

AFFONSO EDUARDO REIDY Y LOS PABELLONES DEL ATERRO DO FLAMENGO

Experimentaciones en lámina
estructural de hormigón armado

AUTOR: **Sergio García-Gasco Lominchar**

TESIS DOCTORAL DIRIGIDA POR: **Vicente Mas Llorens e Ivan Cabrera i Fausto**

Programa de Doctorado en Arquitectura, Edificación, Urbanística y Paisaje

Marzo de 2023

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

AFFONSO EDUARDO REIDY Y LOS PABELLONES DEL ATERRO DO FLAMENGO

EXPERIMENTACIONES EN LÁMINA ESTRUCTURAL DE HORMIGÓN ARMADO

Sergio García-Gasco Lominchar

Tesis doctoral dirigida por Vicente Mas Llorens e Ivan Cabrera i Fausto

Programa de Doctorado en Arquitectura, Edificación, Urbanística y Paisaje
Marzo de 2023

Agradezco enormemente la dedicación y el tiempo de mis directores, Vicente Más Llorens e Ivan Cabrera i Fausto, puesto que gracias a su paciencia, comprensión e inestimable ayuda se ha podido llevar a término esta investigación.

También a Emilio, que ha vivido y sufrido el desarrollo de la Tesis desde el principio hasta el final, en diferentes países, edades y etapas vitales.

Por ultimo a mis hijos, por el tiempo que he dejado de dedicarles en una edad en la que cualquier tiempo es poco.

Não poderia acabar sem também agradecer todo o apoio académico recebido no Brasil na primeira etapa dessa pesquisa. O investimento, tempo e esforço feito pela Universidade Federal do Rio de Janeiro para me integrar dentro do seu programa de Mestrado. Especialmente a meus orientadores, Ruth Verde Zein, Gustavo Rocha-Peixoto e Beatriz Santos de Oliveira.

Espero que todo esse investimento seja de algum jeito retornado, pelo menos numa pequena parte, com essa pesquisa.

RESUMEN

Este trabajo de investigación se centra en el análisis de las tres últimas obras construidas por Affonso Eduardo Reidy, proyectadas en 1962.

El Coreto y los pabellones del Morro da Viúva y do Flamengo basan su concepción estructural bajo la lógica de las láminas estructurales de hormigón. La investigación aborda en primer lugar este sistema y su funcionamiento, analizando las características que le son intrínsecas y reflexionando sobre la forma en que tales características pudieron, paulatinamente, ser introducidas en el contexto del Movimiento Moderno para acabar siendo utilizadas de forma generalizada en los años 50 y 60.

La segunda parte de la Tesis se adentra en el pensamiento de Reidy, su marco teórico, influencias y contexto social, para pasar después a analizar la forma en que Reidy aborda la concepción estructural en sus proyectos. Para ello se hace un repaso cronológico de sus obras, resaltando los aspectos más relevantes que le puedan llevar, al final de su carrera, a construir los pabellones del Aterro do Flamengo.

La última parte de la investigación se centra en los propios pabellones y su análisis en profundidad. Para ello se hace uso de los planos originales rescatados en el archivo de la *Fundação Parques e Jardins*, de Rio de Janeiro. Este análisis aborda primero el contexto del propio parque, reflexionando sobre los condicionantes que la tipología arquitectónica en el que se enmarcan – un pabellón de jardín – pudiera haber condicionado a Reidy a la hora de ser proyectados. En una segunda parte, se analizan otros aspectos que les atañen: tipología, espacialidad, morfología y finalmente sistema constructivo. De esta forma, se establecen algunas conclusiones sobre su encuadre dentro de la trayectoria de la obra de Reidy.

Palabras clave: Laminas de hormigón armado | Reidy | Aterro do Flamengo |

RESUM

Aquest treball de recerca es centra en l'anàlisi de les tres darreres obres construïdes per Affonso Eduardo Reidy, projectades en el 1962.

El Coreto i els pavellons del Morro da Viúva i do Flamengo basen la seua concepció estructural sota la lògica de les làmines estructurals de formigó armat. La recerca aborda els inicis d'aquest sistema i el seu funcionament, per passar després a un acostament a les obres des de diferents angles: com a sistema constructiu i les característiques que li són pròpies, contextualitzant la forma en què tals característiques van poder, gradualment, ser introduïdes en el context del Moviment Modern.

En la segona part s'estableix una anàlisi sobre el pensament de Reidy, el seu marc teòric, influències i context social, per a passar després a analitzar sota els criteris de tal pensament, l'abordatge projectual de les seues obres, fent un repàs cronològic i ressaltant els aspectes més rellevants que li pogueren portar, al final de la seua carrera, a construir els pavellons de l'Aterro do Flamengo.

L'últim capítol de la recerca es centra en els pavellons, fent un anàlisi en profunditat que es recolza en els plànols originals rescatats a l'arxiu de la *Fundação Parques e Jardins*, de la ciutat de Rio de Janeiro. En primer lloc, aquesta anàlisi s'aborda dins del context del propi parc, reflexionant sobre els condicionants que la tipologia arquitectònica en què s'encaixen - Un pavelló de jardí - pogueren influenciar en Reidy a l'hora de ser projectats. En una segona part, es passa a analitzar altres aspectes que els afecten: tipologia, espacialitat, morfologia i finalment sistema constructiu. D'aquesta manera, es poden establir algunes conclusions sobre la forma com s'enquadren dins la trajectòria de l'obra de Reidy.

Paraules clau: làmines estructurals de formigó armat | Reidy | Aterro do Flamengo |

ABSTRACT

This research focuses on the analysis of the last three works built by Affonso Eduardo Reidy, projected in 1962.

The Coreto, Morro da Viuva and Flamengo pavilions base their structural conception on the logic of concrete shells and folded plates. The first part of the document focusses in the features, logic, and origin of this system, analysing and reflecting on how its characteristics could, gradually, be introduced in the context of the Modernism.

The second part of the document analyses Reidy's thinking, his theoretical framework, influences, and social context, exposing the professional and personal environment of the architect. Once the system and the architect are analysed, the research continues with the detection of the different strategies used by Reidy to approach the structural conceptualization in his projects, making a chronological review of his works and highlighting the most relevant aspects that may lead him, at the end of his career, to project the Aterro do Flamengo pavilions.

Finally, in the last chapter, a thorough analysis of the pavilions is made based on the original blueprints found in the *Fundação Parques e Jardins* archive, in Rio de Janeiro. This analysis firstly approaches the context of the park, reflecting on the architectural typology in which the pavilions are defined - a garden pavilion – and how this typology could influence Reidy in the way they are projected. In a second part, other aspects that concern the architectural analysis are developed: typology, spatiality, morphology and finally the construction system used. The compilation of all these aspects leads to some conclusions about the experimental approach of the pavilions and the way they fit within Reidy's professional career.

Key words: Concrete shells | Reidy | Aterro do Flamengo |

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Estructura de la Tesis	12
1.2. Estado de la cuestión	15
1.3. Objetivos de la investigación	18
1.4. Metodología y fuentes	20
1.5. Límites de la investigación	22
2. LA NATURALEZA AMBIVALENTE DE LAS LÁMINAS DE HORMIGÓN ARMADO: CERRAMIENTO ESTRUCTURAL, ESTRUCTURA ENVOLVENTE	25
2.1. LA FORMA: LÓGICA CONSTRUCTIVA DE LAS LÁMINAS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN ARMADO	32
2.1.1. Definición y concepto	32
2.1.2. Características geométricas de las láminas estructurales de hormigón armado	27
2.1.3. Antecedentes: breve introducción de la estrategia geométrico-constructiva de las construcciones pétreas en la Historia de la Arquitectura	31
2.1.4. La aportación del hormigón armado a la lógica geométrico-estructural de la Historia de la Arquitectura	38
2.2. EL MATERIAL: CARACTERÍSTICAS E INTRODUCCIÓN HISTÓRICA EN EL USO HORMIGÓN ARMADO	41
2.2.1. La ambigua naturaleza del hormigón armado	41
2.2.2. Breve cronología de la invención del hormigón armado	46
2.2.3. Estructuras arborescentes, primera forma estructural derivada de las características del hormigón armado	52
2.3. EL SISTEMA: ANTECEDENTES Y CRONOLOGÍA DEL DESARROLLO DE LAS LÁMINAS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN ARMADO	61
2.3.1. Primeras experimentaciones en lámina de hormigón armado aplicadas a obras de arquitectura	61

2.3.2. Diferentes formas de abordar el mismo sistema	71
2.3.3. Explosión de nuevas geometrías curvas en hormigón armado entre las décadas del 30 al 50	76
2.3.4. Pliegues de hormigón armado, las últimas formas estructurales en desarrollarse	89
2.3.5. Ocaso de las láminas de hormigón armado a partir de los años 70	98
3. AFFONSO EDUARDO REIDY Y EL CONTEXTO BRASILEÑO DEL MOVIMIENTO MODERNO	102
3.1 ARQUITECTURA MODERNA BRASILEÑA: UN CIERTO AIRE DE FAMILIA	103
3.1.1 Los inicios del Movimiento Moderno Brasileño en la Escuela Nacional de Bellas Artes de Rio de Janeiro	103
3.1.2 Una Arquitectura Moderna conectada con el pasado	113
3.1.3. Sobre “un cierto aire de Familia”	118
3.1.4. Arquitectura pública, social y monumental	126
3.1.5. La concepción estructural como generador de la concepción espacial	133
3.2 REIDY, MOVIMIENTO MODERNO Y LÁMINAS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN: TRES CONDICIONES NECESARIAS	137
3.2.1 Características intrínsecas de una nueva forma estructural	137
3.2.2 Encaje de las láminas de hormigón armado en el contexto revisionista brasileño de 1962	141
3.2.3 Primera condición: Tecnología y economía de medios en el Brasil de 1960	153
3.2.4 Segunda condición: Conceptualización de la estructura fuera de la envolvente arquitectónica.	158
3.2.5 Tercera condición: El hormigón visto como material sujeto a expresividad	170

4. ESTRUCTURA, FORMA, ENVOLVENTE Y SUS MULTIPLES RELACIONES EN LA OBRA DE REIDY	181
4.1. PRIMERA FASE (1931-1936). Los primeros proyectos modernos y el proceso urbano de elementarización	188
4.2. ETAPA EXPANSIVA (1936-1955). La formalización de los sistemas abovedados y el exoesqueleto	198
4.3. ETAPA DE SINTETIZACIÓN (1955-1962). Hacia la fusión de cerramiento y estructura y la simplificación volumétrica	215
4.4. FUSIÓN TOTAL DE ENVOLVENTE Y ESTRUCTURA (1962). Uso de láminas estructurales de hormigón armado en sus últimos proyectos	231
5. DESMONTANDO EL OBJETO: LOS PABELLONES DEL ATERRO DO FLAMENGO	242
5.1. ESCENARIO: EL PARQUE DEL ATERRO DO FLAMENGO	252
5.2. LA NATURALEZA SIMBÓLICA Y EXPERIMENTAL DE UN PABELLÓN DE JARDÍN	261
5.3. DESMONTANDO EL OBJETO: ANÁLISIS DE LOS PABELLONES EL ATERRO	263
5.3.1 Lo que los separa: aspectos formales y compositivos	282
5.3.2 Lo que los une: relaciones estructurales y constructivas	306
6 CONCLUSIONES	312
7 BIBLIOGRAFÍA	317
8 ÍNDICE DE FIGURAS	
9 ANEXOS	
ANEXO 1. DIAGRAMA TEMPORAL	326
Diagrama temporal y de relación de las obras de Reidy con todas las obras mencionadas en la investigación	
ANEXO 2. ENTREVISTAS	327
Entrevista 1 - Affonso Canedo. Ingeniero de la SURSAN en los años de la construcción de los pabellones	338
Entrevista 2- Geraldo Filizola. Ingeniero de estructuras de Rio de Janeiro	338
ANEXO 3. PLANOS ESTRUCTURALES	344
Proyecto estructural original de los pabellones. Documentos originales de la SURSAN	

1

INTRODUCCIÓN

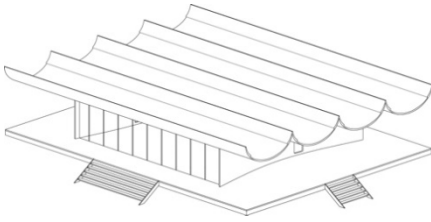
1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación, centrada en el estudio del Coreto y los dos pabellones construidos para los *playground* del Aterro do Flamengo, en Rio de Janeiro, trata de dar respuesta a algunas cuestiones reflejadas en estas tres obras proyectadas por Affonso Eduardo Reidy en 1962. Se trata de tres obras modestas, de un tamaño reducido, que pasan desapercibidas dentro del rico legado arquitectónico del autor. No obstante, su posición cronológica al final de la carrera profesional de Reidy las hace de especial interés, no sólo por sintetizar algunas características definitorias de su obra en su conjunto, sino por mostrar nuevas inquietudes que, si bien ya habrían aparecido en obras anteriores, en los pabellones se muestran con mayor fuerza y nitidez. La muerte prematura de Reidy en 1964 no permitió una posible continuidad a tales inquietudes, que quedaron testimoniadas en estos tres objetos arquitectónicos del final de su carrera.

El uso de estructuras laminares de hormigón armado¹, que basan su resistencia a través de la geometría, aparece en los pabellones como concepto constructivo común a los tres objetos arquitectónicos. La geometría de sus volúmenes está condicionada por las leyes que marcan los principios estructurales de este sistema, ofreciendo en conjunto unos resultados de gran riqueza y variedad. A pesar de pertenecer a una misma familia

¹ Se entiende como estructuras laminares de hormigón armado al conjunto de estructuras plegadas o curvadas que responden a los esfuerzos estructurales a través de la forma geométrica. Son englobados en este conjunto tanto las "cáscaras" - *concrete shells* - como las láminas plegadas - *folded plates* -.

1. INTRODUCCIÓN



[f.11]

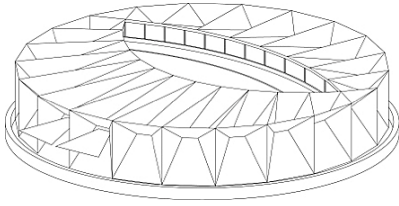
Vista y axonométrica del
Pabellón do Flamengo.

constructiva, estas tres obras se destacan también por sus diferencias: el Coreto y el Pabellón del Morro da Viúva configuran sus elementos resistentes a través de “pliegues” en la lámina de hormigón, generando con una única superficie plegada el elemento sustentante y la superficie de cerramiento. En el caso del pabellón del *playground* do Flamengo el funcionamiento estructural se establece de otro modo: todos los elementos que lo constituyen son curvos, generando su resistencia bajo la lógica de esta forma geométrica. Además, el edificio se estructura mediante la superposición en equilibrio de piezas aparentemente unitarias.

Las láminas estructurales desarrolladas por Reidy en estos tres proyectos forman parte, dentro de un contexto internacional, de una forma de conceptualizar la estructura que será desarrollada simultáneamente por diferentes ingenieros y arquitectos alrededor del mundo y que llegó a su máximo apogeo entre los años 50 y 60.² A pesar de ser un sistema comúnmente utilizado por los ingenieros desde principios del siglo XX, las láminas estructurales de hormigón armado no serán ampliamente adoptadas por los arquitectos modernos hasta la década de 1950, una vez superada la primera fase del Movimiento Moderno.

² Rafael García, “Dos décadas de estructuras plegadas de hormigón. Inicio y ocaso de un movimiento” en *Informes de la Construcción*. (Madrid, enero 2013). 28

1. INTRODUCCIÓN



[f.12]

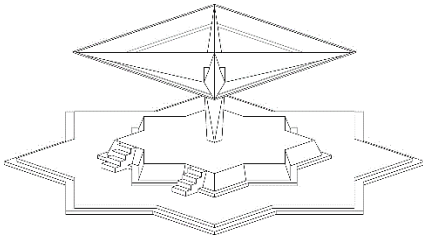
Vista y axonometría del
Pabellón do Morro da Viúva

Este sistema estructural tiene, en primer lugar, una doble condición de estructura y cierre. Esta característica condiciona el volumen de la arquitectura, dictando la expresividad y composición del edificio. Asumir tales características en el contexto del Estilo Internacional sólo fue posible después de la evolución que experimentaron los preceptos modernos a la hora de comprender el papel de la estructura en el concepto arquitectónico, concibiéndola inicialmente como un elemento independiente del cierre, para luego convertirse en el que naturalmente define la forma arquitectónica a través de su racionalidad constructiva. Si Le Corbusier es quien formaliza la idea de una estructura independiente con el Sistema Dom-ino, poco a poco el concepto estructural irá ganando cada vez más fuerza hasta que ésta se exteriorice fuera del cerramiento para adquirir protagonismo propio.³ Otros arquitectos modernos experimentarán operaciones similares simultáneamente, en muchos casos bajo la senda del arquitecto suizo.

Por otro lado, la expresividad del hormigón armado como material de acabado está intrínsecamente relacionada con esta misma evolución de la arquitectura moderna. Como hito fundacional, la *Unité de habitation* de Marsella (1944-47), también de Le Corbusier, es la primera de las obras donde el arquitecto suizo comienza a experimentar con la

³ Julio Collares, "Exoesqueletos no Modernismo Brasileiro nas décadas de 40 e 50". Discurso de Doctorado, publicado en *Revista Dom-ino*, texto 5. (Porto Alegre, PROPAR. UFRGS, 2005) 31

1. INTRODUCCIÓN



[f.13]

Vista y axonometría del
Coreto de música

expresividad del hormigón visto, convirtiéndose en un referente en todo el Movimiento Moderno, especialmente el brasileño.⁴

Ambos factores – expresividad estructural, expresividad del hormigón – son dos aspectos clave en la trayectoria de Reidy y de la arquitectura brasileña, sin las cuales los pabellones del Aterro no hubieran podido llegar a ser proyectados en 1962.

Entender el contexto, las influencias y los precedentes de los pabellones serán la forma adecuada, bajo el entendimiento de este investigador, de analizar estos tres pequeños y sofisticados objetos arquitectónicos.

⁴ A pesar de que la *Unité de habitation* no es el primer edificio construido en hormigón visto – valga como ejemplo el Goetheranum, de Rudolf Steiner, construido el 1925, se trata de la primera obra donde Le Corbusier aplica el concepto de *Beton Brut*, teniendo una fuerte repercusión en el Movimiento Moderno. Puede apreciarse su impacto, de forma anecdótica, en las palabras de Lucio Costa al ver por primera vez el proyecto publicado. Ver página 174

1.1 ESTRUCTURA DE LA TESIS

Para abarcar la temática en toda su complejidad y bajo los diferentes ángulos previstos, se han establecido cinco capítulos que abordan los aspectos más importantes que convergen en los pabellones del Aterro do Flamengo, siendo el primero de ellos la introducción de la tesis y sus definición científica.

El segundo capítulo se centra en la presentación del sistema constructivo: la lógica geométrica en la que se basa, el material que utiliza y el resultado de la combinación de estos dos factores. Para ello se hace un barrido cronológico para tratar de definir los orígenes del sistema y la forma en que se desarrolla hasta llegar a 1962.

El tercer capítulo introduce una reflexión sobre las condiciones que debieron darse, necesariamente, para el uso de este sistema en la construcción de los pabellones. Para ello, se trata de analizar desde un punto de vista más intuitivo y holístico, qué factores socio-económicos, tecnológicos y teóricos debieron acaecer para tal hecho, teniendo en cuenta las implicaciones conceptuales y formales que acarrea el sistema. Previamente, se establece una contextualización historiográfica sobre Reidy y el ambiente profesional en el que se inserta, y del que se pueden extraer muchas conclusiones con respecto a su arquitectura.

Revisar el trabajo de Reidy es el objetivo del capítulo cuarto. En él se realiza un barrido cronológico de su obra para detectar, de un modo analítico, los aspectos que interesan a la investigación: la forma en que Reidy propone diferentes relaciones de dependencia entre estructura y cerramiento para llegar, de una forma coherente, a la construcción de los pabellones en su etapa final. Por otro lado, este capítulo establece un paralelismo entre el proceso de elementarización definido por Allan Colquhoun para los *Grand Travaux* de Le Corbusier y la forma en que Reidy utiliza un proceso similar al desarrollar una gran cantidad de sus proyectos. Este proceso se basa en la creación de “volúmenes complementarios” y programas específicos que se ubican alrededor de un gran volumen que contiene el programa principal del proyecto. Reidy aprovecha estos volúmenes menores para experimentar con sistemas estructurales que luego aplicará a proyectos más grandes. Será en estas obras más pequeñas donde Reidy comience a utilizar elementos de hormigón armado curvos o plegados.

Por último, el quinto capítulo hace un análisis individualizado de los pabellones, enfatizando la forma en que están estructurados y entendiendo el peso que ejerce el sistema estructural frente a otros parámetros arquitectónicos. Inicialmente, se reflexiona sobre el condicionamiento implícito que pudo haber ejercido la tipología arquitectónica de “pabellón” en el momento de su diseño. Finalmente, se presenta una comparativa entre los pabellones bajo diferentes perspectivas: espacialidad, tipología estructural, materialidad y análisis del sistema constructivo utilizado. Esto permite, al mismo tiempo,

establecer conexiones con obras anteriores construidas con el mismo sistema, tanto nacionales como internacionales.

Como resultado de los cuatro enfoques expuestos en cada capítulo, la investigación se concluye analizando la forma en que Reidy aborda el proceso de diseño de los pabellones del Aterro do Flamengo, valorando las consecuencias que determinadas decisiones experimentales relacionadas con el sistema constructivo o la tipología estructural pudieran tener para el equilibrio y calidad arquitectónica de las obras.

1.2 ESTADO DE LA CUESTIÓN

Existen un gran número de libros e investigaciones que se centran en la obra de Reidy. Su papel fundamental en la formación del Movimiento Moderno en Brasil y su aportación a la idiosincrasia arquitectónica brasileña no merecen menos atención. A pesar de ello, en la mayoría de las ocasiones los textos se centran, como por otro lado parece natural, en las obras de mayor importancia de su carrera. Sin duda el Museo de Arte Moderno – MAM - y el Conjunto Residencial Pedregulho suponen sus dos exponentes más conocidos. El primero por sintetizar la forma de entender la arquitectura desde el punto de vista estructural, el segundo por ofrecer uno de los ejemplos más sobresalientes de vivienda social en Latinoamérica. Roberto Conduru, junto con Masão Kamita, son probablemente los dos investigadores y críticos de la arquitectura que más atención han dado al arquitecto, con trabajos académicos que han sido fundamentales para desarrollar la presente investigación y que se referencian continuamente a lo largo de esta tesis. Existen libros monográficos sobre la obra del arquitecto de fundamental importancia, destacándose los textos de Nabil Bonduki, Sigfried Giedion o Alfredo Britto y Margareth de Moraes, en sus respectivas publicaciones. También existen infinidad de textos que hablan de la épica de la Arquitectura Moderna Brasileña, sus particularidades y sus mayores hitos. Esta bibliografía, sin embargo, tiene un marcado posicionamiento histórico y político, lo que hace que su narrativa sea extremadamente homogénea, independientemente del autor que se consulte. De algún modo, en la excesiva

homogeneización de la narrativa se pierde la importancia del número, puesto que, haciendo una valoración algo generalista, y atendiendo a diferentes sesgos, la historia contada es muy similar. También debe destacarse que, dentro de este contexto historiográfico extenso, Reidy queda habitualmente en un segundo plano, siempre resaltado como uno de los grandes, pero también ensombrecido por figuras más destacadas, como Lúcio Costa y Oscar Niemeyer. Esta cuestión - figurar, a pesar de su importancia, en un segundo plano dentro de la mayoría de los textos - sumado al hecho de que esta investigación se centra en las tres últimas obras construidas por Reidy - aquellas que no vio finalizadas, aquellas que usan un sistema estructural nada habitual en el lenguaje arquitectónico de Brasil, obras poco valoradas y por algunos calificadas de mediocres - tiene como consecuencia una escasa atención académica a los pabellones del Aterro do Flamengo y una aún más escasa bibliografía específica sobre las obras. La inmensa mayoría de los documentos recopilados contiene la misma información: imágenes de unas maquetas, junto a unos planos muy básicos elaborados durante la fase de desarrollo del proyecto. En cuanto a contenido textual, normalmente se centran en breves y genéricas descripciones que no aportan demasiada información. Exceptuando los textos críticos de Yves Bruand y de Masao Kamita, ningún otro texto habla de manera distendida sobre ellos, comparado con la extensa bibliografía de otros de sus proyectos.

Por otro lado, este investigador tuvo la suerte de conocer personalmente a Affonso Canedo cuando aún se estaba gestando la presente tesis. Canedo fue el ingeniero que se

encargó del cálculo estructural de los Pabellones. Tras el encuentro – del que es testimonio la entrevista en el Anexo 2 - se constató que existió un archivo detallado sobre los pabellones, con abundante información perteneciente al cálculo de estructuras. Los cambios de la administración de Rio de Janeiro desde 1965 - cuando aún es capital de Brasil - han sido tantos que, según contaba Canedo, de seguir existiendo no habría registro de su localización actual. La búsqueda se centró entonces en los diferentes archivos de la ciudad, tanto nacionales como federales y municipales. Finalmente, como resultado de cierta constancia y sobre todo mucha suerte, los planos que se estaban buscando se pudieron encontrar en los archivos de la Fundação Parques e Jardins, organismo que actualmente es encargado del mantenimiento de los parques de la ciudad de Rio de Janeiro. Estos planos, esenciales para la investigación y para el análisis de las obras, se encuentran actualmente sin clasificar en el archivo mencionado. Afortunadamente se tuvo acceso a ellos y se solicitó permiso para llevarse una copia escaneada de los mismos.

La falta de un estudio profundo sobre estas tres interesantísimas obras de Reidy, localizadas en un punto de inflexión de su carrera, junto al hecho de haberse localizado una amplia información no disponible hasta el momento sobre ellas, justifica debidamente la atención a los pabellones del Aterro con el objetivo de aportar, en la medida de lo posible, nuevas visiones sobre el complejo y a veces enigmático universo arquitectónico de Affonso Eduardo Reidy.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los objetivos se centran en resolver diferentes aspectos que convergen en los Pabellones:

- Por un lado, entender el sistema constructivo utilizado, descomponiéndolo bajo variables analíticas - lógica, material, sistema - e históricas -cronología del sistema y su conexión directa con las obras-. Analizando, en este último caso, antecedentes destacables: la lógica geométrica en la que se basa, la invención y desarrollo del hormigón armado y finalmente la propia cronología del sistema constructivo en sí, resaltando los hitos más importantes en su evolución hasta llegar a la construcción de los Pabellones del Aterro.
- En segundo lugar, se analiza la forma en que dicho sistema, una vez desarrollado, tiene cabida dentro del Movimiento Moderno. Se responde así a una pregunta sencilla: ¿qué condiciones debieron darse, bajo aspectos económicos, tecnológicos e intelectuales para que los pabellones fueran proyectados por un arquitecto moderno en el Brasil de 1962?
- El tercer objetivo que se aborda se centra en la figura del propio arquitecto, analizando de una manera sesgada, bajo los intereses de la investigación, la forma de proyectar de Reidy y su manera de entender los aspectos que atañen a los

Pabellones, para de este modo y a través de un barrido cronológico, establecer algunas conclusiones que unen las obras del Aterro con el resto de su producción.

- Por último, es objetivo de esta investigación centrar toda su atención en las obras de los pabellones, desarrollando un análisis bajo diferentes ángulos y estableciendo conclusiones sobre la forma en que fueron proyectados por Reidy.

1.4 METODOLOGÍA Y FUENTES

Para llevar a cabo los objetivos definidos, este investigador se desplazó a la ciudad de Rio de Janeiro, ciudad en la cual inició la investigación en el ámbito de un Máster de Historia, Teoría y Crítica de la Universidade Federal de Rio de Janeiro - UFRJ -. El tiempo transcurrido allí, en contacto con las más extensas bibliotecas relacionadas con la arquitectura brasileña, permitió llevar a cabo un barrido general de toda la información al alcance, centrada en las temáticas resaltadas en los objetivos:

- Historia, teoría y crítica del Movimiento Moderno Brasileño;
- Historia, teoría y crítica centrada específicamente en la obra de A.E. Reidy

A su vez, de forma simultánea, se efectuó un estudio sobre los orígenes del hormigón armado y sus posibilidades estructurales. Concretamente, se han resaltado los aspectos más importantes que relacionan la historia del material con la invención de las láminas estructurales de hormigón armado, así como con sistemas estructurales propios de dicho material que puedan ser de interés para la investigación, como las estructuras arborescentes.

Además de la revisión bibliografía sobre estos temas, se realizó la ya mencionada búsqueda activa de material inédito sobre los Pabellones, lo que incluye la exploración de

nuevos planos originales para su construcción y entrevistas a dos renombrados calculistas estructurales cariocas - Affonso Canedo y Geraldo Filizola -. El contacto directo con las propias obras a lo largo de la estancia en la ciudad de Rio también condicionó positivamente la investigación, pudiendo establecer vías de investigación que sólo pueden plantearse con tiempo y meditación frente a una obra.

Por último, durante el tiempo transcurrido en Rio, se celebró el 50º aniversario de la construcción del Aterro do Flamengo en 2015. Una exposición sobre el tema, desarrollada en la Fundação Correios, tuvo como acto de presentación un debate con todos los ingenieros vivos involucrados en su construcción, que pudieron aportar datos sobre el proceso de construcción del parque. Escuchando sus aportaciones se extrajeron valiosas conclusiones que aparecen reflejadas en el documento. En ese mismo acto se tuvo la oportunidad de hablar de manera distendida sobre los pabellones con Carlos Eduardo Comas, probablemente el más destacado crítico de arquitectura de Brasil, que abrió algunas sendas posibles para la investigación.

Esta investigación es, por tanto, la combinación metodológica entre investigación bibliográfica existente, descubrimiento de nuevos documentos y contacto personal y directo con las obras y sus más directos protagonistas vivos.

1.5 LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN

A partir de la localización del foco - los pabellones del Aterro - se establece el alcance de la investigación: **analizar, bajo todos los aspectos detectados como relevantes, las tres construcciones elegidas.**

No se tiene como objetivo aportar una nueva visión a la ya de por sí extensa bibliografía histórica sobre el Movimiento Moderno Brasileño, como tampoco es objetivo principal centrarse en Affonso Eduardo Reidy y en el análisis profundo de su obra. El Aterro, como lugar donde se insertan los pabellones, tampoco es el eje principal de la investigación. Por último, tampoco se pretende hacer una investigación histórica sobre las láminas estructurales de hormigón, más allá de su contextualización. Sin embargo, todos estos temas deben de ser abordados con la profundidad suficiente como para extraer las conclusiones necesarias antes de lanzarse a la observación de los Pabellones en el último capítulo.

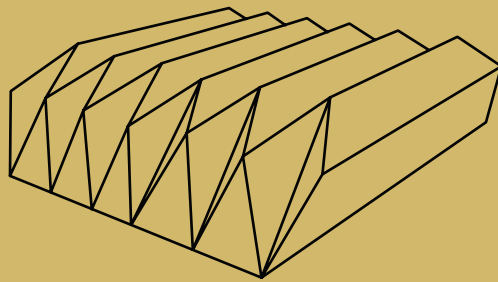
A la hora de analizar y resaltar las obras que aparecen en el documento, ya sea por estar relacionadas con el sistema constructivo o por tener relación con el contexto brasileño, se establece el siguiente alcance:

1. No se ha tenido en cuenta ninguna obra posterior a 1962, año en que fueron proyectados los pabellones, puesto que la intención de la investigación va dirigida a relacionar obras que hubieran podido ejercer alguna influencia a la hora de proyectarlos. No es posible demostrar qué obras pudieron haber servido de referencia, por eso se resaltan las que necesariamente, por su importancia desde el punto de vista del desarrollo técnico o simplemente por su similar abordaje desde el punto de vista proyectual, puedan haber contribuido directa o indirectamente en el desarrollo arquitectónico de los pabellones.
2. Se ha dado prioridad a mostrar los “primeros ejemplos” dentro de una línea cronológica, aquellos que aportan una novedad tecnológica o tipológica y abren un nuevo camino para futuros proyectos en lámina estructural. La mayoría de los avances relacionados con las láminas estructurales de hormigón armado se establecen entre los años 30 y 40, por lo que hay un mayor porcentaje de obras de este periodo. No se pretende hacer un repaso exhaustivo de todas las obras hasta 1962, sino de aquellas que puedan aportar algún tipo de información relevante al discurso de la investigación. Por eso puede haberse dejado fuera obras importantes que, a pesar de ser de gran interés, no aportarían ninguna novedad destacable respecto a otras quizá más modestas, pero cronológicamente anteriores.

