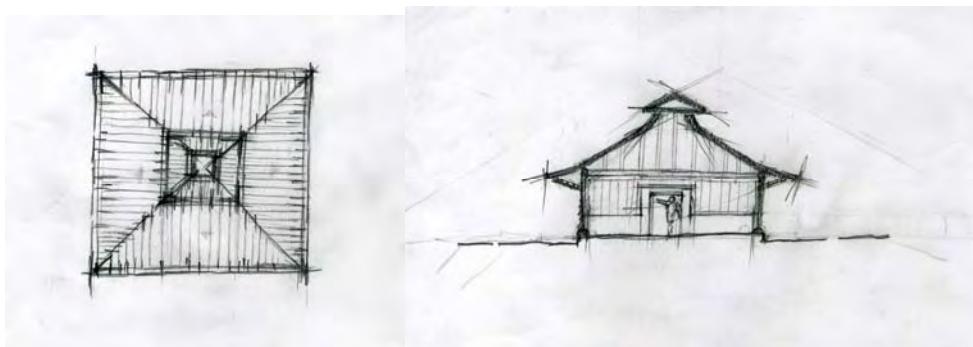
estructura de guadua, utilizando la teja de barro española como material de acabado. Los muros de cerramiento son construidos en el sistema de mampostería de muros en ladrillo cocido, que cumplen solo función de cerramiento, tal y como se puede observar en la siguiente fotografía.



166. Vista interior Establo en Cundinamarca

Estructura cubierta

La cubierta esta solucionada a cuatro (4) aguas, se construyo a partir de una estructura en guadua que se apoya sobre una estructura de guadua con columnas y vigas de amarre en guadua.



167. Esquemas de planta y sección establo

Lo más interesante de esta construcción además de ser “bella estéticamente”, es la imagen que ofrece, ya que evoca un poco las edificaciones típicas de bambú



construidas en países orientales como Indonesia y China, países que ha visitado Simón Vélez y a los cuales alude metafóricamente en este proyecto.

- **Restaurante Hotel Do Frade**



167. Vista exterior del restaurante hotel Do Frade 2003

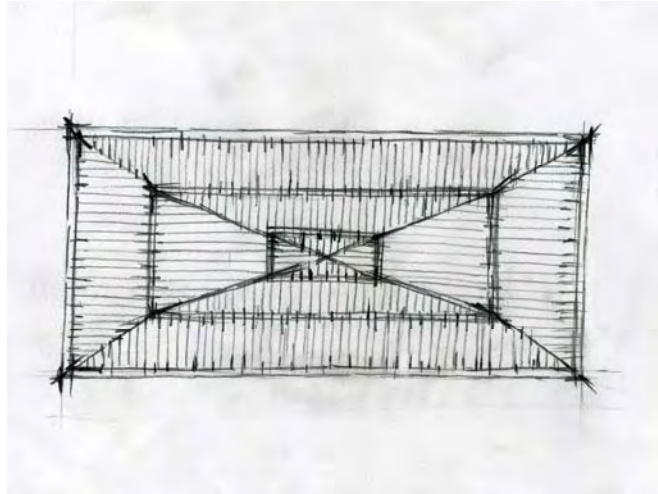
Descripción Construcción

Se trata de una construcción localizada en la ciudad de Río de Janeiro en Brasil, destinada para albergar el restaurante del Hotel Do Frade. La edificación tiene conformación regular de forma rectangular. Su estructura concebida como una planta libre sin ningún tipo de cerramiento, a partir de un sistema constructivo de tipo puntual, solucionada como un sistema aporticado, utilizando una especie de Bambú originario de Brasil. La cimentación es en hormigón armado, con pedestales en material ídem, sobre los que se apoyan directamente las columnas de bambú que conforman el sistema aporticado.

Estructura cubierta

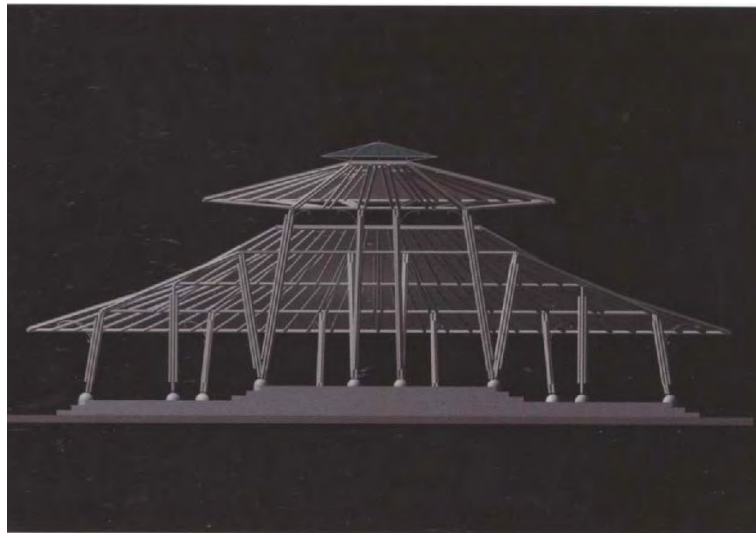
Es una cubierta solucionada a cuatro (4) aguas tal y como se puede apreciar en la planta de cubiertas grafico N° 168, esta diseñada partir de la superposición de dos (2) cubiertas, separadas en altura 20cm, permitiendo así una mayor entrada de aire en la construcción, aprovechando las características climáticas del lugar. Para un mejor entendimiento del funcionamiento la estructura de la cubierta, podemos observar la siguiente sección del grafico N° 168.





168. Esquema de cubierta restaurante

“El nombre genérico del Bambú utilizado en la construcción es Dendrocalamus es un bambú gigante asiático, llevado allí por los portugueses. Esta estructura fue construida en el año 2000 y puede significar el inicio de una nueva cultura de este material en este inmenso país, con la ventaja de allí sucede lo contrario que en Colombia, no existen prejuicios contra este material y el futuro de estas construcciones podría ser muy promisorio.”⁸⁴



169. Sección longitudinal estructura de cubierta

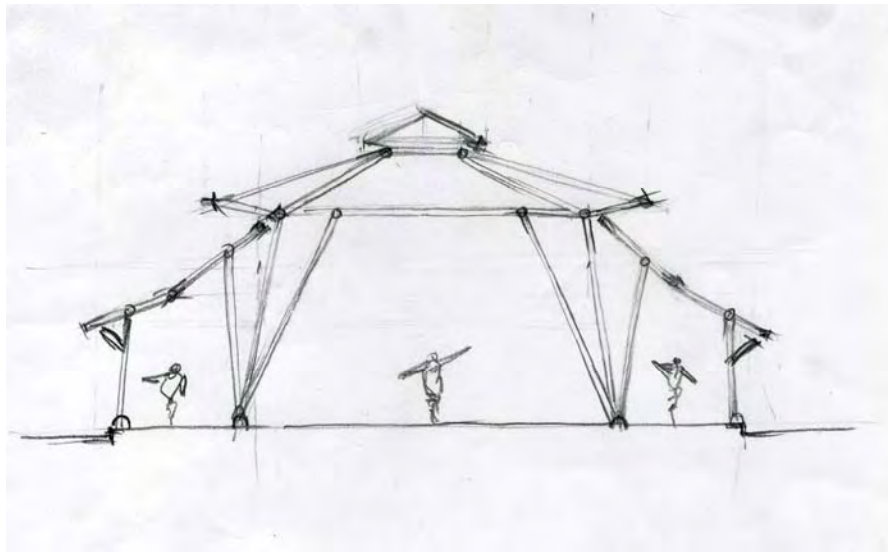
⁸⁴ Villegas Marcelo, *GUADUA Arquitectura y Diseño*, ediciones Villegas y Editores, 2004, p.125.





170. *Vista interior Estructura de Cubierta*

Para el material de la cubierta se utilizó teja de barro española, su construcción se ha realizado siguiendo el mismo proceso constructivo utilizado por Simón Vélez en sus obras, que ya hemos explicado anteriormente. El edificio fue diseñado por Simón Vélez en colaboración con Silvia Moura y Elio Pelegrini.



171. *Sección transversal estructura de cubierta*

Para finalizar la explicación de este apartado, por la importancia y el significado que ha adquirido la cubierta en la obra de Vélez, como elemento de tipo compositivo, constructivo y estructural, nos parece importante explicar, de la misma manera que lo hizo el propio Simón Vélez, la concepción de diseño y construcción de las cubiertas. Me explicó que además de obedecer a una decisión de diseño, se debe a una razón técnica constructiva, ya que generalmente son cubiertas solucionadas a dos y/o cuatro



aguas—además de ofrecer los resultados señalados— obedece a una razón de tipo estructural, debido a que la cubierta a parte de convertirse en un *“tema de diseño”* dentro del edificio como componente formal, cumple una función especial desde el punto de vista estructural. Por ser la cubierta un elemento *“muy pesado”* dentro de la estructura, le concede una mayor rigidez y estabilidad al edificio, que le permite un mejor comportamiento desde el punto de vista estructural.



6.3. Ingeniería

6.3.1. Grandes Estructuras

Para hacer referencia en este apartado a la parte de ingeniería de bambú en lo que corresponde a la obra de Simón Vélez, es necesario explicar el avance significativo que ha logrado en sus proyectos, sobre todo los que se refieren a la última etapa o etapa actual. Es necesario decir que sus últimas obras— las que analizaremos en este apartado— corresponden a obras de gran tamaño en el campo de la construcción e ingeniería, entre las que podemos mencionar el Pabellón Zeri, la sede para la Carder, algunos puentes de guadúa –en Colombia y China de una luz considerable cada uno—, la iglesia de Pereira, etc. Actualmente Vélez está realizando el diseño del futuro aeropuerto de la ciudad de Manizales.

La permanente actividad investigadora de Vélez sobre las estructuras de madera y guadua ha estado acompañada paralelamente al desarrollo del sistema constructivo. A partir del diseño y construcción de uniones mecánicas cada vez más tecnificadas. Empleando diferentes tipos de ensambles con tornillos, arandelas, pernos, etc., ha logrado introducir algunos cambios importantes, que le han permitido seguir evolucionando y al mismo tiempo resolviendo estructuras cada vez más complejas.

Primero para un mejor entendimiento estableceremos la capacidad estructural del material, la resistencia a los esfuerzos de tracción, compresión y flexión, también haremos la comparación de su capacidad con otro tipo de maderas, como el mangle y el arboloco, dos tipos de maderas que se utilizaron para la construcción del pabellón Zeri.

