

Consideraciones tectónicas sobre la obra de Carlos Raúl Villanueva

Nancy Dembo
Sector de tecnología FAU / UCV

Resumen

Estas líneas están dedicadas a indagar sobre los aspectos tectónicos en la obra de Carlos Raúl Villanueva considerados a través de tres momentos: la década de los años treinta, la de los cincuenta y la de los setenta, los cuales señalan cambios significativos en la aproximación del arquitecto al tema. Los tópicos considerados incluyen las reflexiones conceptuales de Villanueva sobre el desarrollo tecnológico, la disciplina del diseño estructural en permanente diálogo con la producción arquitectónica, el potencial de los materiales en términos de su capacidad resistente, expresión, textura, tratamiento, entre otros, así como las técnicas que hacen posible la materialización del objeto construido. Con el fin de ilustrar estos temas se han analizado algunos ejemplos que permiten mostrar las consecuencias de las transformaciones tectónicas sobre el objeto construido.

Abstract

A study of the tectonic aspects in the work of Carlos Raúl Villanueva reveals significant changes in three moments of his career: the decades of the thirties, the fifties and the seventies. The topics covered comprise his thoughts on technological development, structural design in permanent dialogue with his architectural production, the potential of materials in terms of their resistance capacity, expression, texture and treatment, as well as the technics that make possible the materialization of the project. In the way of illustration, some examples of Villanueva's work are analyzed in an attempt to demonstrate the consequences of tectonic transformation on the constructed object.

El arquitecto es un intelectual por formación y función. Debe ser técnico, para poder realizar sus sueños de intelectual. Si tales sueños resultan particularmente ricos, vivos y poéticos, quiere decir que a veces también puede ser un artista. Carlos Raúl Villanueva, «El arquitecto», 1961.

La obra de Carlos Raúl Villanueva, mencionada en buena parte de la producción historiográfica referida a la arquitectura moderna y de manera muy especial en la que corresponde a Venezuela, ha sido analizada con particular interés desde varios enfoques: el hecho arquitectónico propiamente dicho, su vinculación con la arquitectura moderna, el concepto sobre la función social de la arquitectura y la atractiva coyuntura de la integración de las artes y la arquitectura que se da en la Ciudad Universitaria (razón, entre otras, por la que ha merecido ser declarada Patrimonio Mundial de la Humanidad por parte de la UNESCO). Existen, sin embargo, aspectos que, en la mayoría de los casos, han sido mencionados tangencialmente y sólo recientemente incorporados al análisis de la obra de Villanueva. Nos referimos a los aspectos tecnológicos y estructurales así como al desarrollo que ellos alcanzaron en manos de ese profesional abierto a las innovaciones, consciente del momento histórico en el cual participaba, interesado por el conocimiento universal y confrontado con los retos que le presentaba la circunstancia local.

La fuerza expresiva derivada del elemento portante, así como el dialecto de los materiales y los procesos constructivos vinculados al desarrollo tecnológico de un tiempo y un lugar, resumen las características tectónicas de la obra de Villanueva y son una opción para entender de qué manera se concretaron sus espacios imaginados.

Descriptores:

Villanueva, Carlos Raúl
1900-1975; Arquitectura
Venezuela 1930-1950.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 18-II, 2002, pp. 09-19.
Recibido el 14/05/02 - Aceptado el 28/10/02

Es tarea ardua intentar analizar en su totalidad la extensa obra que el arquitecto produjo, sin embargo, siendo el aspecto evolutivo de su producción fundamental para la comprensión de las transformaciones del carácter tectónico de su legado, hemos optado en esta oportunidad por escoger tres momentos que de alguna manera ilustran distintas aproximaciones en el uso de los materiales, los procesos constructivos y las consideraciones referidas al diseño estructural.

En primer término analizaremos la obra de Villanueva de los años treinta, cuando en Venezuela prevalecían -como opción constructiva- las edificaciones en mampostería. Esta técnica, que involucra la piedra y el ladrillo como componentes básicos y que ha sido consolidada a través de los siglos, resultó noble en relación con las ambiciones espaciales y formales de las edificaciones de entonces y su arraigo en cierto modo obstaculizó la incorporación de los nuevos materiales -acero y concreto armado- producto de la revolución industrial y que en forma tímida conquistaban su espacio en el ámbito de la construcción. Luego abordaremos el período que coincide con la década de los años cincuenta, cuando el concreto armado alcanza un puesto estelar dentro de las opciones de materiales que de manera eficiente y retadora satisfacen las propuestas de esa modernidad que se gestaba en el país y sobre la cual la obra de Villanueva tiene mucho que decir. Por último, indagaremos en su producción de los años setenta, cuando el *boom* del desarrollo tecnológico invade definitivamente el ámbito de la construcción en nuestro país y permite a Villanueva concretar algunas de las ideas sobre el potencial de la industrialización en la producción de edificaciones, apoyado en la experiencia del trabajo interdisciplinario, criterio que el arquitecto fue cultivando a lo largo de su carrera profesional.