3. Por último, se hace mayor hincapié en obras que por diferentes motivos pudieran tener relación con los Pabellones del Aterro o con su autor, sea por motivos tipológicos, constructivos, geográficos o contextuales.

2

LA NATURALEZA AMBIVALENTE DE LAS LÁMINAS DE
HORMIGÓN ARMADO: CERRAMIENTO
ESTRUCTURAL, ESTRUCTURA ENVOLVENTE



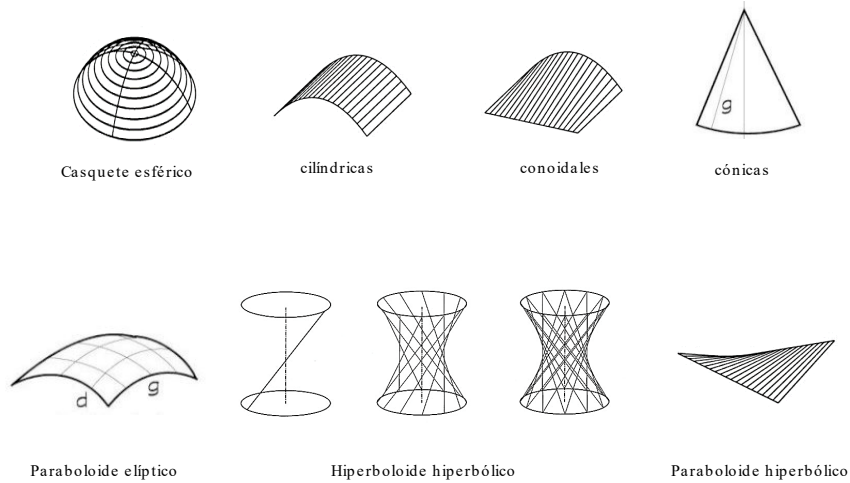
2.1. LA FORMA

LÓGICA CONSTRUCTIVA DE LAS LÁMINAS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN ARMADO

2.1.1. Definición y concepto

Se entiende como estructuras laminares de hormigón armado al conjunto de estructuras de superficies plegadas o curvas donde el espesor es marcadamente menor que el resto de las dimensiones que la componen, como la longitud, ancho o radio de curvatura.⁶ Son estructuras con forma activa, lo cual les permite que la mayoría de las tensiones a las que están sometidas sean de compresión o, en el caso de las láminas plegadas, que las tensiones de tracción que aparecen debido a las flexiones sean pequeñas, debido a que su geometría propicia grandes cantos para resistir esos flectores. Todo ello permite espesores muy finos con una única capa de armado interior, frecuentemente. Optimizan su respuesta estructural a través de la forma geométrica, definiendo sus curvas y/o pliegues en función de los esfuerzos estructurales que soportan. Son englobados en este conjunto tanto las “cáscaras” de hormigón armado - *concrete shells* -

⁶ Puthenveetil Chandapillai Varghese. *Design of reinforced concrete shells and folded plates* (Delhi: PI Learning Private Limited, 2014). 1



[f.01]

Formas geométricas más comumente utilizadas para la construcción de cáscaras estructurales de hormigón armado.

conformadas por geometrías curvas, como las láminas plegadas - *folded plates* - que se componen de pliegues de superficies planas.

2.1.2. Características geométricas de las láminas estructurales de hormigón armado.

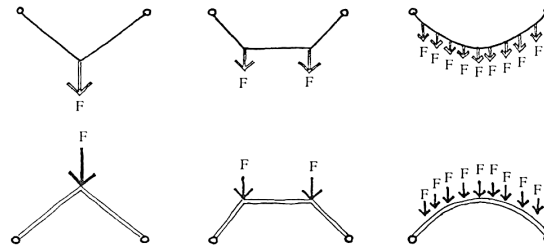
De manera general, el fenómeno resistente de la lámina dependerá de la forma y su relación con los diagramas de esfuerzos. Las geometrías más eficaces, aquellas que consiguen resolver mayores superficies con el menor uso de material, están ligadas a la lógica de tales diagramas.

Las formas más eficaces son las que transmiten principalmente los esfuerzos direccionados en el plano normal a la superficie, evitando esfuerzos de torsión y de flexión. Seguir esta lógica, englobada en la llamada Teoría de la Membrana⁷, o en el caso de los pliegues, crear geometrías que aumentan el canto eficaz a base de superficies plegadas, permite que la relación luz/espesor se sitúe entre 1/100 a 1/500, unas proporciones sólo posibles con esta estrategia.⁸

⁷ Publicada en 1828 por G.Lameand G.Clapeyron.

⁸ Ricardo Hernán Medrano y Célia Regina Moretti Meirelles en *X Seminário Docomomo Brasil Arquitetura Moderna e Internacional: conexões brutalistas 1955-75*. PUCPR. 2013. 5

[f.02]



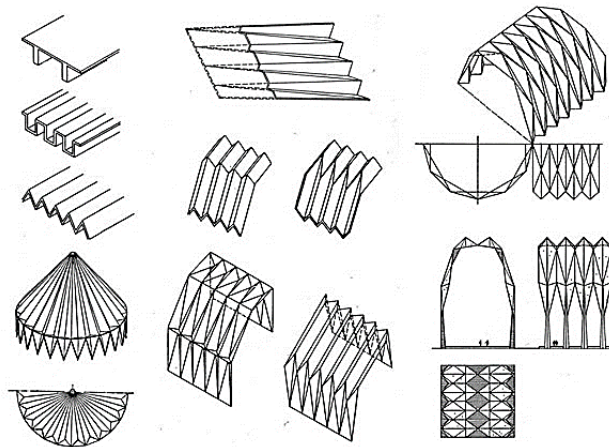
Definición de la forma geométrica resistente a través de la catenaria.

Existen, sin embargo, otros dos factores más prácticos, pero no menos importantes, que condicionan las formas más comúnmente construidas: la metodología de cálculo y la simplicidad constructiva. De esta forma, aunque las soluciones geométricas resistentes puedan ser infinitas, las más utilizadas por su facilidad de cálculo y construcción, se engloban en dos grandes grupos: las superficies Gaussianas, por un lado, y las estructuras plegadas de caras planas por otro.

De entre las posibles superficies curvas, las superficies Gaussianas, por su lógica matemática y conocimiento geométrico representan la mayor parte de los proyectos construidos: la cúpula, los conoides, los hiperboloides y los paraboloides hiperbólicos⁹ [f.01]. En muchos casos estas superficies pueden constituirse en base a una superficie reglada, lo que facilita en gran medida la construcción del encofrado, que casi siempre es de madera.¹⁰ En otras ocasiones, a estas formas se les aplicarán otras propiedades que simplificarán aún más su cálculo, como los principios geométricos de las curvas

⁹ Varghese. *Design of reinforced concrete shells and folded plates*.11

¹⁰ Varghese. *Design of reinforced concrete shells and folded plates*.13



[f.03]

Diferentes formas resistentes definidas por pliegues planos.

funiculares¹¹[f.02], consiguiendo de esta forma una combinación entre facilidad constructiva y sencillez de cálculo al trabajar mayormente a compresión.¹²

En cuanto a las superficies plegadas, existe gran número de posibilidades, englobándose *grosso modo* en dos tipos: los pliegues en una única dirección del plano, generando grecas o “corrugados” que son resistentes en su sentido longitudinal, o pliegues en múltiples direcciones que generan superficies habitualmente trianguladas y/o romboidales. Estas triangulaciones pueden agruparse de infinitas formas, creando únicamente cubiertas o asumiendo también otras funciones, como elementos de soporte o paramentos verticales [f.03]. Las primeras soluciones plegadas nacen por similitud con las formas onduladas o láminas cilíndricas. Si se aumenta el brazo de palanca de la estructura, se puede salvar una mayor luz sin aumentar mucho el peso; los cordones superior e inferior de cada plano inclinado alojarían las armaduras principales, mientras que a lo largo de su faldón se absorben los esfuerzos cortantes.¹³ En ocasiones, las estructuras se componen de formas curvas y pliegues al mismo tiempo, lo que supone soluciones híbridas entre estructuras plegadas y cáscaras.

¹¹ Es decir, regidos por la ley de la catenaria.

¹² Varghese. *Design of reinforced concrete shells and folded plates*.¹⁴

¹³ Fernando Cassinello, *Construcción: Hormigonería*. (Madrid: Ed. Rueda, 1974). 537

Cronológicamente las cáscaras de hormigón armado en simple o doble curvatura comienzan a ser utilizadas mucho antes que los sistemas plegados. Esto queda patente cuando se hace una búsqueda cronológica de los proyectos más importantes construidos en la década de los 30, donde ya existe un gran número de ejemplos en láminas curvas y prácticamente no existen ejemplos plegados. El motivo de tal atraso podría deberse a la propia dificultad de poder calcularlas. El efecto que genera cada unidad geométrica en las colindantes, como consecuencia de la solidaridad del conjunto, hacía engorroso y complejo su cálculo.¹⁴ En contrapartida, una vez superado ese escollo, las superficies planas resultaron más sencillas de encofrar que las superficies curvas, por estar constituidas por caras planas.

¹⁴ Cassinello, *Construcción: Hormigonería*. 542



[f.04]

Dólmen del Prado de Lácara.

2.1.3 Antecedentes: breve introducción a la estrategia geométrico-constructiva de las construcciones pétreas en la Historia de la Arquitectura

“[...] Somos herederos de largos siglos de tradición constructiva y la evolución natural de dicha tradición, a la que no podemos ni debemos renunciar, no permite más que introducir ligeras y graduales variantes en lo que otras han hecho o en lo que ha hecho uno mismo con anterioridad”.¹⁵

El uso de la geometría estructural no es ninguna novedad en la arquitectura. Está intrínsecamente relacionada con la propia esencia de la construcción y viene siendo aplicada desde sus propios orígenes. Partiendo del elemento estructural más primitivo posible, el dolmen [f.04] - básicamente, elementos rectilíneos adintelados - se pasa paulatinamente a la utilización de formas curvas para la creación de elementos estructurales, sofisticando los soportes y empezando a dirigir de manera inteligente las fuerzas estructurales hacia ellos.¹⁶ Las formas utilizadas se regían por las propiedades estructurales que los materiales conocidos eran capaces de ofrecer, transmitiendo principalmente esfuerzos a compresión. Los arcos, la bóveda y la cúpula responden al más básico principio

¹⁵ Félix Candela, “La Obra de Pier Luigi Nervi y su Influencia en la Arquitectura Contemporánea: Cuatro ensayos sobre Pier Luigi Nervi” *Cuadernos de Arquitectura 15: Cuadernos de Bellas Artes* (noviembre 1974): 26

¹⁶ Concepción de Alarcón Álvarez, Enrique de Alarcón Álvarez, “Las cubiertas de grandes luces. Soluciones actuales” *Informes de la Construcción Vol. 23, nº 229* (abril, 1971) 50



[f.05]

Cúpula del Panteón de Agripa.

de transmisión de fuerzas. Son una solución que permite, piedra sobre piedra, con materiales rudimentarios y vulgares, obtener un área cubierta de razonables dimensiones. Se trata, como la define Keneth Frampton, de una solución “anti” tecnológica, por la sencillez de su funcionamiento y el primitivismo con el que se relaciona.¹⁷

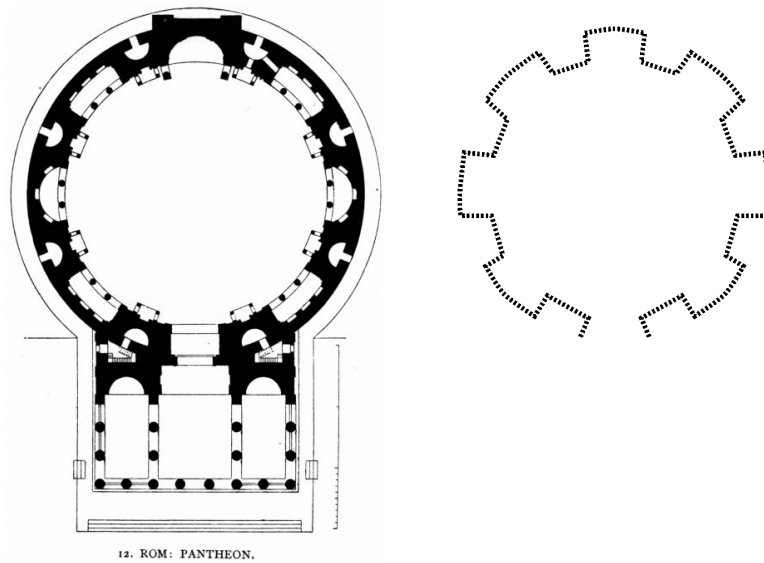
Dejando aparte la madera, que pertenecería al “universo rectilíneo”¹⁸ de las estructuras primitivas, la piedra, el ladrillo y el hormigón primitivo fueron los grandes materiales utilizados en las construcciones de la Antigüedad. Los tres comparten características similares, agrupándose en lo que Torroja denomina materiales frangibles, caracterizados por resistir bien a la compresión y muy mal a la tracción.¹⁹ Consecuentemente, compartirán estrategias estructurales muy similares.

El hormigón romano, a pesar de no ofrecer formas estructurales revolucionarias - utiliza los principios ya descubiertos con la piedra -, supuso el verdadero desarrollo de la arquitectura romana. Permitted la creación de nuevas tipologías

¹⁷ Kenneth Frampton, *Estudios sobre la cultura tectónica*. (Madrid: Akal. 1995).

¹⁸ Eduardo Torroja diferencia en sus escritos lo que denomina materiales del “universo rectilíneo” como la madera y el metal, frente a los materiales frangibles: hormigón, ladrillo y piedra.

¹⁹ Eduardo Torroja, *Razón y ser de los tipos estructurales*. (Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 1957). 41



[f.06]

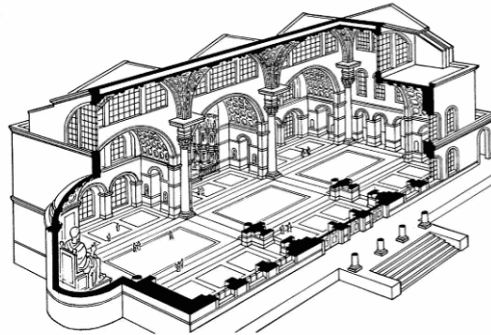
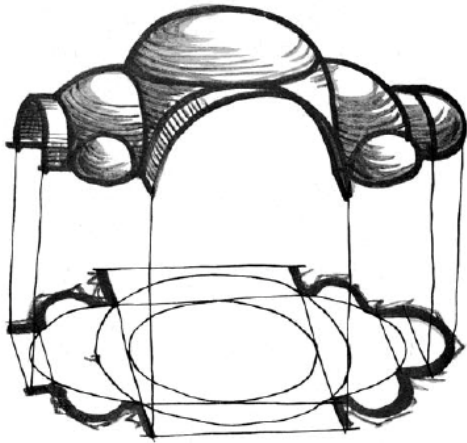
Planta del Panteón, donde se aprecia la forma grecada del muro perimetral.

arquitectónicas que de otra forma no hubieran podido realizarse. Los grandes templos, circos, teatros y anfiteatros romanos sólo pudieron realizarse gracias al uso masivo del *Opus Caementitium*.

Si debe destacarse algún ejemplo de este periodo, el Panteón de Agripa [f.05-06] se erige como un hito arquitectónico sin precedentes. Construido aproximadamente en el año 125 D.C, es con sus 43.5 m de diámetro la mayor cúpula en hormigón no reforzada de la historia.²⁰ Los casetones de su interior le permiten aligerar el peso global de la cúpula, al tiempo que mantiene un mayor espesor eficaz y resistente. Esto hace que su funcionamiento sea un punto intermedio entre una cúpula nervada y una cáscara lisa - dejando entrever lo que más adelante David P. Billington definiría como la tradición italiana a la hora de abordar el diseño de las láminas estructurales mediante elementos nervados.²¹ Además del bellissimo ejemplo de la cúpula, se puede observar en su base otra estrategia de interés: para equilibrar los empujes laterales generados en su parte inferior fue creado un grueso cilindro de hormigón de 6 m de espesor. Sin embargo, este cilindro no tiene una sección constante en planta, sino que, como comenta de Alarcón, se aligera a través de nichos perimetrales. De esta forma,

²⁰ Giorgio Croci, “Seismic Behaviour of Masonry Domes and Vaults Hagia Sophia in Istanbul and St. Francis in Assis” en *First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*. (Geneva: Paper number: K8. 2006) 2

²¹ David Perkins Billington, *The tower and the bridge*. (Princeton, Princeton University Press, 1985). 176



[f.07]

Esquema volumétrico de los soportes que rodean la cúpula central de Santa Sofía.

[f.08]

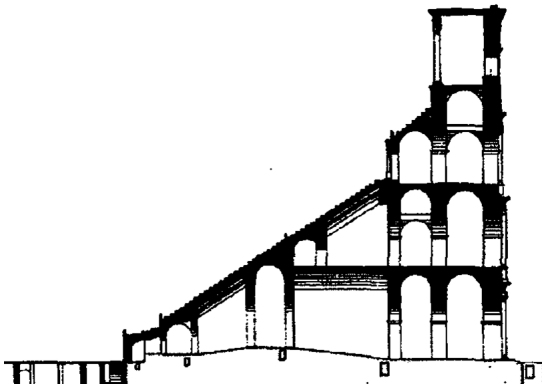
Sección de la Basílica Majencio. 312 d.C.

la lectura de la sección del muro puede leerse también como sistema plegado de un muro mucho más esbelto, formando en definitiva una primitiva forma grecada con una eficacia estructural similar a la de un cilindro macizo de gran grosor.²² [f.06]

En la cúpula Santa Sofía de Constantinopla [f.07], el otro gran ejemplo de cúpula de hormigón primitivo de la antigüedad, la estrategia seguida para resolver el problema de los empujes laterales también utiliza la lógica geométrica de varios elementos constructivos: en uno de sus ejes, hace uso de la concatenación de semi cúpulas, o exedras, que a modo de conchas absorben los esfuerzos laterales para transmitirlos a diferentes contrafuertes en ambos ejes de la planta. En el otro eje, como destaca Torroja, se hace uso de la bóveda de cañón para absorber los mismos esfuerzos laterales.²³ Estos elementos laterales están conectados a la cúpula a través de 4 pechinas, otro elemento geométrico que hace de transición entre todos los componentes estructurales del conjunto. El resultado es una vibrante y amplia espacialidad interior que rompe con los límites del tambor del Panteón para amplificar el espacio en forma de cruz.

²² De Alarcón Álvarez, C. y de Alarcón Álvarez, E. "Las cubiertas de grandes luces. Soluciones actuales" . 51.

²³ Torroja, *Razón y ser de los tipos estructurales*, 174



[f.09]

Sección del Coliseo de Roma.

[f.10]

Apreciación de las bóvedas perimetrales que conforman el graderío.

Como señala Nervi:

“La invención romana de la bóveda de cañón, la de arista y la cúpula y la consecuente introducción de poderosas fuerzas horizontales en la interacción estática de las estructuras cambió radicalmente la distribución en planta, al mismo tiempo que hizo posibles espacios internos de formas inimaginables con las estructuras precedentes de sistema columna-arquitrabe”.²⁴

El problema de los esfuerzos laterales generados por cúpulas y bóvedas ha sido la gran cuestión de la arquitectura de la Antigüedad. En el caso de estructuras abovedadas, las basílicas romanas también utilizaban la composición a tres cuerpos, a modo de nave central y dos naves laterales de menor envergadura, a menudo con bóvedas perpendiculares a la principal - comúnmente llamado “sistema termal” al tener su origen en esta tipología - para absorber los empujes de la bóveda central [f.8]. En otras ocasiones, se solucionaban tales esfuerzos a través de la combinación de varias bóvedas concatenadas que se solidarizaban lateralmente. Este tipo de agrupaciones pueden verse en los soportes diseñados en los graderíos de teatros, anfiteatros y circos romanos. En estos casos, además de la agrupación de bóvedas de cañón, la forma curvilínea de los edificios y de

²⁴ Pier Luigi Nervi en Candela, “La Obra de Pier Luigi Nervi y su Influencia en la Arquitectura Contemporánea: Cuatro ensayos sobre Pier Luigi Nervi. 26



[f.11]

Sistema de edificaciones vernaculares concatenadas y abovedadas del norte de África. Ksour Ouled Soltane. Túnez

los muros de soporte permitía aumentar la resistencia a los empujes laterales del conjunto más eficazmente que si éstos fuesen rectos [f.09-10]. Esta forma de estabilizarse a base de agrupación de bóvedas concatenadas puede verse en la arquitectura vernácula del norte de África [f.11]. Viviendas abovedadas y agrupadas entre sí que se solidarizan mediante la agrupación lateral y en altura, creando conjuntos que transmiten mejor los empujes laterales de cada bóveda cuando trabajan al mismo tiempo.

El arte gótico desarrollará sistemas más sofisticados para eliminar los grandes muros necesarios para transmitir tales esfuerzos laterales, convirtiéndolos en nervios de piedra que transmiten eficazmente las cargas:

“[...] el gótico es pródigo en muros contrarrestados por soberbios arbotantes, estabilizados, a su vez, por botareles, para resistir los empujes de las bóvedas por arista que se apuntan para no forzar demasiado las elegantes dimensiones de todos los elementos sustentantes. E, inclusive, encontró alojamiento para las capillas laterales en el propio espesor del contrafuerte, dando al muro la sección, en greca (...) porque, esas mismas secciones son aplicables al muro, con la particularidad de poder disminuir su canto hacia arriba hasta acabar en una recta de coronación donde la flexión es nula”.²⁵

²⁵ Torroja, *Razón y ser de los tipos estructurales*. 172

Probablemente no exista mayor desarrollo tecnológico en piedra que las catedrales góticas. El desarrollo tecnológico de un material frangible y discontinuo, iniciado con los dólmenes adintelados de la Prehistoria, habría llegado a su apogeo con las grandes cúpulas nervadas de las catedrales góticas.

2.1.4 La aportación del hormigón armado a la lógica geométrico-estructural de la Historia de la Arquitectura

A partir del Gótico, no se desarrollarán verdaderas revoluciones geométrico-estructurales hasta el desarrollo tecnológico del hormigón armado en el siglo XX, cuando se obtiene por fin un material que consigue al mismo tiempo resistir esfuerzos a compresión y flexión.²⁶ Dos materiales de sobra conocidos, como el hormigón y el acero, consiguen una verdadera revolución cuando se combinan para crear un nuevo material que recoge las cualidades de ambos.²⁷ Esta nueva combinación aporta por fin la ambivalencia resistente a tracción-compresión anhelada para el hormigón primitivo, lo que permite obtener un amplio repertorio de nuevas formas estructurales. Pero no sólo eso, su cualidad líquida en el momento de verterse en un molde lo convierte en cualquier forma deseada, pudiendo crear superficies, pero también elementos rectilíneos. El hormigón armado se sitúa así, en función de la necesidad, dentro del universo geométrico-estructural de las piedras, del ladrillo, de la madera o el metal,

²⁶ No puede obviarse en este comentario la revolución que supusieron las bóvedas de ladrillo del barroco, o las estructuras metálicas desarrolladas a partir del siglo XVIII. Ambos desarrollos suponen un avance extraordinario en la tecnología de la construcción. Sin embargo, su aportación a nuevas formas geométrico-estructurales, específicamente las superficiales, es más bien escaso.

²⁷ Billington, *The tower and the bridge*. 148

consiguiendo ser un material totalmente adaptable a cualquier posibilidad estructural.

Si elevar la tecnología estructural a la excelencia arquitectónica ha sido uno de los grandes desafíos de la arquitectura a lo largo de la historia, cada periodo histórico y artístico ha resuelto de forma diferente el mismo problema estructural, universal y eterno, convirtiéndolo en brillantes soluciones de cubierta que se identifican con la propia cultura que las crea y simbolizan un periodo de la historia.²⁸

De forma análoga al Panteón, Santa Sofía o las grandes catedrales Góticas, el descubrimiento del hormigón armado supone la gran aportación moderna al viejo “problema de la bóveda”.²⁹ Sólo a partir de la introducción del hormigón armado se iniciará realmente una nueva etapa estructural nunca antes vista, explotando las posibilidades ofrecidas por el nuevo material. De entre todas las soluciones arquitectónicas construidas con hormigón, las láminas estructurales serán sin duda la aportación más revolucionaria, con infinitas posibilidades y nuevas soluciones formales a la hora de proyectarlas. En este aspecto, Sigfried Giedion destaca posibilidades inauditas, como que “se puedan construir espacios

²⁸ Sigfried Giedion, *Space, Time and Architecture*. (Harvard University Press, 1967). xxxv

²⁹ Giedion, *Space, Time and Architecture*. xli

abovedados invertidos, abriendo la puerta a nuevas formas de entender la relación entre espacio y cubierta”. Esto, apunta el autor, supone una auténtica revolución que romperá con el propio concepto de bóveda de forma definitiva.³⁰

En la misma línea, Joaquim Cardozo, uno de los grandes ingenieros calculistas de la modernidad brasileña y autor de la mayoría de las obras de Niemeyer, hablará de las láminas estructurales de hormigón armado de forma similar a Giedion, destacando su papel fundamental como la herramienta estructural que marcaría la época moderna:

“Son estas superficies construidas como 'conchas delgadas', (...) las que dan el tono de la arquitectura actual, como las vigas en celosía de hierro fueron en el siglo XIX la nota principal, por su originalidad en ese momento, de los grandes espacios construidos [...] y al igual que en los tiempos ya profundamente históricos de la Edad Media, fueron las ojivas y las bóvedas de crucería las que marcaron el ritmo de la arquitectura gótica [...]”³¹

³⁰ Giedion, *Space, Time and Architecture*. li

³¹ Joaquim Cardozo. “Algumas idéias novas sobre arquitetura” en *Revista Módulo*, 33., jun.1963. (Rio de Janeiro). 23

2.2 EL MATERIAL

CARACTERÍSTICAS E INTRODUCCIÓN HISTÓRICA EN EL USO HORMIGÓN ARMADO

2.2.1 La ambigua naturaleza del hormigón armado

El hormigón armado es, esencialmente, un material compuesto. Un material mestizo, como lo definiría Wright.³² Lo componen dos materiales que, en principio y por el modo en que se disponen, tienen propiedades muy diferentes. Esto lo convierte en un material tremendamente cambiante, adoptando según la situación las propiedades de uno u otro, o la mezcla de ambos. Esta ambigüedad se ve reflejada también en otros aspectos del hormigón. Adrian Forty destaca cómo el hormigón no encaja adecuadamente en ninguna característica definida, y esa es precisamente una de sus características intrínsecas. Es capaz de generar múltiples contradicciones, siendo identificado con conceptos opuestos a la vez: líquido / sólido, suave / rugoso, natural / artificial, viejo/ nuevo, básico / espiritual.³³

³² Frank Lloyd Wright. "In the cause of architecture VII. Meaning of materials: concrete" en *Architectural Record* (Agosto, 1928) en Frank Lloyd Wright. *Collected writings. Vol.1.* (Nueva York: Bruce Book Pfiffer, 1992). 301

³³ Adrian Forty, *Concrete and Culture: A Material History.* (Londres: Ed: Reaktion Books, 2012). 10

Pueden encontrarse en él dos diferencias fundamentales a la hora de utilizarse: su colocación se realiza en estado líquido, adquiriendo cualquier forma del molde donde se vierte. Por otro lado, tiene un comportamiento estructural monolítico, de forma que todo el conjunto vertido trabaja a la vez.³⁴

Pero sin duda, comparado con todos los materiales anteriormente utilizados en la arquitectura, el hormigón armado posee una característica propia que lo hace enormemente diferente: se trata de un material formalmente continuo. Sus superficies no están limitadas por el tamaño del material o la forma en que se encuentra en la naturaleza. A pesar de que se dispone de forma discontinua en obra, tiene la capacidad de fusionarse de forma que los límites de su colocación no afectan visualmente al conjunto, resultando en un material de extensión infinita. Además, tienen la capacidad de transformarse en las diferentes partes que componen la arquitectura: paredes, soportes, dinteles o cubiertas, formando todas ellas una estructura conjunta.³⁵

³⁴ Nervi en Candela, *La Obra de Pier Luigi Nervi y su Influencia en la Arquitectura Contemporánea*. 115.

³⁵ Forty, *Concrete and Culture: A Material History*. 11

Inicialmente, como ocurría con el *Opus Caementitum* en el Impero Romano, el hormigón armado será utilizado en combinación con otros materiales, o simplemente como material de relleno. En todo caso, su utilización se ceñía a las formas constructivas conocidas, siendo utilizado en definitiva con formas “prestadas” que reproducían características de otros materiales. Costó mucho tiempo conseguir entender que aquel material no tenía relación con el hormigón en masa, a pesar de ser similares:

“(…) la viga de hormigón armado ha de mirarse como formada por un nuevo material, resistente tanto a la tracción como a la compresión, alejando de la imaginación aquel otro material frangible que era el hormigón solo, aunque sea la apariencia de éste la que se ofrezca a la vista”.³⁶

De hecho, en los momentos iniciales de su desarrollo fue ocasionalmente utilizado como material de imitación, recreando otros materiales considerados más nobles.³⁷ En su versatilidad radica precisamente su indefinición, de forma que se ha utilizado de material multiuso, abundante y barato, para paulatinamente ir descubriendo sus propias capacidades.

³⁶ Torroja, *Razón y ser de los tipos estructurales*. 128

³⁷ Recordemos como ejemplo la fachada del edificio de apartamentos de la Rue Franklin, de Auguste Perret, donde el hormigón es utilizado como si fuera piedra tallada.

Is it Stone? Yes and no.

Is it plaster? Yes and no

Is it brick or tile? Yes and no

Is it cast iron? Yes and no

Poor concrete! Still looking for its own in the hands of man.³⁸

Precisamente esta versatilidad le proporciona la cualidad de pertenecer también al “universo rectilíneo” que definía Torroja. Su invención supuso no sólo una revolución para las construcciones concebidas a base de bóvedas o cúpulas. Su capacidad portante suponía poder prescindir de las limitaciones de los metales, escasos y caros, y de la madera para construir mayores y más económicas estructuras esqueléticas, materializando en el Sistema Domi-no el arquetipo estructural anhelado por el Movimiento Moderno, un esqueleto estructural barato y resistente que liberaba planta y fachadas de la tiranía de la estructura.

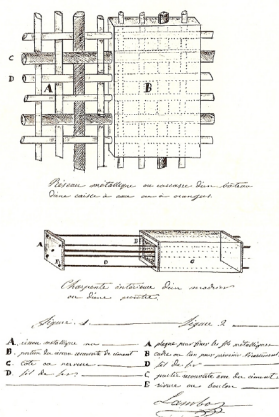
El secreto del nuevo material - una transmisión eficiente de esfuerzos entre la armadura y el hormigón a través de las superficies corrugadas en el metal - hacían que la simbiosis fuera perfecta y armoniosa.

³⁸ Wright. “In the cause of architecture VII. Meaning of materials: concrete” (Agosto, 1928) en Frank Lloyd Wright. *Collected writings. Vol.1.* 301

Una vez inventando, se presentaba por delante la ardua tarea de entenderlo.