Material	Modulo de elasticidad a la tracción Kg. /cm ²	Modulo de elasticidad Compresión Kg. /cm ²	Modulo de elasticidad a flexión Kg. /cm ²
Guadua	190.000	184.000	179.000
Otras maderas	Entre 90.000 y 180.00	Entre 96.000 y 169.000	Entre 108.000 y 128.000



En estas dos tablas aparecen cuantificadas las propiedades mecánicas del material, en el caso del Bambú estas dependen de las características físicas del material que en particular se utilice para la construcción y no corresponden a valores absolutos o comparables con otra muestras, ya que las condiciones varían notablemente, estos datos corresponden solo a un esquema comparativo general ya que casi siempre, para un mismo material sus resistencias pueden variar, *“estos datos son utilizados para realizar la coordinación dimensional de una estructura de Bambú, de acuerdo como lo indica Jorge Humberto Arcila en su tesis doctoral.”*⁸⁵

Material	Resistencia a Tracción Kg./cm ²	Resistencia a compresión Kg. /cm. 2 (perp. a la fibra)	Resistencia a compresión Kg./cm ² (paralela la fibra)	Resistencia Flexión k.g./cm ²
Guadua	430	560	650	740
Aliso	108	68	357	340
Arboloco	Entre 500 y 1500	132	405	390
Otras Maderas	1000	Entre 50 y 144	400	Entre 500 y 720

En este apartado analizaremos las obras que consideramos como las más representativas en el campo de la ingeniería de bambú, que se pueden considerar como las más relevantes en la obra de Simón Vélez, catalogadas como grandes estructuras de arquitectura e ingeniería por su importancia y complejidad.

⁸⁵ Banda, Mabel y Salas, Eduardo, *“El sistema constructivo del Pabellón Zeri”* asignatura reflexión, crítica y propuestas sobre las técnicas constructivas, universidad politécnica de Cataluña UPC, 2001. Pág.35.



6.3.2. Pabellón ZERI en Hannover-Alemania 2000



173. Vista exterior del Pabellón ZERI Construido en Manizales- Colombia
(Foto del autor)

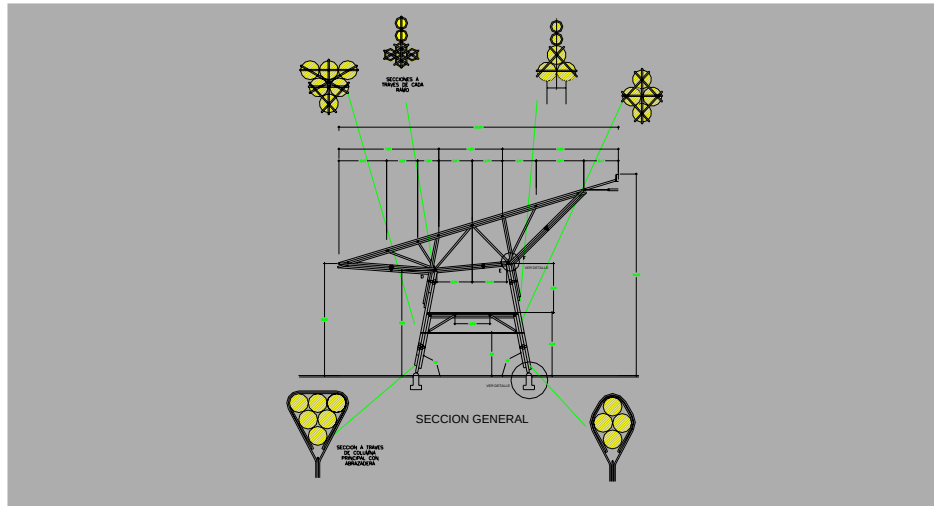
“Las políticas de la organización no gubernamental Emisiones ZERI (Zero Emissions Research Initiative o Iniciativa Cero) promueven una metodología ideada por el economista belga Gunter Pauli, que propone un modelo productivo que no acepta que haya desechos: todo desperdicio debe convertirse en un ingreso generando valor y empleo. Sus iniciativas tomadas en Japón, Fiji, Namibia y Colombia, corresponden quizás a uno de los programas que mejor responde al tema central de la Expo 2000 en Hannover, (Alemania): Naturaleza, Tecnología y Humanidad.”⁸⁶

En 1995 y 1997 se acordó con el equipo de la EXPO 2000 dedicado a los proyectos mundiales que ZERI presentara sus programas, así como la posibilidad de construir su propio pabellón.

⁸⁶ Banda, Mabely y Salas, Eduardo, “El sistema constructivo del Pabellón Zeri” asignatura reflexión, crítica y propuestas sobre las técnicas constructivas, universidad politécnica de Cataluña UPC, 2001 (Inédita)



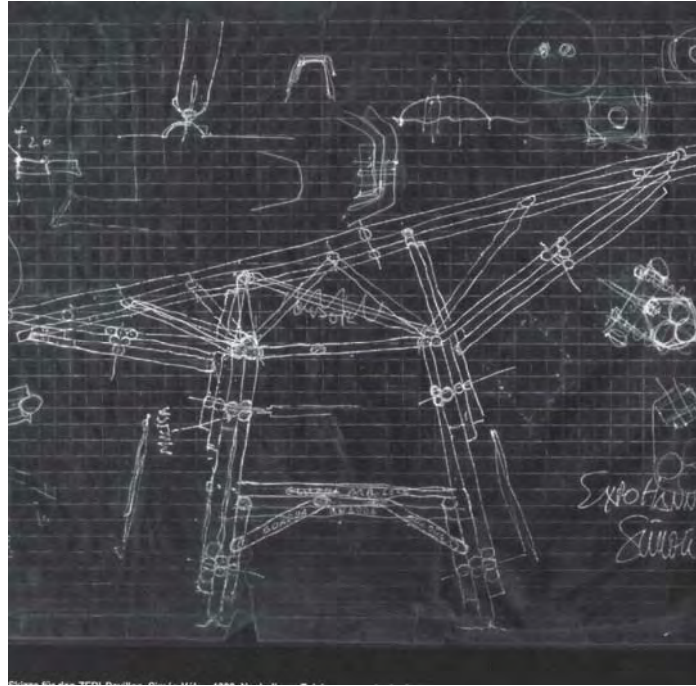
En mayo de 1997 se reunieron Mario Calderón Rivera, Paolo Lugari, Carlos Bernal, Simón Vélez y Gunter Pauli en Peñalisa (Colombia), con el fin de imaginar el Pabellón. El edificio fue diseñado por Simón Vélez por encargo de las directivas de ZERI, el resultado fue una estructura decagonal, diseñada en planta libre —sin acceso ni salida—, no se proyectó ningún tipo de cerramiento interior ni exterior, por ser un edificio que se utilizaría de carácter temporal. Sería construido con lo mejor de la naturaleza combinado la tecnología y la creatividad del género humano.



174. *Sección del Pabellón Zeri*

Las autoridades de la ciudad de Hannover y el estado de Baja Sajonia recibieron por primera vez información sobre estos materiales y técnicas de construcción, razón por la que se tuvo dificultades para la expedición del permiso de construcción. A pesar de que el concepto fue reconocido como innovador, además de un gran avance, no existían precedentes legales, científicos, arquitectónicos o de ingeniería en Alemania que lo avalaran; razón por la que se acordó en un primer momento—una vez tenido el anteproyecto del Pabellón— el compromiso de construir un prototipo del pabellón ZERI a escala real, con un permiso de construcción en otro país, con el fin de realizar las rigurosas pruebas de esfuerzos dirigidas por profesores alemanes. Estas pruebas fueron finalmente exitosas, no obstante, los costos de las pruebas y las aprobaciones resultaron más altos que los costos de construcción.





175. *Primeros bosquejos Simón Vélez*

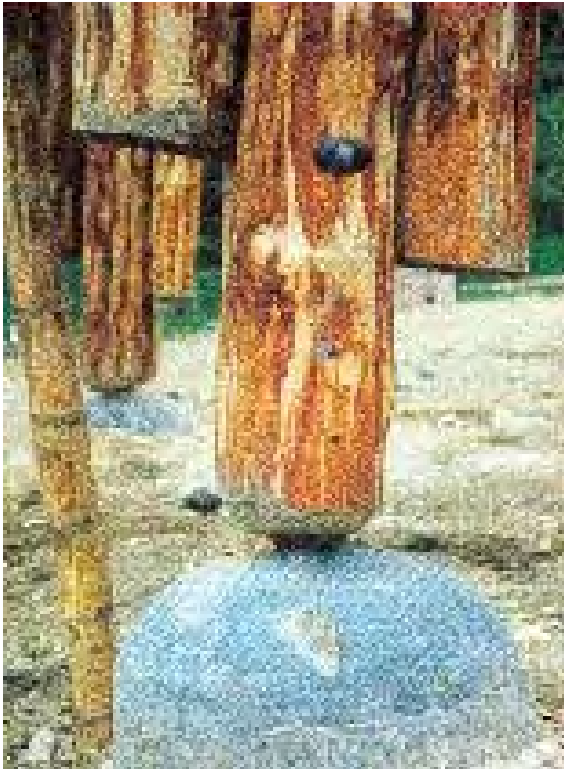
Este pabellón construido de guadua, aliso, arboloco, chusque, hormigón y hierro, no solamente es agradable a la vista, sino que es una construcción de bajo costo, sismorresistente y altamente funcional, fue trabajado en detalle por Simón Vélez.



176. *Vista Parcial del Pabellón ZERI Construido en Manizales- Colombia*
(Foto del autor)



“Este pabellón de dos plantas de altura cuya geometría este compuesta por un polígono de diez (10) lados, tiene un área construida de 2000 metros. Su cubierta es una estructura que recibe un mortero de cemento impermeabilizado con tela asfáltica de neopreno, sobre el cual se sujeta la teja de barro española que tiene como acabado. La cubierta tiene un peso de 200Kg/m² donde el 70% de su área total se encuentra en voladizo, ya que los aleros proyectados por todo su perímetro alcanzan los 7.50 metros. El mezanine o segunda planta tiene un área de 550m² y su construcción es una placa de concreto macizo de 10cm soportada por una estructura conformada por 40 columnas, compuesta a su vez cada una por un grupo de seis (6) troncos de madera tipo aliso, amarradas y sujetadas entre si a través de abrazadera de hierro.”⁸⁷



Las columnas se apoyan sobre rotulas de acero, que descansan sobre un pedestal de concreto de forma anclada, permitiendo la separación de la madera del suelo y evitando así el contacto directo con agentes atmosféricos que puedan afectarlos.