Los años treinta

Villanueva llega a Venezuela en 1928 y se incorpora al ejercicio profesional en 1929. En la Venezuela de los años treinta no había condiciones de índole socioeconómica que justificaran el surgimiento de las tendencias funcionalistas. No habían surgido cambios en la estructura productiva porque no había ocurrido ningún fenómeno parecido a la revolución industrial. Además, la recién inaugurada política económica petrolera aún no generaba ingresos suficientes que permitieran asumir riesgos con nuevas tendencias arquitectónicas, ni experimentos en el ámbito constructivo. Es así como la transición a la modernidad en

nuestro país se da, en ocasiones, por imitación de las sociedades que para entonces mostraban mayor grado de desarrollo, así como por la iniciativa de los profesionales que decidieron ejercer y ejercitar aquí esa reflexión obligada hacia las consecuencias del desarrollo tecnológico que tenía lugar en otras latitudes.

En el caso de Villanueva, sus obras de este período pueden ser vistas como investigaciones estilísticas que intentan la incorporación erudita de la cultura arquitectónica -adquirida por él en su paso por la *École de Beaux Arts*- a la historia constructiva local. Ese carácter investigativo, que ha merecido el calificativo de experimental o exploratorio para definir sus primeras producciones, puede ser aplicado también a las características tectónicas de las mismas. Es así como veremos las ventajas de los nuevos materiales, es decir el concreto armado y el acero, utilizadas en términos de ciertas conveniencias formales, no necesariamente vinculadas a las capacidades resistentes de estos nuevos materiales, lo que intentaremos ilustrar con algunos ejemplos.

El Hotel Jardín (foto 1), construido en 1929, frente a la Plaza Bolívar de la ciudad de Maracay, es un edificio de intencional orientación clásica, con un eje axial que pasa por el centro del acceso a partir del cual se organizan, en forma simétrica, los espacios más íntimos de las habitaciones, las áreas sociales y los jardines (foto 2).



Foto 1:
Fachada Hotel Jardín, Maracay.

Fuente:
Nancy Dembo.



Foto 2:
Pasillo bloque de habitaciones, Hotel Jardín, Maracay.

Fuente:
Nancy Dembo.

Si abordamos las características tectónicas vinculadas al soporte del edificio podemos observar que la estructura del bloque de las habitaciones está organizada sobre la base de un sistema de vigas, columnas y losas distribuidas en función de los espacios de dichas habitaciones y la galería de circulación externa. En la fachada que da hacia el jardín, las columnas se ocultan tras las falsas arcadas que dibujan la planta baja y reaparecen en el nivel superior, mostrando una sección circular, proporcionalmente menor, con el fin de dar mayor amplitud y ventilación a la galería del segundo piso. Esta circunstancia sugiere un complaciente papel de la estructura hacia las exigencias formales de la edificación. Las arcadas de la planta baja son un recurso formal y no estructural (foto 3).

Este rol complaciente del concreto hacia las aspiraciones formales se acentúa en las áreas sociales correspondientes al Salón de Baile y los corredores de acceso al mismo, donde vemos sistemas de triple columna acompañadas de vigas curvas en un esfuerzo por formular la volumetría, ajeno totalmente al potencial portante del concreto, material que, en este caso, ha sido utilizado para generar masa (foto 4).

Uno de los más atractivos ejemplos de este período lo constituye la plaza de toros de la Maestranza (foto 5) Este volumen cilíndrico, conformado por anillos concéntricos, está soportado sobre un sistema de columnas en concreto armado conectadas en sentido radial por vigas del mismo material y, transversalmente,

por vigas de concreto y perfiles metálicos que conforman el esqueleto de albergue de las gradas. El anillo exterior contiene las columnas que enmarcan los arcos ojivales moriscos que otorgan el aire andaluz que exhibe la fachada. En esta circunferencia las distancias entre apoyos alcanzan 6,80 metros de eje a eje, medidos como cuerdas de dicha figura geométrica y representan la mayor luz del conjunto. Cada pilar tiene un ancho de 1,70 metros por lo que la luz libre se reduce a 5,10 metros. Dicha sección responde mayoritariamente al planteamiento formal de los arcos ojivales. Al abandonar el plano de la fachada y adentrarse en el área de la gradería, dichas columnas son considerablemente menores (0,64 metros de ancho comparado con el ancho de 1,70 metros de la fachada), gesto vinculado al reconocimiento de la capacidad de soporte del concreto armado.

No sólo resulta innovadora la incorporación del concreto armado a esta construcción, también lo es la integración de perfiles de acero a la gradería y al techo del aro exterior de la misma. En el caso de la grada propiamente dicha, ésta se conforma con dos perfiles de acero que se complementan con la loseta de concreto que sirve de asiento al espectador (foto 6). Cubiertos con una masilla, estos perfiles no son evidentes y a simple vista se manifiestan como viguetas de concreto, sin embargo esta solución es sorprendentemente racional, tanto desde el punto de vista estructural -losa nervada- como constructivo y sin duda un aporte en el lenguaje tectónico de Villanueva.

Foto 3:
Vista desde el patio interior, Hotel Jardín, Maracay.

Fuente:
tomada de Niño Araque, 2000, p. 24



Foto 5:
Maestranza de Maracay, vista general.

Fuente:
Mónica Silva.



Foto 4:
Salón de baile, Hotel Jardín, Maracay.

Fuente:
Nancy Dembo.



Foto 6:
Vista de vigas y columnas de soporte de la gradería, Maestranza de Maracay.

Fuente:
Mónica Silva.