“Cada material tiene una personalidad específica distinta, y cada forma impone un diferente fenómeno tensional. La solución natural de un problema —arte sin artificio, óptima frente al conjunto de impuestos previos que la originaron, impresiona con su mensaje, satisfaciendo, al mismo tiempo, las exigencias del técnico y del artista...Antes y por encima de todo cálculo está la idea, moldeadora del material en forma resistente, para cumplir su misión”.³⁹

³⁹ Torroja, *Razón y ser de los tipos estructurales*. 12



[f.12]

Diseños de armado de la patente de Joseph Lambot.

[f.13]

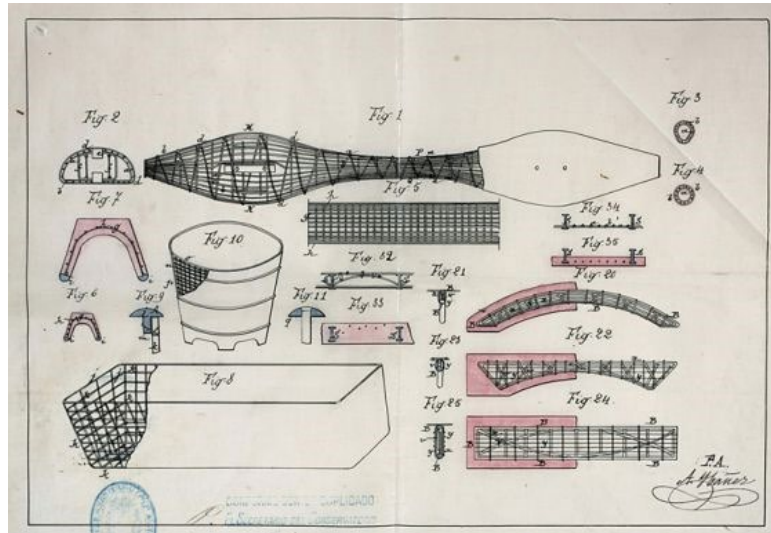
Bateau – Ciment. Joseph Lambot. 1849

2.2.2 Breve cronología de la invención del hormigón armado.

Las primeras experimentaciones en hormigón armado suponen una sucesión cronológica, solapada y muy rápida de patentes que se concentran principalmente en Europa y Estados Unidos. Sus orígenes no tienen inicialmente relación con la construcción, sino con la búsqueda de un material versátil para ser utilizado en diferentes campos tecnológicos. De hecho, la primera vez que se utiliza el hormigón armado se aplica como sustituto de la fácilmente deteriorable madera de una barca: el *Bateau – Ciment*, del año 1849 [f.12-13], obra del horticultor Joseph Lambot. Esta primera aplicación supone una primera aproximación a las propiedades superficiales del hormigón: una cáscara de hormigón armado a escala, impermeable y fina que tiene la capacidad de flotar.

Otro horticultor, Joseph Monier, desarrollará poco tiempo después todo tipo de elementos de jardinería, como macetas y ornamentos de jardín [f.14]. También realizará, a partir de 1868, los primeros ensayos para la construcción de depósitos de agua en hormigón armado⁴⁰ [f.15-16]. Estos depósitos no excedían de 10 cm de espesor en la parte inferior, llegando a sólo 4 o 5 cm en el remate superior. Teniendo en cuenta sus dimensiones - 5 metros de altura y 16 de

⁴⁰ Antonio Burgos Núñez, *Los orígenes del hormigón armado en España*. (Madrid, Ed. Cedex.2009). 83



[f.14]

Diferentes esquemas de colocación de armaduras en la patente de Joseph Monier.

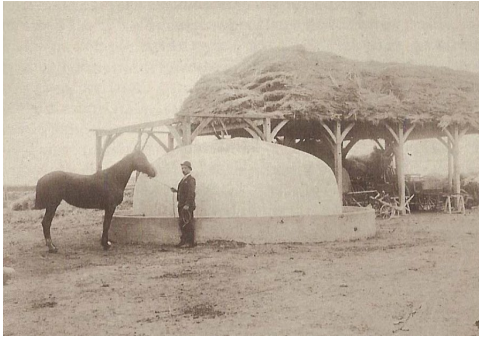
diámetro - es fácil pensar en el escepticismo con el que sus coetáneos reciben semejante invento, dudando de su capacidad de poder soportar los empujes generados por el agua por un periodo prolongado.⁴¹

Tanto la invención de Lambot como la de Monier hacen uso de la capacidad del hormigón armado de ser impermeable y continuo, pero a la vez ya generan una forma que se auto estructura para contener (depósito) o repeler (barca) el agua en su interior. Estas dos cualidades - ser superficie y estructura - ya evidentes en las primeras invenciones en hormigón, son precisamente los principios en los que se basan las futuras láminas estructurales de hormigón.

Pero si lo que buscamos es el primer elemento estructural en hormigón armado usado con fines constructivos, Antonio Burgos localiza en un humilde forjado plano la primera combinación histórica entre hormigón y hierro. Un forjado primitivo construido por François Coignet para su propia casa, en 1852:

“Sobre los muros entre los que se trata de construir un forjado se apoyan por los extremos cierto número de viguetas de hierro de un grosor proporcional a la luz (...) cinco centímetros por debajo de las viguetas se coloca un encofrado plano y se vierte el

⁴¹ Burgos Núñez, *Los orígenes del hormigón armado en España*. 87



[f.15]

Depósito de agua de Bougival. Joseph Monier. (1872)

[f.16]

Depósito de agua. Autoría de Joseph Monier.

hormigón sobre él, extendiéndolo y comprimiéndolo hasta que toda la superficie está recubierta, quedando sobre las viguetas un espesor de al menos 5 centímetros”.⁴²

Queda con esta descripción, según Burgos, registrado el primer elemento estructural y constructivo en hormigón armado utilizado en arquitectura. No se trata de un sistema de armado propiamente dicho, sino más bien de una combinación de elementos metálicos auto estructurados con un recubrimiento de hormigón armado que permite crear una superficie sólida y plana. De forma análoga a los forjados de vigas con revoltones cerámicos, el hormigón cumple la función de cubrir los intersticios entre los elementos lineales, los verdaderos elementos estructurales que soportan el forjado. Sin embargo, su función va mucho más allá de la que cumplen los revoltones, puesto que su continuidad permite el reparto de los esfuerzos del forjado sobre las viguetas de una forma mucho más eficaz y homogénea. Se trata en definitiva de una primera colaboración, una simbiosis de dos materiales que están abocados a trabajar juntos.

⁴² Francois Coignet en Burgos Núñez, *Los orígenes del hormigón armado en España*. 77



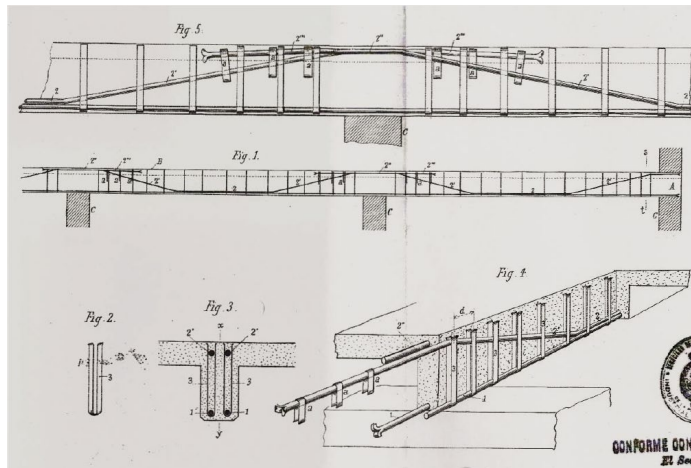
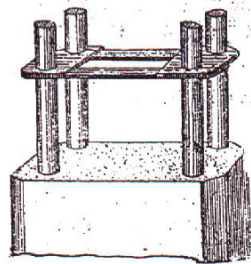
[f.17]

Pasarela de la exposición de Bremen (1890) del ingeniero M. Koenen. Sociedad de construcciones Monier.

En su revisión histórica sobre el hormigón armado, Billington sintetiza los orígenes del material en tres figuras clave (dejando fuera a Coignet, a pesar de nombrarlo): En primer lugar Joseph Monier, quien crea y patentó la idea de reforzar jardineras y depósitos del hormigón embutiendo alambre de acero en su interior, llegando más tarde a aplicar el mismo concepto en edificios y puentes. En segundo lugar otro francés, François Hennebique, quien descubrió en 1879 que las estructuras metálicas insertadas en el hormigón participan activamente de los esfuerzos de tracción, absorbiendo el hormigón los de compresión. Por último, destaca a los constructores de puentes, que optaron por construirlos con “piedra artificial”, usando la lógica de las estructuras de piedra tradicional para el nuevo material.⁴³ En resumen, Billington concretiza en estas tres figuras al creador, al conceptualizador y al desarrollador de los primeros hormigones. Entre ellas Hennebique se destaca por descubrir, o al menos enunciar, la esencia de lo que verdaderamente aporta el hormigón armado a la historia: su doble cualidad estructural a tracción y compresión.

Si hasta el momento tanto Monier como Hennebique trabajan con métodos más bien empíricos, basados en la metodología de prueba y error - Monier es jardinero y Hennebique albañil de profesión, siendo sus métodos son más

⁴³ Billington, *The tower and the bridge*. 148



[f.18]

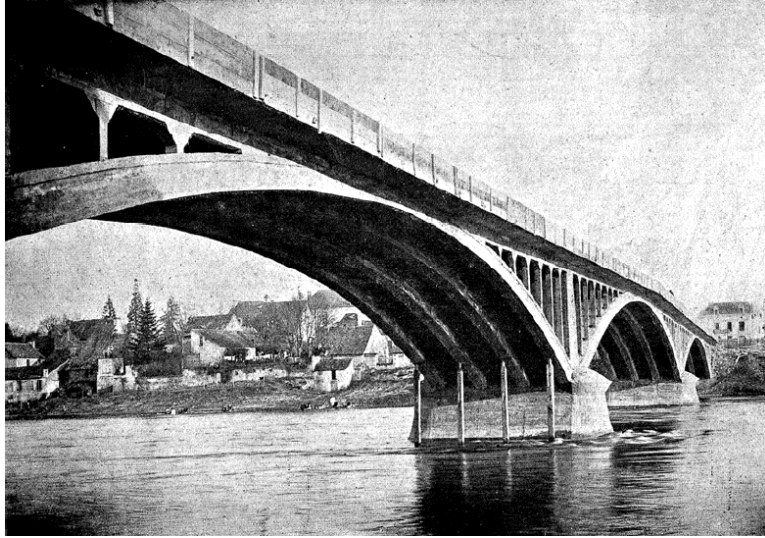
Esquemas estructurales del Sistema Hennebique.1898

prácticos que teóricos - otras figuras destacadas de la época, entre los que destacan en un primer estadio los alemanes G.A.Wayss y Mathias Koenen, se dedicaron al estudio del comportamiento y cálculo de nuevo material de forma científica. Mientras Hennebique recurre a su bagaje artesanal y a la experimentación para encontrar nuevas formas estructurales, priorizando aquellas más ligeras y esbeltas, los ingenieros alemanes se dedican a teorizar sobre los límites constructivos del hormigón, ejecutando sus posibles estructuras tras un metódico proceso de cálculo que reduce su abanico de posibilidades geométricas a las formas que conocían matemáticamente.⁴⁴

El resultado de este desarrollo científico paralelo son dos carreras meteóricas con resultados muy prolíficos. En el caso de Wayss, más de 300 puentes construidos hasta 1899 bajo el método Monier, entre los que se destaca para esta investigación la pasarela para la Exposición de Bremen, un arco de hormigón armado de más de 40 m de luz construida en 1890⁴⁵ [f.18]. A pesar de que Antonio Burgos lo califica de arco y de que tan sólo se puede evaluar con una única imagen, todo parece indicar que, por su geometría superficial, este elemento constituye uno de los primeros ejemplos una lámina estructural de

⁴⁴ Billington, *The tower and the bridge*. 149

⁴⁵ Burgos Núñez, *Los orígenes del hormigón armado en España*. 91



[f.19]

Puente de Chatelleraut sobre el río Vienne (1890). Organización Hennebique.

hormigón armado, recordando enormemente a las pasarelas construidas por Reidy en el Aterro, 70 años después.

Por su lado, François Hennebique desarrolla su propia patente para la construcción de forjados de hormigón [f.19], que se convierte en la más usada de todas las que se crearon a finales del XIX⁴⁶. La mayor aportación de esta patente es la definición básica de los principios racionales de la mecánica de estructuras, aportando como novedad los estribos en las armaduras. Inventaría también los puentes de vigas rectas para salvar vanos menores, así como puentes en arco similares a los de Wayss, llegando en 1899 a construir el arco del hormigón armado más extenso hasta la fecha, con 50 m de vano, realizado para el Puente de Chatelleraut [f.19].⁴⁷

⁴⁶ Burgos Núñez, *Los orígenes del hormigón armado en España*. 137

⁴⁷ Burgos Núñez, *Los orígenes del hormigón armado en España*. 139

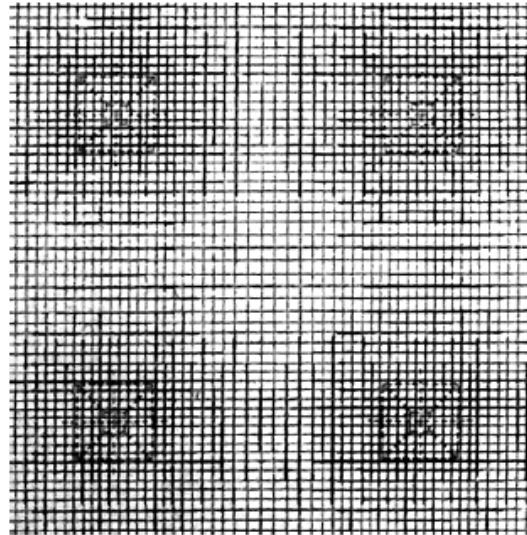
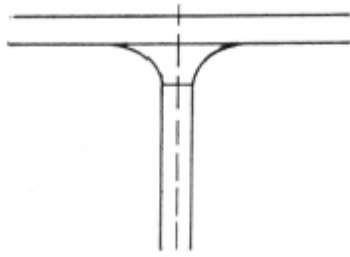
2.2.3 Estructuras arborescentes, primera forma estructural derivada de las características del hormigón armado.

Hasta inicios del siglo XX, todas las formas aplicadas en las construcciones de hormigón armado tienen su propio antecesor construido en otros materiales. Se puede decir que, aunque algunas de ellas encajan de forma clara e intrínseca con la idiosincrasia del hormigón armado, aún no constituyen en sí ninguna forma totalmente novedosa. El pilar-forjado, o pilar fungiforme, será la primera de las tipologías genuinamente derivada de las cualidades del hormigón armado, no teniendo similitud con ningún otro sistema anterior.⁴⁸ Se basa, de forma simplificada, en la fusión de un soporte vertical con un forjado horizontal. Esta forma de entender la estructura, basada en sus propias reglas, acabará generando multitud de versiones y líneas de desarrollo hasta crear un nuevo arquetipo estructural y arquitectónico.

Según apunta Billington, el sistema fue inventado en 1908 por Maillart⁴⁹, aunque lo cierto es que existe una invención muy similar pero desarrollada en Estados

⁴⁸ Alexander Kierdorf, "Early Mushroom Slab Construction in Switzerland, Russia and the U.S.A. – A Study in Parallel Technological Development" en *Proceedings of the Second International Congress on Construction History*. (Cambridge, 2006) 1793

⁴⁹ Billington, *The tower and the bridge*. 164



[f.20]

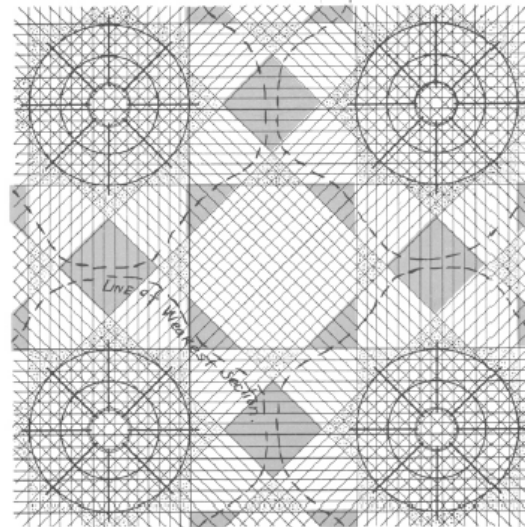
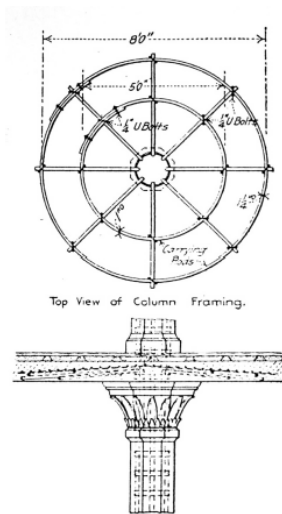
Esquema de armado de los forjados de la patente de Maillart

Unidos por Claude A. P. Turner un poco antes, entre 1905 y 1906.⁵⁰ Ambos sistemas se basan en el mismo concepto, que consiste en un elemento de transición entre forjado y pilar, de forma que exista una continuidad en la transmisión de esfuerzos que pertenece a ambos elementos a la vez. Tanto la invención de Maillart [f.20] como la de Turner [f.21] buscaban proponer una alternativa al sistema tradicional de forjado-pilar por uno más sencillo y rápido de construir. Su idea se basa en la creación de forjados a través de unidades estructuralmente semiindependientes que crean superficies continuas.

A pesar de ser similares, sus diferencias son substanciales. Según el propio Maillart, y basado en los propios documentos de la patente de Turner, entre su invención y la del americano existe una diferencia básica: su diseño no establecía elementos jerárquicos de refuerzo, siendo el forjado uniforme, transmitiendo las cargas de forma homogénea. La invención de Turner, sin embargo, contenía refuerzos estructurales en su interior, con un funcionamiento similar al de un forjado nervado y teniendo ciertas reminiscencias del sistema estructural lineal al que substituía.⁵¹ Esta diferenciación, de poca relevancia a nivel formal, es sin embargo un detalle clave desde el punto de vista de los planteamientos básicos

⁵⁰ Kierdorf, "Early Mushroom Slab Construction in Switzerland, Russia and the U.S.A. – A Study in Parallel Technological Development".) 1794

⁵¹ Robert Maillart, "Die Entwicklung der unterzuglosen Decke in der Schweiz und in Amerika" en *Schweizerische Bauzeitung* 20, (mayo, 1926). 264



[f.21]

Esquema estructural de la patente Turner.

relacionados con las láminas estructurales, que lleva a diferenciar las láminas “puras” de las que tienen elementos estructurales jerarquizados. Además, la diferencia entre la invención americana y la europea también radica en la propia forma del elemento de transición entre forjado y pilar. En el caso de Maillart, se trata de una forma hiperbólica que trata de imitar de la manera más fiel posible el comportamiento de los esfuerzos de transmisión de cargas. “Su forma es por tanto una forma matemática que puede calcularse y que tiene sus orígenes en la teoría estática”.⁵² El hecho de estar facetada únicamente responde a la dificultad de producir formas circulares con entablillado de madera⁵³. De esta forma, la elección de Maillart se convierte en un manifiesto con respecto a su pensamiento teórico en torno al diseño estructural. Frente a la versión de Maillart, los diferentes capiteles propuestos por Turner, aun cumpliendo una función similar, evidencian intereses más formales y decorativos, existiendo incluso un catálogo de modelos a elegir.

Existe cierta confusión en torno a la denominación de este tipo de estructuras, tendiéndose a englobar bajo el mismo nombre aquellos ejemplos que heredan los preceptos de Turner, con una jerarquía estructural de transmisión de

⁵² Mario Rinke Andreas Thuy, “The mushroom column: Origins, concepts and differences” en Ine Wouters, Stephanie Van de Voorde, Inge Bertels, Bernard Espion, Krista De Jonge, Denis Zastavni (orgs.) *Building Knowledge, Constructing Histories* (Bruselas: 6º Congreso Internacional de Historia de la Construcción, 2018). 6

⁵³ Billington, *The tower and the bridge*. 164



[f.22]

Quiosco de Corredoria. Oviedo. donde se muestra la diferenciación entre el sistema estructural y las placas de fibrocemento de cubierta. Ildefonso Sánchez del Río

[f.23]

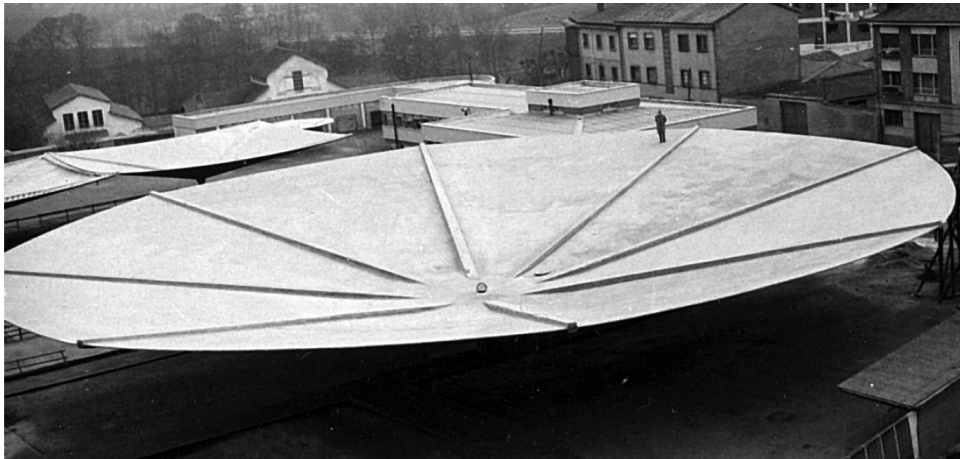
Quiosco del Arenal, Bilbao.(1923-1928).

esfuerzos hacia el pilar, con aquellos que, al modo de la patente de Maillart, transmiten los esfuerzos sin jerarquías. Según explica Silvnik en su investigación, el primer grupo debe denominarse “*umbrella*” - que podría traducirse como “paraguas estructural”-, mientras que la segunda forma se agrupa bajo la denominación de “*mushroom*”⁵⁴ - encontrando quizá en la denominación “soporte fungiforme” la expresión más parecida en lengua Española para nombrarla.⁵⁵

El origen de esta tipología estructural no tiene relación con las láminas estructurales del hormigón. De hecho, ambas invenciones, la de Maillart y la de Turner, se basan en superficies planas y unidas entre sí, siendo el objetivo principal la construcción de forjados. No obstante, una vez establecidas las bases del sistema, no se tardará en crear elementos estructurales exentos compuestos por un único pilar, normalmente central, y un área de cubierta en voladizo.

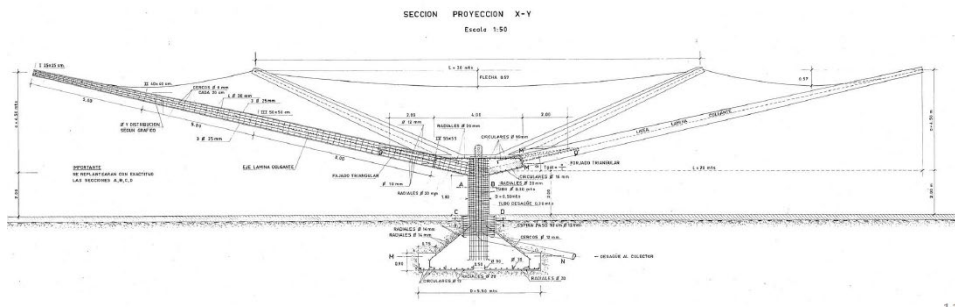
⁵⁴ Lara Slivnik, “The Distinction between Mushroom and Umbrella Structures in Slovene Architecture” en *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, (2019 Volume 47, issue 8) 1

⁵⁵ En la literatura académica española suelen aparecer con el nombre de “paraguas estructural” ambas afecciones, sin establecerse diferencia. En esta investigación es sin embargo importante diferenciarlos, por lo que se utilizará paraguas estructural o soporte fungiforme para cada una de las tipologías, utilizando “estructuras arborescentes” para englobar a ambas.



[f.24] [f.25]

Vista aérea y sección del paraguas estructural del mercado de Pola de Siero. Asturias (1972).



Estas unidades darán lugar a infinidad de agrupaciones donde se crean superficies de cubierta por combinación repetida del mismo elemento. A pesar de ser un elemento aparentemente simple, existen multitud de geometrías y posibles soluciones estructurales: desde los más primitivos, planos y redondos, hasta unidades deformadas hasta conformar cerramientos casi verticales. En todo caso, en muchos de ellos se aplicarán los principios de la Teoría de la Membrana para resolver las áreas de cubierta mediante laminas estructurales de forma hiperbólica - los conocidos como hipares - que en algunos casos integran los soportes con la misma forma geométrica.

Pepa Cassinello localiza en los paraguas de hormigón armado del ingeniero Ildefonso Sánchez del Río los primeros ejemplos construidos de una tipología estructural en paraguas exento. A lo largo de la década de 1920, el ingeniero asturiano construirá lo que son los precursores de todos los demás paraguas



[f.26]

Estación de servicio en paraguas estructural cuadrado diseñado por Franjo Dždek. Lubijana (1933)

estructurales y soportes fungiformes construidos a partir de los años 30.⁵⁶ Estos paraguas primitivos se basan en la construcción de un pilar de hormigón armado generalmente centrado al que se fijan nervaduras radiales del mismo material, constituyendo así una estructura primaria que da lugar a cubiertas de planta circular. Entre las nervaduras coloca placas prefabricadas de fibrocemento o de hormigón, según la versión [f.22]. Estos elementos no colaboran estructuralmente en el conjunto y simplemente cumplen una función de cobertura. Su aspecto formal recuerda de algún modo a equipamientos parecidos construidos en la época, como quioscos de música y marquesinas de edificios públicos [f.23], con la diferencia de que estos están construidos principalmente en hierro y cristal. Su diferencia fundamental radica en el material utilizado y en la utilización de un único pilar - algo, por otro lado, no imposible de ser realizado en metal, pero no habiéndose encontrado ningún ejemplo siguiendo este principio que este fechado en los mismos años -. Se trata de formas que se sitúan, en cuanto a la lógica de su estructura, más cerca de las estructuras metálicas del siglo XIX que de los futuros sistemas en hipar hacia los que evolucionan. Del Río desarrollará multitud de estos paraguas a lo largo de varias décadas, experimentando diferentes formas y soluciones. De los 8 metros de diámetro del primer modelo, construido en los años 20 en forma convexa,

⁵⁶ Pepa Cassinello y Bernado Revuelta Pol, *Ildefonso Sánchez del Río Pisón: el ingenio de un legado* (Madrid: Fundación Juanelo Turriano, 2011). 240



[f.27] [f.28]

Fase de construcción y vista interior de los paraguas estructurales de la Fábrica Johnson Wax. Frank Lloyd Wright (1933-36)

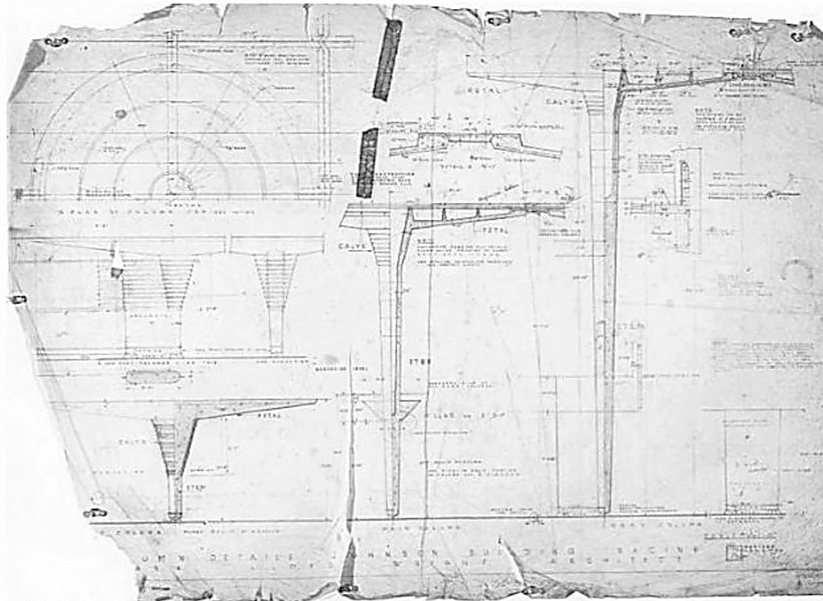
acabará construyendo en 1972 el que es considerado el mayor paraguas estructural de la historia, en el mercado de Pola de Siero [f.24-25]. Se trata de un paraguas de forma cóncava y diámetro de 40 metros que cubre 1250 m² con un único pilar.⁵⁷

Por su lado, Lara Silvnik no menciona a Sánchez del Río en su investigación, destacando como primer paraguas construido un ejemplo de planta cuadrada diseñado por Franjo Dždek para una gasolinera en Lubijana (1933) [f.26]. Al igual que los paraguas del Sánchez del Río, el elemento de cobertura - metálico - no está debidamente integrado en la lógica estructural, siendo en definitiva una estructura arborescente a modo de esqueleto estructural posteriormente cubierto con una placa metálica.⁵⁸

Para encontrar el primer paraguas estructural donde estructura y elementos de cobertura estén fusionados -a pesar de diferenciarse- hay que observar el diseño de la unidad de cubierta para la Fábrica Johnson Wax de Frank Lloyd Wright (1933-36) [f.27-29]. Estos elementos, de perfil circular, constituyen la cubierta de la fábrica, dejando pasar la luz en los intersticios que se forman entre las

⁵⁷ Pepa Cassinello, "The evolution of concrete shells; innovations by Ildefonso Sánchez del Río", en *Informes de la Construcción* 65 (Madrid, 2013) 152

⁵⁸ Silvnik, "The Distinction between Mushroom and Umbrella Structures in Slovene Architecture". 4



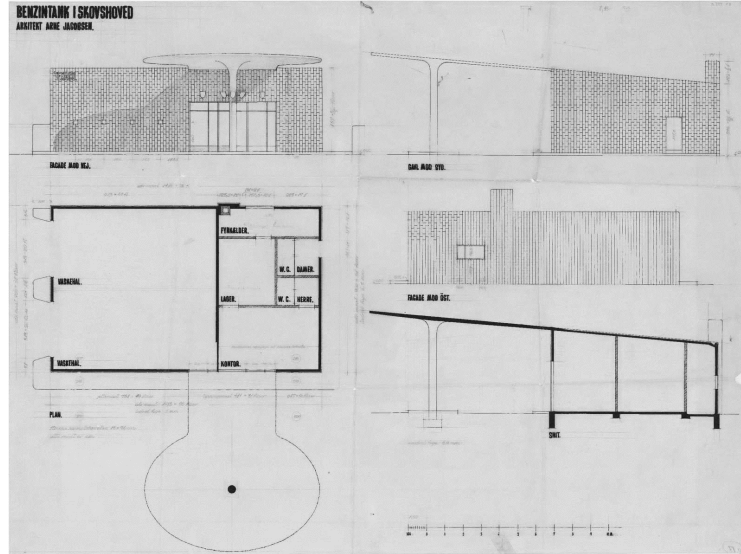
[f.29]

Planos originales de los paraguas de la Fábrica Johnson Wax. Frank Lloyd Wright (1933-36). Puede apreciarse las nervaduras internas que refuerzan la estructura.

unidades. A simple vista, estas estructuras a las que Wright denomina “dendriformes” parecen soportes macizos, no dando pista alguna de su funcionamiento interno. Por el contrario, están principalmente huecos, tanto en la sección del pilar - con un espesor de 9 cm - como en la cubierta. Su estructura interna se realiza a base de elementos radiales y anillos concéntricos que convergen en el soporte. Esta solución ya integra de manera formal superficie de cobertura y la estructura en un sólo elemento, y nada desde la parte inferior deja entrever la jerarquía estructural existente. El paraguas de Wright muestra también aspectos que lo enlazan con el modelo de Turner, como la comentada estructura radial o la separación formal entre cubierta y capitel - que Wright llamaba pétalo y cáliz, respectivamente -. Wright coloca en el capitel una serie de anillos ornamentales escalonados en transición hacia el pilar, en analogía con la forma en que Turner “embellece” sus capiteles con diferentes formas de catálogo.⁵⁹

En contraposición al modelo de Wright, Arné Jacobsen construye para la estación de servicio de Skovshoved (1936) [f.30-31] un diseño acorde con la versión europea de Maillart. Aunque el modelo de Jacobsen y de Wright resultan

⁵⁹ Mario Rinke Andreas Thuy, “The mushroom column: Origins, concepts and differences” en Ine Wouters, Stephanie Van de Voorde, Inge Bertels, Bernard Espion, Krista De Jonge, Denis Zastavni (orgs.) *Building Knowledge, Constructing Histories* (Bruselas: 6º Congreso Internacional de Historia de la Construcción, 2018). 6



[f.30] [f.31]

Imagen y planos originales de la estación de servicio de Skovshoved (1936), de Bernard Jacobsen, donde se aprecia que no existen ningún tipo de nervaduras en la parte superior.

parecidos visualmente, poco tienen que ver en realidad. La forma del capitel de Jacobsen trata de hacer la transición entre pilar y cubierta de la forma más suave posible. Su materialidad, lisa y puramente circular deja claro que la madera no fue el material utilizado como encofrado, creando una fusión absoluta entre ambos cuerpos. No puede comprobarse a simple vista si la armadura interior está jerarquizada o por el contrario se trata de una armadura homogénea. En todo caso, independientemente de la solución adoptada, queda clara la intención del arquitecto de no mostrar ningún tipo de nervadura, incluso en la parte no visible de la cubierta.