177. *Detalle unión columna de aliso y pedestal en hormigón*

- **Descripción Pabellón:**

FORMA:	Decágono inscrito en un círculo de 40m de diámetro
AREAS:	Entre cimientos = 684m ²

⁸⁷ Villegas Marcelo, *GUADUA Arquitectura y Diseño*, ediciones Villegas y Editores, 2004, p.52



	Forjado = 458m ²
	Cubierta = 1306m ²
ALTURA:	Total 14.40m
	Mezanine 4.50m
	Mortero en uniones
	Total 408 Ton
PENDIENTE CUBIERTA:	33.3% = 17°
LONGITUD ALERO:	7.00m
COLUMNAS:	40 columnas de aliso
	40 columnas intermedias de guadua (2° nivel)
INCLINACION:	20% = 79°



178. Vista parcial de aleros de 7.30mts.
Manizales-Colombia



La similitud del pabellón con un Hongo

“La guadua se utilizó en la construcción de las vigas, la estructura del entrepiso, las columnas intermedias, las “flautas” (extensiones de las columnas) y la estructura de la cubierta (coronas y anillos); el aliso en columnas; el arboloco en algunas vigas del entrepiso; el chusque en el entramado del entrepiso. Además, en la estructura se utilizó también hormigón, arandelas de hierro fundido, varillas, correas

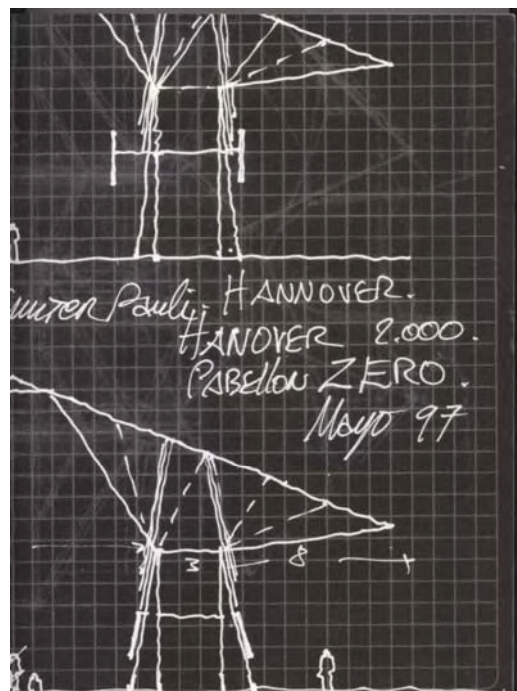


*metálicas, platinas, tornillos, tuercas y arandelas, malla con vena, malla de gallinero, botellas recicladas, macanas y puntillas.*⁸⁸

- **Características del sistema constructivo**

El sistema constructivo utilizado en el pabellón ZERI, se podría definir como una técnica constructiva mixta, donde la estructura está sometida a tracción. La interacción balanceada de elementos estructurales logra que el edificio funcione y tenga estabilidad como unidad, respondiendo satisfactoriamente desde el punto de vista estructural.

El funcionamiento del sistema constructivo del edificio esta concebido con base en una estructura porticada de tipo puntual. Para una mejor comprensión intentare explicarlo, a partir de cinco (5) puntos, de la siguiente manera: cimentación, estructura, losa de entrepiso, muros-cerramientos y cubierta.



179. Primeros bosquejos Simón Vélez

Cimentación: De forma decagonal igual al pabellón, esta conformada por vigas corridas en hormigón de 25cm x 30cm x 30cm de alto y zapatas rectangulares de tipo aisladas de material ídem de 80cm x 30cm y 30cm de alto, que soportan las columnas

⁸⁸ Zeril-Cireca 2000, GROWN YOUR OWN HOUSE UND BAMBU ARCHITECTURE, Simón Vélez and Bamboo architecture, Vitra Design Museum.



de aliso y el entrepiso de pabellón, las columnas cuarenta (40) en total son en madera tipo aliso. Para efectos de la unión de las columnas de aliso a la cimentación en hormigón, este se realiza a través de un anclaje entre las columnas y pedestales de hormigón tipo “dado” de forma circular de 25cm de diámetro y 15cm de altura. El anclaje se hace a partir de un “pelo” en varilla de hierro 5/8” que se deja después de hormigonar la cimentación, la varilla se introduce unos 20cm en la columna principal de aliso, la cual antes es perforada con un taladro eléctrico para abrir el orificio y dar paso a la varilla de 5/8”.

Estructura: La estructura del edificio esta concebida para que funcione como una “unidad” desde la cimentación hasta la cubierta, se trata de una estructura diseñada como un sistema tipo aporticado. El sistema esta compuesto por 20 pórticos, los cuales son construidos a partir de columnas en madera tipo aliso, con una leve inclinación y vigas aéreas de amarre en guadua, los pórticos se cierran con la cercha de guadua que conforma la cubierta, terminando unidos todos los 20 pórticos, a través de un anillo superior, que tiene un diámetro de 1,20 metros, ver grafico N° 186 pagina 185.⁸⁹



180. Vista general Armado y montaje Estructura Pabellón Hannover-Alemania

⁸⁹ Banda, Mabely y Salas, Eduardo, “El sistema constructivo del Pabellón Zeri” asignatura reflexión, crítica y propuestas sobre las técnicas constructivas, universidad politécnica de Cataluña UPC, 2001. Pág. 43.





181. *Vista parcial pasillo exterior pabellón*



182. *Detalle interior cubierta pabellón*



Detalle columnas en madera aliso

Los pórticos han sido diseñados y calculados para soportar el entrepiso y la cubierta de la edificación.



Losa de Entrepiso-Forjado: El entrepiso esta construido como un entramado, en el que se han empleado varios tipos de madera. Conformado por una estructura de guadua, aliso y chusque, que soportan una pequeña losa de hormigón de unos 10cm, sobre la que se le instala el material de acabado de piso.



183. *Detalle construcción entrepiso Manizales- Colombia*
(Foto Simón Vélez)



184. *Detalle construcción entrepiso Manizales- Colombia*
(Foto Simón Vélez)



Cubierta: La cubierta es a su vez el remate espacial del sistema porticado, esta concebida que trabaje dentro del sistema porticado como una unidad, la cubierta transmite sus cargas a la cimentación a través de cada modulo del pórtico. Es una cubierta de forma decagonal, que se diseño con un voladizo de longitud 7.30 de la misma conformación que el pabellón, con pendiente del 33%, diseñada su estructura tipo cercha utilizando la guadua como principal material.



185. *Detalle unión columna arboloco y vigas aéreas de guadua
Manizales- Colombia*

En la parte superior de la cubierta se construyo una anillo doble en guadua y hierro en varilla 5/8, el anillo cierra el sistema porticado y cumple con la función de rigidizar la estructura logrando una mayor estabilidad.

Sobre la estructura de la cubierta, en esta caso las cerchas de guadua se instala una malla metálica electro soldada, conocida en Colombia como malla de vena, sobre esta se aplica una capa de mortero pobre de cemento Pórtland 1:4 de unos 3 cm. consiguiendo que la malla quede embebida dentro de esta capa.

Sobre la capa de mortero debidamente curado, se procede a la instalación de tela asfáltica –para conseguir la correcta impermeabilización de la cubierta—sobre la



tela asfáltica se instala una malla reticulada de alambre dulce, que sirve para la fijación de la teja para la cubierta, en este caso teja de barro española.



186. *Detalle anillo cubierta Manizales-Colombia*



187. *Detalle anillo cubierta Manizales-Colombia*



La siguiente es la descripción de los principales acabados de la edificación:

Pavimentos-Pisos: El piso de la primera planta está acabados en concreto afinado y pintado, en el segundo nivel se instaló piso de madera tipo parket.



188. Detalle pavimento



189. Detalle escalera

Escalera: La escalera tiene forma circular de forma de caracol, con un diámetro de 3.00m y está construida en hierro, con los peldaños de madera.

Materiales y tipos de maderas: En la construcción del pabellón ZERI, se utilizaron los siguientes tipos de bambúes y maderas:

Guadua: Familia Gramínea

Especie: *Guadua angustifolia*, Kunth

Distribución geográfica: Crece de manera natural en Colombia, Panamá, Venezuela, Ecuador y Perú, en suelos fértiles, ricos y húmedos en altitudes entre 400 y 2000msnm

Máximo tamaño del árbol: Altura 25m. Diámetro 10-15cm.

Medio Ambiente: La descomposición de sus hojas protege el suelo y su extensivo sistema de raíces asegura la existencia de agua.

Arboloco: Familia Asteraceae

Especie: *Montanoa quadrangularis*, Schultz Bip. In K.Koch



Distribución geográfica: Zona andina de Colombia y Venezuela.

Crece en altitudes de 1500 a 2500msnm

Máximo tamaño del árbol: Altura 20m

Previene de la erosión por la fisonomía de sus raíces.

Chusque: Familia Poaceae (Gramínea)

Especie: *Chusquea serrulata*, Pilger

Distribución geográfica: Es una especie del piso andino, subpáramo y páramo en las cordilleras Central y Oriental de Colombia.

Especie importante para la protección de márgenes hídricas y con un alto valor estético para jardines.”⁹⁰



190. *Detalle uniones guadua-arboloco Manizales- Colombia*
(Foto del autor)

También se emplearon raíces de guadua, que se pueden apreciar en la fotografía N° 190 de esta pagina, para la configuración de arcos que se encargan de transmitir las cargas del edificio desde la cubierta y el entrepiso respectivamente a las columnas de aliso; lo anterior se logro mediante articulaciones y uniones diseñadas por Vélez utilizando pernos de acero que permiten postensionar las esfuerzos a tracción a que esta sometida la estructura, cuando las columnas de madera al secar disminuyan su diámetro.

⁹⁰ Zeril—Cireca 2000, Grown your own house und bambu architecture, Simón Vélez and Bamboo architecture, Vitra Design Museum.



En el diseño de este hermoso pabellón para Simón Vélez primo el criterio de utilizar las distintas variedades de maderas y bambúes que crecen en Colombia de manera natural más concretamente en la región del Viejo Caldas, indistintamente sean consideradas muy finas o convencionales.

La utilización de esta gama de tipos de maderas como el aliso, una madera de muy baja densidad que jamás había sido usada para la construcción con propósitos estructurales, puede considerarse como experiencia muy exitosa y un avance con visión de futuro para potencias su utilización en los diferentes sistemas constructivos de madera, guadua y sistemas de tipo mixto, para lo que Simón Vélez señala:

“cualquier planta que tenga porte arbóreo, si el tronco tiene la fortaleza para soportar las cargas del viento y la lluvia contra su follaje, es necesariamente una madera de tipo estructural que sirve la construcción, sin importar si esta se considera fina u ordinaria, ni siquiera en botánica se puede ser racista.”⁹¹



191. Vista exterior Pabellón en Manizales-Colombia

- **Pruebas físicas de resistencia Pabellón Zeri:**

Para la realización de las pruebas físicas a la estructura del Pabellón se utilizó la tesis de grado de la arquitecta Jenny Garzón de la universidad nacional de

⁹¹ Villegas Marcelo, *GUADUA Arquitectura y Diseño*, ediciones Villegas y Editores, 2004, p.53



Colombia, en la tesis se obtuvieron los resultados de las uniones estructurales desarrollados por Simón Vélez en sus estructuras de guadua, los resultados obtenidos en esta ocasión fueron muy similares a los de la tesis mencionada.