Otro de los ejemplos correspondientes a este período es el Museo de Bellas Artes (foto 7). Desde el punto de vista tectónico, el edificio es ejemplo de la timidez que todavía caracteriza al lenguaje estructural de las obras de Villanueva. El uso de la rígida mampostería de arcilla para los cerramientos, conjuntamente con las columnas de inspiración dórica, en concreto, genera dos estructuras de soporte en relación con los elementos verticales, es decir, un doble lenguaje portante (foto 8). En contraste, será el reto estructural de los elementos horizontales de vigas y losas, sometidos a flexión, los que comprometan, en primera instancia, el desarrollo tecnológico con la arquitectura ecléctica, aún vinculada con el carácter escenográfico. Estos elementos portantes exigirían de los nuevos materiales la capacidad para absorber la tracción que se desarrolla cuando un elemento se flexiona, de allí que la solución estructural de las losas planas, con luces algo ambiciosas, que permiten satisfacer la libertad de los espacios expositivos, exigió de una racionalidad compatible con el potencial del concreto armado y los perfiles de acero. Es importante recordar que la resistencia de estos materiales, para mediados de los años treinta, en nuestro país, era de 40kg/cm² para el concreto, no mucho más que la ofrecida por la mampostería de arcilla, y alrededor de 1.000 kg/cm² para el acero. Pero su verdadera ventaja surge al trabajar en conjunto, dotando a la estructura de la capacidad resistente para absorber los esfuerzos que en ella se desarrollan.

Como último ejemplo de este período presentamos la Escuela Gran Colombia (foto 9). Desde el punto de vista tectónico esta edificación representa un ejerci-

cio eficientemente logrado entre las aspiraciones espaciales y las estructuras de soporte. El énfasis en las placas horizontales que integran y rematan los prismas que componen este conjunto manifiestan la comprensión hacia las ventajas del concreto armado en el soporte de los esfuerzos de flexión que se producen en estas superficies. Pero además, los pórticos desnudos, independientes de las paredes de mampostería, que constituyen las fachadas internas que dan al patio central del edificio, muestran secciones ajustadas a la capacidad de los materiales, otorgando mayores posibilidades a las proporciones espaciales (foto 10).

La discriminación entre envolvente y soporte, piel y esqueleto, que luego defendería Villanueva, comienza a sentirse. Podríamos entonces resumir las características tectónicas de la obra de Villanueva de este período:

- doble estructura de soporte vertical: muros de mampostería + pórticos de concreto
- carácter fluido del concreto utilizado para definir la volumetría formal
- capacidad resistente del concreto armado y los perfiles de acero utilizada en la solución estructural de los elementos horizontales de vigas y losas;
- procesos tradicionales de construcción.

Estas experiencias de los años treinta servirían de referencia a las obras de Villanueva proyectadas y construidas en la década de los cuarenta, como la reurbanización de El Silencio y las primeras edificaciones del conjunto médico de la Ciudad Universitaria. A partir de entonces, la mejorada resistencia de los ma-

Foto 7:
Museo de Bellas Artes de Caracas (hoy Galería de Arte Nacional), vista general.

Fuente:
tomada de Arcila Farías, 1961, p. 534.



Foto 9:
Escuela Gran Colombia (hoy Grupo Escolar Francisco Pimentel).

Fuente:
tomada de Niño Araque, 2000, p. 74.



Foto 8:
Patio interior del Museo de Bellas Artes de Caracas.

Fuente:
Samuel Dembo.



Foto 10:
Escuela Gran Colombia. Vista del patio, columnas, vigas y losas de concreto.

Fuente:
tomada de Posani/Gasparini, 1969, p. 342.



teriales permitió abandonar la dependencia del uso de la mampostería como medio de soporte vertical, el carácter fluido del concreto fue utilizado para alcanzar la libertad formal de los elementos estructurales, y el monolitismo estructural se consolidó a través de la sistematización de los procesos constructivos vinculados al vaciado del concreto.

Los años cincuenta

Veinte años después de que el joven Villanueva participara en el proyecto del Hotel Jardín en Maracay, el Maestro proyectó, en 1949, el Estadio Olímpico de la Ciudad Universitaria de Caracas. Sin duda, su trayecto desde el academicismo a la modernidad se había cumplido y en adelante, sin titubeos, iniciaba un período de profunda investigación en el campo de la arquitectura.

El concreto, como material moldeable, incitaba a una verdadera revolución en términos del libre desarrollo de la forma, lo que afectaría tanto al espacio contenido como al espacio contenedor, representado este último por la estructura y los cerramientos. Esta revelación queda reflejada en la insistente valoración que el arquitecto dio al desarrollo tecnológico como potencial en el proceso de concreción de una idea, valoración que vemos reflejada en sus escritos a partir de los años cincuenta. Así diría:

“La arquitectura cesará de estar hecha a mano. Se hará todo a máquina. Es ésta la única respuesta valedera a la extensión del significado social de la arquitectura (...) El proceso constructivo realizado en la fábrica, el transporte universalizado de las piezas, el montaje mecanizado en el sitio revolucionarán los métodos de proyección” (Villanueva, 1980b, p. 54).

Sin embargo, la aproximación al desarrollo tecnológico la veremos reflejada en la obra de Villanueva de los años cincuenta en el alarde estructural de las soluciones del espacio contenedor más que en el impacto de la industrialización en el campo de la construcción, tema que hasta la década de los sesenta quedaría relegado al discurso, como lo demuestran sus últimas obras.