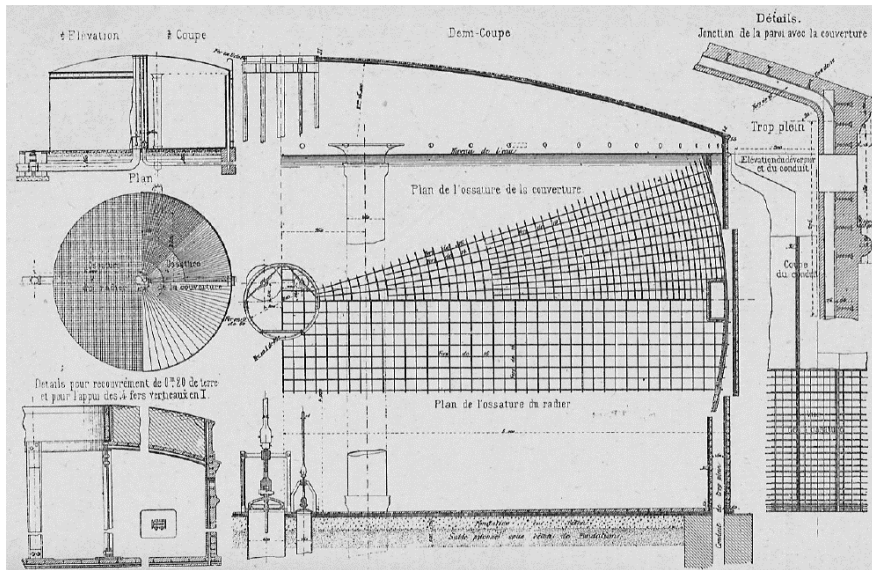
Obviando el hecho de que el la versión de Jacobsen no es exenta totalmente, el proyecto será uno de los primeros ejemplos de soporte fungiforme - sin nervaduras - conocido. Sin embargo utiliza un forjado plano, y por lo tanto no aprovecha la forma geométrica para la transmisión de fuerzas.

2.3 EL SISTEMA

ANTECEDENTES Y CRONOLOGÍA DEL DESARROLLO DE LAS LÁMINAS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN ARMADO

2.3.1 Primeras experimentaciones en lámina de hormigón armado aplicadas a obras de arquitectura

Como se ha comentado, el hormigón armado será utilizado inicialmente para reproducir la lógica de los materiales ya existentes, buscando la manera de optimizar el coste o la prestación del material substituido mediante una versión más barata. No es de extrañar, por tanto, que los primeros ejemplos construidos en cáscara de hormigón armado fueran alternativas más económicas que reproducían formas conocidas, antes de empezar a experimentar con formas propias. Conforme se va teniendo conocimiento del comportamiento del hormigón armado, las formas se van alejando de las conocidas para adquirir nuevas características estructurales: láminas plegadas, cáscaras y paraguas estructurales se intuyen en los primeros ensayos en hormigón armado, localizados entre 1890 y 1910.



[f.32]

Planos de los depósitos de agua de Boulogne sur Seine, de Jean Bordenade (1892), donde se detalla la sección y armado del modelo de depósito.

Además de la ya mencionada pasarela de la Exposición Universal de Bremen, del ingeniero M. Koenen y construida con el método Monier⁶⁰, empiezan a aparecer diferentes patentes que resuelven cubiertas con bóvedas de hormigón armado. Se trata de elementos estructurales que aprovechan la geometría abovedada para crear mayor resistencia con menor uso de material, si bien en muchos casos aun no trabajan como láminas estrictamente, sino como simples bóvedas de hormigón armado que poseen un apoyo continuo en su base. Los depósitos de agua de Boulogne sur Seine, de Jean Bordenade en 1892 [f.32] ya poseen formas geométricas que se asemejan a las cascaras de hormigón.⁶¹ Burgos Núñez destaca también las bóvedas de hormigón armado para la cubierta del Canal de Saint Martin, en París (1908), de los ingenieros Augustin Mesnager y Simon Boussiron como uno de los primeros ejemplos de bóvedas de hormigón armado [f.33].⁶²

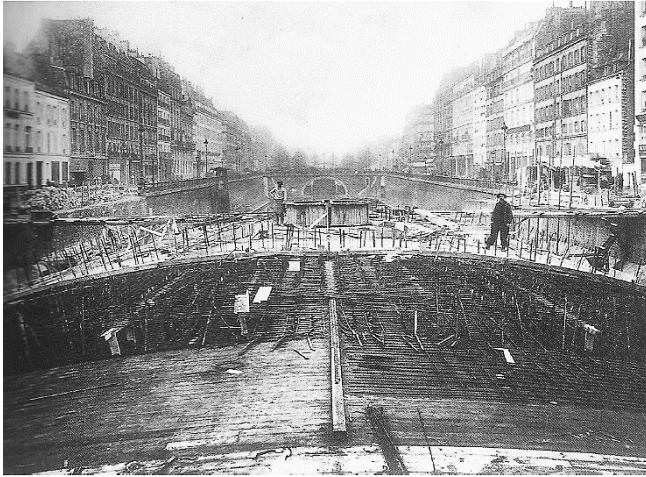
En cuanto a láminas plegadas, un ejemplo claro de utilización previa a su desarrollo como sistema estructural son los silos construidos a partir de 1890 por Hennebique, donde se hace uso de caras planas de hormigón armado en forma de cono invertido para crear las tolvas de salida para el grano o carbón [f.34].⁶³

⁶⁰ Burgos Núñez, *Los orígenes del hormigón armado en España*. 91

⁶¹ Burgos Núñez, *Los orígenes del hormigón armado en España*. 98

⁶² Burgos Núñez, *Los orígenes del hormigón armado en España*. 117

⁶³ Burgos Núñez, *Los orígenes del hormigón armado en España*. 150



[f.33]

Cubierta del Canal de Saint Martin (1908), de los ingenieros Augustin Mesnager y Simon Boussiron

[f.34]

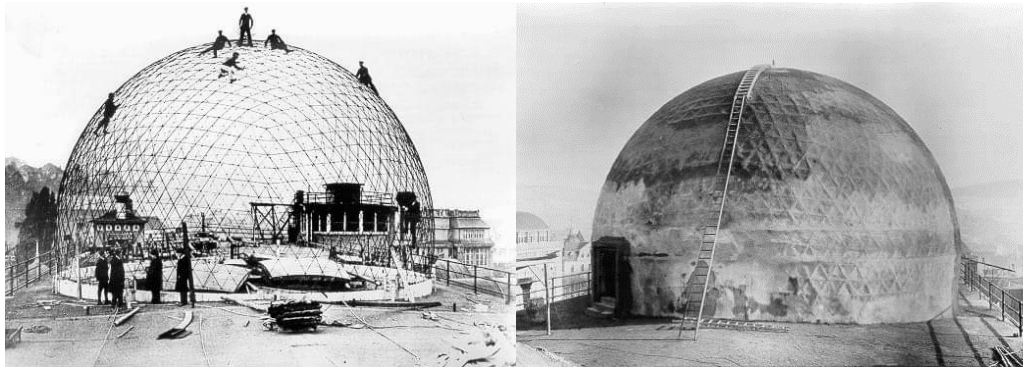
Silos construidos con el sistema Hennebique, donde se hace uso de caras planas de hormigón armado en forma de cono invertido.

No obstante, C.B. Wilby, en su investigación sobre la materia, destaca un origen mucho más tardío para los elementos plegados. Según el autor, el principio fue empleado por primera vez en Alemania por Ehlers en 1924, pero no para cubiertas sino para grandes depósitos de carbón, publicando un artículo sobre su análisis estructural en 1930⁶⁴. Al igual que los depósitos de agua de Monier, estos elementos de hormigón armado parecen cumplir por su descripción una función meramente contenedora – agua, cereal, carbón -. No son una forma arquitectónica en sí, pero hacen uso evidente de los principios de las láminas plegadas para su funcionamiento.

Todos estos primeros ensayos descritos, desde puentes a depósitos, están aún lejos del ámbito arquitectónico. No existirá un verdadero desarrollo enfocado a la arquitectura hasta pasada la primera década del siglo XX, cuando se diluye la frontera que separaba el campo de la arquitectura del de la ingeniería:

“[...] Es a principios del siglo XX cuando se produce una profunda transformación generalizada de la arquitectura, al aceptar las innovaciones tecnológicas y los nuevos materiales como parte fundamental de la nueva arquitectura. Si el hierro fue atacado y despreciado durante muchos años, el hormigón armado se aceptó más fácilmente. Se

⁶⁴ Charles Bryan Wilby, *Concrete folded plate roofs* (Oxford, Elsevier, 1998) xi



[f.35] [f.36]

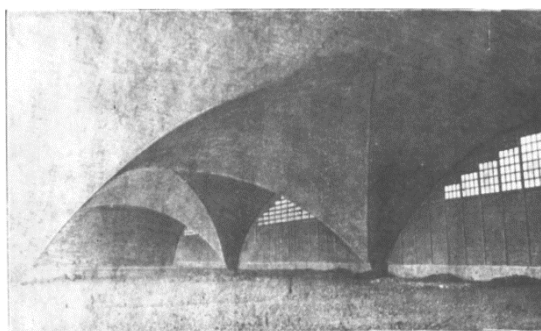
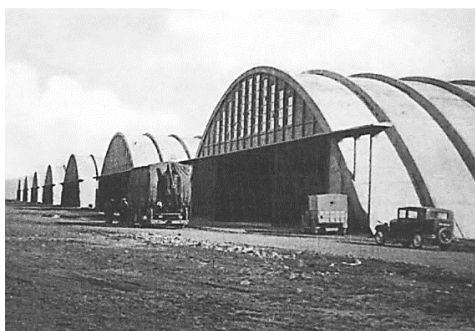
Cúpula en construcción del planetario de la Universidad de Jena. (1922), donde se aprecia el proceso de colocación de las armaduras y posterior forrado con hormigón.

llegó así a la arquitectura que ha dominado casi todo el siglo XX. El arquitecto se incorporó a las nuevas tecnologías de la construcción y esto supuso una superación casi completa de la polémica arquitectos / ingenieros”.⁶⁵

Las láminas estructurales de hormigón armado sufrirán a partir de los años 20 una verdadera revolución que las alejará de las primitivas formas en ladrillo o piedra para convertirlas en un elemento totalmente diferente, mucho más libre y cambiante. En esta década, con un conocimiento aun limitado sobre el comportamiento del hormigón armado, es cuando se construye la que es considerada en la mayoría de las investigaciones como la primera estructura en lámina de hormigón armado.⁶⁶ Se trata de una cúpula esférica de 16 m de diámetro construida para la Universidad de Jena (1922), Alemania, por los ingenieros Franz Dischinger (1887-1953) de la compañía Dyckerhoff - Widmann y Walter Bauersfeld (1879-1959) de Carl Zeiss, por un lado y los arquitectos Hans Schlag y Johannes Schreiter por otro [f.35-36]. El proceso de construcción se basó en crear primero el armazón de metal en forma de malla geodésica para después

⁶⁵ Leonardo Fernández Troyano, “Arquitectos e Ingenieros. Historia de una relación”, en *Revista de Obras Públicas* 3460. (Madrid, 2005). 51

⁶⁶ Pepa Cassinello, “The evolution of concrete shells; innovations by Ildefonso Sánchez del Río”, en *Informes de la Construcción* 65 (Madrid, 2013) 147.



[f.37]

Hangares construidos por Eugene Freyssenet en el aeropuerto de Istres (1916)

[f.38]

Hangar de Villacoublay (1919). Eugene Freyssenet

colocar el hormigón sobre esta estructura, resultando en un espesor medio de sólo 3 cm.⁶⁷

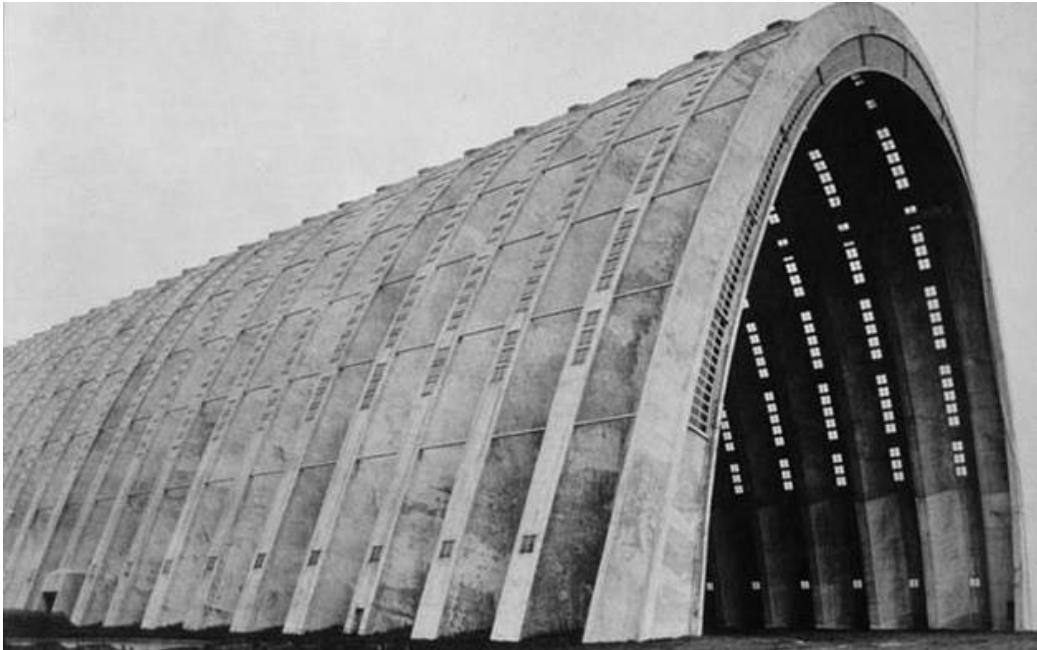
Sin embargo, y cronológicamente anteriores, Nicolas Nogue sitúa la primera obra en cascara de hormigón armado seis años antes, en los primeros ensayos de hangares realizados por Eugene Freyssenet, en 1916. En el aeropuerto de Istres construirá 31 hangares iguales [f.37] de 42 x 46 m de área.⁶⁸ En estos primeros ensayos, Freyssenet utiliza una bóveda lisa en su interior y nervada por su parte externa. Tres años más tarde, experimenta geometrías generadas por el cruce de dos bóvedas, resultando en tres bóvedas de arista en serie que cubren un área de 120x45 m para el hangar de Villacoublay (1919) [f.38].⁶⁹ Pero sin duda, en la trayectoria experimental de Freyssenet, los hangares de Orly (1923) [f.39-40] representan un hito dentro de la evolución del uso de lámina de hormigón armado, no sólo por su temprana fecha de construcción y sus dimensiones (300x90 m) sino por reforzar su forma abovedada a través de una superficie estructural grecada. Este paradigmático edificio se basa en la consecución de arcos que siguen una forma parabólica de 75 m de luz.⁷⁰ Además, aunque el arco

⁶⁷ Pepa Casinello; Mike Schlaich, y José Antonio Torroja. "Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI" en *Informes de la Construcción Vol. 62. 519, 5-26*, (Madrid: ETSAM-UPM. 2010). 12

⁶⁸ Nicolas Nogue, *L'architecture aéronautique en France (1850-2006)* (Docomomo France-2006):78

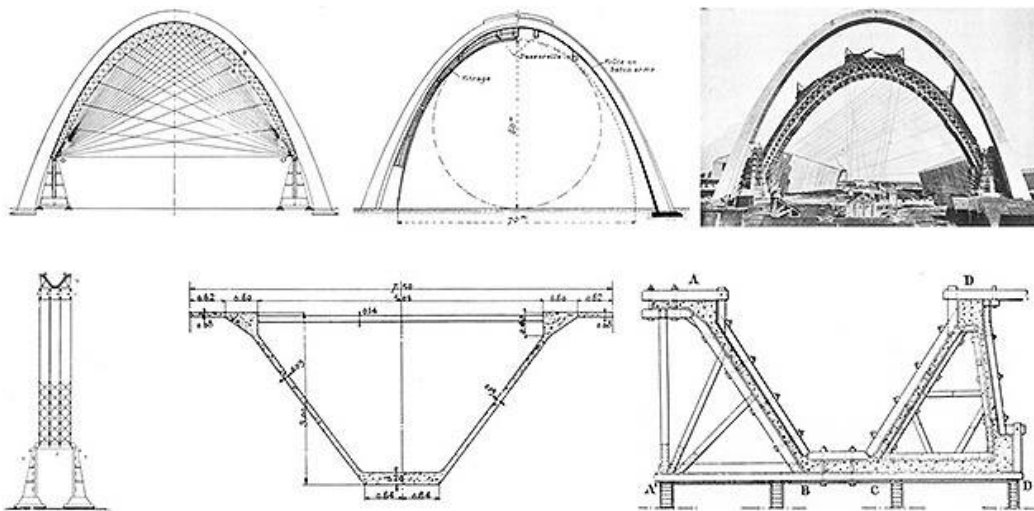
⁶⁹ Nogue, *L'architecture aéronautique en France (1850-2006)*. 80

⁷⁰ Billington, *The tower and the bridge*. 206

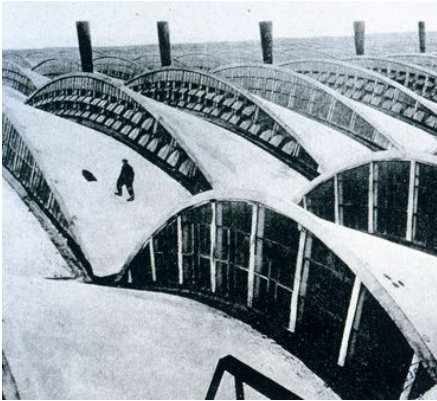


[f.39] [f.40]

Hangares de Orly (1923). Vista general y planos donde se muestra el proceso de construcción y encofrado de los segmentos plegados que lo constituyen.



es el elemento primario y a través del cual se configura la forma, la propia sección del arco hace uso de una greca para rigidizarse. Esto constituye, desde el punto de vista estructural, una formalización de un pliegue de hormigón. A pesar de ello, y por tratarse de una estructura cuya lógica se basa en la curva, los hangares de Orly no son considerados oficialmente como una estructura plegada. Años más tarde, el mismo autor continúa su experimentación geométrica con los Sheds para el taller de la Compañía Nacional de Radiadores en Dammarie-les-Lys, (1928-29) [f.41]. Se trata muy probablemente de las primera láminas en doble curvatura - conoidales - de hormigón armado de la historia,



[f.41]

Compañía Nacional de Radiadores en Dammarie-les-Lys. (1929-29). Eugene Freyssenet.

[f.42]

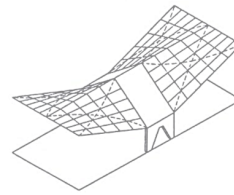
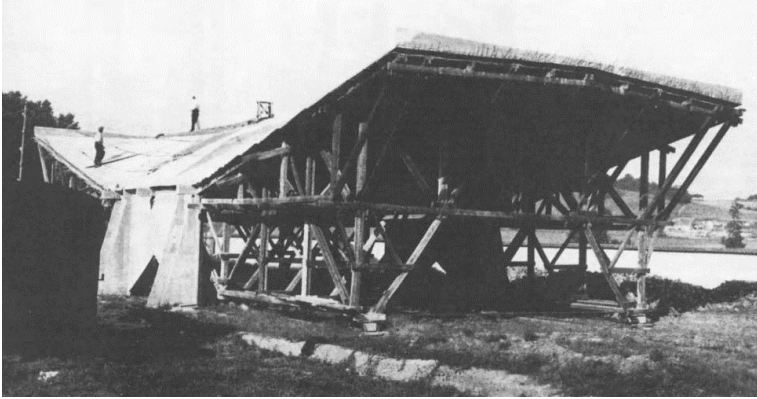
Fábrica textil de Verdun. Bernard Lafaille (1928).

contemporáneas y de igual forma geométrica a otras producidas por Bernard Lafaille en el mismo año para una fábrica textil de Verdun [f.42].⁷¹ Se trata de una tipología de cubierta industrial que tendrá múltiples replicas a lo largo de las siguientes décadas por su sencillez y eficacia. Será también Lafaille, según Nogue, quien por primera vez construya una estructura en forma de paraboloides hiperbólicos de hormigón armado, realizada siguiendo las directrices de su conocido sistema de *hangares Caquot*. Este sistema, que puede construirse en varios materiales - metal, madera u hormigón - se desarrolla por primera vez aplicando una lámina de hormigón armado en 1932, para un prototipo desarrollado en Dreux [f.43], de pequeñas dimensiones pero que ya ensaya el sistema. En este prototipo los paraboloides hiperbólicos alcanzan dos vuelos a pescante de 12.5 m, con un espesor de 5 cm.⁷²

En cuanto a estructuras arborescentes se refiere, según el estudio de Bernard Spion, el pionero en la utilización láminas estructurales aplicadas a las estructuras arborescentes será Ferdinand Aimond - no sólo la construcción de los primero hipares, sino también los estudios y aplicaciones de la Teoría de la membrana a este tipo de construcciones -. Según el autor, Aimond, ingeniero

⁷¹ Nogue, *L'architecture aéronautique en France (1850-2006)*. 173

⁷² Nogue, *L'architecture aéronautique en France (1850-2006)*. 184



[f.43]

Prototipo desarrollado en Dreux basado en el sistema de hangares Caquot (1932). Bernard Lafaille. Probablemente el primer paraboloides hiperbólico construido en lámina de hormigón armado.

para el Ministerio del Aire en Francia, empieza sus primeros estudios sobre cálculo y diseño de hipares en noviembre de 1932, publicándolos por primera vez en 1936, año que representa el apogeo de los estudios teóricos del ingeniero. Su primer paraguas estructural en hipar será un taller para la Escuela de Mecánica Naval de Rocherfort (1936) junto con el ingeniero Bernard Lafaille [f.44].⁷³ Sería esta obra por tanto, siempre según Spion, la precursora de todos los ejemplos posteriores de estructuras fungiformes en hipar que estarán por venir.

Un ejemplo intermedio entre paraguas estructural y estructura fungiforme en hipar lo encontramos construido pocos años después por Giorgio Baroni para unos almacenes en Trsigallo (1939 -1940) [f.45]. Estas unidades, agrupadas y en forma de pirámide invertida, muestran una superficie aparentemente continua desde su cara inferior. Sólo un cambio de textura y curvatura en la superficie aporta pistas de la diferenciación estructural entre hipar y nervios. Vistos desde arriba, puede verse con claridad elementos nervados en el centro de cada cuadrante que canalizan los esfuerzos hasta el pilar.⁷⁴ Lo interesante de esta

⁷³ Bernard Spion, *Pioneering hipar thin shell concrete roofs in the 1930s*. (Bruselas: Université Libre de Bruxelles, 2016). 161.

⁷⁴ Cassinello y Revuelta Pol, *Ildefonso Sánchez del Río Pisón: el ingenio de un legado*. 240.



[f.44]

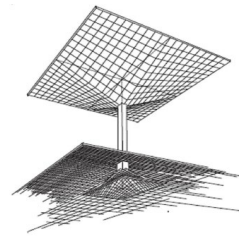
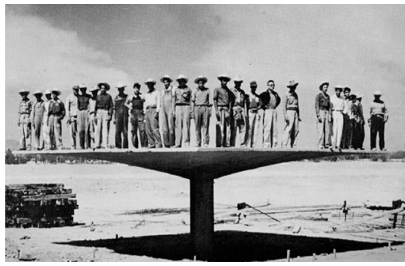
Escuela de Mecánica Naval de Rocherfort (1936). Ferdinand Aïmond y Bernard Lafaille

[f.45]

Paraguas invertidos de los almacenes en Trsigallo (1939 -1940). Giorgio Baroni.

propuesta es que cada uno de los cuadrantes en que queda dividido el paraguas se constituye por un paraboloides hiperbólico. Así, el hormigón armado que funciona como cubierta también colabora de manera activa en la transmisión de sus propios esfuerzos.

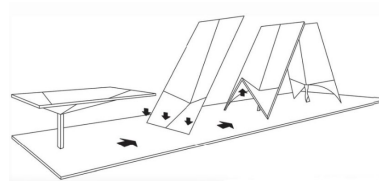
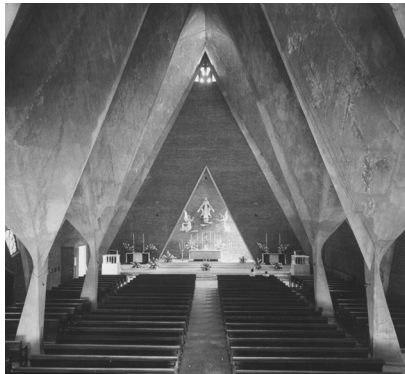
La forma en hipar, o paraboloides hiperbólico es sin duda una de las formas más eficaces de hacer funcionar un soporte estructural fungiforme sin establecer jerarquías en la lámina horizontal. El más prolífico creador de estas formas, a pesar de llegar con años de retraso, será Félix Candela. Su entendimiento técnico sobre el comportamiento del material, junto con su sensibilidad formal como arquitecto, creó en la figura de Candela un potencial tal que en pocos años se convirtió en uno de los máximos exponentes de las láminas estructurales a nivel mundial. Pero de entre sus invenciones, quizá destaquen sus *hipares* [f.46-47] como una de las estructuras más eficaces y prolíficas por él utilizadas. Esta estructura consiste en la unión de cuatro paraboloides que transmiten las cargas al pilar sin ningún tipo de refuerzo o zuncho. Esta forma básica, aplicada principalmente a programas industriales, se irá transformando a lo largo del tiempo para adaptarse a las diferentes necesidades de cada proyecto, rompiendo la simetría, creando pilares descentrados o invirtiendo la forma convexa. Cuando los mismos elementos son utilizados para construir otro tipo



[f.46] [f.47]

Prueba de carga del módulo experimental de Las Aduanas (1953).

Esquema de hipar. Félix Candela.



[f.48] [f.49]

Vista interna y esquemas de deformación de los hipares que conforman la Iglesia de la Medalla Milagrosa (1955). Félix Candela.

de programas, como sus múltiples iglesias, la búsqueda de la expresividad en los elementos estructurales queda aún más patente, deformándolos para mostrarse menos rígidos y repetitivos. La Iglesia de la Medalla Milagrosa, completada en 1955 [f.48-49], quizá sea el ejemplo más representativo de esta capacidad de reinventar el mismo sistema una y otra vez. En esta obra, Candela consigue deformar los soportes de tal forma que conformen la totalidad de la envolvente, constituyendo su estructura, paredes y cubierta al mismo tiempo.⁷⁵

⁷⁵ Billington, *The tower and the bridge*. 190

2.3.2 Diferentes formas de abordar un mismo sistema

Como se ha comentado al inicio del capítulo, existían ya desde el principio una diferenciación clara en la manera abordar la construcción de estructuras en hormigón armado por parte de franceses o alemanes. De la misma forma, se constatará desde los primeros ejemplos que las láminas estructurales no serán abordadas por todos del mismo modo, como cabría esperar de un nuevo sistema engendrado de forma colectiva, por un proceso de innovación científica. Al contrario, las diferentes herencias culturales y tecnológicas de los ingenieros que las desarrollan afectarán decididamente en su abordaje conceptual. Como afirma Billington, la historia de la ingeniería estructural del siglo XX no sigue una progresión lineal, como podría parecer lógico en una era donde la comunicación científica ya está asegurada “principalmente porque las leyes de la naturaleza deben interaccionar con estéticas locales”.⁷⁶

No se trata por tanto de puras invenciones estructurales, sino nuevos métodos aplicados en base a un nuevo material y bagaje cultural local que florecen de forma heterogénea en función del lugar de procedencia del proyectista. Billington destaca tres culturas arquitectónicas que por diversos motivos se

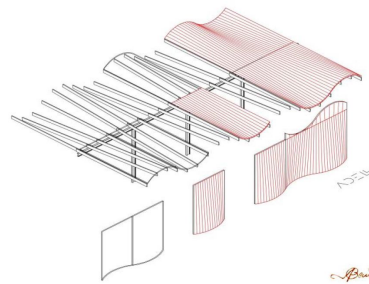
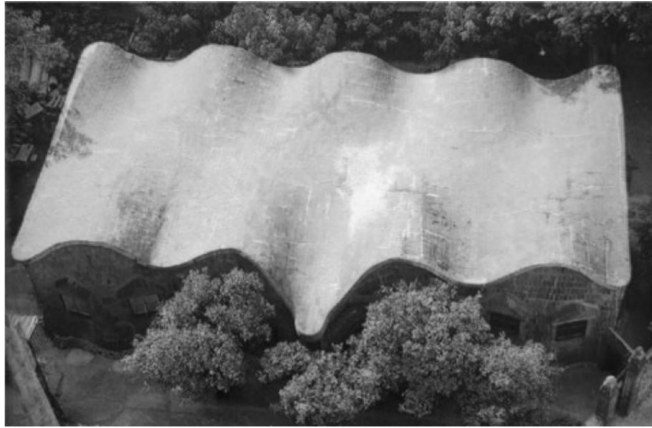
⁷⁶ Billington, *The tower and the bridge*. 172

encuentran más ligadas a las láminas estructurales y que aportarán los tres enfoques más importantes a la hora de materializarlas: la alemana, ligada a una tradición científica y de cálculo, la italiana, ligada a su grandioso legado arquitectónico y por último la española, enraizada en la tradición constructiva tradicional en ladrillo.⁷⁷

Los tres ámbitos culturales desarrollarán soluciones constructivas con el mismo objetivo pero con diferentes principios: Los alemanes habrían desarrollado únicamente formas que pudieran calcular, principalmente formas esféricas o cilindros, limitando así las soluciones posibles a los conocimientos matemáticos. Delimitan claramente las distintas partes estructurales, separando lo que es lámina estructural del resto de elementos - pilares, vigas o muros - . Los italianos por su parte - entre los que se destaca a Pier Luigi Nervi y Giorgio Baroni- focalizarán su diseño en estructuras laminares nervadas que reinterpretan elementos estructurales del pasado italiano - El Panteón, Santa Maria di Fiore, San Lorenzo de Turín -, integrando, como ya se hizo en esos monumentos, la eficiencia tecnológica y el arte dentro del diseño estructural.⁷⁸

⁷⁷ Billington, *The tower and the bridge*. 171

⁷⁸ Billington, *The tower and the bridge*. 172



[f.50] [f.51]

Cubierta de las escuelas de la Sagrada Familia. Imagen aérea y esquema estructural.