“El profesor Klaus Steffens director del instituto experimental en la universidad de Bremen desde 1980, ha realizado evaluaciones experimentales de carga de peso y seguridad en la reconstrucción del edificio Reichstag en Berlín, fue el encargado de diseñar y realizar las siguientes pruebas de carga para determinar la capacidad portante de la edificación:

1. Determinar la capacidad portante de los aleros (7.30 metros de voladizo), colgando del extremo del voladizo una carga superior a los 650 kilogramos, observándose una deformación de 7 milímetros, los cuales recupero la estructura una vez liberada la carga.”



192. Pabellón Zeri Manizales –Colombia

2. Para probar la capacidad del entrepiso se cargo la estructura con cubos (canecas) de 55 galones de agua cada una, distribuidas homogéneamente sobre la superficie, hasta lograr una carga de 400 kilogramos por metro cuadrado, observándose una deformación de 7 milímetros, al medir la deformación del entrepiso al ser colocada la carga, esta fue de 5 milímetros, los cuales fueron recuperados una vez liberada la carga. Es importante anotar que para esta prueba, la deformación estimada podría



llegar a los 25mm, que comparados con las pruebas obtenidas representan la quinta parte de lo calculado.

3. La tercera prueba fue para calcular las cargas por el viento y consistía en halar horizontalmente la estructura del pabellón utilizando unos cables para tal fin, colocando un cable en la parte media de la estructura y otro en la parte superior en una de las columnas del edificio, y además aplicarle una carga horizontal de cinco (5) toneladas en cada uno de estos cables, obteniendo como resultado un desplazamiento horizontal de 1 centímetro.”



193. *Vista Exterior Pabellón Zeri Hannover- Alemania
(Foto Mabely Banda)*

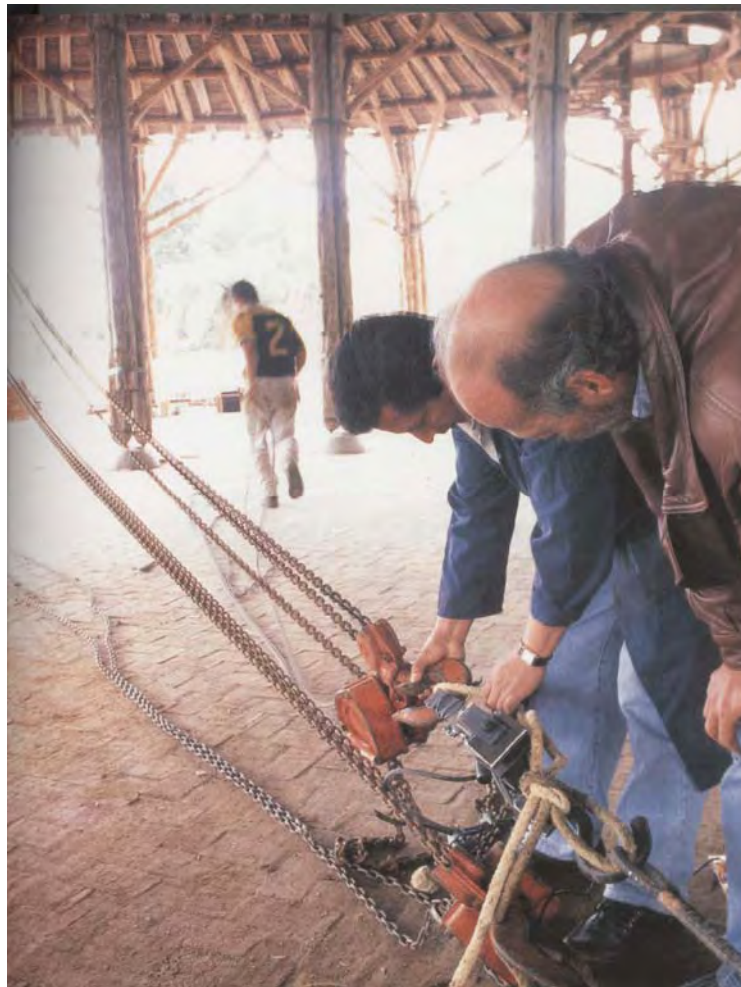
Este estudio fue complementado con el cálculo estructural realizado por el profesor Joseph Linderman, para el que fue necesario los resultado de las pruebas de tracción, compresión y flexión realizadas por el en Alemania. Después de la serie de estudios y pruebas realizadas, la guadua quedo homologada como material de



*construcción en uno de los países más estrictos en cuanto normas de construcción se refieren.*⁹²

El Pabellón ZERI bien podría ser un símbolo de la Expo Mundial: es el único considerado por lo académicos como una obra maestra y, aún más importante, es el único pabellón que introduce siete (7) nuevos sistemas de construcción estructurales y dos nuevos materiales—cultivados y cosechados de manera sostenible—que eran totalmente desconocidos en Alemania.

Lo mejor de la naturaleza se combina con lo más creativo de la humanidad. El sistema constructivo del bambú ha mejorado considerablemente con la técnica creada por Vélez desde hace unos 20 años, de unir los nudos con hormigón y hierro.



194. *Prueba de resistencia al edificio No 3*

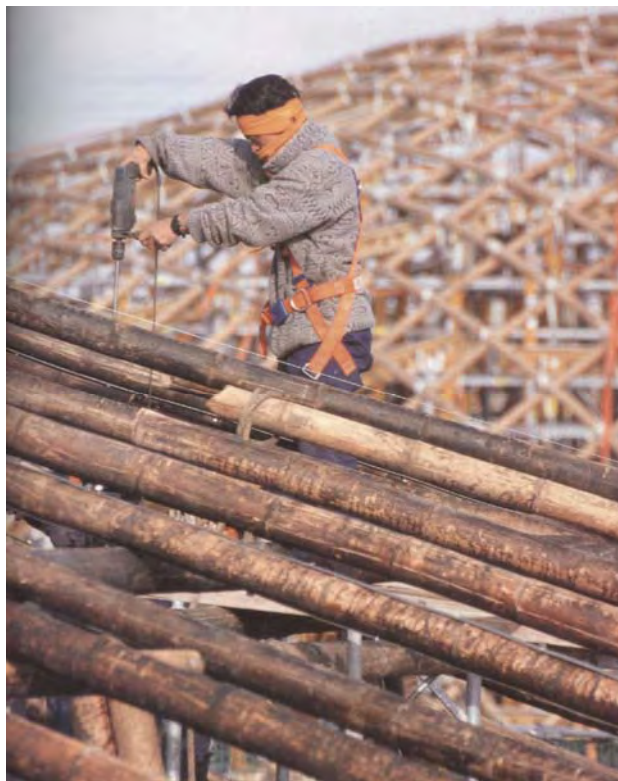
⁹² Villegas Marcelo, *GUADUA Arquitectura y Diseño*, ediciones Villegas y Editores, 2004.



Se incluye una planta, una flor y dos tipos de pastos que vienen del mismo ecosistema, con colorante natural proveniente de insectos y agentes preservantes extraídos del mismo bambú que se autopreserva contra insectos y fungus.

“Con este sistema constructivo ZERI desarrollo un plan de vivienda social. Esta edificación absorbe la misma cantidad de dióxido de carbono que fue requerida para construirla: el bambú y el arboloco empleados fija 40 veces más dióxido de carbono que la madera. Aquí, ZERI usa desechos (botellas usadas) y malezas (así se consideran el bambú, el aliso y el arboloco) para atender la demanda de vivienda con construcciones hermosas, funcionales y de bajo costo. Este plan podría ser financiado con los derechos de emisiones de CO2 que los ricos le ofrecen a los pobres, así se proyecta una construcción realmente sostenible.”⁹³

La etapa preliminar de la construcción del edificio corresponde a los procesos de corte de materiales, control de calidad, inmunización y finalmente carga y descarga.



195. Obrero Colombiano Hannover -Alemania

⁹³ Banda, Mabely y Salas, Eduardo, “El sistema constructivo del Pabellón Zeri” asignatura reflexión, crítica y propuestas sobre las técnicas constructivas, universidad politécnica de Cataluña UPC, 2001. Pág.45.



La construcción del Pabellón se realizó en trece semanas y media, se utilizaron herramientas como taladros, martillos, mezcladora de hormigón, destornilladores, cuerdas y correas, serruchos, suela de carpintería, sierras.

El trabajo de mano de obra para la construcción del edificio que corresponde al proceso de llenado de cañutos, cimentación se realizó en hormigón para todas las uniones, el aislamiento de columnas de arboroco del suelo se realiza, para evitar que la humedad y los insectos puedan afectar la estructura.

Las uniones mecánicas realizadas en el pabellón, donde la estructura está sometida a tracción—como ya se ha mencionado—se realizaron de la misma manera como lo ha venido haciendo en la etapa actual con tornillos, arandelas, correas metálicas, tensores y hormigón para lograr absorber con este último el esfuerzo que reciben las platinas y tornillos para transmitirlo hacia toda la fibra de la guadua, puesto que los problemas de resistencia podrían presentarse en los anclajes y no en la guadua. A diferencia de las uniones realizadas en madera, para la construcción con bambú se descartan las uniones simples con tornillos y clavos por la tendencia a astillarse y la determinante de que siempre tiene diámetros variados.

Los acabados de pintura para el techo fueron con cal, se realizó limpieza de guaduas al final de obra y las columnas se pintaron con cochinilla.



196. *Vista aérea pabellón Hannover-Alemania*



- **Evaluación Experimental de la Resistencia de Carga del Pabellón:**

El siguiente es el resultado emitido por el profesor Dr.-Ing. Klaus Steffens del Instituto para estática experimental del colegio superior de Bremen. Los encargados de las pruebas principales fueron los Dipl.-Ing. P. Wolters, M. Gutermann, C. Schröder, I. Romeo y P. Biel-Soro.



197.

Doctor-Ingeniero alemán Klaus Steffens

*El pabellón construido por la ZERI para su utilización temporal con motivo de la EXPO 2000, se realizó—como ya se ha indicado—en bambú (*Guadua angustifolia*), aliso (*Alnus acuminata*), arboloco y hormigón (cimentación, cubierta de la galería, cubierta del techo) para los elementos sustentables o de soporte. También se usaron pasadores de acero como medios de conexión.*

En lo posible, la resistencia de carga y la aptitud de uso fueron comprobadas por ordenador, con base a parámetros existentes de los materiales. Por el gran número de imponderabilidades (parámetros de los materiales, divergencias geométricas, excentricidades, conexiones, acabado), pruebas experimentales complementarias de las partes esenciales de la estructura sustentante eran indicadas. Éstas se realizaron apropiadamente antes de la puesta en funcionamiento *in situ*.



“Para estimar el nivel de seguridad, adquirir experiencias para pruebas de resistencia en el pabellón en Hannover y para conseguir la licencia de construcción, se realizaron pruebas preliminares en el prototipo en Manizales (Colombia).