El Estadio Olímpico (foto 11) es un ejemplo particularmente atractivo para indagar hasta qué punto los criterios sobre el diseño de los elementos de soporte fueron determinantes en la definición de la forma de la edificación en su totalidad. La geometría en “C” responde a la aspiración de integrar en un mismo sistema de soporte la estructura de techo y la gradería. Llama la atención, a primera vista, que dichas formas sugieren una comprensión del comportamiento de la estructura portante que se refleja en una intencional distribución del material en relación con los esfuerzos. (diagrama 1). El material se concentra en las zonas de máximo esfuerzo y viceversa, lo que implica criterios de racionalidad estructural en las soluciones. Además, existe un claro reconocimiento hacia el potencial del concreto armado como material moldeable y resistente a las exigencias derivadas del comportamiento de dichos elementos de soporte.

La decisión de colocar las costillas por encima de la losa, con el fin de crear una envolvente continua hacia el interior y reforzar la expresión exterior, representa una clara comprensión de las nuevas potencialidades del concreto armado en términos de su capacidad resistente y de su condición de fluido que se puede moldear.

Los corredores cubiertos, en algunas de sus versiones, reiteran la valoración de Villanueva hacia el tema estructural, como recurso atractivo en la formulación del espacio arquitectónico.



Foto 11:
Estadio Olímpico de la UCV.

Fuente:
tomada de Siegel, 1975, p. 131.

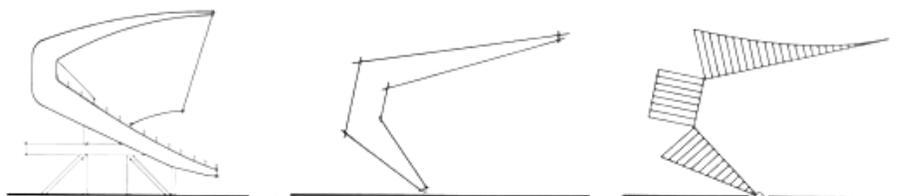


Diagrama 1:
Estadio Olímpico de la UCV. Diagrama de esfuerzos

Fuente:
tomado de Siegel, 1975, p. 130.

En el caso del pasillo de acceso desde la Plaza Venezuela (foto 12) la geometría, que en un principio aparece como respuesta funcional al problema del recorrido curvo, involucra evidentes criterios de racionalidad estructural. La ondulación de la losa, si bien resuelve el recorrido curvo, proporciona al elemento estructural la rigidez necesaria para que esta superficie sea capaz de salvar la luz entre los nervios de apoyo, en contraposición con lo que hubiese ocurrido si se tratara de una losa plana. Estos nervios colocados por encima de la losa laminar cubren una luz de 8,6 metros y apoyan en una viga transversal de sección pentagonal, hueca, sometida a grandes exigencias tanto de flexión (derivados de la luz de 15 metros entre apoyos) como de importantes esfuerzos de torsión (ocasionados por el apoyo asimétrico de los nervios), que pueden ser absorbidos gracias al sistema de pretensado (diagrama 2). Las columnas de apoyo de la viga pretensada dan continuidad a la curvatura de la superficie del techo y su considerable sección es producto de los momentos que en ellas se producen. Aquí de nuevo se reconocen los criterios de racionalidad estructural y las concesiones formales hacia los elementos de soporte.

Para el pasillo entre las Facultades de Ingeniería y Humanidades (foto 13), recorrido que colinda con el espacio coloquialmente conocido como "tierra de nadie", Villanueva propone una cubierta totalmente diferente aun cuando las exigencias de cobijo y contexto tendrán igual relevancia que para el caso ante-

rior. En este caso el soporte se presenta como un elemento en forma de "L" invertida sobre el cual apoya una losa ondulada que permite cubrir los 16 metros de luz entre los apoyos. La geometría escogida ofrece un equilibrio frágil, pues a medida que el volado es más ambicioso la estabilidad del conjunto disminuye (diagrama 3). En función de ello, la dimensión del voladizo se fijó en 6,5 metros. La viga en "L", desarrolla grandes esfuerzos de tracción al flexionarse por lo que fue necesario recurrir al sistema de pretensado, que ofrece mayor capacidad para resistir la tracción que el concreto armado. Esto permitió mayor libertad en la definición de la geometría de los elementos de soporte. La transmisión de dicha tracción se hace a través de un conducto que contiene los cables que orientan el esfuerzo a la fundación. Esto a su vez hizo posible la esbeltez que ostenta el elemento vertical. Para que la losa, apoyada cada 16 metros, fuese un elemento liviano, fue necesario dotarla de cierta rigidez a través del manejo de la forma. De allí surgió su geometría ondulada. El conjunto en su totalidad logra un interesante compromiso entre el espacio cubierto y la estructura de soporte.

Como referencia de cierre para las obras de este período citamos el Aula Magna (foto 14) como ejemplo que resume las características tectónicas de la obra de Villanueva de los años cincuenta. Las formas adoptadas por los elementos portantes son determinantes en la consolidación del discurso que se inaugura en estos espacios.

Foto 12:
Pasillo cubierto de la UCV,
acceso a la Plaza
Venezuela.

Fuente:
tomada de Moholy-Nagy,
1999, p. 87.



Foto 13:
Pasillo
Humanidades
/Ingeniería, UCV.