La cultura arquitectónica española, basada en la tradición mediterránea de las bóvedas de ladrillo, habría sido la más arrojada a la hora de sacar partido formal a la esbeltez de las láminas estructurales, explorando nuevas formas nunca antes utilizadas en la construcción de grandes estructuras. A diferencia de italianos y alemanes, se construirán sin elementos nervados y diseñando estructuras globales que integran las distintas partes que componen las volumetrías arquitectónicas.⁷⁹ Esta tradición, con origen en la técnica del ladrillo tabicado, tiene una figura esencial en Antoni Gaudí, que la llevó a otro estadio formal y constructivo, descubriendo nuevos recursos estructurales basados en las bóvedas catalanas al utilizar formas geométricas novedosas, como los paraboloides hiperbólicos. Dos de sus tres casas construidas en la colonia Güell utilizan esta forma geométrica, así como las formas finas y onduladas de la cubierta de las escuelas de la Sagrada Familia [f.50-51]. Esta herencia tecnológica basada en el ladrillo será posteriormente aplicada en hormigón armado por ingenieros como Eduardo Torroja, Félix Candela o Miguel Fisac, abriendo nuevos caminos de exploración que serán más adelante expuestos.

Cayendo quizá en un simplificación excesiva y algo prejuiciosa - ¿acaso no existen sistemas tabicados en Francia, o grandes ejemplos nervados en España? -

⁷⁹ Billington, *The tower and the bridge*. 173

Billington sabe sintetizar en este agrupamiento tres abordajes diferentes que ciertamente coinciden en sus ejemplos contruidos con unas nacionalidades específicas. Existen a principios del siglo XX foros internacionales de difusión del conocimiento, las primeras formas de lo que años más tarde se convertiría en la sociedad globalizada contemporánea. Existen publicaciones científicas a nivel internacional que son seguidas con máxima atención por toda la comunidad científica. Es por tanto razonable un desarrollo más cohesivo, por así decirlo, basado en tales resultados objetivos y compartidos. Incluso, tratándose de asimilar tradiciones y aprendizajes constructivos del pasado, ¿no es acaso posible adquirir tales conocimientos sin necesidad de pertenecer a un ámbito nacional concreto? La hipótesis de Billington sólo se entiende bajo la lectura de una segunda componente, de carácter humanístico, más íntima y subjetiva, que acompaña a cada uno de los autores. Esta lectura, que equipara el conocimiento científico a la intuición y las sensaciones, se hace presentes en las palabras de Candela:

“(...) Me gustaría insistir en algo que todo el mundo sabe pero que se olvida fácilmente; que todos esos cálculos, no importa cuán sofisticados y complejos sean, no pueden ser más que una aproximación del fenómeno natural que están intentando representar (...)

Esta afortunada circunstancia permite a los ingenieros buscar a veces la más alta categoría del arte, para desespero de aburridos e inflexibles técnicos".⁸⁰

Es lógico que cuando de arte e inspiración se trata, cada autor tienda a recurrir a su propio repertorio cultural, de experiencias cercanas para crear nuevas formas. Si Billington parece englobar en los "aburridos e inflexibles técnicos" de los que habla Candela a los metódicos alemanes, parece dejar en manos de los italianos y españoles la componente más creativa y arrojada a la hora de proyectar nuevas formas en hormigón, ligadas a un entorno cultural e histórico mucho más rico donde adquirir y observar ejemplos del pasado. De algún modo, esta hipótesis también queda expuesta en las palabras de Nervi:

"Me parece que ese sentido estático pueda definirse como la síntesis hecha por la mente humana o la «humanización» de las leyes naturales que rigen los equilibrios de las fuerzas y de sus reacciones. Es precisamente de este sentido estático de donde nace la «intuición estética», que sugiere para cada problema el esquema estructural apropiado, esquema que será tanto más expresivo, cuanto más se ajuste al orden natural de acciones y resistencias".⁸¹

⁸⁰ Félix Candela en Billington, *The tower and the Bridge*. 219

⁸¹ Pier Luigi Nervi en Andres de Montezemolo "Personalidad de Nervi" en *Cuatro ensayos sobre la obra de Pier Luigi Nervi. Cuadernos de Arquitectura 15* (1964): XLII

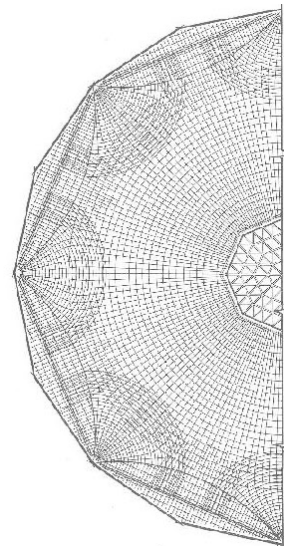
2.3.3 Explosión de nuevas geometrías curvas entre las décadas del 30 al 50

A partir de los años 30 se empezarán a desarrollar estructuras laminares curvas en hormigón armado de cierta importancia, estableciéndose su etapa de apogeo entre los años 50 y 70 en todo el mundo.⁸² Se desarrollan en este periodo no sólo nuevas y más perfeccionadas metodologías de cálculo y experimentación, sino también una base teórica más sólida, donde se valoran aspectos técnicos y formales casi al mismo nivel, íntimamente ligados a la propia concepción estructural:

(...) En resumen, y aparte de las correcciones que para el mejor efecto estético requieren los efectos ópticos, psicológicos y tradicionales sobre las formas estructurales de origen puramente técnico, el sentido artístico actual considera, como coadyuvante del valor estético, la función estructural y la expresividad de su fenómeno resistente; incluso la creencia esencial en aquellos casos en que la obra es eminentemente una estructura.⁸³

⁸² Rafael García, "Láminas plegadas de hormigón armado. Realizaciones en España" en *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, (Burgos. 2007). 367

⁸³ Torroja, *Razón y ser de los tipos estructurales*. 262

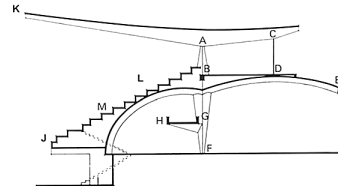


[f.52] [f53]

Cubierta del Mercado de Algeciras (1934). Eduardo Torroja. Imagen aérea y esquema de armados.

En España, Eduardo Torroja se desataca sin duda como el padre intelectual de las láminas estructurales de hormigón armado. Su obra es prolífica en ejemplos construidos y en desarrollos teóricos y científicos, siendo además el fundador en 1934, junto a un grupo de arquitectos e ingenieros, del Instituto de la Construcción y la Edificación, organización donde se llevarán a cabo proyectos de investigación relacionados con la construcción y cálculo de diferentes metodologías constructivas en las que se destacan las láminas estructurales. En una etapa aún muy temprana construirá el Mercado de Algeciras (1934) [f.52-53], una cubierta constituida por un casquete esférico de hormigón armado de 47.62 m de diámetro y 9 cm de espesor, apoyado sobre ocho pilares colocados en planta octogonal. En ella aparecen recursos alternativos para resolver el problema de los empujes laterales en la base. Para ello Torroja inserta en cada cuadrante unas marquesinas cilíndricas que intersectan con la lámina esférica de la cúpula, absorbiendo los empujes al tiempo que formalmente se integran en la ella en forma de doblez o pestaña, que acaba funcionando como un voladizo protector bajo las entradas. Los esfuerzos son transmitidos así a los pilares, que se estabilizan mediante un anillo octogonal perimetral atirantado que amarra los capiteles.

[f.54] [f.55]

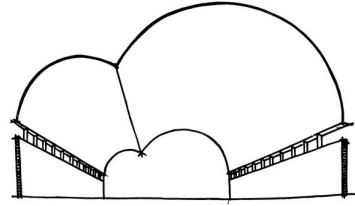


Hipódromo de la Zarzuela (1935). Eduardo Torroja. Imagen frontal y sección transversal, donde se muestra el equilibrio entre la cubierta del graderío y la marquesina de entrada.

Un año más tarde finaliza lo que para muchos es su obra más emblemática, el Hipódromo de la Zarzuela (1935) [f.54] junto a los arquitectos Arniches y Domínguez. En esta estructura, que constituye una grada, Torroja hace uso destacado de una cubierta a base de segmentos de hiperboloides en serie para estructurar el voladizo de cubierta de la grada. Las cáscaras en este caso son de tan sólo 5 cm de espesor en su parte más extrema, que dista 12.8 m del apoyo. Sin embargo, la sección de la grada muestra un astuto y mucho más complejo juego de contrapesos entre diferentes láminas estructurales: Los pilares centrales, articulados en su base, sirven de apoyo a todos los elementos (grada, marquesina de sala de apuestas, cubierta de grada - y se basa en el equilibrio de los empujes y momentos generados por cada elemento en direcciones opuestas [f.55].

En el Frontón de Recoletos (1936) [f.56-57], Torroja crea un pabellón abovedado de 55 m de vano y 8 cm de espesor cubierto por dos elementos cilíndricos concatenados de configuración bi-apoyada y tan sólo 5 cm de espesor.⁸⁴ Resuelve además la entrada de luz mediante un segmento de la cáscara transformado en una estructura triangulada que sigue la misma forma que el conjunto. A pesar de constituir una forma abovedada, ésta cubierta es en esencia

⁸⁴ Casinello, Schlaich, y José Antonio Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI.* 8



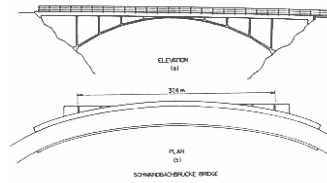
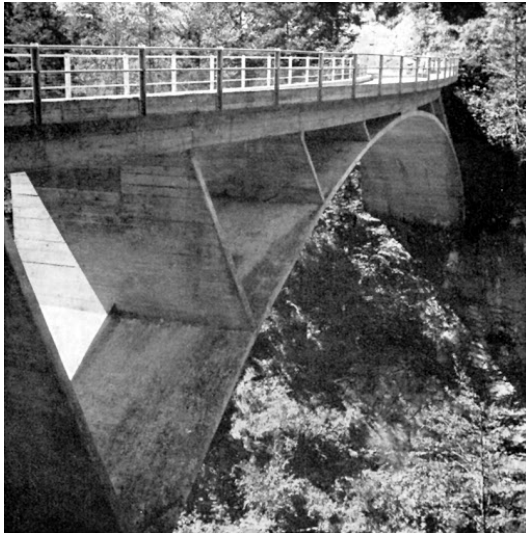
[f.56] [f.57]

Frontón de Recoletos (1936). Eduardo Torroja. Imagen interna y esquema geométrico del propio autor.

una viga que resuelve un gran vano, estructurándose mediante su forma curva. No tiene por tanto relación con las bóvedas tradicionales, excepto por su aspecto formal. Además, Torroja evita deliberadamente la colocación de una viga longitudinal en el vértice entre los dos lóbulos de la cubierta, lo que hubiera convertido la solución realmente en dos bóvedas. En lugar de eso, coloca en el mismo lugar un cordón atirantado que permite mantener prácticamente el mismo espesor de lámina.

Se puede ver en estos tres ejemplos descritos brevemente la variedad de recursos estructurales experimentados por Torroja, testando en cada uno de ellos formas y comportamientos totalmente diferentes. Sus geometrías van desde las más sencillas, como la esfera o el cilindro, hasta formas complejas como el hiperboloide hiperbólico o las formas toroidales, algunas de ellas de difícil cálculo matemático.⁸⁵ Debido a los escasos métodos de cálculo existentes en aquel momento, Torroja desarrolla sus propias estrategias basadas en pruebas a escala de los modelos construidos. Será así como funda Investigaciones de la Construcción S.A., ICON, una compañía dedicada a este fin.

⁸⁵ Casinello, Schlaich, y José Antonio Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI.* 11



[f.58] [f.59]

Schwandbach Bridge (1933). Robert Maillart. Vista, alzado y planta, donde se aprecia la diferencia geométrica entre bandeja y arco.

Debido a su eficacia y facilidad, esta forma de cálculo se convirtió en una de las más utilizadas durante la década de los 30.⁸⁶

A Robert Maillart se le considera el inventor, entre otros, de nuevas formas estructurales aplicadas a los puentes, siendo algunos de ellos en lámina estructural hormigón. En el Schwandbach Bridge (1933) [f.58-59], aborda la estructura con la misma idea que Hennebique aplica en el Puente de Chatellerault - arco de descarga + bandeja horizontal -, pero utilizando esta vez unas láminas de hormigón armado tanto para el arco estructural como para los pilares, que se convierten así en muros verticales de similar espesor al arco. Además, el arco de sustentación es rectilíneo en planta, mientras que la bandeja realiza una curva. En la necesaria adaptación entre recta y curva reside probablemente la estrategia de usar pilares apantallados: los muros de soporte no pueden ser verticales en sus testas, sino que tienen necesariamente que inclinarse para unir los bordes de arco y bandeja respectivamente, adaptándose a las diferentes posiciones. Por otro lado, los muros reparten el peso de forma más homogénea que el pilar, pudiendo con la solución adoptada optar por un arco de descarga mucho más esbelto al evitar el punzonamiento. El resultado es una estructura compuesta por planos, sean curvos o rectos, de similar espesor y

⁸⁶ Casinello, Schlaich, y José Antonio Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI.* 7



[f.60]

Pabellón de Cemento para la Exposición Nacional Suiza (1939). Robert Maillart.

aspecto, transmitiendo en su conjunto una sensación de gran esbeltez y elegancia.

Pocos años más tarde Maillart construye el famoso Pabellón de Cemento para la Exposición Nacional Suiza (1939) [f.60]. Su sección es una curva funicular similar a los hangares de Orly, pero esta vez de una única lámina, sin ningún tipo de pliegue que le permita aumentar su rigidez. Billington entiende que Maillart, con este proyecto, inventa la lámina estructural de hormigón armado.⁸⁷ Su afirmación no radica en el desconocimiento de los proyectos anteriores, sino en que, bajo su punto de vista, esta es la primera vez que una estructura de este tipo atiende a otros aspectos, más relacionados con la arquitectura y menos con la ingeniería. El marcado aspecto expresivo de este pabellón, la intención de Maillart de transmitir absoluta ligereza y esbeltez, por encima de una intención resolutive, estaría por detrás de la hipótesis de Billington. Se trata al fin y al cabo de un pabellón, una forma experimental y efímera cuyo objetivo es precisamente testar ciertos aspectos formales y constructivos relacionados con las láminas estructurales.

⁸⁷ Billington, *The tower and the bridge*. 168



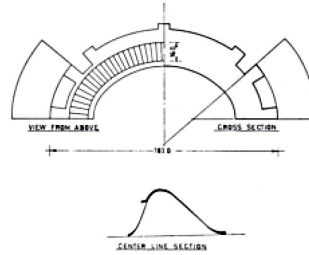
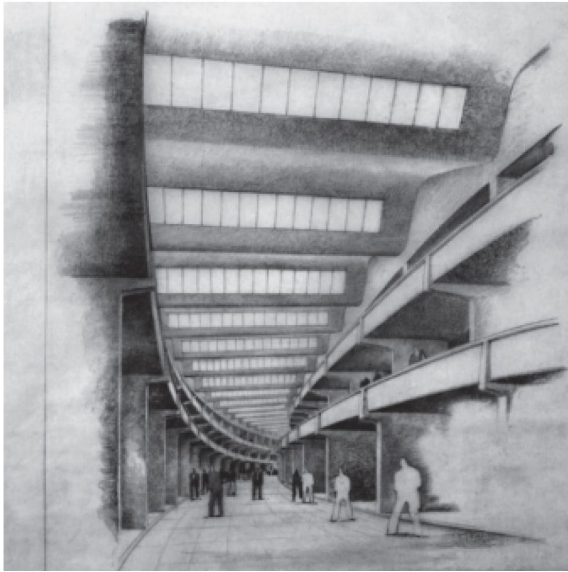
[f.61]

Proceso de construcción de las piezas prefabricadas de Ferrocemento del Pabellón Magliana

De manera simultánea, el italiano Pier Luigi Nervi ya habrá dado buena cuenta de su talento para la construcción de estructuras laminares y se convertirá a partir de los años 40 en el más influyente de los ingenieros de la segunda mitad del siglo XX gracias a una obra prolífica y de gran difusión popular, siendo reconocido en otros campos profesionales gracias a sus conferencias, que sobrepasan el ámbito profesional de la arquitectura - como detalle ilustrativo, aparece en 1957 en la portada de la revista *Time* junto al titular “Poet in concrete?”, llegando a recibir una invitación como ponente de la Charles Eliot Norton Professorship in Poetry de Harvard, reservado tradicionalmente a poetas y escritores -. De una manera concisa, Cristiana Chiorino y Thomas Leslie vienen a resumir así la figura de Nervi:

“El verdadero arte de Nervi yace en su habilidad para crear espacios en la frontera con la poesía sin renunciar, en la traducción de su inspiración en diseño y el diseño en construcción, a rigurosos métodos de ingeniería”.⁸⁸

⁸⁸ Cristiana Chiorino, Elisabetta Margiotta Nervi, Thomas Leslie. *Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition*. (Illinois, University of Illinois PR, 2018). 11

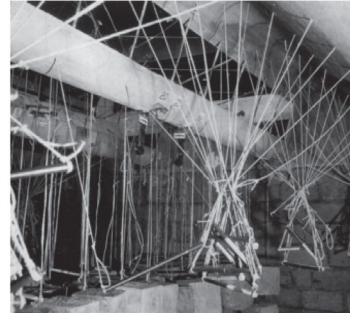


[f.62]

Planta, sección modular y perspectiva de la cubierta ondulada del hemisiclo de la Feria de Milán (1946-47)

[f.63]

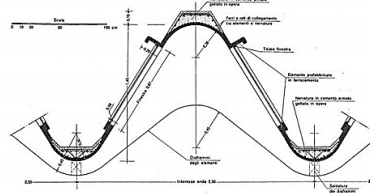
Pruebas de carga en prototipo a escala.



Como indican P. Casinello, M. Schlaich, y J. A. Torroja, su repertorio geométrico es escaso, utilizando casi siempre la cúpula o los paraboloides⁸⁹, sin embargo, lo más destacable de sus estructuras es el diseño nervado que acompaña a las láminas, creando geometrías de gran belleza y efectividad. Sus trabajos como ingeniero para las Fuerzas Aéreas Italianas entre 1920 y 1930 le permiten experimentar con multitud de estructuras de hangares de gran tamaño, utilizando formas geométricas abovedadas a pesar de que ninguno ellos se compone realmente de una lámina estructural, sino de un entramado de vigas de hormigón armado entrecruzadas sobre las que coloca tabicas estructurales de cerámica.

Entrados en los años cuarenta, la profusa experimentación de Nervi le permitió verificar numerosos temas constructivos vinculados con la prefabricación y el uso de nuevos materiales estructurales que desarrolla en diferentes laboratorios de Italia. Uno de los materiales más utilizados en sus sistemas será el Ferrocemento [f.61], una invención del propio ingeniero consistente en la utilización de mallas

⁸⁹ P. Casinello, M. Schlaich, y J. A. Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI.* 11



[f.64]

Salone B de la feria Turín (1947-48). Pier Luigi Nervi.

[f.65]

Sección constructiva de la unidad de cubierta.



[f.66]

Proceso de construcción. Unidades prefabricadas.

superpuestas como armadura a las que se recubre con cemento, consiguiendo elementos muy finos, de sólo 3 cm.⁹⁰

Este material, primeramente utilizado en pabellones prototípicos dentro de su laboratorio, le permitirá experimentar con construcciones de mayor rango inmediatamente después, aplicándolo principalmente para grandes pabellones expositivos donde su sistema, basado en la economía de medios, no tenía rival comparable. El hemiciclo de la Feria de Milán (1947-53) [f.62-63], realizado en colaboración con el arquitecto Guido Oberti, constituye un espacio de planta semicircular provisto de una cubierta ondulada auto estructurada y bi-apoyada, permitiendo la perforación de las ondas para la entrada de luz natural.⁹¹

Oberti define de esta manera concisa el sistema estructural utilizado:

“El sistema estructural de la cubierta consistía en un marco de tubo de acero, capaz de soportar una malla de alambre, estirado entre los propios marcos. Esta malla tuvo que ser luego impregnada con un mortero de cemento especial. Se realizó así una estructura de “ferrocemento”, suficientemente rígida para formar, al mismo tiempo, los segmentos de la cubierta y las testas laterales de apoyo. Este sistema, dadas las

⁹⁰ Chiorino, E. M. Nervi, Leslie. *Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition*. 32

⁹¹ Gabrielle Neri, "Capolavori in miniatura. Pier Luigi Nervi e la modellazione strutturale" en *Accademia di Architettura Mendrisio. Università Della Svizzera italiana*. (Mendrisio Academy Press. Silvana Editoriale. 2014). 49



[f.67] [f.68]

Salone C de la Feria de Turín. Pier Luigi Nervi. Vista interior y proceso de construcción de la cubierta, con las piezas de ferrocemento usadas a modo de encofrado perdido.

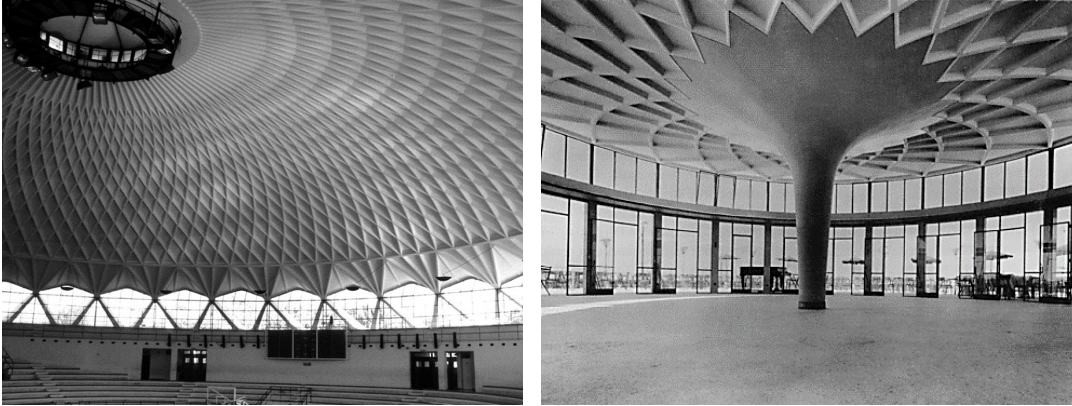
características del ferrocemento, era impermeable en sí mismo. Cada segmento individual cubría un área de 64 m², siendo el ancho promedio del galpón 4 m y el vano 16 m. La superficie interna de la cubierta - principal elemento decorativo del pabellón - correspondía exactamente a una superficie cónica. Este último, descrito por una recta generadora articulada en un punto que se encontraba fuera del pabellón y más bajo que la propia cubierta, describía un movimiento ondulatorio de forma preestablecida”.⁹²

En ese mismo año realiza el proyecto que le catapultará internacionalmente: una cubierta también ondulada y perforada, pero esta vez creando una bóveda de 95 metros de luz que le permite ganar el concurso para el Salone B de la feria Turín (1947-48) [f.64-66]. Esta cubierta representa la primera experiencia en la utilización de un sistema prefabricado constituido por segmentos de ferrocemento, que posteriormente se fijan por sus extremos para trabajar de forma conjunta⁹³. Estas costillas “eran suficientemente grandes como para resistir los principales esfuerzos, mientras los lados de los segmentos ondulados aseguraban la conexión estática entre costillas y restablecer la naturaleza monolítica del conjunto”.⁹⁴ Posteriormente realizará el Salone C (1949) [f.67-68], una ampliación del anterior, donde utiliza la misma forma nervada utilizada

⁹² Neri, "Capolavori in miniatura. Pier Luigi Nervi e la modellazione strutturale". 49

⁹³ Cristiana Chiorino y Thomas Leslie en *Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition*. (Illinois, University of Illinois PR, 2018). 14

⁹⁴ Pier Luigi Nervi en Chiorino, Leslie, E. M. Nervi en *Pier Nervi, Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition*. 163



[f.69]

Palazzetto dello Sport .
Roma, (1957). Pier Luigi
Nervi.

[f.70]

Kursaal Pavilion. Ostia,
(1950). Pier Luigi Nervi.

previamente en los hangares de Orvieto, pero esta vez convierte la cubierta en un elemento monolítico al resolver las superficies de cubierta con una lámina estructural, en lugar de las piezas cerámicas utilizadas en el hangar. Estos nervios, construidos en ferrocemento, sirven de encofrado perdido para la estructura principal, que se alberga en su interior y se vierte posteriormente. Esta estrategia le sirve simultáneamente para facilitar el proceso de construcción y asegurar un acabado superficial más controlado, y será reiteradamente utilizada en posteriores proyectos, siendo quizá el más representativo el Palazzetto dello Sport (1957) [f.69]. También hace uso de la fusión entre nervios y lámina de cubierta en el paraguas estructural para el Kursaal Pavilion de Ostia (1950) [f.70], donde utiliza una estructura en paraguas estructural nervado.

En estos primeros ejemplos expuestos ya se evidencia una profusa voluntad de resolver las cubiertas de sus edificios con estrategias dispares: prefabricación, combinaciones experimentales de hormigón y acero, encofrados perdidos estructurales, láminas nervadas. A pesar de la disparidad de soluciones, todos comparten la forma lógica de la geometría estructural para concebirlas.

En el contexto Latinoamericano, las primeras láminas estructurales de hormigón armado aparecen unos años más tarde que en Europa. La primera lámina



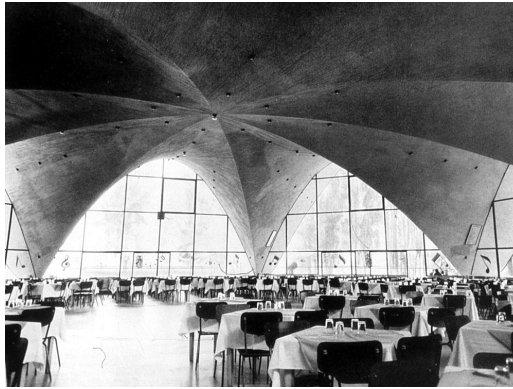
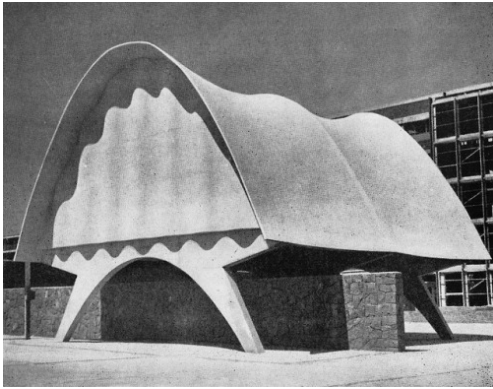
[f.71]

Iglesia de Pampulha (1943).
Oscar Niemeyer.

estructural construida en Brasil - y muy probablemente en Latinoamérica - es la iglesia de San Francisco de Asís de Pampulha (1942-1943) [f.71], de Oscar Niemeyer. En este proyecto, al que Carlos Eduardo Comas califica de “Capilla hangar” en clara alusión a los hangares de Orly⁹⁵, se compone de cuatro paraboloides hiperbólicos de diferente tamaño que componen la forma completa de la iglesia, estableciendo con este gesto estructural la totalidad del volumen arquitectónico.

Pero, en lo que a Latinoamérica se refiere, Félix Candela se destaca de nuevo sobre los demás arquitectos en cuanto a número de construcciones en simple o doble curvatura. Además de los mencionados *hipares*, Candela desarrolla infinidad de formas, basadas en diferentes geometrías, desde las formas cilíndricas regidas por la catenaria hasta conos, conoides, cúpulas esféricas o elipsoides. Si bien sus obras son más tardías, todas ellas a partir de los 50, la complejidad y el número de estructuras que realiza a partir de ese año no tiene comparación con ningún otro arquitecto o ingeniero. El primer proyecto de doble curvatura será el Pabellón de los Rayos Cósmicos de la Universidad Autónoma de México (1951) [f.72], concurso que gana precisamente por poder construir una cubierta lo más fina posible - 1,5 cm - para evitar bloquear los rayos que debían

⁹⁵ Carlos Eduardo Comas, “O encanto da contradição. Conjunto da Pampulha, de Oscar Niemeyer”. (*Arquitextos*, São Paulo, ano 01, n. 004.06, Vitruvius, set. 2000) <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/01.004/985>>



[f.72]

Pabellón de los Rayos Cósricos (1951). Universidad Autónoma de México. Félix Candela.

[f.73]

Restaurante Los Manantiales (1958). Félix Candela.

llegar al laboratorio situado en su interior.⁹⁶ Para ello usó su primer paraboloides hiperbólico, o hipar, más tarde utilizado reiteradamente en sus estructuras fungiformes. Pero quizá sea el restaurante Los Manantiales (1958) [f.73] el proyecto que mejor resume la esencia de las posibilidades estructurales y formales del paraboloides hiperbólico. Se trata de un elemento que constituye la totalidad del volumen a partir de 8 segmentos iguales. Su espesor, de tan solo 4 cm consigue un vano de 32.4 m.

⁹⁶ Billington, *The tower and the bridge*. 189

2.3.4 Pliegues de hormigón armado, las últimas formas estructurales en desarrollarse

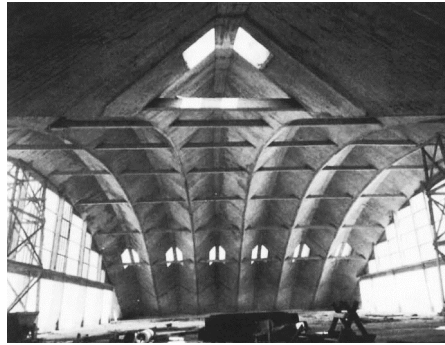
“En la estética actual de contrastes, con predominio del más puro de ellos—el ángulo recto—, parecía no existir ni la curva ni el ángulo agudo. Pese a ello, la lámina plegada se impone y marca la transición de la ortogonalidad a la curva; de la placa a la bóveda; del estatismo al dinamismo propio de una estética estructuralista y sincera”.⁹⁷

El plegado es un sistema análogo al curvado en cuanto a su lógica. Se basa en los mismos principios, pero difiere enormemente en su comportamiento estructural. La forma plegada se basa en el aumento del canto, y por ende su inercia, sin necesidad de aumentar su espesor y peso.⁹⁸ Sin embargo, su mayor complicación se deriva de la interconexión de los pliegues actuando en conjunto, haciendo más complejos los métodos de cálculo que para las láminas curvas. Como indica Torroja, un punto delicado en ellas es el de la transmisión de esfuerzos en los dobleces de placas contiguas, donde se encuentran con orientaciones diferentes.⁹⁹

⁹⁷ Fernando Cassinello “Estructuras plegadas” en *Informes de la Construcción 135* (Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, noviembre 1961): 6

⁹⁸ Fernando Cassinello “Estructuras plegadas”: 2

⁹⁹ Torroja, *Razón y ser de los tipos estructurales*.176



[f.74] [f.75]

Hangares aeronáuticos de Reims (1931-1932). Bernard Lafaïlle. Vista exterior e interior.