Los resultados de estas pruebas preliminares influyeron en la selección de los sitios de medición para la planeación de la prueba del pabellón en Hannover. Ver anexo sobre pruebas de medición y gráficos donde se ubican las pruebas de esfuerzo realizadas. La planeación y la realización de las pruebas de carga se emprenden como parte del procedimiento para la obtención de la licencia de construcción en coordinación estrecha con el diseñador del armazón sustentante y la superintendencia de obras según la norma para pruebas de resistencia en edificios macizos, parte 1 construcción de edificios, versión octubre 1999, Comité Alemán para hormigón armado.”⁹⁴

Por la simetría múltiple y la indeterminación estática del edificio es posible examinar una prueba al azar de la totalidad general de todas las partes constructivas determinantes. El volumen de las pruebas al azar y la selección de las partes constructivas a examinar fueron acordados con la superintendencia de obras. El control de la carga se realizó uniformemente según el siguiente esquema:

- a. Test básico
- b. La carga de funcionamiento por y bajo la carga anterior g, carga de funcionamiento (sin el marco)
- c. Prueba de resistencia a la fatiga, carga de funcionamiento como antes, $t > 15$ min hasta constancia de deformación

Los siguientes, son los resultados de medición obtenidos:

Cubierta voladiza (carga de prueba 3 * en la cubierta voladiza/canalón)

carga objetiva de prueba (resultando) $F_{Ziel} = 21,0 \text{ kN}$

carga objetiva de prueba efectiva máx. $F = 21,2 \text{ kN}$

inflexión elástica (reversible) máx. $f = 5,9 \text{ mm}$

Galería (carga de prueba en 2 campos vecinos)

carga objetiva de prueba $F_{Ziel} = 2 * 48 \text{ kN}$

carga objetiva efectiva máx. $F = 2 * 53 \text{ kN}$

⁹⁴ Zeril–Cireca 2000, *GROWN YOUR OWN HOUSE UND BAMBU ARCHITECTURE*, Simón Vélez and Bamboo architecture, Vitra Design Museum, 2000, Pág.24.



inflexión elástica en la mitad del campo (reversible)	máx. $f = 8,0\text{mm}$
Carga del viento (tracción diagonal en 2 tirantes)	
carga objetiva de prueba (resultando)	$F_{\text{Ziel}} = 230\text{kN}$
carga objetiva de prueba efectiva	máx. $F = 195\text{ kN}$
inflexión elástica horizontal	
nivel bocateja barlovento	máx. $f = 8,3\text{mm}$
nivel bocateja sotavento	máx. $f = 7.5\text{mm}$
nivel de la galería barlovento	máx. $f = 5,8\text{mm}$
nivel de la galería sotavento	máx. $f = 5,9\text{mm}$

Las tres pruebas individuales en las determinantes partes constructivas/cortes mostraron reacciones elásticas reversibles y comprueban la seguridad de resistencia y la aptitud de uso de estas partes constructivas examinadas.

El pabellón resistió las mismas pruebas de carga que se hacen para las construcciones de hormigón, pues no hubo consideraciones con el. "Con este proyecto, ya existe la ingeniería de la guadua," dice satisfecho Vélez.



198. Vista general Armado y montaje Estructura Pabellón
Hannover-Alemania



6.3.3. Sede para la Corporación Autónoma Regional de Pereira CARDER-2005

El edificio fue diseñado por Simón Vélez por encargo de las directivas de la corporación autónoma regional de Pereira (CARDER), la edificación tiene un uso de carácter institucional, que sirve para albergar la parte administrativa y de oficinas de la corporación mencionada. La construcción del edificio se inició en enero de 2003 y fue concluida en marzo de 2004.



199. *Vista exterior de la Edificación-2005
(Foto del autor)*

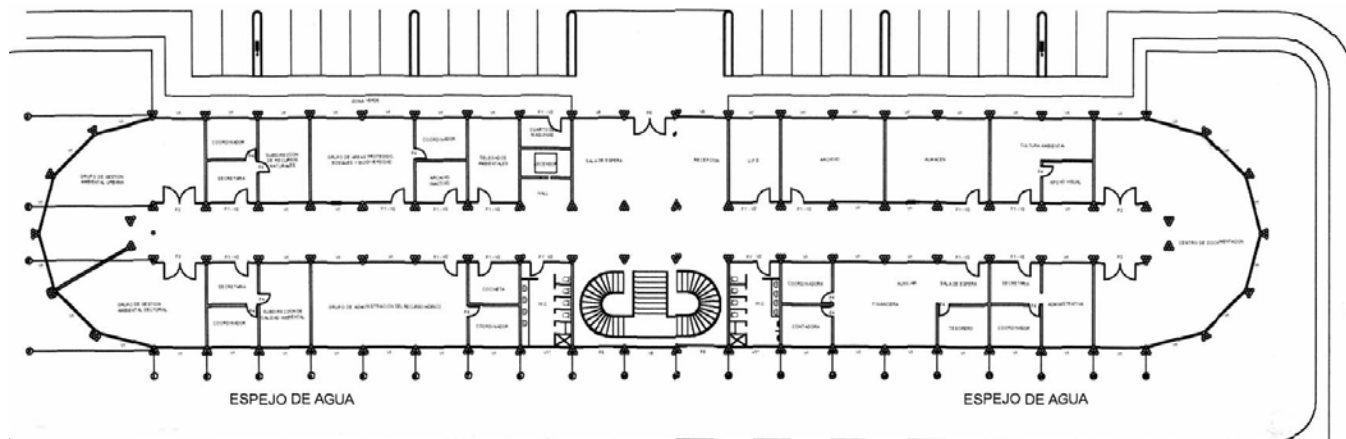
Se trata básicamente de una edificación de dos (2) plantas de altura, construido sobre un lote de terreno ubicado de manera aislada en las afueras de la ciudad de Pereira, presenta una conformación regular, con una extensión superficial de 3.400m², el terreno presenta topografía plana.⁹⁵

“La obra de Simón Vélez, tal vez es la que mas fácil puede percibirse como una alternativa, mientras que la arquitectura de ladrillo, masiva cerrada ha estado relacionada intensamente con Bogota, aunque se ha extendido a otras regiones del interior, de climas templados, la arquitectura de madera ha gozado de una connotación mas tropical”

⁹⁵ Ramírez Francisco, *Simón Vélez un sentido de lo construir*, círculo de Impresores, cámara de comercio de la ciudad de Santiago de Cali, Cali 1987 p.23.



Descripción Construcción



200.

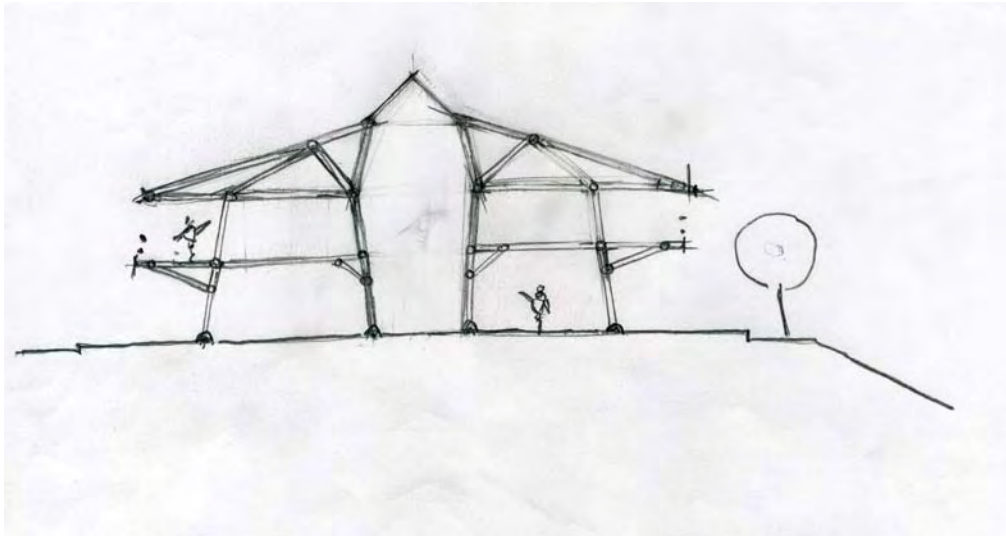
Planta Primer Piso

Se trata de una edificación de dos (2) pisos de altura, que cuenta con un área construida de 1.700m², presenta forma regular, conformación rectangular ovalada en sus dos extremos. El edificio tiene una longitud de 87.00 metros de largo y una longitud de 16.00m de ancho. Vélez adopta la simetría como base principal de diseño para el edificio. A partir de la generación de un espacio central—el mas importante—concibe el eje principal del edificio y a través del cual logra relacionar espacialmente todas las zonas del proyecto, localizadas de forma contigua al eje de referencia, lo plantea como un espacio de doble altura que esta comunicado con el acceso de la edificación, tal y como se puede observar en la grafica N° 202.



201. Acceso a la Edificación 2005-foto del autor





202. *Esquema del sistema estructural*

En este proyecto Simón Vélez retoma algunos aspectos de su experiencia con el Pabellón Zeri, la estructura del edificio es similar a la utilizada en el pabellón, solo se incluyen algunas modificaciones; empleando la misma técnica constructiva que ha venido utilizando en su etapa actual (técnica constructiva mixta), con unas variaciones en el tipo de maderas y algunos materiales escogidos, obviamente si tenemos en cuenta el uso de la edificación.



203.

*Unión columna mangle-cimentación hormigón
(foto del autor)*



- **Características del sistema constructivo**



204. *Vista parcial de la estructura Edificación*
(Foto Simón Vélez)

El funcionamiento del sistema constructivo del edificio esta concebido con base en una estructura aporticada de tipo puntual –concepto estructural similar al pabellón Zeri— diseñada de forma modular, compuesta por 36 módulos en planta de 3.65m de ancho x 5.70m de largo, con voladizos de 2.30 metros en sus dos extremos.



205. *Vista parcial de la estructura Edificación*
(Foto Simón Vélez)



Cada modulo se compone de cuatro (4) columnas de madera tipo mangle que se cierran a partir de vigas de arriostramiento en primera y segunda planta. Para una mejor comprensión del sistema intentare explicarlo, a partir de cinco (5) puntos, de la siguiente manera: cimentación, estructura, losa de entrepiso, muros y cubierta.