Fuente:
tomada de
Moholy-Nagy,
1999, p. 87.

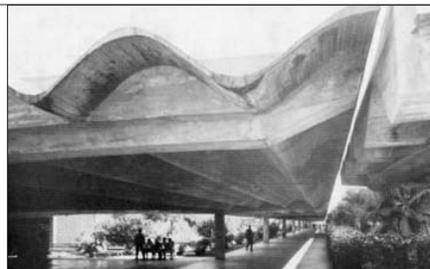


Diagrama 2:
Pasillo cubierto de la
UCV, acceso a la Plaza
Venezuela. Esquema
estructural.

Fuente:
estructural; tomado de
Benedetti/Otahola,
1955.

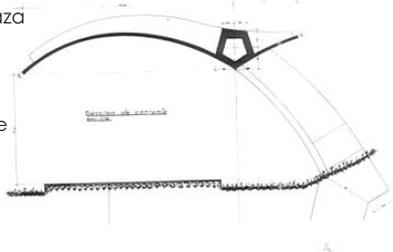
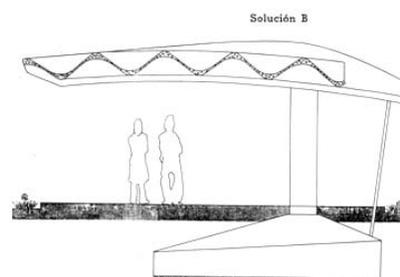


Diagrama 3:
Pasillo Humanidades
/Ingeniería,
UCV. Esquema
estructural.

Fuente:
Esquema estructural.



Lo que es válido para la relación forma/función, en relación con el espacio arquitectónico, también lo es para las soluciones estructurales. Una función no obliga a una única forma; por el contrario, abre la búsqueda hacia múltiples soluciones. En el caso de los elementos de soporte el diseñador tiene la libertad de escoger el recorrido de las fuerzas que considera convenientes en función de lo cual define las formas y los materiales que satisfacen los esfuerzos que entonces se derivan. Al respecto dice Villanueva:

“La estructura es para el edificio lo que el esqueleto es para el animal: el esqueleto contiene y soporta los órganos más diversos; así la estructura debe ser diseñada para que contenga los órganos más diversos, exigidos por el programa. Debemos valorar el esqueleto y los músculos que lo envuelven: piel y esqueleto; la distinción neta y precisa entre los dos elementos debe aparecer; el puramente constructivo y el revestimiento. La estructura obliga la escogencia de los materiales y su realización en la obra es la materialización del espacio” (Villanueva, 1980a, p. 44).

En el caso del Aula Magna, el sistema estructural podemos descomponerlo en subsistemas más sencillos y estáticamente determinados con el fin de simplificar su análisis. Así, desde el exterior, apreciamos el gran pórtico central, la cubierta del espacio de grandes luces, la marquesina, el soporte exigido por el escenario y los servicios que con él se vinculan, y los pórticos que aportan la rigidez del conjunto (foto 15). En el interior, protagonizan el gran volado que conforma el balcón y la estructura del plafón que permite el mágico efecto de los platillos voladores de Alexander Calder.

El gran pórtico central constituye la columna vertebral del sistema y sirve de apoyo a las doce vigas de la cubierta de la sala que llegan por una cara, y a las once vigas del escenario que llegan por la otra. Los montantes verticales del pórtico son responsables de transmitir gran parte de la carga de la cu-

bierta a las fundaciones. En un gesto formal, estos elementos mantienen la sección de la viga Vierendeel que soportan.

Las doce costillas que cubren el espacio central del Aula Magna apoyan en un extremo en el pórtico central y en el otro en un juego de doce columnas que definen el acceso a la sala. Cada costilla puede ser vista como una viga de un solo tramo, apoyada en sus extremos, lo que en términos de esfuerzo se traduce en un momento máximo en el centro y momentos menores de empotramiento en los apoyos. Sin embargo, en el extremo que da hacia el acceso del recinto, la viga ha sido utilizada para apoyar la marquesina en volado que conforma el borde del edificio en esa zona, lo que introduce un esfuerzo adicional a ese extremo de la viga que se traduce en una mayor sección. Las costillas están unidas por una escueta loseta de 8 centímetros de espesor que apoya en diferentes niveles de dicha viga, definiendo hacia el exterior un perfil para la costilla diferente al de su verdadera sección.

Como extensión de la cubierta en abanico de la gran sala, se desarrolla la marquesina que, sin constituir la fachada principal del edificio, cubre las zonas de acceso al Aula Magna. La flexión a la que están sometidas estas vigas exige de un apoyo intermedio cuya solución se ha materializado en un tensor que se ancla en las entrañas de la viga, emerge al exterior en el recorrido y se interna en la costilla de la gran sala, la cual, en última instancia, le brindará el apoyo requerido.

El conjunto de las vigas que constituyen el otro lado del costillar, organizadas a partir de la columna vertebral (macro pórtico) y que, como dijimos anteriormente, conforman el soporte del techo de la escena y zonas aledañas, está por debajo de la loseta por lo

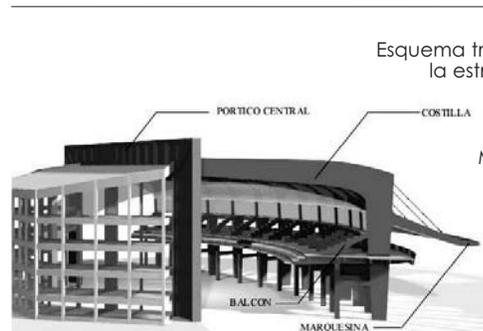
Foto 14:
Aula Magna-UCV,
vista desde
el exterior.