Es difícil encontrar estructuras plegadas de relevancia hasta entrados en los años 50 que no se encuentren vinculadas a su vez a lógicas geométricas curvas. A los ya mencionados hangares de Orly, se le añaden otras obras construidas por Lafaïlle para la aeronáutica francesa en la década de los 30 y que constituirían los primeros ejemplos registrados. Para los hangares aeronáuticos de Reims 1931-1932 [f.74-75], Lafaïlle construye unas formas que son a la vez formas abovedadas y pliegues. El resultado es un paraboloides similar al de los hangares de Orly, mucho más achatado y con una sección plegada en V.¹⁰⁰ En otros ejemplos, como en los hangares de Chalôns-Bouy (1931-32) [f.76], sigue la misma forma geométrica de pliegue en V, pero separa cubierta de cerramiento vertical, de forma que todo el perímetro está constituido por un paramento vertical con forma plegada que ayuda a rigidizar la fachada, a pesar de no constituir la estructura principal del volumen.¹⁰¹

Queda patente la falta de ejemplos construidos en pliegue de hormigón armado hasta pasada la Segunda Guerra Mundial. Los ejemplos expuestos son altamente experimentales y no del todo ortodoxos desde el punto de vista de la eficacia estructural del pliegue, puesto que hacen uso, en todos ellos, de otros recursos para obtener la estabilidad, ya sea la curva como geometría primaria, estructuras

¹⁰⁰ Nogue, *L'architecture aéronautique en France (1850-2006)*. 177

¹⁰¹ Nogue, *L'architecture aéronautique en France (1850-2006)*. 180

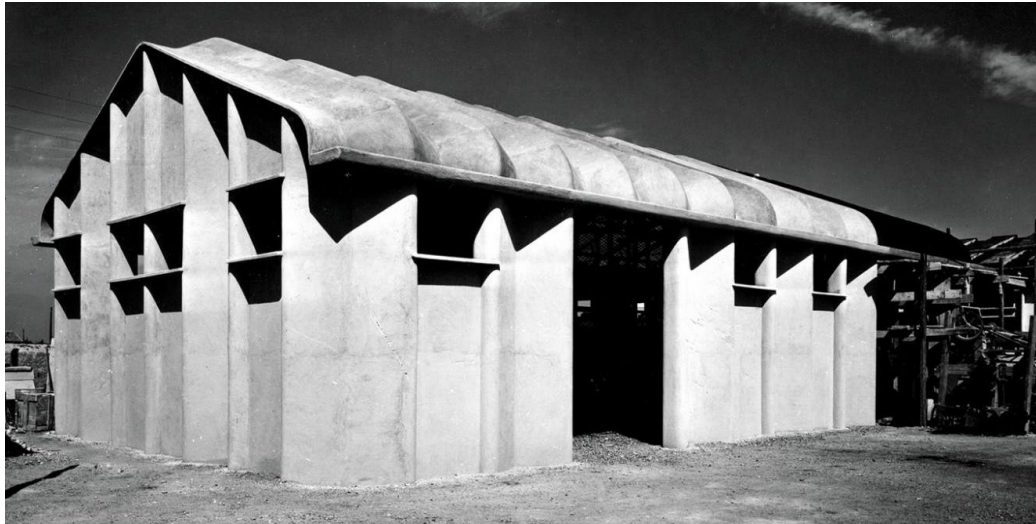


[f.76]

Hangares de Chalons-Bouy
(1931-32). Bernard Lafaille.

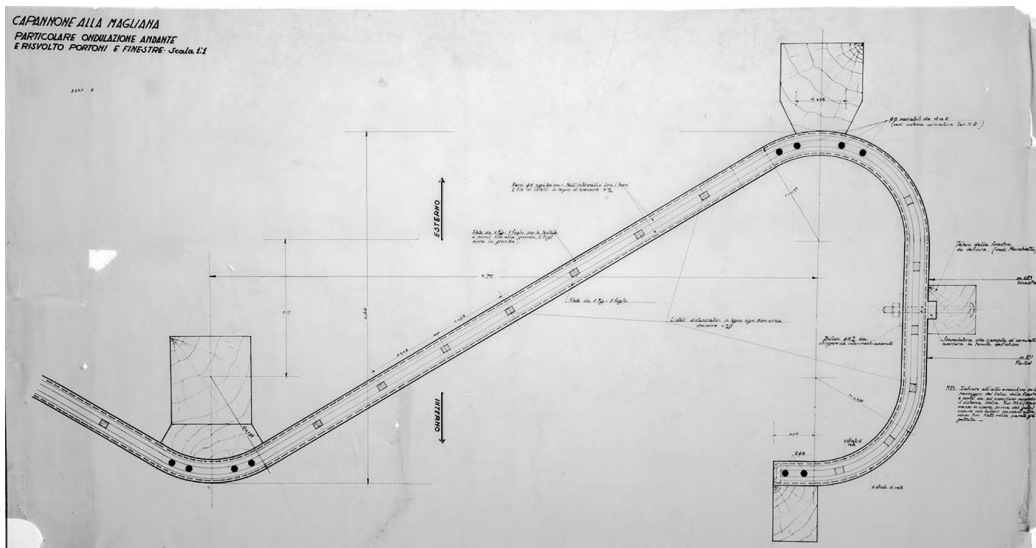
auxiliares metálicas o de hormigón, tensores, etc. Las superficies plegadas trianguladas ni siquiera habrían hecho aparición con algún resultado destacable.

Inmediatamente acabada la guerra, Nervi desarrollará el Pabellón de Magliana (1945) [f.77-79], prototipo que se convirtió en el laboratorio donde testaba sus ideas estructurales para la empresa Nervi & Bartoli, Este pequeño edificio representa un primer ejemplo de construcción en ferrocemento, precursor a todos los ejemplos expuestos anteriormente y aún en fase muy experimental. Sin embargo, su lógica se aleja de la cascara y supone un primer acercamiento a una estructura plegada auto estructurada sin hacer uso de la forma abovedada o de estructuras primarias para conseguirlo. La cubierta a dos aguas, constituida por pliegues en forma de V, se curva en su base para adaptarse al ensamblaje de los paramentos verticales, creando al mismo tiempo el faldón de cubierta. Dichos paramentos verticales también se estabilizan a base de formas en W, alternándose entre otros paneles planos donde se colocan las aberturas. Al tratarse de elementos prefabricados mecánicamente ensamblados, Nervi debe recurrir a tensores que aseguren la estabilidad del edificio. A pesar de ello, y teniendo en cuenta que no es hormigón armado, el diseño del pabellón de Magliana supone un claro acercamiento a la lógica plegada de los edificios que Nervi diseñará más tarde.



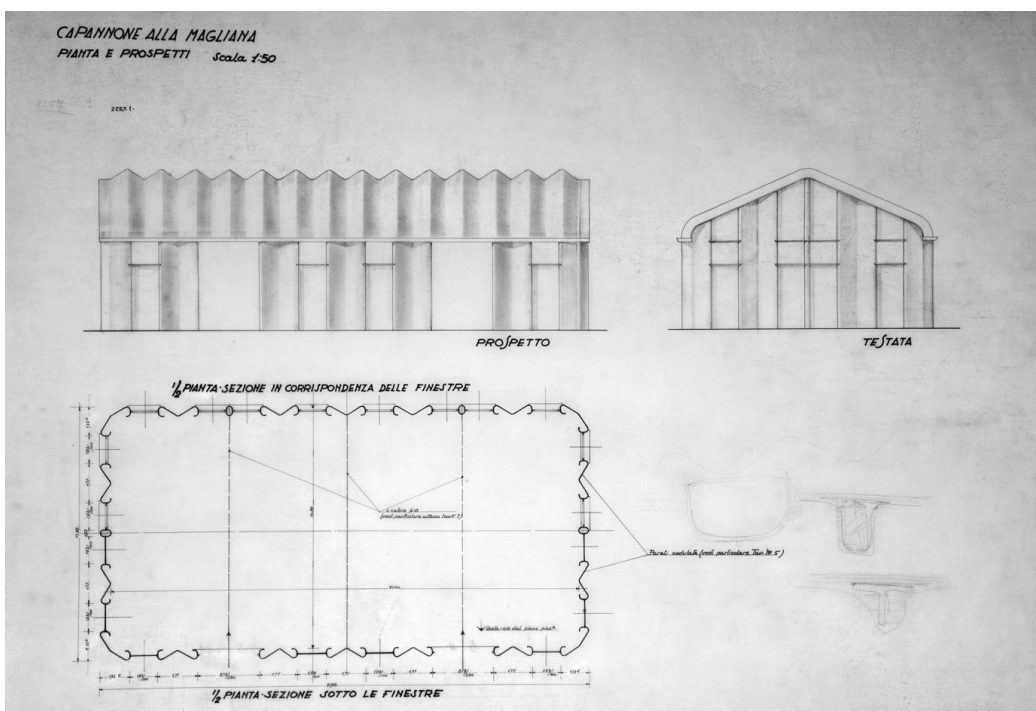
[f.77]

Pabellón de Magliana
(1945). Pier Luigi Nervi



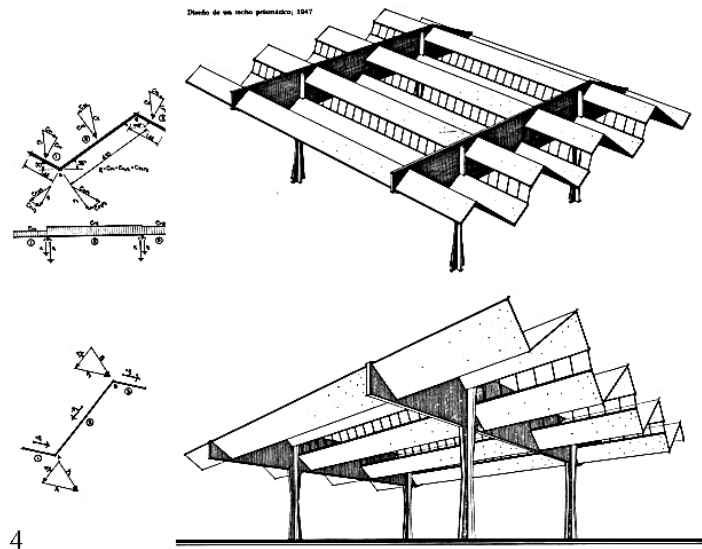
[f.78]

Pabellón de Magliana
(1945). Pier Luigi Nervi
Detalle de la pieza
prefabricada en W de la
fachada.



[f.79]

Pabellón de Magliana
(1945). Pier Luigi Nervi
Alzados y planta.



[f.80]

Esquemas de propuesta para cubierta grecada em hormigón armado (1947). Félix Candela.

De entre todos los tipos de pliegues, los pliegues en greca o plegados de generatriz recta son más sencillos de calcular y de construir. Resulta lógico por tanto que fueran los primeros en aparecer.

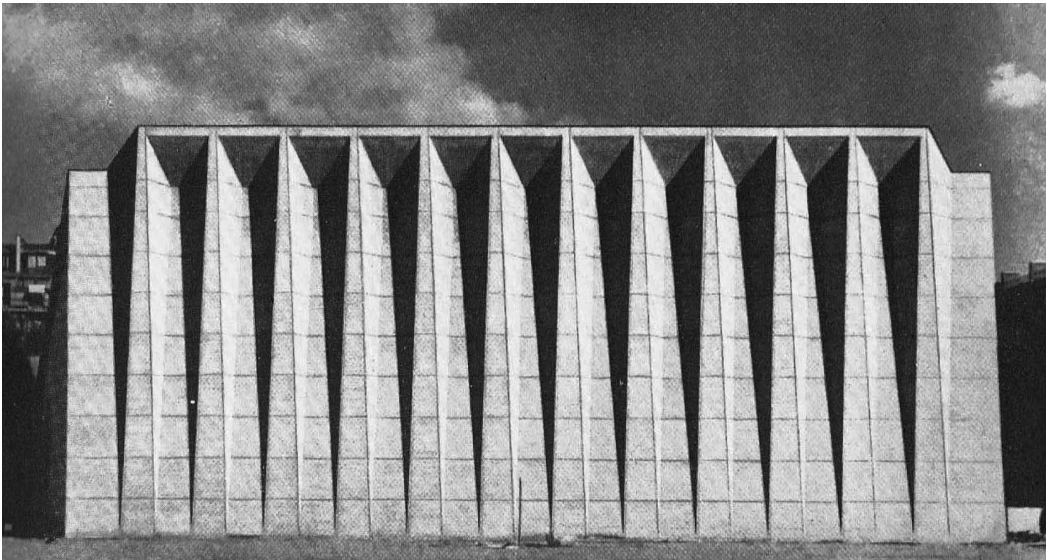
Candela desarrollará también sus propios cálculos, adelantándose sobre los demás autores a la hora de construir, según el historiador Rafael García, las primeras estructuras genuinamente plegadas de las que se tiene constancia.

“(…) Su aludido estudio de 1947 se refería a naves y cubiertas industriales con láminas de sección en Z y en él, además de explicar los métodos de cálculo y sus limitaciones incluía detalles muy precisos de armado y unas perspectivas muy elocuentes. [f.80] (...) Entre 1951 y 1953 Candela construyó al menos cinco estructuras plegadas, pero no del tipo anterior, sino del tipo de cumbreras y valles planos, prosiguiendo con otras realizaciones hasta 1957”.¹⁰²

El desarrollo de métodos de cálculo más simples en EEUU a partir de 1945 permite complejizar las geometrías estructurales. Destaca de entre ellos el método de Winter & Pei (1947) que permitirá popularizar definitivamente estos sistemas.¹⁰³

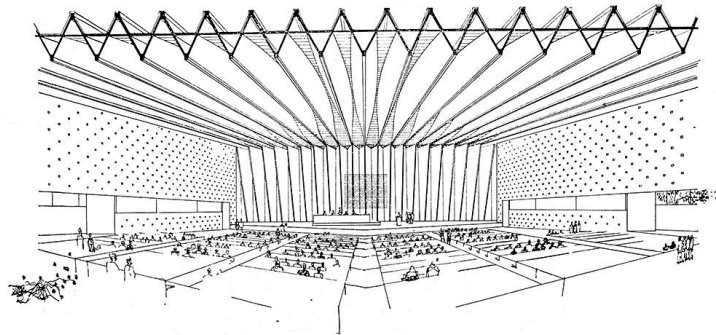
¹⁰² Rafael García, “Dos décadas de estructuras plegadas de hormigón. Inicio y ocaso de un movimiento” en *Informes de la Construcción*. (Madrid, enero 2013). 29

¹⁰³ Wilby, *Concrete folded plate roofs*. xi



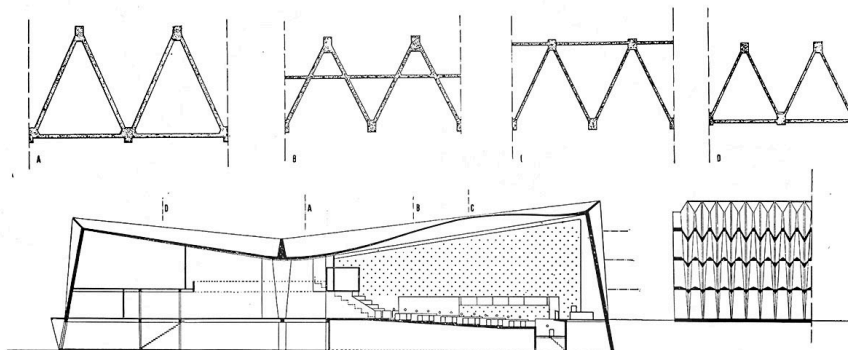
[f.81]

Auditorio de la UNESCO (1958). Vista externa.

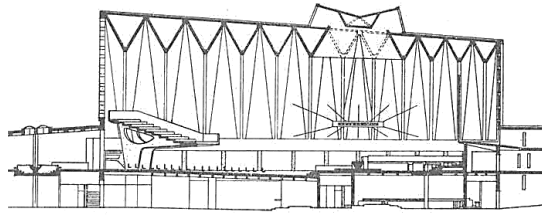


[f.82]

Auditorio de la UNESCO (1958). Planos del proyecto. Puede apreciarse las diferentes posiciones que adopta la lámina transversal que atraviesa el pliegue de cubierta, dando respuesta a los esfuerzos de cada tramo de la sección.

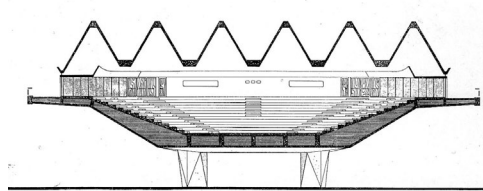
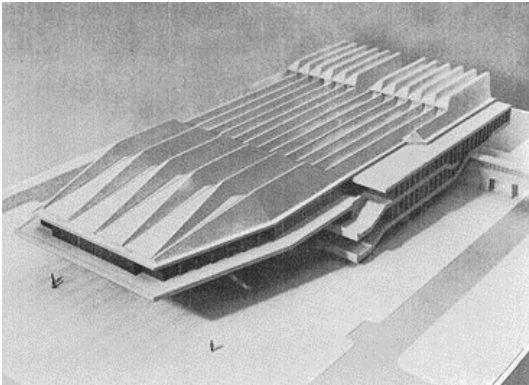


En la década de los 50 se produce un aumento exponencial de la envergadura de las obras conformadas por pliegues y supone la década de afianzamiento y experimentación del sistema. Pier Luigi Nervi, finaliza la construcción del Auditorio de la UNESCO (1953-1958) [f.81-82] siguiendo una lógica de doblado de tipo acordeón o trapezoidal, resolviendo muros portantes y cubierta en un solo elemento. Este edificio, explicado con más detalle en el capítulo cinco, influenciará de forma significativa en un gran número de proyectos que surgen



[f.83] [f.84]

Abadía de Saint John (1958-1961). Marcel Breuer. Vista interna y sección



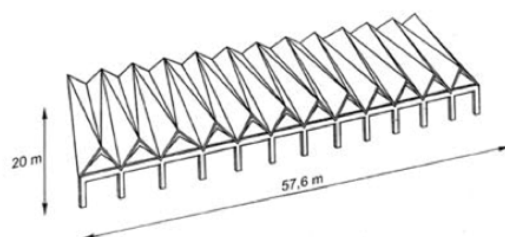
[f.85] [f.86]

Auditorio de la T.U. de Delft. (1958-1966). Jo Van Den Broek y Jaap Bakema. Vista aérea y sección



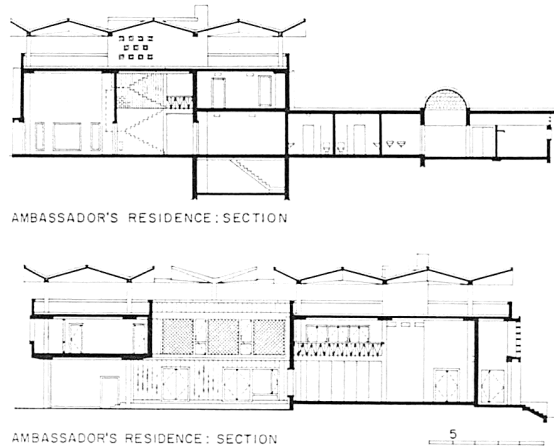
[f.87]

Illinois Assembly Hall (1959-1963) [f.83]. Max Abramovitz



[f.88] [f.89]

Comedor universitario de Tarragona (1959). Eduardo Torroja. Vista exterior y axonometría.



[f.90] [f.91]

Embajada de EEUU en Bagdad, Irak (1955-1969). Josep Lluís Sert.

inmediatamente después en todo el mundo. Marcel Breuer, autor del proyecto de la UNESCO junto a Nervi, comenzará el mismo año la construcción de la iglesia de la Abadía de Saint John (1958-1961) [f.83-84], con una clara analogía con el auditorio. En Japón, Kenzo Tange experimentará estructuras similares en el Imabary City Complex (1958). En Holanda, Jo Van Den Broek y Jaap Bakema, inician el proyecto del auditorio de la T.U. de Delf (1958-1966) [f.85-86], un objeto elevado con base cóncava apoyado sobre pilares de formas irregulares. Sobre el basamento se apoya una lámina doblada que resuelve la fachada y una cubierta con un sistema complejo de pliegues “en acordeón”. La Universidad de Illinois Assembly Hall (1959-1963) [f.87], de Max Abramovitz, presenta un edificio en forma de circular que se resuelve con pliegues radiales, tanto en la base como en la cúpula que hace de cubierta, la mayor de América del Norte en el momento de su construcción. En España, el ingeniero Eduardo Torroja finaliza la cobertura del comedor universitario de Tarragona (1959) [f.88-89] con base en un sistema doblado contrapuesto de características similares al pabellón de IBM construido para la Exposición Universal de Bruselas de 1958. El también arquitecto español Josep Lluís Sert, ya afincado en EEUU, diseñará la embajada de este país en Bagdad, Irak (1955-1969) [f.90-91] utilizando como recurso climático y expresivo una cubierta de hormigón armado plegada que protege al edificio de las inclemencias solares del lugar.

Una vez el sistema ha sido ampliamente testado durante los años 50, la siguiente década supone el verdadero cénit de la construcción en pliegues de hormigón armado - periodo que se abarca en esta investigación únicamente hasta 1962¹⁰⁴- pero llegados al final de la década de los 60 acaba su vigencia de una forma marcadamente abrupta:

“Las estructuras formadas por plegaduras de hormigón armado constituyen un conjunto de formas estructurales cuya vigencia, en cuanto que formas construidas, tuvo una duración que apenas superó las dos décadas. En efecto, si consideramos el conjunto de sus realizaciones efectivas, éstas se aprietan mayoritariamente entre comienzos de los años 50 y el final de los 60 del siglo XX. Singularmente puede certificarse su final con el Congreso de la Internacional Assotiation of Shell Structures (IASS) celebrado en Viena en 1970. (...) A pesar de las esperanzas puestas en la geometría de plegaduras, en buena parte alentadas por dicho congreso, apenas se hicieron ya obras destacables a partir de la fecha del mismo”.¹⁰⁵

¹⁰⁴ Ver capítulo “Límites de la investigación”

¹⁰⁵ Rafael García, “Dos décadas de estructuras plegadas de hormigón. Inicio y ocaso de un movimiento” en *Informes de la Construcción*. (Madrid, enero 2013). 27

2.3.5 Ocaso de las láminas de hormigón armado a partir de los años 70

En el año 1969, la pérdida de interés en las estructuras plegadas, extensible también a las cáscaras estructurales y estructuras arborescentes ya es evidente, como se hace patente en las propias palabras de Candela:

“La verdad es que yo estoy tan perdido y desorientado como ustedes. Tengo cerca de 60 años, me he pasado 20 de ellos como constructor y diseñador de estructuras - laminares de hormigón -, conozco el oficio de arquitecto tradicional razonablemente bien, y no encuentro mercado ni uso para unas habilidades que me ha costado muchos años conseguir. Soy una persona desplazada en el mundo actual y no sé lo que hacer ni si valgo para algo”.¹⁰⁶

Los principios del optimismo tecnológico de los 50, dentro de los cuales se encuentran los discursos teóricos de Nervi, Torroja o Candela, forman parte activa y primordial del debate generado dentro de la revisión del Movimiento Moderno pasada la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, y a pesar de su indiscutible aceptación como principios, la rigidez del sistema acaba haciendo perder su vigencia de una forma muy rápida, pasando de su apogeo académico

¹⁰⁶ Félix Candela, “En defensa del formalismo y otros escritos”, en Casinello, Schlaich, J.A. Torroja *Félix Candela En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI.* 14

y constructivo a inicios de los 60 a quedar obsoleta a finales de la misma década”.¹⁰⁷

Existen varios motivos que pudieron provocar tal declive. Uno de los principales tiene relación con el desarrollo económico y social de los 60, cuando aumenta el valor de la mano de obra y se hace cada vez más inviable la construcción de encofrados económicos para realizar este tipo de estructuras. Existen sin embargo otros argumentos más relacionados con el aspecto formal de estas estructuras, sin duda con una alta dosis de expresividad. Fernando Cassinello apunta a razones relacionadas con los prejuicios estéticos de los arquitectos hacia sus formas pronunciadas.¹⁰⁸ Su utilización acarrea unas consecuencias formales difíciles de evitar: en pro de una forma estructural eficaz y lógica, se dejan en el camino muchos otros aspectos arquitectónicos. Son además poco flexibles, primando su funcionamiento frente a otros factores esenciales, como la libertad de fachada o la definición de la volumetría. Pero, además, a pesar de conseguir crear formas totalmente dispares, provoca un sentimiento tedioso de repetición. Esta impresión, fruto de un análisis puramente formal, pudo haber provocado un cierto hartazgo a la hora de abordar nuevos proyectos, pareciendo que ya habrían dado de sí todo lo que podían.

¹⁰⁷ Chiorino, E. M. Nervi , Leslie. *Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition*. 19.

¹⁰⁸ Fernando Cassinello, “Estructuras plegadas”. 8

Cassinello, Schlaich, y Torroja enumeran, además de los motivos anteriores, otras hipótesis posibles: la dificultad de su cálculo o su incompatibilidad con las normativas constructivas modernas, ya sea por el impacto que éstas provocan en el aspecto formal de las cáscaras, eliminando su elegancia y esbeltez, o por ni siquiera estar contempladas en los códigos técnicos, lo que complica su utilización a nivel legal.¹⁰⁹

En todo caso, su valor no debe medirse únicamente a través de las obras construidas, sino también a través del desarrollo científico que supusieron. En este sentido, no ha existido tal final abrupto, sino que sus métodos de cálculo se han aplicado a otros sistemas y materiales más contemporáneos, desde estructuras textiles a la impresión 3D en hormigón. Al fin y al cabo, como apunta D'Arcy Thompson, las formas estructurales estarán siempre basadas en los mismos principios geométricos:

¹⁰⁹ P. Casinello, Schlaich, y J. A. Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI*. 15

“Las fuerzas que dan lugar a la esfera, el cilindro o el elipsoide, son las mismas hoy, ayer o mañana. Un cristal de nieve se forma hoy igual que en el día que cayó la primera nevada...”¹¹⁰

Como también apunta Milo Ketchum, las condiciones que los hicieron favorables siempre podrán repetirse en algún otro momento de la historia, y para entonces este conocimiento científico estará disponible para ser utilizado:

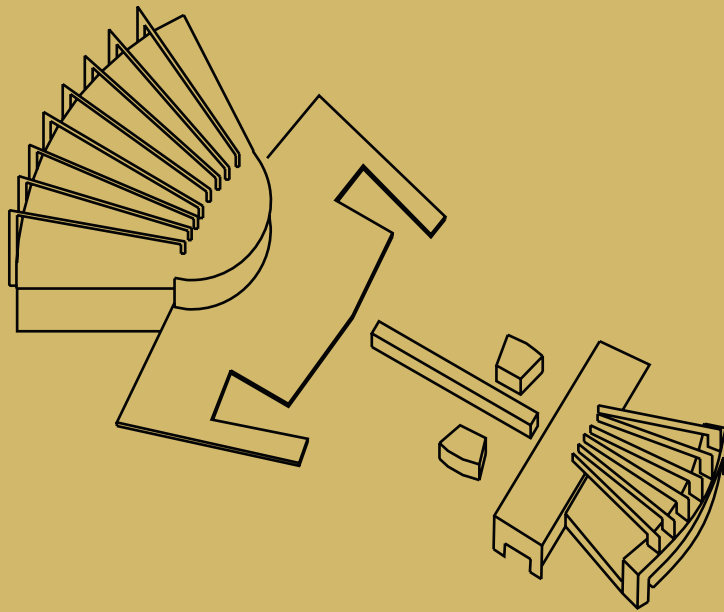
“Alguna vez en el futuro, el costo del acero estructural subirá por encima de lo previsible y alguien descubrirá la utilidad y belleza de las estructuras laminares, las diseñará, encontrará que son vendibles, les hará publicidad y el círculo de su popularidad comenzará de nuevo. Las cosas no se construyen por ser económicas, bellas o utilitarias. Se construyen o hacen porque alguien desea construirlas o hacerlas, y en el proceso se convierten en económicas, bellas o utilitarias”.¹¹¹

¹¹⁰ D’Arcy Thompson en Carmen Jordá Such, “Olvidados discursos formalistas” en *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, [S.l.], (n. 25, jun. 2015). 69

¹¹¹ Milo Ketchum, *Concrete shells structures*. “What happened with shell structures?” <https://www.ketchum.org/-milo/what.html>

3

AFFONSO EDUARDO REIDY Y EL CONTEXTO MODERNO BRASILEÑO



3.1 ARQUITECTURA MODERNA BRASILEÑA: UN CIERTO AIRE DE FAMILIA

3.1.1 Los inicios del Movimiento Moderno Brasileño en la Escuela Nacional de Bellas Artes de Rio de Janeiro.

Affonso Eduardo Reidy, de padre inglés y madre brasileña, nació en París de manera circunstancial pero pasó la mayor parte de su vida en Brasil, donde se formó como arquitecto en la Escuela Nacional de Bellas Artes (ENBA) de Rio de Janeiro, entonces capital federal de Brasil y epicentro de las vanguardias llegadas de Europa.

La segunda mitad de la década de los años 20, periodo en el que Reidy estudia arquitectura, son años convulsos, de movimientos políticos y cambios sociales que afectan también a los paradigmas establecidos en la arquitectura. Durante su periodo académico en la ENBA impera un programa educativo de fuerte raíz ecléctica e historicista, movimiento dominante en Brasil desde mediados del siglo XIX y en el que Reidy se desenvuelve como alumno aventajado.¹¹² De hecho, sus trabajos en la carrera, premiados casi siempre como los mejores de

¹¹² Roberto Luis Torres Conduru. "Ilhas da razão. Arquitetura Racionalis do Rio de Janeiro no Seculo XX". (Niteroi. Centro de Estudos Gerais. Instituto de Ciencias Humanas e Filosofia, Departamento de Historia. Universidade Federal Fluminense, 2000). 122.



[f.92]

Trabajo Final de Graduación de A.E. Reidy. Palacio de Convenciones Rotarianas. 1930. Puede apreciarse el estilo ecléctico historicista recibido en la ENBA.

su promoción, destacan por su carácter clásico de tipología simétrica y monumental [f.92]. Por otro lado, con un Brasil dando sus primeros pasos como nación independiente, la búsqueda de una identidad propia se extenderá a todos los ámbitos artísticos y culturales. En el caso de la arquitectura, la única variante tolerada por el eclecticismo imperante será el Movimiento Neocolonial, que es en esencia el intento de construcción de una arquitectura propiamente brasileña basada en los principios de la tradición portuguesa en su adaptación al clima tropical.¹¹³ En esta tendencia se destacará un joven profesor llamado Lúcio Costa, que, para sorpresa de muchos, se convertirá pocos años después en el líder intelectual del Movimiento Moderno brasileño. Ese brusco cambio de tendencia de Costa no es un viraje sosegado ni un detalle baladí, sino que supone el factor clave para entender el Movimiento Moderno desarrollado en su país posteriormente. La incipiente llegada del Estilo Internacional se veía en la Escuela como una aberración, creándose un fuerte rechazo por parte de los académicos más representativos. Como describe el propio Costa en *Registro de uma vivência*, el clima de “Guerra Santa” profesional marcó el inicio de la “revolución arquitectónica” que acabó instaurando el nuevo Movimiento entre los arquitectos brasileños.¹¹⁴ Como resalta Alfredo Brito, la enseñanza oficial no les

¹¹³ Conduru. “Ilhas da razão. *Arquitetura Racionalis do Rio de Janeiro no Seculo XX*”. 122.