206. *Vista parcial estructura del edificio
(Foto de autor)*

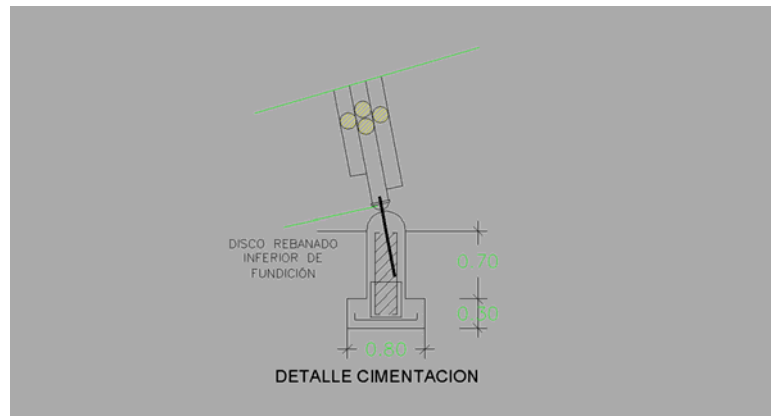
Cimentación: Esta concebida a partir de 36 módulos de 3.65m de ancho x 5.70m los cuales están soportados por vigas corridas en hormigón de 25cm x 30cm x 30cm de alto y zapatas cuadradas de tipo aisladas de material ídem de 60cm x 60cm y 80cm de profundidad.



207. *Detalle unión pedestal y columna de mangle*



Para efectos del anclaje de las columnas de madera a la cimentación en hormigón, este se realiza a través de pedestales de hormigón tipo dado, de 20cm de altura a partir del acabado de piso terminado, de igual forma que el pabellón Zeri.



208.

Dicho anclaje se hace a partir de un “pelo”⁹⁶ en varilla de hierro 5/8” que se deja después de hormigonar la cimentación, la varilla se introduce unos 35cm en las columnas principales de mangle, las cuales antes son perforadas con un taladro eléctrico para abrir el orificio y dar paso a la varilla de 5/8”, como se aprecia en el anterior grafico No 208 de esta pagina, detalle de cimentación.

Estructura: El edificio esta diseñado para que trabaje como una “unidad” desde el punto de vista estructural, desde la cimentación hasta la cubierta. Se trata de una estructura diseñada como un sistema tipo aporticado —similar a la estructura del pabellón Zeri—, de igual forma se proyecto un voladizo de 2.30m en cada uno de sus extremos, lo que la una mejor estabilidad y rigidización desde el punto de vista estructural y constructivo.



209.

Vista Parcial Estructura del edificio
(Foto Simón Vélez)



⁹⁶ Pelo: Se conoce con este nombre a la varilla de hierro que se deja por fuera de una estructura de hormigón, que servirá de refuerzo estructural como continuación de la estructura.





210. *Detalle uniones y diagonales entrepiso del edificio*
(Foto Simón Vélez)

El sistema estructural esta compuesto por 36 pórticos. Cada uno de los pórticos a su vez esta conformado por 4 columnas en madera tipo mangle, que presenta una leve inclinación y por vigas aéreas de amarre en material ídem. Los pórticos se “cierran” en segundo piso a través de la cercha de guadua que conforma la cubierta, como se aprecia en la figura N° 213 de la página 206.



211. *Detalle de un portico tipo de la estructura*
(Foto del autor)

Por tratarse de una estructura simétrica presenta un mejor comportamiento desde el punto de vista estructural.



Losa de Entrepiso-Forjado: El entrepiso esta construido a partir de un entramado utilizando guadua como material principal y vigas de mangle (igual que el pabellón Zeri), tal y como se puede observar en las fotografías No 212. El entramado esta soportado por las columnas de mangle, las cuales están “*amarradas*” al entrepiso a través de uniones mecánicas, de forma diagonal en ambos sentidos. El entrepiso soporta una pequeña losa de hormigón de unos 10cm, sobre la que se instala el material de acabado de piso.



212. *Detalle uniones diagonales entre columna y entrepiso*
(Foto de Simón Vélez)

Muros y cerramientos: Los muros de cerramiento del edificio, están concebidos para cumplir solo una función de cerramiento, no cumplen ninguna función de tipo estructural dentro del sistema constructivo. Están contruidos a partir el sistema de mampostería prefabricado conocido en España como pladur, denominado panel-yeso en Colombia. Es un sistema novedoso en Colombia, que ha entrado recientemente en la industria de la construcción con mucha aceptación.



213. *Muros en sistema tipo pladur*
(Foto del autor)



Cubierta: Es una cubierta dispuesta a cuatro (4) aguas, diseñada como una gran estructura tipo cercha utilizando la guadua como principal material, la cual se soporta sobre la estructura aporticada –como ya lo anotamos— que hace parte de la unidad del sistema estructural.



214. *Detalle construcción Cubierta-2004*
(Foto del autor)

En la parte central de la cubierta se proyectó un lucernario en vidrio templado de 5mm, que proyectó en la parte más larga de la edificación, como se puede observar en la fotografía No 215. Este lucernario se apoya sobre la cercha de guadua. El proceso constructivo para esta cubierta es el mismo proceso que ya explicamos detalladamente en el apartado anterior de cubiertas.

- **Acabados:**

Muros: Los muros son construidos en el sistema prefabricado tipo pladur y están acabados en pintura de vinilo a tres (3) manos de color blanco para todos los muros de la edificación.



215. *Detalle construcción estructura de guadua Cubierta*
(Foto Simón Vélez)





216. *Vista exterior de la edificación en construcción -2004*



217. *Vista exterior de la edificación*

Pavimentos y Pisos: Los pisos de la primera planta están acabados en baldosa tipo cerámica de color amarillo ocre y en vinilo para la segunda planta.



217. *Acabados de pisos 1ª planta*
(Fotos del autor)



Acabados de pisos 2ª planta



Puertas y Ventanas: Las puertas de la edificación son madera tipo pino para la totalidad de puertas. Las ventanas del edificio son en marcos en madera con vidrio de 3mm de grosor.



218. Acabado Escalera-2005



Detalle Puerta- Ventana

Escalera: Las dos escaleras de acceso al segundo nivel son metálicas de forma circular.



219. Vista interior edificio 2º piso



Vista interior salón 2º piso

(Fotos del autor)





220. *Detalle Marquesina de Vidrio*



Detalle Ventanas 2ª Planta

Cubierta: Para la cubierta se utilizó la teja de barro española como material de acabado final.



221. *Detalle cerramiento biblioteca*



Detalle cerramiento exterior edificio



222. *Unión Diagonales-Voladizo*



Unión Viga guadua-Columna

(Fotos del autor)



6.3.4. Iglesia en Pereira



223. *Vista exterior de la iglesia*

Esta es quizás la obra de Simón Vélez donde el material principal es la guadua, se trata de una construcción muy “liviana” de muy poco peso, en esta obra no introduce ningún otro tipo de maderas, ni material diferente a la guadua. Aquí creo que se logra demostrar una vez más las bondades de la guadua, como material de construcción para grandes estructuras, como en los casos anteriores ya analizados, en este caso utilizándolo para dar solución a un edificio de carácter religioso una Iglesia.

Se trata de una obra que diseñó Vélez por encargo del párroco de la Iglesia, la cual sufrió graves desperfectos a causa del terremoto de 1999, que afectó a muchas edificaciones en la ciudad de Pereira. La obra se construyó para tener un uso de carácter temporal, en tanto se realizarían las labores de restauración y rehabilitación del templo afectado, los trabajos de construcción de la catedral tardaron cinco (5) semanas.

Descripción Construcción:

Se trata básicamente de una edificación construida sobre un lote de terreno de



Conformación regular, de forma rectangular, de localización medianero y topografía plana, con un área aproximada de 700.00m², el solar se encuentra ubicado dentro del casco urbano en el centro de la ciudad de Pereira.

La principal característica de la iglesia desde el punto de vista arquitectónico es su calidad espacial, ya que Vélez logro imprimir en ella la sensación de monumentalidad, característica principal de la arquitectura religiosa.



224. *Vista interior de un guadual*



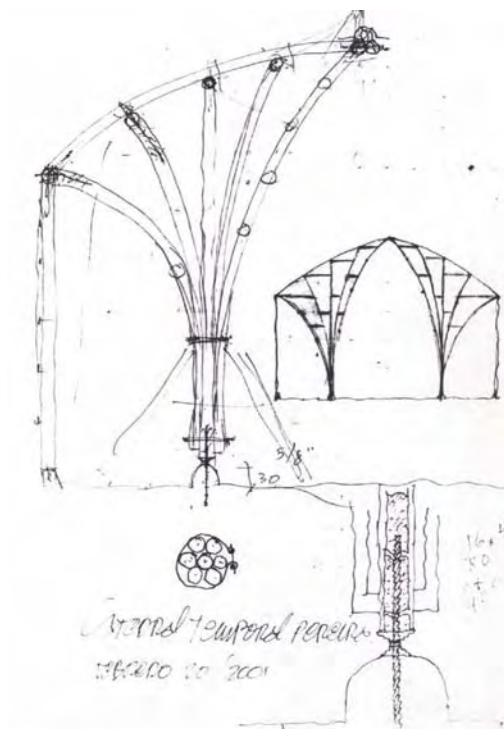
Vista interior de la iglesia

Para el diseño del edificio Simón Vélez partió del principio de simetría, a partir de la proyección en planta de tres (3) grandes naves, una central de 14.50 metros de ancho con 60 metros de profundidad y dos (2) naves menores laterales de 4.80 metros de ancho y 60 metros de profundidad. Las tres (3) naves unidas conforman un gran arco ojival rebajado, el arco da forma al edificio y a la cubierta que esta solucionada a dos (2) aguas en forma de arco igualmente. Para entender de un mejor modo lo explicado, me apoyare en los bosquejos iniciales de Simón Vélez expuestos en la siguiente página.



Características del Sistema Constructivo:

El sistema constructivo utilizado en la Iglesia, se puede definir como un sistema de tipo puntual simple, cuyo material principal es la guadua, en su construcción no se utilizó ningún otro de madera. El funcionamiento del sistema constructivo del edificio está concebido con base en una estructura puntual aporticada, representada en una serie de pórticos en guadua, que tienen forma de arco rebajado—debido a su forma se permite un mejor comportamiento estructural— para una mejor comprensión intentare explicarlo, a partir de cuatro (4) puntos, de la siguiente manera: cimentación, estructura, muros y cubierta:



225. Bosquejos de Simón Vélez



Vista interior de la iglesia

Cimentación: Esta conformada por vigas corridas en hormigón y zapatas de tipo aisladas de material ídem, que soportan la estructura aporticada en guadua. Para efectos de la unión de las columnas de guadua a los pedestales, esta se realiza a través de una unión mecánica, entre las columnas de guadua y el pedestal tipo “dado” de forma circular de 25cm de diámetro y 15cm de altura.

Estructura: Se trata de una estructura diseñada como un sistema aporticado, concebida para que trabaje como una “unidad” desde la cimentación hasta la cubierta,



característica común en cada una de las obras de Simón Vélez, como ya lo hemos explicado en los anteriores edificios analizados en el presente capítulo.