Fuente:
tomada de Niño
Araque, 2000,
p. 126.



Foto 15:
Esquema tridimensional de
la estructura del Aula
Magna-UCV.

Fuente:
Modelo realizado
por la Arq.
Miriam Salas
(estructura
simplificada).



que no puede ser apreciado desde el exterior. Es así como desde fuera sólo veremos una losa plana, de discurso anónimo, que contribuye a resaltar el gesto plástico del abanico que conforman las costillas de la cubierta de la gran sala.

El esqueleto se completa con los pórticos laterales que sirven de envolvente al recinto central y que dan la rigidez necesaria al conjunto. Este volumen contenedor satisface a cabalidad las exigencias de soporte requeridas para alcanzar las ambiciones del espacio interior.

Un solo gesto estructural tiene presencia dentro del espacio interior: el imponente balcón (foto 16). El plano inclinado está constituido por las gradas de asientos, el plano vertical por la hilada de pilares de la entrada y el plano horizontal es una losa que se extiende hacia el exterior en donde surge como pasillo de entrada de la zona de balcón y se proyecta hacia el interior como espacio de cobijo que crea la transición necesaria para ese respirar profundo e inevitable que exige el gran espacio del Aula Magna. Ese esquema estructural, con doble hilada de columnas, disminuye la exigencia portante de este elemento cuyo volumen irrumpe en la sala dando la sensación de una hazaña estructural de mayor envergadura.

Para lograr esa pureza de las superficies lisas y blancas que envuelven el imponente espacio interior fue necesario recurrir a una piel de yeso o plafón que apacigua la avasallante estructura exterior y sirven de telón de fondo a los platillos voladores que emocionan y a la vez satisfacen la acústica del lugar. La estructura que soporta el plafón permite además fijar las nubes acústicas de Calder y ajustar su posición en función de las exigencias técnicas.

Es importante mencionar que en toda estructura la geometría y los detalles de unión entre los elementos portantes definen la rigidez mecánica del conjunto por lo que las decisiones tomadas en ese sentido son,

en gran parte, responsables de la capacidad de deformación de la edificación. Es decir que en la medida en que el arquitecto se involucra en la definición de la geometría de los elementos portantes no está definiendo sólo variables formales sino que está participando en la definición del comportamiento estructural del edificio. El cálculo estructural, generalmente responsabilidad del ingeniero, es sólo una orientación de la cantidad de material o materiales que se deben incorporar para resistir un determinado esfuerzo, pero exige de un diseñador que traduzca en forma esa expresión numérica. Al final, el lenguaje geométrico puede ser o no satisfactorio al espacio y sólo en ocasiones alcanza la felicidad de una metáfora inesperada, como bien lo reconocemos en la poética de las estructuras de Villanueva. De allí la importancia de las responsabilidades asumidas por Villanueva en este sentido.

Antes de cerrar el tema de las características tectónicas de la obra de Villanueva en el período de los años cincuenta, deseo mencionar el heroísmo de los procesos constructivos que sustentaron la ejecución de estas edificaciones. Complejos encofrados de madera, verdaderas esculturas, debieron ser elaborados por esmerados carpinteros para satisfacer las cada vez más sofisticadas geometrías de los elementos portantes (foto 17). A pesar de la racionalidad de muchos de los planteamientos estructurales (como es el caso de los estadios, o el Aula Magna), la incorporación de la industrialización como opción constructiva no fue considerada, aun cuando el desarrollo tecnológico del país comenzaba a dar muestras contundentes en ese sentido. En el caso de Villanueva este tema quedó relegado a su discurso y su puesta en práctica se desplazó a las obras construidas en la década de los sesenta y, más en concreto, en los años setenta.

Podríamos resumir entonces las características tectónicas de la obra de Villanueva de este período:

- racionalidad estructural: las formas estructurales reflejan las exigencias portantes;

Foto 16:
Aula Magna-UCV, vista desde el interior.

Fuente:
tomada de Niño Araque,
2000, p. 157.

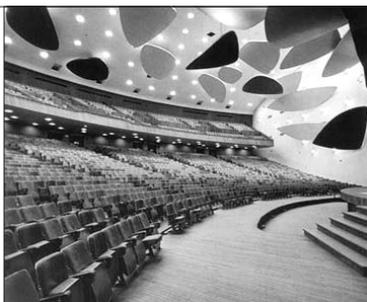


Foto 17:
Aula Magna UCV,
en construcción.

Fuente:
www.arq.ucv.ve/
Centenario Villanueva.



- mayor capacidad portante: el concreto armado y el concreto pretensado permiten alcanzar el libre desarrollo de la forma;
- la racionalidad estructural no se refleja en los procesos constructivos tradicionales de vaciado en sitio.