¹¹⁴ Lúcio Costa. “*Registro de uma Vivência* “. (São Paulo. Empresa das Artes, 1995). 35



[f.93]

Proyecto ganador del concurso para el Ministerio de Educação e Saúde (MÊS), del arquitecto Arquímedes Memória. 1935

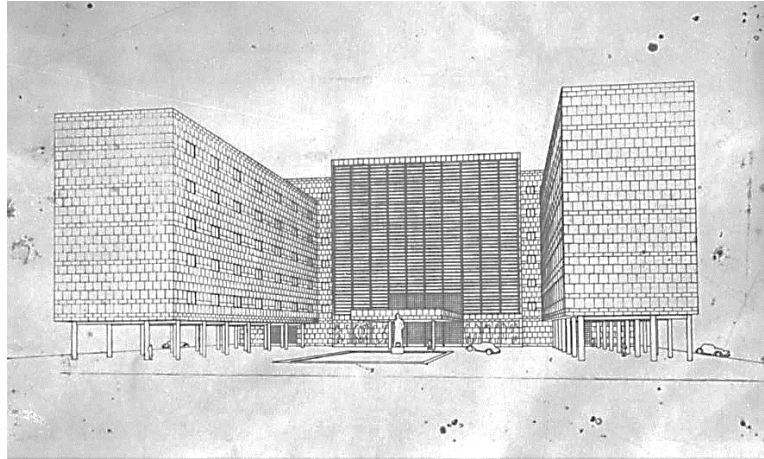
había explicado nada sobre el hormigón armado, sobre la estructura independiente, sobre la planta libre...”centrando toda la dedicación académica al aprendizaje de la gramática de los estilos franceses, la solución de los templos egipcios, griegos, romanos, palacios renacentistas”.¹¹⁵

A partir de 1930, con Reidy en su último año de carrera y trabajando en el estudio del arquitecto francés Alfred Agache, encargado de la reordenación urbanística de Rio, es cuando el Movimiento Moderno adquiere el impulso definitivo que lo convierte en el dominante. Lúcio Costa será elegido ese mismo año Director de la ENBA. Para sorpresa de los académicos conservadores que lo apoyan, instaura, una vez en el poder, un nuevo programa académico que, sin pretender romper con el anterior, aborda el Movimiento Moderno en el programa de la escuela. Para la nueva línea de enseñanza de proyectos elegirá, entre otros, al ya recién formado A. E. Reidy.¹¹⁶

A pesar de ser una historia extensa y de tonos épicos, la historiografía del Movimiento Moderno en Brasil y su batalla frente a los movimientos preponderantes, que se extiende hasta la misma Presidencia de la República y se

¹¹⁵ Alfredo Brito, “O extraordinario talento de um arquiteto completo”, en Irma Arestizábal y Oswaldo Nakazato, (orgs) “Affonso Eduardo Reidy”. (Rio de Janeiro. Solar Grandjean de Montigny.PUC-RJ,1985. 1985).28

¹¹⁶ Conduru. “Ilhas da razão. Arquitectura Racionalista do Rio de Janeiro no Seculo XX”. 105

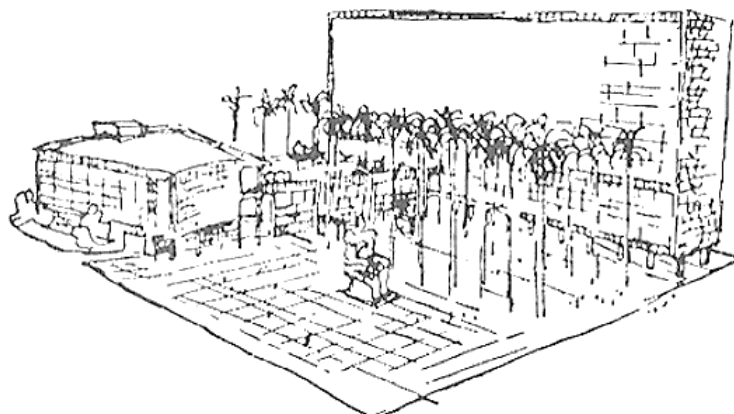


[f.94]

Primera propuesta para el MES del equipo liderado por Lucio Costa, antes de la llegada de Le Corbusier. 1936

convierte en tema de estado, deja entrever de qué forma Reidy es formado académicamente en un programa de valores en extinción, en el que se desenvuelve con soltura pero que no comparte como principio. Como estudiante, cumplirá brillantemente con los requisitos que se le exigen, pero una vez formado, se entrega de forma entusiasta a un nuevo movimiento que prometía cambiar la sociedad a través de una nueva arquitectura. En este sentido, al igual que Costa, abandonará a quienes lo ensalzaron como estudiante para empezar a construir un nuevo discurso junto a un todavía reducido número de arquitectos. La llegada a Brasil de Le Corbusier, en 1929, donde imparte una serie de ponencias en la ENBA, activará de manera definitiva un movimiento de artistas y estudiantes en apoyo del Movimiento Moderno que constituye la base de todo el cambio producido al año siguiente.

“ Aquellos que por temperamento o por inquietud intelectual desearan conocer la razón de ser de lo que se estudiaba, es decir, Teoría de la Arquitectura, tenían que apelar a otras fuentes que no fueran de la escuela. Es lo que sucedió conmigo. A través de los libros, de las revistas y de la razón, a la cual sometía juiciosamente en todo cuanto veía, leía o escuchaba, fui construyendo el edificio de mi doctrina. En esta fase de su construcción, tuve el hecho inesperado y oportuno de la presencia de Eugene Stinhof y



[f.95]

Propuesta para el MES desarrollada por Le Corbusier y que inspiró la solución definitiva. 1936

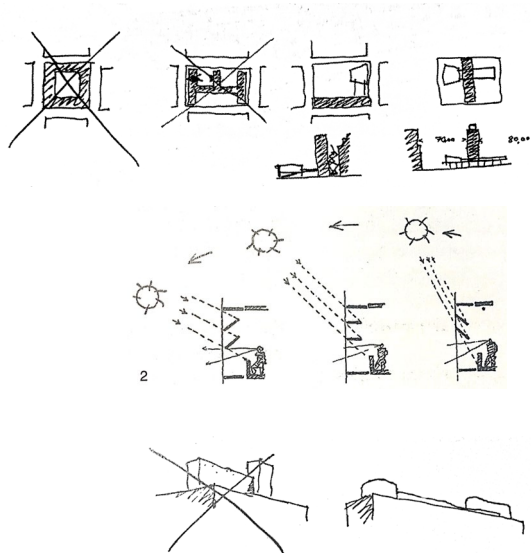
del notable Le Corbusier. Sentí que se afirmaba una convicción y que simultáneamente crecía mi rebelión ante la orientación falsa que era estimulada en la escuela”.¹¹⁷

Siete años después, en 1936, la segunda visita de Le Corbusier ya se realiza de forma oficial, contratado como consultor para la construcción del Nuevo Ministerio de Educación y Salud (MES) [f.94-97], proyecto estrella del gobierno y recién adjudicado por el propio Ministro Gustavo Capanema a un equipo liderado por Lúcio Costa, renunciando al proyecto ganador de un concurso previo de estilo historicista [f.93], y dejando claro cuál era el posicionamiento del gobierno en cuanto a la apuesta por la nueva arquitectura.

Lúcio Costa justifica la decisión de la adjudicación directa a su equipo y reconoce una cierta falta de ética profesional por no respetar el resultado del concurso, pero alega que “(...) cuando el estado normal (de las cosas) es la enfermedad organizada, y el error, ley – el alejamiento de la norma se impone y la ilegalidad se hace fecunda”.¹¹⁸

¹¹⁷ Affonso Eduardo Reidy en Nabil Bonduki, org. de “Affonso Eduardo Reidy”. (Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi, 2000). 34..

¹¹⁸ Costa, “Registro de uma Vivência “. 47



[f.96-97]

Versión del MES finalmente construida. 1938. Croquis explicativos del proceso y de las sucesivas tomas de decisiones en relación a la implantación, sistemas de protección solar y ordenación de los elementos secundarios de la cubierta.

El intercambio con Le Corbusier, que se produce de manera continuada durante varias semanas, supone el afianzamiento definitivo del Movimiento Moderno y el ensalzamiento de sus tres representantes más destacados: Lucio Costa como líder intelectual, más las dos grandes promesas del movimiento en Brasil: Oscar Niemeyer y Affonso Eduardo Reidy.

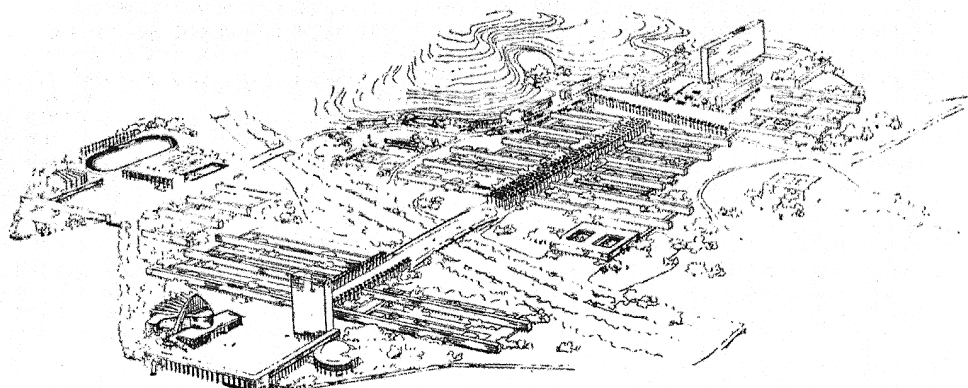
La historiografía parece dejar claro que Lúcio Costa y Le Corbusier, por su contacto personal y por su importancia en el contexto nacional e internacional, son los pilares en los que se basa la arquitectura de Reidy: por un lado, la clara influencia intelectual de Lúcio Costa y su forma de interpretar la arquitectura moderna; por otro, la absorción de los conceptos lecorbusierianos, combinando algunas de sus estructuras formales con los "cinco puntos para una nueva arquitectura".¹¹⁹

Además de estas dos figuras esenciales, otras influencias parecen estar ampliamente aceptadas, como Walter Gropius "por su sobriedad formal y ausencia de decoración" y Mies van der Rohe "cuyas audaces estructuras y pureza tanto admiraba".¹²⁰

¹¹⁹ Edson Mahfuz, "The importance of being Reidy" en "Documents de Projectes d'Arquitectura", org. Ferran Gullar y Alfredo Brito (Barcelona: Edicions UPC, 2003). 10

¹²⁰ Bonduki, "Affonso Eduardo Reidy". 12

[f.98]



Proyecto de la Universidad de Brasil. 1936. Elaborado por el equipo de Lucio Costa junto a Le Corbusier. 1936

Walter Gropius ya habrá construido en 1930 algunos de sus edificios más emblemáticos: La Fábrica Fagus (1911-12) y el edificio de la Escuela de la Bauhaus (1925-26), que junto a las casas de los maestros en el mismo recinto, constituyen una referencia notable en la primera etapa del arquitecto, caracterizada por la composición de volúmenes puros, formas simples y superficies totalmente despojadas de ornamento, asociados a la abstracción y el funcionalismo de la primera etapa del Estilo Internacional. De esta etapa se destacan sus primeros proyectos, como el Albergue de Boa Vontade (1931) o las primeras residencias construidas por el arquitecto (1933), todos ellos en colaboración con su primer socio Gerson Pompeu Pinheiro. Como expone Masao Kamita, existe también una mayor afinidad entre el urbanismo meditado y “realista” de la ciudad moderna de Gropius que los propagandísticos y provocativos proyectos para la ciudad de Le Corbusier.¹²¹

Reidy proyecta en sus propuestas urbanas un sentido más pragmático, resolviendo de forma concisa problemas concretos en un lugar de por sí complejo, como es la ciudad de Rio. De modo casi quirúrgico, sus respuestas se convierten en un compendio de soluciones particulares basadas, eso sí, en un

¹²¹ João Masao Kamita, “Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy”. (Rio de Janeiro, Dissertação de mestrado. Dpto de História Social da Cultura-PUC, 1994). 54

proyecto global articulador. Una metodología que se aproximaría mucho más al modus operandi del arquitecto alemán que a las metodologías universales y sistemáticas de Le Corbusier. Reidy tenderá en sus proyectos urbanos a descomponer el programa en diferentes volúmenes jerarquizados que se extenderán por la superficie de proyecto, dando respuestas concretas a límites y preexistencias y creando en sus intersticios el verdadero espacio urbano moderno.

Mies Van der Rohe ejercerá una influencia tardía, ligada más al abordaje conceptual que a una clara afinidad formal. Mies se caracterizaba por intelección de la estructura como elemento configurador del espacio arquitectónico, así como la depuración de la forma volumétrica hasta reducirla a la propia esencia de “la verdad estructural”. Esta forma de ensalzar el esqueleto estructural como verdadera arquitectura será una forma muy común de abordar los proyectos de Reidy a partir de 1950. La tendencia hacia la indefinición espacial a través de grandes vanos exoesqueléticos, los edificios-cubierta y algunas de las reflexiones sobre la relación entre el apoyo y el edificio son también características que Mies desarrolla en su etapa americana y que pueden encontrarse en algunos de los proyectos de Reidy.

De Alfred Agache, con el que colabora de forma muy estrecha para la planificación de Rio, adquiere una consciencia social y de servicio público que lo acompañará durante toda su carrera. No es casual que Reidy se convierta años más tarde en el jefe del Departamento de Urbanismo de la ciudad, cargo con el cual tuvo la oportunidad de construir sus grandes proyectos públicos de carácter social, llevando a cabo ideas que Agache sólo pudo esbozar.¹²²

Tampoco se debe olvidar la influencia que su amigo y colega Oscar Niemeyer ejerce en su obra, del cual se pueden identificar, como se verá más adelante, en múltiples referencias formales directas en la obra de Reidy, a pesar de que sus posicionamientos eran claramente distintos.

Aun así, el peso de Le Corbusier no tiene comparación con ninguna otra figura de carácter internacional. No sólo Reidy, sino todos los arquitectos cariocas de su generación seguirán con atención los pasos marcados por el maestro suizo, asumiendo su evolución de forma casi simultánea. Los enunciados de Le Corbusier eran, en palabras del propio Costa el “Libro Sagrado de la Arquitectura”. La presencia personal del arquitecto suizo en momentos clave de la formación de la Arquitectura Moderna Brasileña también supone un mayor

¹²² Bonduki, “Affonso Eduardo Reidy.” 62

peso de esta figura frente a otras que, si bien también son seguidas de cerca, no tienen el mismo valor referencial.

“(…) Su obra [Le Corbusier] se convirtió en una especie de “libro sagrado de la arquitectura”, analizado sistemáticamente y plenamente aceptado. La seducción que ejerció se explica por la unidad del sistema propuesto, que partió de argumentos económicos y sociales por un lado, y de argumentos técnicos por otro, culminando en una concepción artística. Su espíritu dogmático atraía a los espíritus jóvenes, algo desorientados, en busca de un camino; ofrecía, al mismo tiempo, un ideal, unas reglas precisas y una disciplina, que podían servir de referencia y orientar los inseguros pasos iniciales”.¹²³

No obstante, la traslación de esos principios modernos al clima brasileño tuvo un filtro clave: el propio Lúcio Costa será el encargado de canalizar el rígido discurso Moderno para adaptarlo a la condición tropical, articulándolo en torno a dos aspectos fundamentales que influirán en toda la primera generación de arquitectos modernos: por un lado, la fidelidad a la nueva arquitectura proveniente de Europa; por el otro, el concepto de identidad brasileña y su cabida dentro del Movimiento Moderno

¹²³ Lucio Costa en Yves Bruand, *“Arquitetura Contemporânea no Brasil”*. (São Paulo, Perspectiva, 1981). 74

3.1.2 Una arquitectura Moderna conectada con el pasado

Al contrario de las proclamas del Estilo Internacional, Costa aprehende el nuevo discurso sin abandonar totalmente aspectos que había desarrollado en su etapa Neocolonial. Para ello busca en el rico legado de la arquitectura tradicional brasileña los elementos que pudieran servir para responder a problemas esenciales y atemporales de la arquitectura, principalmente relacionados con el control climático. La interacción entre moderno y tradicional ocurre a través de la incorporación, no literal, de ciertos elementos y soluciones propias de la arquitectura colonial: cobogós, celosías, voladizos, balcones, patios internos, funcionalmente justificables debido al clima tropical, pero subordinados a las reglas modernas.¹²⁴ De la misma forma, no abandona nunca la idea de una identidad brasileña, buscando desde un principio la singularidad que el Estilo Internacional debía adoptar en Brasil. No obstante, sería injusto atribuir todo el mérito a Costa sobre este posicionamiento. Desde 1914 existen textos de los pioneros del Movimiento Moderno en Brasil, como Gregori Warchavchick o Rino Levi, que plantean la especificidad brasileña del movimiento, argumento además compartido hasta cierto punto por todas las sociedades post coloniales de

¹²⁴ Masao .Kamita, *“Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy.* 33

Latinoamérica en la búsqueda de su propia identidad.¹²⁵ De una forma u otra, todos los arquitectos modernos brasileños absorben los principios propuestos por Lúcio Costa. Sin embargo, existen diferencias entre la forma en que éstos se asumen por cada arquitecto. Los dos posicionamientos más extremos serían los de orden formalista, frente a los basados en el raciocinio constructivo más estricto, pudiendo ser sintetizados por las obras de Oscar Niemeyer y A. E. Reidy.¹²⁶ En este mismo sentido, Edson Mahfuz destaca dos caminos que se fueron abriendo en la arquitectura moderna brasileña a partir de sus inicios en la década de los treinta. Por un lado, un camino silencioso, de síntesis entre la arquitectura moderna europea, las tradiciones constructivas urbanas y locales, y los problemas reales del país. Por otro lado, una vía que opta “por la concentración en la apariencia del objeto arquitectónico, reivindica como valores fundamentales su originalidad y carácter inédito, y está más preocupada en afirmar la artísticidad del proyecto que en resolver los problemas arquitectónicos de un país en desarrollo”.¹²⁷

A pesar de las diferencias, estas dos formas de interpretar las mismas fuentes no deben entenderse de un modo contrapuesto. Ambos posicionamientos

¹²⁵ Rino Levi, en Alberto Xavier, org. “*A arquitetura e a estética das cidades*”. (São Paulo: ABEAS, FVA, 1987.) 38.

¹²⁶ Masao Kamita, “*Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy*”. 35

¹²⁷ Mahfuz, “*The importance of being Reidy*”. 12

comparten la conexión con el pasado, no sólo a través de la incorporación de los elementos arquitectónicos tradicionales ya comentados, sino que también asumen, como harían los arquitectos del S.XVIII en las iglesias barrocas del interior de Minas Gerais, las interpretaciones personales y genuinas que el propio artista constructor considerase, dando lugar a una libertad expresiva y arrojada inconcebible dentro del encorsetado contexto Europeo.

“A pesar de su índole universal, ya se pueden observar manifestaciones “nativas” de arquitectura moderna, de aspecto sensiblemente diferente aunque obedientes a los mismos principios básicos y utilizando materiales y técnicas comunes (...) principalmente porque la propia personalidad nacional se expresa a través de la elaboración arquitectónica de los auténticos artistas, preservándose así lo que hay de imponderable pero genuino e irreductible en el aspecto diferenciado de cada pueblo”.¹²⁸

Las dos vertientes asumen la capacidad del pasado de la arquitectura como el vector expresivo e individualista de la creación arquitectónica. Pero el pasado representa, en tal caso, “un índice que nos hace acordarnos de la preeminencia de los valores humanos en una época tecnicista, que tiende a extraer del sujeto la posibilidad de expresarse creativamente”.¹²⁹ Frente a esta opción, el

¹²⁸ Costa, “Registro de uma vivencia”. 273-274

¹²⁹ Masao Kamita, “Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy”. 35

Movimiento Moderno de los años 20 y 30 propone una versión mecanizada y uniforme, donde no tiene cabida la expresión artística individual, sino una correcta y funcional producción arquitectónica. De nuevo, nos encontramos ante una nueva interpretación en la forma de entender el Movimiento Moderno: la propia condición moderna estará supeditada a la condición creativa y singular del artista. Niemeyer y Reidy lo abordarán de forma diferente: si Niemeyer adopta de Lúcio Costa el argumento que le confiere la libertad individual del “creador de formas” para justificar su arquitectura, Reidy somete el mismo individualismo creador al criterio constructivo, racional y analítico de la corriente positivista del Movimiento Moderno.¹³⁰

En definitiva, Reidy se apoya ciegamente en la creencia de la Arquitectura Moderna como el camino necesario para la construcción de un nuevo marco social, pero no renuncia, como tampoco lo hace Niemeyer, al concepto de identidad en su arquitectura, no sólo desde el punto de vista colectivo, como integrante de una nueva arquitectura brasileña, sino también desde la individualidad que toda obra de arte debe asumir. Reidy será, antes que otra

¹³⁰ Masao Kamita, “Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy”. 43



[f.99-100]

Pabellón Brasileño en la
Exposición Universal de
Nueva York. 1939

cosa, un artista plástico. En ese sentido, sus proyectos llevan intrínsecos la belleza “por naturales principios de composición”.¹³¹

Lúcio Costa resume, en el discurso de presentación del Pabellón Brasileño en la Expo de 1939 de Nueva York [f.99-100] -proyecto que gana por concurso junto a Oscar Niemeyer-, la forma de entender la Arquitectura Moderna por parte de los arquitectos brasileños:

“Respetamos la lección de Le Corbusier (...) queremos, eso sí, la aplicación rigurosa de la técnica moderna y la satisfacción precisa de las exigencias de programa locales, todo guiado y controlado, en su conjunto y en los detalles, por el deseo constante de hacer una obra de arte en el sentido más puro de la expresión. (...) Esa quiebra de la rigidez, ese movimiento ordenado que recorre de un extremo a otro toda la composición (del pabellón de Brasil) tiene algo de barroco – en el buen sentido de la palabra – lo que es muy importante para nosotros pues representa en cierto modo un enlace con el espíritu tradicional de la arquitectura Luso-Brasileña”.¹³²

Este pabellón, diseñado en una fecha muy próxima a la segunda visita de Le Corbusier, adelanta ya de manera clara muchas de las características de la

¹³¹ Clarival do Prado Valhadares en Irma Arestizabal y Oswaldo Nakazato, orgs. *Affonso Eduardo Reidy* (Rio de Janeiro: Solar GranJean de Montigny – PUC, 1985). 122

¹³² Lúcio Costa, Oscar Niemeyer, Affonso Eduardo Reidy, Jorge Moreira Machado, Carlos Leão, Ernâni Vasconcelos, “Edifício do Mnisterio da Educação e saúde” en *Revista arquitetura e urbanismo N°4*,(Rio de Janeiro, 1939) 471-472

arquitectura Brasileña, especialmente ese lado formal y tendente a la sinuosidad de las formas arquitectónicas. No subestimaba los conceptos del lenguaje moderno ni tampoco los principios tradicionales de la arquitectura colonial defendidos por Lucio Costa (...). Sin embargo, en esta obra Niemeyer incorporaba otra variable al léxico moderno: la noción de movimiento introducida por la curva.¹³³

3.1.3. Sobre “un cierto aire de familia”

Si antes hablábamos de los aspectos que separaban a Reidy de Niemeyer en su forma de interpretar la arquitectura moderna, queda claro que sus puntos comunes son mayores que sus diferencias. Se trata de dos alternativas con unas bases ideológicas comunes. Como afirma Yves Bruand, la arquitectura brasileña contemporánea es racionalista y plástica al mismo tiempo. Y por tanto, las divisiones no son en modo alguno compartimentos estancos, sino divergencias de una tónica mayor o menor en determinados aspectos, afirmando que “entre

¹³³ Bárbara Coelho Rodrigues da Silva. *“Brasil, la reinención de la Modernidad: Le Corbusier, Lucio Costa, Oscar Niemeyer”*. (Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 2015).169

el plasticismo racionalista y el racionalismo plástico, no existe una frontera demarcada".¹³⁴

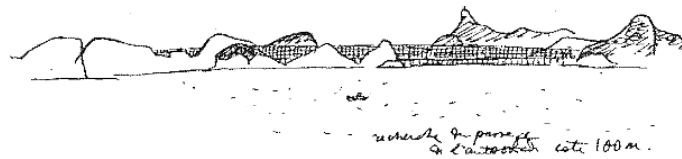
Se puede decir en definitiva que, a pesar de las diferencias, la arquitectura moderna brasileña posee, en su conjunto, unas características que la definen y diferencian frente a otras realidades nacionales, o como lo expresa el propio Reidy, posee "un cierto aire de familia". El carácter expresivo de la estructura, sea de orden formal o constructivo, parece constituir el eje vertebrador de esta identidad, a lo que se unen otros factores naturales, paisajísticos y climáticos frente a los que posicionarse:

"No puede negarse que la arquitectura contemporánea brasileña presenta características en las que se distingue, incluso en sus realizaciones que más se diferencian, un cierto aire de familia. Ese denominador común resulta de la presencia de un conjunto de factores, entre los cuales podemos mencionar los siguientes: una particular sensibilidad de los arquitectos a las condiciones regionales, teniendo una constante preocupación por obtener soluciones adecuadas al clima, desarrollando los más variados sistemas de protección contra el calor, los cuales, muchas veces, constituyen elementos de gran riqueza expresiva; integración de la estructuras como elemento marcante de la composición, ofreciendo, frecuentemente, motivaciones a

¹³⁴ Bruand, *"Arquitetura Contemporânea no Brasil"*. 233-38

[f.101-102]

Propuestas de Le Corbusier para la ciudad de Rio de Janeiro. 1929



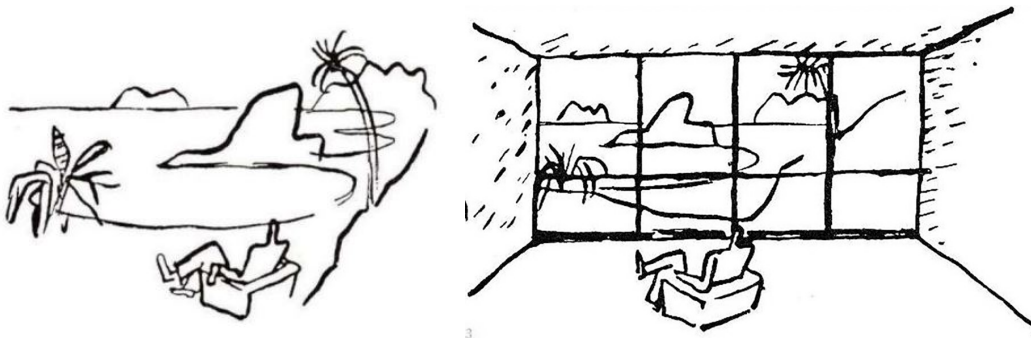
su aspecto formal; casi siempre el encuentro de soluciones claras y simples, incluso para los problemas más complicados que son solucionados con generosidad y amplitud. La riqueza de la flora, el dramatismo del paisaje y la fuerza del Sol tal vez sean responsables de la tendencia, bastante frecuente, a una cierta exuberancia formal”.¹³⁵

Reidy relaciona la exuberancia formal de la arquitectura brasileña con exuberancia paisajística. Parece así justificar esta “tendencia” brasileña en su propia geografía, naturaleza y clima. A este respecto, un detalle que se hace especialmente significativo es el hecho de que el propio Le Corbusier, en su primera visita a Brasil (1929), se dejase llevar por primera vez por la curva cuando propone un edificio infraestructural, lineal y serpenteante por las montañas de la ciudad de Rio a 100 metros de altura [f.101-102] (sólo recordar, como apunte, que tan sólo 4 años antes habrá propuesto el Plan Voisin para Paris (1925), en el que ignora de forma flagrante gran parte del casco histórico de la ciudad, que elimina y substituye por la ciudad moderna que propone). Por primera vez siente la necesidad de contornear sus rígidos bloques lineares para adaptarlos a una topografía que domina el espacio de proyecto y que resulta a la vez sugerente e imposible de ignorar.

¹³⁵ Affonso Eduardo Reidy en “Inquerito Nacional de Arquitectura”, entrevista de Ferreira Gullar y Alfredo Brito en Irma Arestizabal y Oswaldo Nakazato, (orgs). *Affonso Eduardo Reidy* (Rio de Janeiro: Solar GranJean de Montigny – PUC, 1985). 11

[f.103-104]

Propuestas de Le Corbusier para la ciudad de Rio de Janeiro. 1929. Vistas interiores



“Lors que je etait arrivé à Rio il y a deux mois et demi, j’avais pensé: urbaniser ici, autant de remplir les tonneau de Dannaides! Tous serais absorbé par ce paysage violent et sublime”.¹³⁶

Pero no sólo eso, sino que establece también una fuerte relación visual con la topografía cuando enmarca el Pan de Azúcar en sus vistas interiores para el mismo proyecto [f.103-104]. Le Corbusier estaría de estas dos formas estableciendo un diálogo claro con el lugar y con su naturaleza. No se trataba de una solución genérica enmarcada en el Estilo Internacional, sino de un edificio específico y genuinamente carioca. Ambos aspectos, el formal y el paisajístico, se establecen no por casualidad en esta propuesta pionera, adelantándose casi dos décadas a aspectos que caracterizan la obra del arquitecto suizo partir de la Segunda Guerra Mundial, etapa en la que se deja llevar por la parte poética y expresionista de sus convicciones más personales. Estas mismas curvas, justificadas ante la misma geografía, serán las que Reidy se permita introducir en sus proyectos del Pedregulho y Marqués de São Vicente (Gávea).

¹³⁶ “Cuando llegué a Río hace dos meses y medio, pensé: jurbanizar aquí es una tarea imposible! Todo seria absorbido por este paisaje violento y sublime” Le Corbusier (1930) en Jacques Sbriglio (org) *Le Corbusier et la question du Brutalisme* (Marsella, Ed Parentheses, 2013). 246. Traducción del autor.