226. *Vista parcial estructura de guadua*

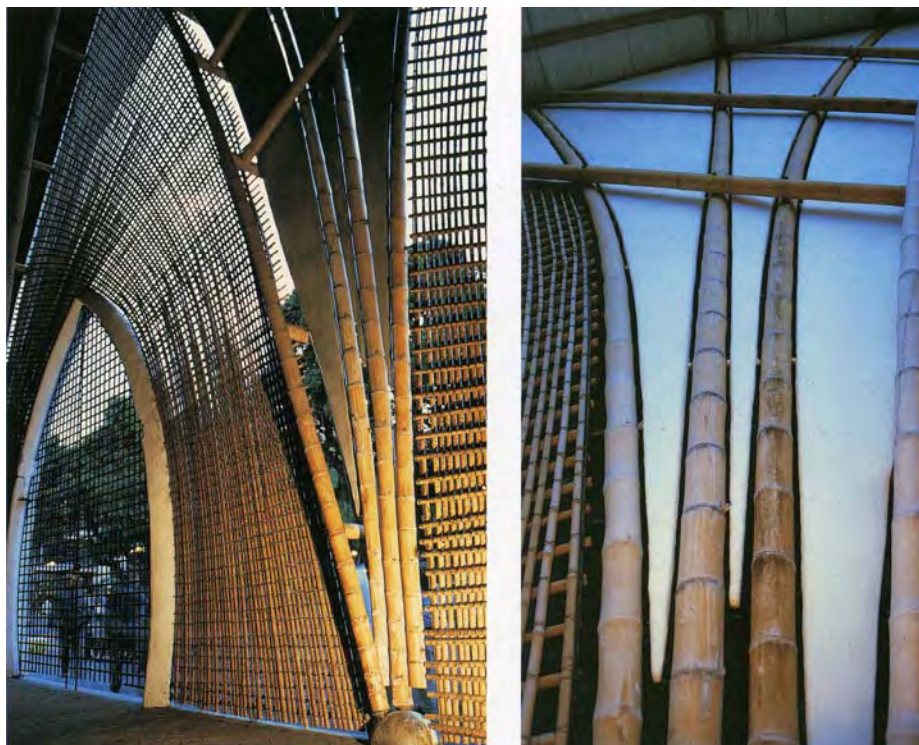
Los pórticos están dispuestos cada cuatro (4) metros, conformándose cada uno por la unión de cinco (5) columnas de guadua, formando su unión una “*estructura tridimensional*”. Cada uno de los módulos se soporta sobre los pedestales de hormigón, están debidamente amarrados en la parte intermedia y superior a través de vigas aéreas de guadua —como se observa en la fotografía anterior— las vigas cumplen la función de arriostramiento y rigidización de la estructura.





227. *Vista parcial estructura de guadua*

Muros y cerramientos: Los muros de la iglesia están representados en el cerramiento de fachada y los muros laterales de linderos. Para la fachada Vélez utilizó un entramado de esterilla de guadua “*logrando tejer el gran arco ojival*” –por decirlo de alguna manera—; dicho tejido sirve de igual forma para demarcar el acceso principal de la iglesia.



228. *Vista parcial fachada Iglesia*

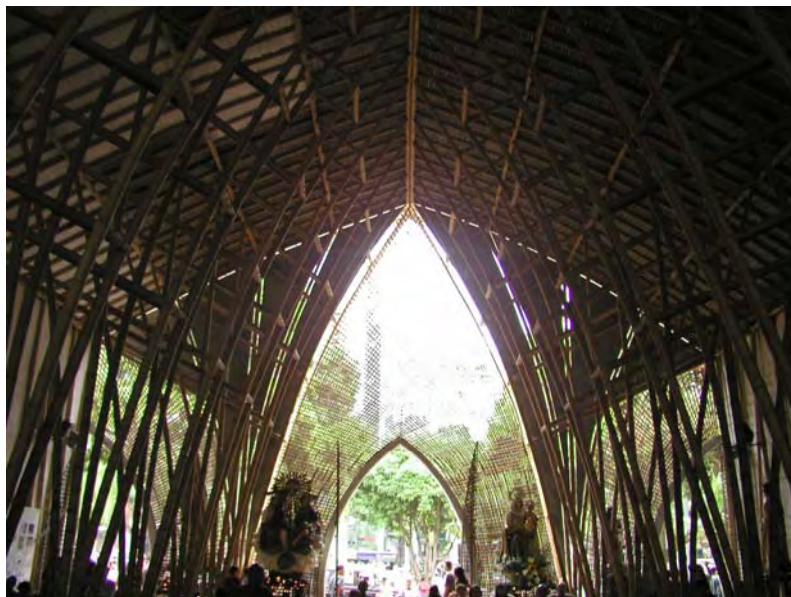


La ornamentación de la fachada en la iglesia se convierte en un verdadero ejemplo de trabajo artesanal en esta obra, dándole una imagen y característica única a la edificación. Los muros laterales son construidos en sistema de mampostería de ladrillo común rebosado y pintado de color blanco, los cuales están reforzados estructuralmente por columnas de guadua empotradas en el sistema de mampostería.



229. *Vista interior de la iglesia*

Cubierta: La cubierta que es a su vez el remate espacial del arco ojival esta solucionada a dos (2) aguas presenta una pendiente del 37%, diseñada su estructura en guadua, sobre la cual se instalo esterilla de guadua, sobre la que se soporta la teja de barro española.



230. *Vista interior de la iglesia*





231. Vista exterior de la iglesia

6.3.5. Futuro Aeropuerto de Manizales

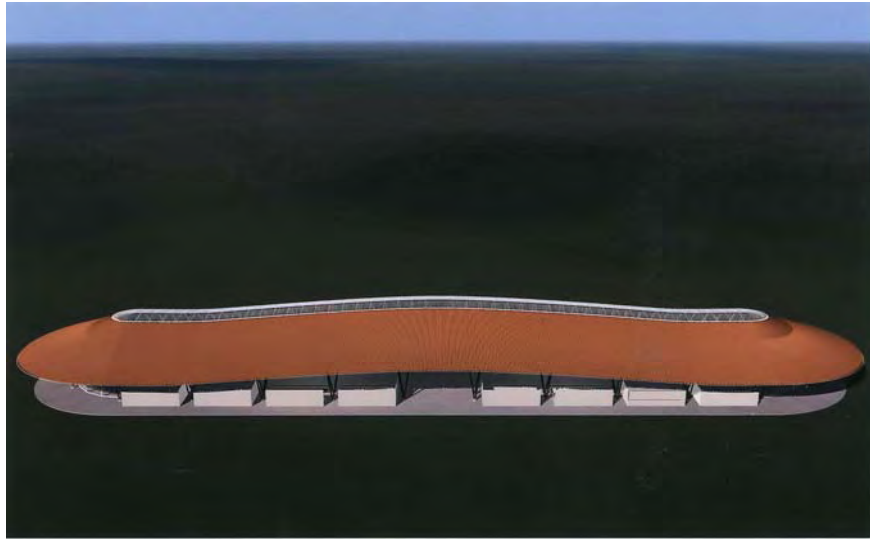
Por último para finalizar este apartado terminamos con un proyecto en que esta actualmente Vélez, que desde se vislumbra como una obra de gran importancia para la arquitectura de bambú en Colombia, el futuro aeropuerto de Manizales. Igualmente para el mismo Simón Vélez será como la culminación de esta etapa, con esta obra el mismo *“siente que ya ha llegado a su madurez arquitectónica”*.

Descripción:

Se trata básicamente de un edificio concebido a partir de una estructura de tipo mixto, con un sistema aporticado en madera – que por la forma del edificio se puede deducir— que será muy similar al sistema utilizado para la sede Carder que analizamos en el anterior apartado. Por carecer de información mas precisa, debido al carácter de anteproyecto en que se encuentra el diseño del edificio. En los gráficos N°



232 y N° 233 de la página siguiente, se puede entender más claramente el planteamiento general del proyecto de una mejor manera.



232. *Vista Aérea del Futuro Aeropuerto de Manizales Simón Vélez 2005*

Esta obra desde ya se vislumbra como un importante aporte a la arquitectura de bambú en nuestro país ,como ya lo anotamos, se trata básicamente de una construcción concebida a partir de una estructura mixta, columnas de madera y estructura de cubierta que se construirá totalmente en guadua, se trata de una inmensa nave de forma rectangular con leves ondulaciones.



233. *Vista interior del futuro aeropuerto de Manizales Simón Vélez 2005*



6.3.6. Puentes de Bambú

6.3.6.1. Puente Jenny Garzón-Bogota 2003



234. *Vista general del puente Jenny Garzón*

Se trata básicamente de un puente peatonal cubierto que está localizado a las afueras de la ciudad de Santa Fe de Bogotá capital colombiana, a la altura de la Calle 80, en la salida que de la capital conduce a la ciudad de Medellín. El proyecto se gestó a través de un convenio entre el Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá IDU, el Sena y Bambú de Colombia. El diseño y construcción de esta obra de ingeniería fue del arquitecto Simón Vélez.



235. *Vista parcial del puente Jenny Garzón*



El puente se construyó para “cruzar” dos (2) vías muy transitadas, que por su alto flujo vehicular tenían un alto riesgo de accidentalidad, por estar situadas justo al lado de una glorieta vehicular, como se observa en la fotografía anterior. La distancia entre apoyos alcanza una luz de 45.60m y una altura promedio de 5.80m. El puente está construido básicamente de guadua en cuyas uniones principales se han inyectado mortero de cemento, dichas uniones mecánicas se solucionan con el sistema que viene utilizando Simón Vélez en los anteriores trabajos ya descritos anteriormente (Pabellón ZERI, sede CARDER, etc).



236. Vista parcial del puente Jenny Garzón

Descripción:

En el proceso transcurrido desde el inicio de la construcción del puente, Simón Vélez tenía en sus manos dos (2) alternativas para ejecutar la obra. La primera era construir la estructura del puente en el suelo, justo al lado del sitio asignado, para posteriormente montar la estructura a través de una torre grúa –sistema que ya se había utilizado en la construcción de otros puentes en guadua— y la otra posibilidad era la de construir la estructura del puente “*in situ*”, empleando un sistema de andamiaje en guadua que facilitaría el proceso constructivo, sin necesidad de detener el tráfico.

El puente se puede definir básicamente como una gran estructura de guadua, con cubierta a dos (2) aguas en material ídem. La estructura está conformada por una “*gran viga*” que da forma a un arco rebajado, con una luz de 45.60m, de ancho 2.50m y una altura promedio de 3.90m, que se apoya directamente en sus extremos en dos



(2) grandes pedestales de hormigón armado, este apoyo funciona como un sistema estructural simplemente articulado.

- **Proceso constructivo:**

A continuación intentare explicar como fue el proceso constructivo, basándome en lo analizado en mis visitas a pie de obra y a las breves explicaciones dadas por el diseñador, teniendo en cuenta que no tuve acceso a ningún tipo de información de diseño, cálculos estructurales, información planimétrica de detalles constructivos, ni especificaciones de obra, por tanto este análisis se hará desde el punto de vista constructivo.