Los años setenta

Las últimas dos obras de Villanueva, concebidas en los años sesenta, se construyeron en la década de los setenta, época de gran bonanza en la economía venezolana, lo que explica el drástico vuelco que entonces tuvo la industria de la construcción centrado, básicamente, en la modernización de los equipos que a ella se incorporaron. Pero más allá de esa transformación, quizás uno de los aspectos más atractivos, en lo que concierne a los aspectos tectónicos de la obra de Villanueva de este período, se refiere a la manera en que el arquitecto interactuó con los equipos interdisciplinarios que entonces lo acompañaron. Gracias a esa vinculación el tema de la industrialización, mencionado y argumentado durante la década de los cincuenta, tuvo finalmente su oportunidad en las producciones de sus últimos años.

Para la definición de las características tectónicas de este período tomaremos como referencia la ampliación del Museo de Bellas Artes de Caracas, su última obra construida (foto 18). Aunque esta obra se proyectó en 1966, su construcción no se inició sino hasta finales de 1972 y quedó terminada en 1973. El Maestro tenía claro el grado de dependencia de las circunstancias exteriores: el cliente, la economía del país de entonces, los medios de producción y la sociedad en su conjunto. Quizás esa conciencia y la coincidencia de un equipo interdisciplinario entusiasta y convencido de que los procesos industrializados eran el futuro de la construcción fueron, en última instancia, las que permitieron que la experiencia de la prefabricación dejara de ser mero discurso para constituirse, en este caso en particular, en una condicionante desafiante.

Foto 18:
Ampliación del Museo de Bellas Artes de Caracas.



El Museo consta de tres áreas bien definidas: la zona administrativa, las zonas de circulación y el volumen contenedor de las salas de exposición. La zona administrativa y las rampas de circulación, así como los ascensores, no exigían de mayores acrobacias estructurales para su soporte. En cambio, el volumen correspondiente a las salas de exposición clamaba por un tratamiento más riguroso para satisfacer los amplios espacios, libres de apoyos intermedios. Así que dedicaremos mayor atención a la solución de estos espacios expositivos.

Luego de indagar sobre distintas opciones volumétricas, tema que le gustaba discutir con Miguel Arroyo, entonces director del Museo, Villanueva comenzó a trabajar sobre las proporciones del cuadrado y determinó una retícula nominal en planta de 3 metros x 3 metros que permitiría una planta de 21 metros x 21 metros y volados de hasta 4,5 metros, es decir, módulo y medio. Además estableció como condición una estructura transparente que permitiría colocar la iluminación y el resto de las instalaciones, así como un sistema de tabiques divisorios de apoyo a las intenciones expositivas. La responsabilidad del soporte vertical del edificio la asumiría un conjunto de paredes portantes perimetrales que definiría un contenedor cerrado, animado por las aberturas de los balcones en volado que miran hacia el Parque Los Caobos. La losa estaría constituida por un elemento estructural tridimensional, capaz de soportar una sobrecarga de 500 kg/m², con luces libres de 21 m x 21 m. El acierto en la eficacia de la forma, así como la resistencia de los materiales empleados, sería fundamental para alcanzar "más con menos", es decir, la máxima eficiencia con el mínimo de material, con el fin de responder a la condición de transparencia establecida por Villanueva.

Se definieron entonces los elementos componentes de la losa, distribuidos en el plano inferior, el plano superior y la pieza conectiva entre ambos planos (foto 19).

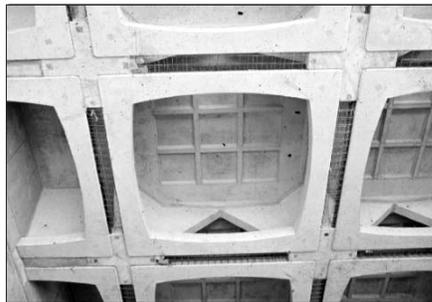


Foto 19:
Ampliación del Museo de Bellas Artes de Caracas. Vista de la losa de entrepiso.

Fuente:
J. A. Peña.

El plano inferior de la losa quedó conformado por una serie de marcos rígidos, de dimensiones nominales acordes con la retícula de 3 m x 3 m y entre los cuales se alojaron dos juegos de cables de alta resistencia en las dos direcciones ortogonales. Este conjunto es el responsable de absorber la tracción que deriva de la flexión de la losa: los marcos como elementos que proporcionan la rigidez y los cables absorbiendo el gran esfuerzo de tensión (foto 20).

El elemento conectivo de los planos superior e inferior es una cruz. Esta va disminuyendo su sección hacia la zona de la base donde la pequeña cruz se inserta entre los marcos, permitiendo el paso de los conductos que alojan los cables. En la parte más amplia de la cruz, o sea en el tope, los brazos de la misma sirven de soporte a las losetas del plano superior (foto 21).

El plano superior quedó constituido por una loseta nervada en dos direcciones, de concreto armado y responsable de absorber la compresión que se desarrolla en esa zona del elemento tridimensional.

La estrategia de producción de las piezas, así como el montaje de las mismas, exigió de estrictos detalles que constitúan parte fundamental en la definición de la geometría de los componentes estructurales (foto 22). La integración de las piezas se logró a través del tensado de los cables y de un pos-vaciado de concreto que asegura la integración del conjunto.

La ampliación del Museo de Bellas Artes corresponde a una controversial reinterpretación de la caja volumétrica. En el caso del bloque de las salas de exposición, la piel que conforma el prisma, definida por la estructura de paredes portantes con desafiante aspecto brutalista, se ve interrumpida por audaces volados que rematan en grandes ventanales para permitir la intimidad con el Parque Los Caobos. En conjunto, la solución estructural es osada y sin duda resultó innovadora para el momento pero quizás el mayor mérito del ala nueva del Museo -más allá de tratarse de la experiencia donde Villanueva asume un claro compromiso tecnológico- es la agudeza y claridad espacial con las que el maestro conjugó las formas estructurales y el lenguaje constructivo para que el objetivo siguiese siendo la arquitectura.

Podríamos así, resumiendo, señalar las características tectónicas del período:

- formas estructurales en concordancia con las exigencias portantes y los procesos de industrialización;
- se mantiene la preferencia por el concreto armado, pretensado y postensado, sin descartar el uso de las estructuras metálicas;
- incorporación de las tecnologías industrializadas a los procesos constructivos

Foto 20:
Ampliación del Museo de Bellas Artes de Caracas. Vista del montaje del marco.

Fuente:
J. A. Peña.

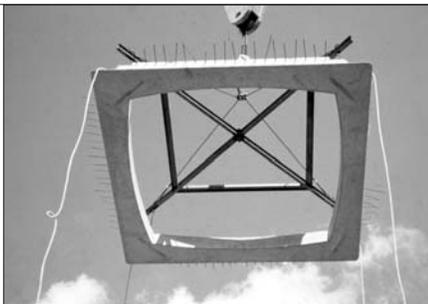


Foto 21:
Ampliación del Museo de Bellas Artes de Caracas. Vista del montaje de la cruz.

Fuente:
J. A. Peña.



Foto 22:
Ampliación del Museo de Bellas Artes de Caracas. Losas prefabricadas ya colocadas.

Fuente:
J. A. Peña.



La consolidación del diseño estructural como disciplina aliada al campo del diseño arquitectónico es un fenómeno que marcará la producción edilicia de Villanueva a partir de los años cincuenta. La interpretación del maestro sobre esta alianza potenció sus arriesgadas soluciones sin sacrificar la lógica interna por la plasticidad exterior sino, por el contrario, estableciendo un intercambio permanente entre el espacio contenido y el contenedor, reafirmando así la legitimidad de ambos.

Con relación al uso del hormigón armado como material protagonista de toda su producción es importante hacer notar que el expresionismo estructural se hubiese podido lograr en cualquier material, sin embargo, el vocabulario propio del concreto reforzado o pretensado es esencial en la obra de Villanueva y abarca desde el tema de la forma -es decir, su capa-

cidad para reproducir las geometrías de máxima eficiencia estructural- hasta la textura, el color y la desnudez con los que revela su proceso de concreción a través de los vestigios dejados por los encofrados. Los riesgos asumidos en el tratamiento de su aproximación brutalista y el coraje con el que introdujo la prefabricación y el pretensado, son muestras contundentes de su disposición permanente al diálogo con miembros de otras disciplinas y de su necesidad de estar al día con los avances que se producían en el resto del mundo.

Villanueva supo retar a quienes formaron parte de su equipo de trabajo: obreros, profesionales y artistas, para dar lo mejor de sí mismos y asumir, en conjunto, los riesgos y compromisos que justificaban su razón de hacer arquitectura.

Bibliografía

VILLANUEVA, Carlos Raúl (1961) «El arquitecto», *Punto* n° 2, Caracas, FAU/UCV.

VILLANUEVA, Carlos Raúl (1980a) «La arquitectura, sus razones de ser, las líneas de su desarrollo», Conferencia dictada en el Museo de Bellas Artes de Caracas el 28 de mayo de 1963. Textos escogidos, FAU/UCV, pp. 37-44 [también publicada en *Punto* n° 46, FAU/UCV, 1972, pp. 179-183].

VILLANUEVA, Carlos Raúl (1980b) «Tendencias actuales de la arquitectura», Conferencia dictada en el Museo de Bellas Artes de Caracas el 13 de junio de 1963. Textos escogidos, FAU/UCV, pp. 45-54 [también publicada en *Punto* n° 46, FAU/UCV, 1972, pp. 184-189].

Fuentes Material Gráfico

Arcila Farías, Eduardo (1961) Historia de la ingeniería en Venezuela, Tomos I y II. Editorial Arte, Caracas.

Benedetti, Oscar; Otahola Paván, Juancho (1955) «Ensayos sobre estructuras mixtas de concreto armado y precomprimido ejecutados en la Ciudad Universitaria de Caracas», Revista Integral n°1, Arquitectura y Urbanismo C.A., FAU/UCV, Caracas.

Moholy-Nagy, Sibyl (1999) Carlos Raúl Villanueva y la arquitectura de Venezuela. Instituto de Patrimonio Cultural. Edición facsimilar de la publicación de 1964. Editorial Lectura, Caracas.

Niño Araque, William (2000) «Villanueva. Momentos de lo moderno», en Carlos Raúl Villanueva, un moderno en Sudamérica. Galería de Arte Nacional, Caracas.

Posani, Juan Pedro; Gasparni, Graziano (1969) Caracas a través de su arquitectura. Fundación Fina Gómez, Caracas.

Siegel, Curt (1975) Structure and Form in Modern Architecture. New York. R. Krieger Publishing Company.

Varios autores (1991) El espacio. Catálogo Museo de Bellas Artes. Caracas.

Villanueva. Página Web: www.arq.ucv.ve/CentenarioVillanueva