Cabe anotar que esta era la primera obra de gran envergadura en lo que se refiere a ingeniería civil (Ingeniería de Caminos Canales y puertos en España) que Vélez realizaba, después de estudiar como podría realizar la construcción decidió descartar la primera opción, de “*construirlo abajo y luego montarlo*” debido a que no le ofrecía –en su concepto– las máximas garantías de seguridad, sobre todo en lo que se refiere al comportamiento de la estructura a través del paso del tiempo.



237. *Estructura tridimensional en guadua*

Razón por la cual opto por la segunda opción, fue así como a partir de varias estructuras tridimensionales de guadua construidas en el sitio –que vemos en la fotografías– y con un sistema de andamiaje armado completamente en guadua, así iniciaría el proceso constructivo que le permitiría construir el puente, que estaba diseñado a partir de un arco rebajado.

Este proceso prefiero describirlo con las palabras que el mismo Simón Vélez utilizó en aquella oportunidad para explicármelo “*este sistema me permitiría tejer el*



puente allí arriba". El sistema de andamiaje en guadua es el que se puede observar en las anteriores fotografías.



238. *Montaje de andamios y estructura tridimensional de guadua*

Paralelamente al proceso de diseño y construcción de andamios de guadua, se inicio la construcción de la cimentación de los puntos de apoyo en hormigón armado, igualmente se construirían las rampas de acceso al puente con el movimiento de tierras que esto requiere. Las rampas de acceso están “conectadas” con los apoyos y funcionan como un complemento del sistema estructural diseñado por Vélez.



239. *Proceso de construcción y montaje de andamios de guadua*





240. Construcción de los puntos de apoyo y rampas de acceso

- **Sistema Estructural:**

El sistema estructural del puente se puede definir como una estructura de guadua de tipo puntual concebida como una gran viga de 4.20m de altura con una longitud de 47.00m. Diseñada para que responda a los diferentes esfuerzos de tracción y compresión a que esta sometida, los trabajos de diseño y cálculo estructural fueron realizados por un ingeniero civil.



240. Construcción de los puntos de apoyo y rampas de acceso

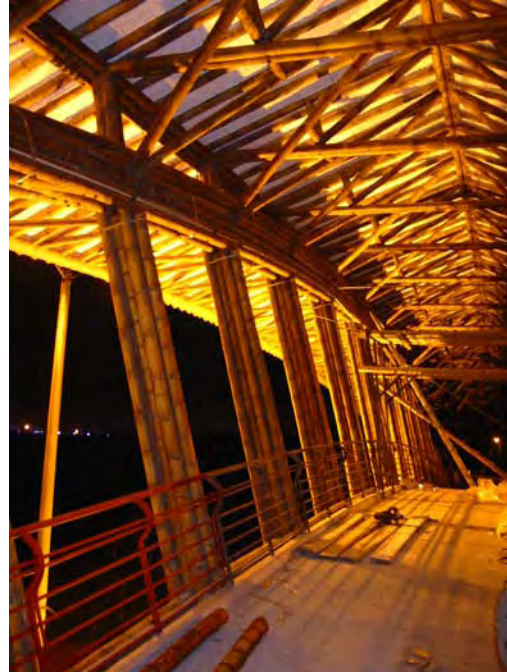
Lo mas importante para resaltar durante el proceso constructivo del puente fue la construcción de las uniones en guadua que conforman la gran viga, estas como ya



es sabido tienen que ir unidas entre varias guaduas para alcanzar la longitud de los 47.00m de luz. Para esto se debieron realizar las uniones con guaduas de longitudes de 10m o 12m, dichas uniones se realizaron de igual forma como lo hemos explicado anteriormente, inyectando mortero de cemento y con varillas de hierro de ½" donde se producen dichas uniones.



240. Vista parcial estructura de cubierta



Vista interior puente



241. Llegada de vigas principales-apoyos



Vista parcial inferior estructura puente



- **Pruebas de Carga:**

Al final del proceso constructivo de la estructura del puente, esta fue sometida a las pruebas de carga previstas por parte de la empresa encargada de la interventoría (oficina de control técnico en España OCT.), la prueba consistió en colocar una carga de 400Kg/m² a partir de sacos de material yeso, con un peso de 50Kg cada uno, los que se pueden apreciar en la siguiente fotografía. Posteriormente y después de realizadas las pruebas, se comprobó que la estructura “cedió” unos 20cm se esperaba un dato menos alto, es decir que no debía de ceder, tal y como sucedió con el pabellón Zeri. Por esta razón se tomó la decisión —de común acuerdo entre las partes— de restarle un poco de peso a la estructura, cambiando dos (2) materiales ya instalados.



242. *Detalle Uniones vigas apoyos*



Pruebas de carga estructura del puente



243 *Vista inferior Uniones vigas estructura forjado puente*



Se decidió entonces cambiar el material de la cubierta ya instalado, que era teja de barro española, por un material de menor peso, en este caso se optó por teja tipo pizarra que resulta mucho más liviana. Una vez se desmontó la teja de barro se procedió a instalar teja tipo pizarra. Luego se decidió cambiar el piso del puente en hormigón a la vista de 10cm de espesor. Se procedió a realizar la demolición del pavimento, proceso que resultó demorado y dispendioso debido al cuidado para realizarlo sin afectar la estructura de guadua que sostiene el piso “vigas aéreas”, por lo que se tardaron dos (2) meses hasta demolerlo todo. Posteriormente para el piso (pavimento) se decidió instalar madera tipo parket.



243. Vista interior del puente



Vista parcial del puente

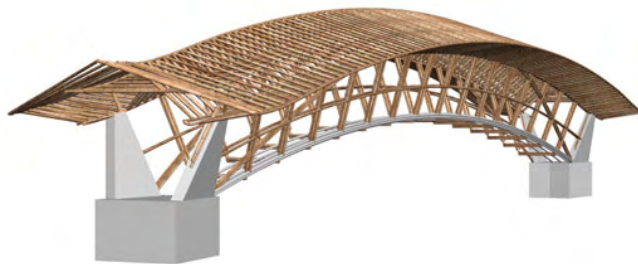


244. Uniones Vigas de guadua y estructura de apoyo en concreto



Es necesario anotar que una vez se terminaron los trabajos referidos, la teja de pizarra instalada y el piso del puente en madera tipo parket, la estructura recupero su estado normal que se tenía previsto, razón por la cual la obra se dio por terminada completamente en el mes de abril de 2005.

6.3.6.2. Puente de Bambú en Guanezhoua-China 2005:



245. *Modelo virtual puente bambú en China Simón Vélez-2005*

Cabe anotar que la construcción del puente de bambú en la localidad de Guanezhoua, en la Republica China hace parte de un proyecto integral, para el que fue contratado Simón Vélez por parte de una importante empresa de ese país. Se trata de la construcción de un hotel ecológico en Bambú, que cuenta con un área de unos 6.000m² construidos aproximadamente. Esta obra según el mismo Vélez se convierte en la obra considerada como la más importante en su carrera profesional. También creo necesario resaltar que esta obra se convierte en un merecido reconocimiento a su trabajo fuera de las fronteras Colombianas, más aun si tenemos en cuenta que China junto con la India son los países considerados como potencias en el contexto mundial en construcciones y tradiciones relacionadas con el bambú.

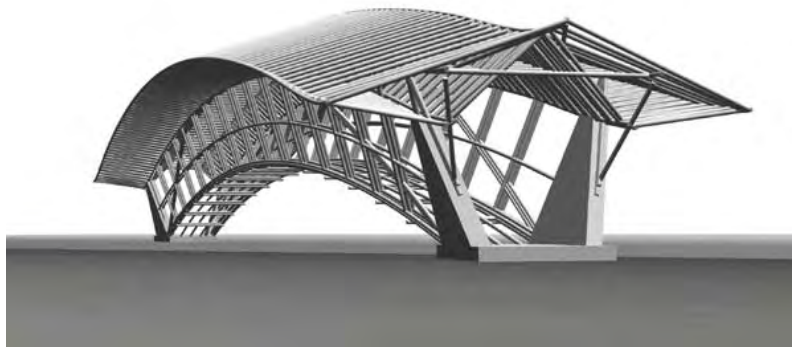




246. Vista general estructura de bambú de hotel ecológico en China

- **Descripción:**

Se trata básicamente de un puente de uso peatonal cubierto que cruza un pequeño río, Vélez utilizó los mismos principios de diseño y construcción del puente de Bogotá, razón por la cual son diseños muy similares. La diferencia en este caso se refiere principalmente a la distancia entre apoyos, en este caso el puente tiene una distancia de 38m, altura promedio de 4.00m y de ancho 2.50m. Otras diferencias radican en la utilización de los materiales, en este caso se utilizó para la construcción de la estructura un tipo de bambú originario de China y la mano de obra empleada en la obra, la cual fue mano de obra Colombiana y mano de obra China.



247. Modelo virtual puente bambú en China Simón Vélez-2005





248. *Vista parcial estructura en hormigón y bambú Simón Vélez-2005*

Proceso constructivo:

El proceso de construcción del puente se realizó de la misma forma que hemos explicado anteriormente en el puente Jenny Garzón, a partir de un sistema de andamios en bambú instalados en la parte del río propiamente, dicho sistema de andamiaje en bambú utilizado es el que se puede observar en las siguientes fotografías.



249. *Construcción de puente bambú en China Simón Vélez-2005*





250. Construcción de puente bambú en China Simón Vélez-2005

Sistema Estructural:

El sistema estructural del puente se puede definir como una estructura de bambú de tipo puntual concebida como una gran viga de 4.20m de altura con una longitud de 38m. Diseñada estructuralmente utilizando los mismos principios del puente Jenny Garzón analizado en el apartado anterior.



251. Construcción de puente bambú en China Simón Vélez-2005





252. Construcción de puente bambú en China Simón Vélez-2005

Por último quiero hacer referencia que este puente fue construido utilizando mano de obra Colombiana y China – como ya lo anote— para lo cual los obreros Chinos antes de iniciar la construcción debieron realizar pruebas practicas, con el fin de familiarizarse con la técnica implementada por Simón Vélez, como se puede observar en las fotografías No 255 de la siguiente página, realizando labores de abertura de orificios en los cañutos del bambú y llenado de mortero de cemento en los mismos.



253. Vista parcial estructura del puente en bambú–China 2005





254. Construcción de puente bambú en China Simón Vélez-2005



255. Prácticas de obreros Chinos



Prácticas de obreros chinos con bambú

Como conclusión importante y después de realizar un análisis a la obra de Simón Vélez, se puede afirmar que: a partir de la experiencia con la construcción de estructuras de gran tamaño, como el pabellón Zeri (2001), el puente Jenny Garzón en Bogotá (2003) y la sede para la Carder en Pereira (2004) se deberá hacer referencia a la *“ingeniería de la guadua”*. Además es para resaltar que ya se ha demostrado plenamente, la viabilidad de la utilización de esta técnica constructiva en el campo de la ingeniería, en obras de un tamaño considerable.