Es precisamente la difícil topografía de Rio la que también habría propiciado un desarrollo inusitado de las técnicas constructivas y la experimentación de arrojados recursos estructurales. Durante siglos, los ingenieros brasileños habrán tratado de expandir su capital a base de romper con los límites impuestos por los múltiples accidentes geográficos de la ciudad. Habrán escalado, cortado, perforado o desmontado montañas enteras para obtener nuevas áreas donde poder crecer. Esta ardua tarea crea el caldo de cultivo tecnológico nativo del que años después se alimentaría la próxima generación de arquitectos modernos. Parte de la Historia de la Arquitectura Moderna en Brasil se construye en la lectura e interpretación de las tecnología de construcción desarrolladas fuera del país y adoptadas y modificadas una vez se introducen en Brasil.¹³⁷ Parece haber, por tanto, un consenso en torno a la prevalencia y destaque de la cuestión técnica en la Arquitectura Moderna Brasileña, técnica entendida como una estrategia o principio de concepción arquitectónica que se relaciona con el desarrollo tecnológico y estructural, y especialmente con hormigón armado. Al respecto de la colaboración de los ingenieros en el proceso de proyecto, Lauro Cavalcanti resume la Arquitectura Moderna Brasileña como “ la relación entre

¹³⁷ Roberto Conduru, “Tectônica Tropical”, en Eliabetta Andreoli, Adrian Foray (orgs), *Arquitetura Moderna Brasileira*. (Londres. Phaidon, 2004). 60



[f.105]

Casa Modernista,
considerada la primera obra
moderna construida en
Brasil. Gregori
Warchavchik. 1927-28

arquitectos y una serie de ingenieros sensibles al desafío de encontrar nuevos caminos para la arquitectura”.¹³⁸

Frente a este valiosísimo conocimiento de las técnicas constructivas que los arquitectos brasileños aprovecharán, la dura realidad del desfase industrial del país a principios del siglo XX evidencia las dificultades encontradas para desarrollar aspectos fundamentales del Movimiento Moderno, como la prefabricación de los componentes arquitectónicos. Este hecho no permitirá el ortodoxo y total desarrollo de la Arquitectura Moderna - no al menos en su modo literal, de la forma en la que se hace en el hemisferio norte - y desemboca, hasta cierto punto, en una reproducción ilusoria de aspecto epidérmico del Movimiento en el que se aplican sistemas falsamente industriales pero elaborados de forma artesanal. Mientras en una parte de Europa y Estados Unidos existía un tejido industrial capaz de dar servicio a las necesidades técnicas y tecnológicas de la industria de la construcción, fuertemente anclada en la prefabricación e industrialización, la incipiente industria brasileña no era capaz de responder a las necesidades de la nueva arquitectura, lo que convertiría la

¹³⁸ Lauro Cavalcanti; André Corrêa do Lago, “Ainda moderno? Arquitetura brasileira contemporânea” en revista *Arquitextos*, año 06, n. 066.00. (São Paulo Ed. Vitruvius, noviembre 2005) <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.066/404>>.

construcción moderna en Brasil en “meras imágenes de una forma de construir foránea”.¹³⁹

Esta característica se atribuye principalmente a los primeros intentos de edificar arquitectura moderna, como la llamada casa modernista de Gregori Warchavchik (1927-28) [f.105], primera casa considerada moderna en Brasil y que supone un desafío y constante quebradero de cabeza para sus arquitectos, que ven con desesperación cómo intentar reproducir la arquitectura moderna de Europa es infinitamente más complejo que reproducir una fachada ecléctica. Destituida de cualquier ornamento y formada con volúmenes prismáticos blancos, la obra de Warchavchik fue tan impactante que no recibió el permiso de obras, teniendo que mentir y presentar una fachada ornamentada para después alegar que la había dejado sin finalizar por falta de presupuesto. El propio arquitecto, enviaba una carta a Sigfried Giedon, secretario del CIAM en aquel momento, donde explicaba las dificultades para poderla llevar a cabo, debido principalmente a la falta de materiales prefabricados, el precio de los reproducidos de forma artesanal y a la escasa formación de la mano de obra.¹⁴⁰

¹³⁹ Conduru,. “*Tectônica Tropical*”. 60

¹⁴⁰ Karina Duque. "Clásicos de Arquitectura: Casa Modernista da Rua Santa Cruz / Gregori Warchavchik" 17 ene 2012 en *Plataforma Arquitectura*. <<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-131162/clasicos-de-arquitectura-casa-modernista-da-rua-santa-cruz-gregori-warchavchik>> ISSN 0719-8914

Reidy, ya en 1961, hace todavía alusión a la lenta introducción de sistemas de prefabricación industrial en la arquitectura brasileña:

“Hasta ahora se han realizado algunos ensayos, poco exitosos desde el punto de vista económico, debido a que no pueden competir en precios con los sistemas constructivos tradicionales”.¹⁴¹

Ante la imposibilidad de ser legítimamente modernos en su desarrollo tecnológico, el arquitecto brasileño optará entonces, como argumenta Ruth Verde Zein, por compensar esta carencia precisamente con lo que le sobra: la innovación y la creatividad constructiva. Según Verde Zein, la otra opción posible para activar el avance tecnológico podría ser la que Vilanova de Artigas definiría posteriormente como la de “la ciencia y tecnología aplicadas al arte de construir”. En el espíritu de esa época, marcada por las posibilidades abiertas por los recientes desarrollos en el campo de las estructuras de hormigón armado y postensado, parecía ser un camino más viable la manifestación de la modernidad a través del empleo de estructuras “experimentales”. Una salida pragmática que

¹⁴¹ Reidy en *“Inquerito Nacional de Arquitectura”*, de Gullar y Brito (org) en Arestizabal y Nakazato, orgs. *Affonso Eduardo Reidy*.

intenta resolver simbólicamente el deseo de industrialización, entendiéndolo como voluntad de innovación.¹⁴²

Esta estrategia, bien entendida, explotaba de manera realista las posibilidades de las que los arquitectos brasileños disponían: un fuerte apoyo del campo de la ingeniería, que contaba con un gran conocimiento tecnológico sobre las estructuras en hormigón.

¹⁴² Ruth Verde Zein. "A Miragem da Industrialização. abrindo a mata virgem a facção: alguns casos do brutalismo paulista", en Carlos E.D. Comas, Marta Peixoto, Sergio M. Marqués (orgs) *Concreto – plasticidade e industrialização na arquitetura do cone sul americano, 1930/1970*. (Porto Alegre: Editora UniRitter – Centro Universitário Riter dos Reis. 2009). 94.

3.1.4. Arquitectura pública, social y monumental

En un país con fuertes carencias de infraestructuras públicas, la arquitectura moderna será vista como la gran herramienta para dar solución a los problemas de vivienda social y equipamientos educativos, que apenas comenzaban a desarrollarse en aquel momento. Esta faceta social, que tiene que ver con la esencia del Movimiento Moderno, es parte esencial de la vocación de funcionario público de Reidy, elección que hace motu proprio y que define la carrera del arquitecto de principio a fin. Aunque no renuncie a los proyectos privados, es en los públicos donde consigue desarrollar de forma más efectiva todos los aspectos que le interesan de la arquitectura, teniendo la oportunidad de construir un gran número de obras de toda índole. El carácter público de lo construido adquiere una representatividad que debe ser abordada en su concepción. La monumentalidad, asumida siempre desde la coherencia y la concepción estructural, se encuentra subyacente en sus obras públicas, aspecto que no esconde en absoluto y, de hecho, supone uno de los grandes debates dentro del contexto nacional de la Arquitectura Moderna.

Por otro lado, los limitados recursos de la obra pública le hacen interesarse por procesos constructivos lo más eficaces y baratos posibles, con un especial

enfoque en el uso del hormigón armado y la prefabricación como la estrategia más económica y responsable. El uso extensivo del hormigón armado en su obra responde a esta cuestión. Se trataba sin duda de un nuevo material a ser explorado, que además resultaba ser inmensamente más barato que la opción metálica o de mampostería.

En este contexto, los proyectos públicos desarrollados por Reidy tenían una vocación transformadora y asumían su papel de referentes urbanos de carácter social, lo que justificaba su potencial monumentalidad y representatividad colectiva. Sin embargo, lo que hace que sus edificios sean considerados públicos y hasta monumentales no son tanto sus funciones representativas sino el modo en que en que el arquitecto los resolvió, transformando programas sencillos y utilitarios en “verdaderos acontecimientos arquitectónicos” que participan de la construcción de un espacio colectivo más bello y justo.¹⁴³

Esa monumentalidad se entenderá, pues, como una responsabilidad por parte del arquitecto de aportar nuevas simbologías urbanas al nuevo espacio social construido. No obstante, Reidy es consciente de la delgada línea que separa la

¹⁴³ Roberto Conduru en José Pessoa, Eduardo Vasconcellos, Elisabete Reis, Maria Lobo (Org), *Moderno e Nacional* (Niterói, Ediciones UFF, 2006.)

monumentalidad mal entendida, al servicio político y propagandístico, de la monumentalidad de carácter y servicio público. En ese sentido, Roberto Conduro resalta cómo Reidy evita que la monumentalidad fuese un vehículo para acciones ideológicas, alejándose premeditadamente de la fastuosidad al gusto de la clase política.¹⁴⁴

Es importante resaltar la estrecha relación de la Modernidad brasileña con los organismos estatales, sin olvidar que el Gobierno era de carácter autoritario y fascista.¹⁴⁵ Esta simbiosis choca, de nuevo, con la esencia progresista y con visión primordialmente social del Movimiento Moderno Europeo. Los arquitectos brasileños intentaron seguir los preceptos modernos ignorando en la medida de lo posible el carácter estatal, propagandístico y de exhibición de fuerza que sus promotores pretendían obtener. Justamente el éxito del Movimiento Moderno Brasileño se basa en la confianza de las autoridades y en el poder de persuasión que tuvieron los arquitectos para convencerles de que era la forma adecuada de proyectarse, frente a otros estilos más tradicionales.

¹⁴⁴ Conduro en Pessoa, Vasconcellos, Reis, Lobo (Org), *Moderno e Nacional*.

¹⁴⁵ Recordemos que, además de Reidy, Lúcio Costa, Oscar Niemeyer y muchos otros colaboraron como funcionarios en el SPHAN-Servicio de Patrimonio Histórico y Artístico Nacional. O sin ir más lejos, además del ya mencionado Ministerio de Educación y Salud, Oscar Niemeyer será contratado por Juscelino Kubischek, gobernador de Minas Gerais y futuro Presidente de la República, para el desarrollo de Pampulha.

Pero esta simbiosis tuvo sus consecuencias: la conciliación de los principios racionalistas con el ideario político brasileño podría haber generado, como indica Mario Pedrosa, el “lado fastuoso” de la nueva arquitectura a su llegada a Brasil, dejando en un segundo plano, de modo general “la aparición de las verdaderas preocupaciones sociales”. Este punto de vista, menos romántico que la búsqueda de la artisticidad que defiende Lúcio Costa, o que la épica búsqueda de la innovación argumentada por Verde Zein, nos permite explicar de otro modo la misma tendencia hacia la expresividad monumental de la arquitectura brasileña:

“El “milagro” del Ministerio de Educación no pudo realizarse sino por su “grandiosidad” y su imponente programa (...). Sin el gusto por la ostentación, disfrute, poder y riqueza de un gobernador estatal de poderes ilimitados, Pampulha, la primera gran obra de Oscar Niemeyer, no se habría encargado ni ejecutado. Una parte del lado lujoso de la nueva arquitectura proviene sin duda de su intercambio inicial con la dictadura. Ciertos aspectos de la gratuidad experimental en las construcciones de Pampulha provienen de la idea de capricho y lujo del pequeño dictador local. Las preocupaciones sociales reales solo aparecerían mucho más tarde, después de la guerra, cuando la restauración de la democracia se impuso en todas partes”.¹⁴⁶

¹⁴⁶ Mario Pedrosa, “A arquitetura Moderna no Brasil”, en “Arquitetura e ensaios críticos”.(São Paulo, Cosac Naif, 2015) 66-67



[f.106]

Perspectiva aérea del centro monumental y de los barrios de intercambio y de negocios idealizada por Alfred Agache. 1927-1930

Desde el punto de vista urbanístico, es principalmente a través del conocimiento que adquiere con el Plano Director de Rio, junto a Agache [f.106], como Reidy consigue llevar a cabo años más tarde las grandes actuaciones públicas de la ciudad. El desmonte del Morro de San Antonio, en el centro de la ciudad, o la urbanización del Aterro do Flamengo, suponen la culminación de un proceso de transformación topográfica de la ciudad que viene de muy atrás y que Reidy consigue ejecutar de forma definitiva. De hecho, el desmonte del Morro de San Antonio supone la liberación de la última de las montañas del centro de Rio que impedían su correcto desarrollo urbanístico, liberando un inmenso espacio y permitiendo la construcción del Aterro con el material de desmonte, una gran infraestructura pública que solucionaba el problema eterno de comunicación entre el norte y el sur de la Ciudad.

No obstante, debe destacarse como su enlace sentimental con Carmen Portinho, gran figura de la sociedad intelectual carioca e Ingeniera de la Secretaria General de Viação, Trabalhos e Obras, también ayudará a Reidy a llevar a cabo muchos de sus proyectos, apoyo sin el cual probablemente no los habría desarrollado. El papel fundamental de la ingeniera en la redacción y dirección de la revista de la Diretoria de Engenharia da Prefeitura do Distrito Federal, instrumento de vital importancia para la difusión del Movimiento Moderno en Brasil en su primera

etapa, convirtió al matrimonio en una entidad con múltiples conexiones en todos los ámbitos de los estamentos públicos y les permitió desarrollar una carrera profesional juntos. La pareja Portinho-Reidy nunca más se deshizo. Sus temperamentos opuestos, ella mucho más expansiva y política y él más tímido y reflexivo, generó algunas de las más importantes obras de la arquitectura brasileña, proyectadas por Reidy y construidas por Carmen: Los conjuntos del Departamento de vivienda popular, Pedregulho y Gávea; el Museo de Arte Moderno; las casas de Jacarepaguá y de Itaipava, no podrían haber sido construidas sin este enlace personal que resultó en un profuso resultado arquitectónico”.¹⁴⁷

La mayoría de los escritos teóricos sobre la Modernidad Brasileña coinciden en resaltar, bajo una lente más épica o crítica, la importancia de la expresividad constructiva como elemento de intelección de su Arquitectura Moderna. Además, su presencia es constante, apareciendo desde el edificio fundador del movimiento -el Ministerio de Educación y Salud junto a Le Corbusier- hasta las obras más recientes.¹⁴⁸ Este factor de la idiosincrasia carioca ha marcado, en

¹⁴⁷ Bonduki, *Affonso Eduardo Reidy*. 10

¹⁴⁸ No entraremos a valorar como y de qué manera la interpretación y entendimiento de la técnica constructiva ha podido o no evolucionar a lo largo del tiempo. Nos quedaremos con el hecho de que es un denominador común consensuado en la crítica arquitectónica actual.

muchos aspectos, la manera en que las diferentes influencias llegadas de fuera se han ido adaptando al país.

La casa tropical basa su origen en la sombra, en contraposición al fuego en torno al cual se origina en climas fríos. Los espacios abiertos, cubiertos y ventilados frente de los espacios cerrados, estancos y cálidos. Esta característica, la creación de grandes espacios protegidos del Sol y la forma en que las estructuras definen esos grandes espacios, es precisamente una de las características que definirían la forma de proyectar brasileña: generosa, expresiva y expansiva, con límites difusos hacia la naturaleza – o como Michel Racine destaca “lo más sorprendente del Movimiento Modero Brasileño es que es un Movimiento Moderno con jardín”¹⁴⁹ - Para ello los arquitectos modernos brasileños utilizarán los recursos que les permitan llegar más lejos en esa expansividad, encontrando en el hormigón armado una herramienta moderna, barata y tecnológicamente desarrollada en Brasil para poder expresarse y construir dentro de una naturaleza que les desborda.

¹⁴⁹ Michel Racine en “Roberto Burle Marx, o elo que faltava”. en: Jacques Leenhardt (*org.*) *Nos jardins de Burle Marx*. (São Paulo: Perspectiva, 1994) 105-117.

3.1.5. La concepción estructural como generador de la concepción espacial

“Es cierto que el simple hecho de una construcción atender a finalidades puramente funcionales no es condición suficiente para que merezca la designación de arquitectura. Sin embargo, no se puede disociar de la arquitectura su aspecto utilitario, aquello que le dio, inclusive, motivación. La arquitectura no puede ser considerada, únicamente, una escultura hueca. Su adecuación al fin al que se destina no le quita, de forma alguna, su condición de ser esencial y fundamentalmente obra de arte. Pero lo que realmente mejor la define y la caracteriza es su concepción espacial”.¹⁵⁰

En la entrevista realizada para Ferreira Gullar y Alfredo Britto en *el Inquérito Nacional de Arquitectura* de 1961, Reidy definía de esta manera lo que a su entender era la arquitectura. De su definición podemos extraer tres componentes principales que separan la simple construcción de una obra arquitectónica: el sentido funcional, su condición artística y finalmente, intrínsecamente ligada a las otras dos, su concepción espacial. El correcto equilibrio de estos tres componentes es la resultante de lo que Reidy entendería como arquitectura.

¹⁵⁰ Reidy en “*Inquerito Nacional de Arquitectura*” de Ferreira Gullar y Brito incluida en Arestizabal y Nakazato *Affonso Eduardo Reidy*. 11

Pero, de entre todos los parámetros que condicionaban su pensamiento, son las técnicas constructivas y la optimización de los recursos estructurales los que le permiten extraer el máximo potencial expresivo en su arquitectura: su actitud racional está basada en el ingenio, el entendimiento y la adaptación de los recursos ofrecidos por el cálculo para transformarlos en formas sugestivas, pero nunca de carácter injustificado.

“La idea básica del proyecto tiene mucho de intuitiva, pero, diríamos, de una intuición dirigida. El mecanismo de la intuición es estimulado y orientado por el estudio de los datos objetivos como el programa de necesidades, el ambiente físico natural, los medios técnicos y financieros disponibles, etc.”¹⁵¹

La forma de trabajar, por tanto, surge a través de un concepto formalmente potente pero de carácter abierto, al que se le somete a diferentes “pruebas de stress” desde todos los aspectos que componen un proyecto arquitectónico. De esta forma, casi como un proceso científico “intuitivamente dirigido” Reidy será capaz de dar un resultado formal claro, simple y armonioso, que dé respuesta global a todas las interacciones posibles. Como argumenta Edson Mahuf, quizá la lección más importante a extraerse de la obra de Reidy sea el desarrollo de un

¹⁵¹ Affonso Eduardo Reidy en *“Inquerito Nacional de Arquitectura”*. 11

modo de proyectar que es capaz de resolver a la vez el mayor número posible de temas.¹⁵²

La obra de Reidy no puede ser vista aisladamente, como una respuesta individual, sino como parte de un esfuerzo colectivo para edificar el espacio de un nuevo país que se construía.¹⁵³ En todo caso, puede verse en su obra una versión que sintetiza de manera concisa, meditada y brillante la forma brasileña de entender el Movimiento Moderno. Es quizá esa contención, marcada por su carácter introvertido, lo que le da valor como una de las mayores impulsoras de la identidad arquitectónica brasileña, sirviendo de referencia para generaciones de arquitectos que habrán encontrado en su obra estrategias ejemplares, puramente brasileñas, coherentes y didácticas frente a las muy personales formas de Niemeyer, también brasileñas, pero difíciles de reproducir sin caer en la copia de una arquitectura en ocasiones de complicada justificación. De algún modo, su personalidad, al igual que su arquitectura, ha seguido una línea paralela pero equidistante que lo ha hecho pertenecer y diferenciarse al mismo tiempo. No es casual que a Reidy, nombrado profesor de proyectos para el nuevo programa moderno de la ENBA, se le invitara a quedarse una vez que los

¹⁵² Mahfuz, *"The importance of being Reidy"*. 14

¹⁵³ Bonduki, *"Affonso Eduardo Reidy"*. 14

historicistas retoman el poder en la dirección de la Escuela - siendo Lúcio Costa y el resto del equipo expulsados-; que poco después, el mismo Costa lo incorporase al equipo de arquitectos modernos que proyectan el icónico Ministerio de Educación y Salud, a pesar de ser el único miembro en haber participado en el concurso por su cuenta anteriormente - algo que ningún otro arquitecto considerado moderno hizo, como boicoteo a un concurso que consideraban amañado -; que ante las críticas internacionales a la caprichosidad y poco ortodoxa arquitectura brasileña en los años 40 y 50, Reidy fuera el único arquitecto ensalzado por esa misma crítica¹⁵⁴; que se convirtiera años más tarde en el referente más importante para los arquitectos paulistas que toman el relevo de los cariocas a partir de los años 50, desde Vilanova de Artigas a Lina Bo Bardi, pasando por Paulo Mendes da Rocha, ejerciendo así de puente entre la primera y segunda modernidad brasileña.

En definitiva, su arquitectura genuinamente brasileña, concisa, expresiva y monumental al mismo tiempo, rezuma valores universales en los que todos se identifican, encontrando en sus estrategias valiosas lecciones que aprehender, de la forma en que sólo las obras brillantemente resueltas son capaces de transmitir.

¹⁵⁴ Ver páginas 145-153

3.2 REIDY, MOVIMIENTO MODERNO Y LÁMINAS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN: TRES CONDICIONES NECESARIAS

3.2.1 Características intrínsecas de una nueva forma estructural

Como se ha resaltado en el capítulo 2, las láminas estructurales de hormigón armado se empiezan a utilizar esencialmente para proyectos de infraestructura, pasando paulatinamente a proyectos de arquitectura a partir de inicios del siglo XX y llegando al auge de su desarrollo con la expansión económica e industrial de los años 50 y 60. En este periodo se convirtieron en una herramienta útil y eficaz para construir los grandes equipamientos necesarios para la sociedad desarrollista de la postguerra. Ingenieros y arquitectos como Eugène Freyssinet, Pier Luigi Nervi, Eduardo Torroja y Félix Candela, entre muchos otros, diseñaron edificios basándose en la forma geométrica resistente como base de su propia concepción estructural. La mayoría de las obras, de carácter público, responden a la necesidad de abarcar grandes superficies con bajo presupuesto. Para responder a esa demanda, se desarrollaron métodos de cálculo que permitieron crear grandes vanos utilizando láminas que en algunos casos no superaban los 3 cm de espesor.

Si la consecuencia de una mayor eficiencia estructural es una reducción de su masa, esta característica las ha hecho especialmente interesantes desde un punto de vista económico para proyectos donde se deben cubrir grandes vanos y albergar programas de mayor escala.¹⁵⁵ Pero estas dos cuestiones - eficiencia estructural versus material utilizado - no sólo conllevan matices de carácter económico, sino que se convertirán en los dos puntos del discurso teórico y crítico entorno a las láminas estructurales. Para una buena parte de los arquitectos e ingenieros, la mayor eficacia medirá, en primer lugar, y frente a valoraciones formales, el valor arquitectónico de las estructuras creadas. Este pensamiento está íntimamente relacionado con la revisión del discurso Moderno a partir de los años 50, frente al formalismo y la abstracción de los postulados del Estilo Internacional, que regían la primera etapa del movimiento. No obstante, no puede obviarse el hecho de que la mayoría de las estructuras laminares están diseñadas por ingenieros, siendo parte activa y fundamental del discurso crítico entorno a ellas. Frente a los arquitectos de referencia del Movimiento Moderno, serán Pier Luigi Nervi, Eduardo Torroja, Robert Maillart, Félix Candela o Joaquim Cardoso, entre muchos otros, las grandes figuras intelectuales que teorizan sobre las láminas estructurales. Curiosamente sólo

¹⁵⁵ Teniendo en cuenta, eso sí, las circunstancias socioeconómicas del lugar donde sean construidas, especialmente con relación al valor de la mano de obra, como se explicará más adelante.

Félix Candela es arquitecto, aunque ejercerá de ingeniero en México. No es casualidad por tanto que la validación de tales estructuras esté ligada - por lo menos bajo un formulario “oficial”, aunque como se verá no será del todo cierto - a su eficiencia estructural como parte de su belleza. Queda patente desde un inicio que los parámetros que rigen el valor de las láminas estructurales de hormigón armado difieren claramente de los valores Modernos de la primera etapa, y sólo cuando el Movimiento Moderno inicie su propia revisión, los parámetros establecidos por los ingenieros convergerán con el de los arquitectos modernos.

Dejando ahora a un lado el debate filosófico sobre el grado de corrección de una estructura laminar, convendría hacerse la siguiente pregunta:

¿Cuáles son realmente las características que definen las cualidades de las láminas estructurales?

De un modo general, existen tres conceptos que en su conjunto las definen, bajo el parecer de este investigador, frente a otros sistemas estructurales: las láminas estructurales determinan, además de la respuesta estructural, la forma, la espacialidad y la materialidad de la arquitectura que componen. Las tres

ambivalencias (estructura y forma, estructura y espacio, estructura y materia), son en realidad una disociación por partes que nos permiten analizarlas de forma más precisa bajo tres perspectivas:

En primer lugar, y como conclusión más importante, la **estructura determina la forma**. Esta condición viene dada por la cualidad del hormigón de permitir ser colocado en estado líquido y, a la vez, convertirse en un elemento resistente. La volumetría arquitectónica es resultante del concepto estructural, que se rige por los principios constructivos del hormigón y de la lógica geométrico-resistente.

En segundo lugar, la **estructura delimita el espacio arquitectónico**. La condición superficial e impermeable del hormigón lo convierte no sólo en un elemento resistente, sino también en una superficie envolvente que delimita el espacio.

Por último, en el caso de quedar el material expuesto, la **estructura es un elemento sujeto a la expresividad del hormigón**, no sólo por su forma, sino también por la materialidad de su superficie.

Estas tres características marcan de forma inequívoca la conceptualización de una obra arquitectónica en lámina de hormigón armado. Su asimilación

supondrá, por tanto, asumir y aceptar ciertos preceptos formales intrínsecos e ineludibles a la hora de proyectar.

3.2.2 Encaje de las láminas de hormigón armado en el contexto revisionista brasileño de 1962.

“Si existe un periodo de unión entre la ingeniería y las humanidades, este periodo fue, sin duda, 1961. Logros en los campos de la ciencia y la tecnología, abarcando desde los avances en el desarrollo atómico (...) a la vacuna de la polio en 1957, llevan a europeos y a americanos a ver estos avances como momentos cruciales en la sociedad y cultura de la postguerra. Aviones a reacción, autopistas y nuevos artilugios domésticos cambiaron el estilo de vida occidental. (...) La relación entre tecnología y humanidades ocupa en este periodo grandes áreas académicas (...) Debates entre los arquitectos de la época – en particular en los CIAM – se centraban en la necesidad de un equilibrio entre rigor científico y la necesidad humana de monumentalidad, tanto en las ciudades que se reconstruían como en las que se encontraban en el crecimiento sin precedencias que siguió a la Segunda Guerra Mundial”.¹⁵⁶

En el contexto internacional de 1962, año en el que Reidy proyecta los pabellones del Aterro do Flamengo, el uso de pliegues o elementos curvados de hormigón

¹⁵⁶ Cristiana Chiorino, Thomas Leslie, Elisabetta Nervi en *Pier Nervi, Aesthetics and Technology in Building. The Twenty-First-Century Edition*. (Illinois,;University of Illinois PR).12

armado está ampliamente extendido. Una buena parte de las grandes obras conocidas en estructuras laminares ya habrían sido construidas, existiendo foros de discusión organizados por la Internacional Assotiation of Shell Structures (IASS) que permitían el intercambio y difusión de información de manera periódica a través de congresos internacionales. Es por tanto fácil de entender la llegada de gran cantidad de información a Brasil, ya fuera en forma de proyectos publicados, o sistemas de cálculo estructural que podrían haber llamado la atención de Reidy a la hora de proyectar los pabellones.¹⁵⁷ Estos edificios no son por tanto objetos raros y aislados en su contexto, sino el reflejo de un desarrollo tecnológico y unos planteamientos totalmente contemporáneos y globalizados en los años 60, momento en que el que, como indican Chiorino y Leslie, el mundo se apoya fervientemente en la tecnología como forma de progreso, intentando hacer converger en este proceso aspectos humanísticos y científicos en un único resultado. Las láminas estructurales aúnan tales anhelos y permiten el uso tecnológico del hormigón, en su forma más eficiente, al tiempo que justifica una expresividad casi infinita en aras de tal tecnología.

¹⁵⁷ Un detalle simbólico pero interesante es la publicación en la revista *Acropole 189* (enero de 1954) del proyecto para el auditorio de la UNESCO de P.L.Nervi junto con el anteproyecto del MAM.



[f.107]

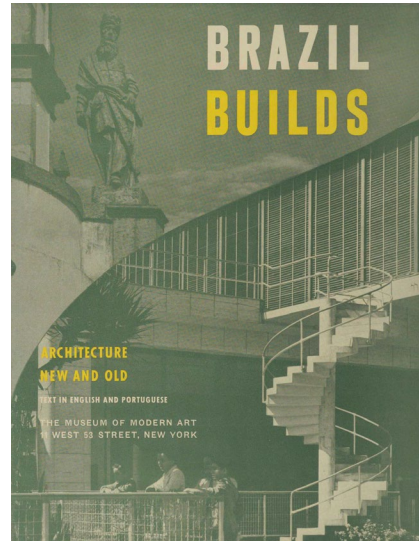
Colegio Brasil-Paraguay.(1952). Affonso Eduardo Reidy.



[f.108]

Museo de Arte Moderno de Rio de Janeiro (MAM) (1953). Affonso Eduardo Reidy.

Reidy ya había experimentado discretamente con el sistema en proyectos anteriores, pero es en el Aterro donde parece dar un paso adelante en varios aspectos: por un lado, aumenta la complejidad formal de las formas estructurales. Las formas escogidas se alejan sustancialmente de la simplicidad de obras laminares anteriores. Además, ahora hay un mayor esfuerzo por integrar el concepto de volumetría y estructura en un solo elemento que sea capaz de resolver ambas cosas. Ya habrá utilizado con anterioridad el hormigón armado visto, dejando que su rugosidad acentuase las formas expresivas de los pórticos del Museo de Arte Moderno de Rio de Janeiro (MAM) (1953) [f.108] y anteriormente del Colegio Brasil-Paraguay (1952) [f.107]. En los pabellones, sin embargo, el material es utilizado como materia global, capaz de resolver no sólo estructura, sino suelo, paredes de cerramiento y cubierta. Por último, hay un claro interés por optimizar al máximo los recursos estructurales, buscando una rigurosidad constructiva y tecnológica que le permite crear elementos lo más esbeltos y finos posibles, en algunos casos de 4 cm de espesor. En definitiva, Reidy busca en los pabellones llevar al límite la condición de la estructura como elemento generador de forma, otorgándole nuevas funciones y haciendo uso expresivo de las cualidades del hormigón armado como material continuo y moldeable de naturaleza plástica.

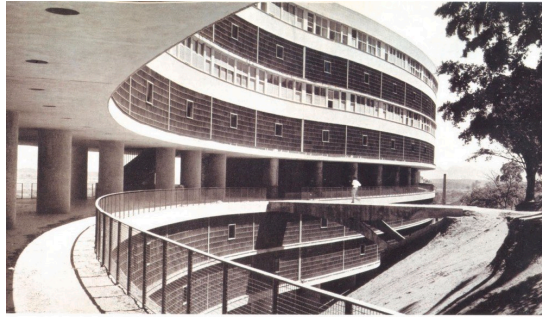
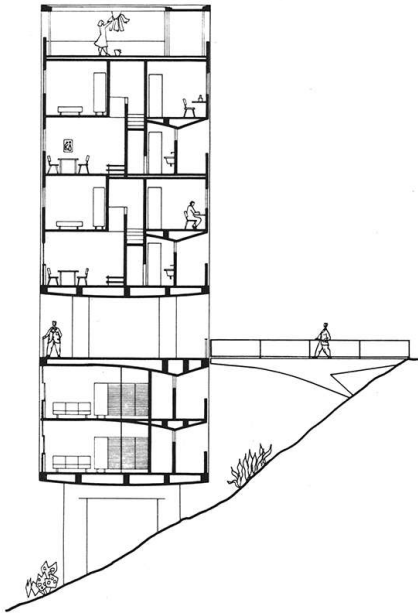


[f.109]

Portada original del MOMA, Brazil Builds (1943).

Esta evolución en la preponderancia de la estructura como eje articulador de la forma arquitectónica está insertada dentro de un contexto revisionista del Movimiento Moderno que se manifiesta de forma global en aquellos años. La influencia ejercida por las nuevas propuestas arquitectónicas de Le Corbusier a partir del final de la Segunda Guerra Mundial conllevará el replanteamiento de las propias bases del Estilo Internacional. Las obras construidas por el arquitecto suizo a partir de 1945 se destacarán por el uso masivo de hormigón visto con estructuras de aspecto pesado y de clara expresividad formal, aspectos muy alejados del abstractismo sintético de la primera etapa del Movimiento Moderno.

A nivel local, debe también resaltarse la propia revisión interna de la Arquitectura Moderna Brasileña que se produce en la década de los años 50, alentada entre otros motivos por un debate crítico internacional de gran repercusión interna. La exposición y publicación en el MOMA de *Brazil Builds* (1943) [f.109] dará a conocer la arquitectura brasileña al resto del mundo, mostrando una forma de entender el Movimiento Moderno que contendría, según sus críticos, ciertas desviaciones “poco ortodoxas”. A pesar de levantar sorpresa y admiración, también genera un fuerte debate internacional que tiene como foco principal el formalismo caprichoso de su arquitectura. Debate que es



[f.110] [f.111]

Vista y sección del
Complejo Residencial
Pedregulho (1946).
Affonso Eduardo Reidy.

alentado por una crisis de fondo ya evidente en el Movimiento Moderno y que se sirve de los ejemplos brasileños para hablar de sus propias debilidades. Aunque tales críticas – principalmente las de Max Bill y Walter Gropius, pero también Bruno Zevi, Ernesto Rogers, Peter Craymer, Hiroshi Ohye o Gian Carlo Argan - van dirigidas mayormente a la omnipresente figura de Niemeyer como exponente principal de la arquitectura nacional, lo cierto es que se habla de forma generalizada de la obra Moderna Brasileña. Niemeyer es uno de los arquitectos más prominentes en el uso de láminas estructurales de hormigón. De hecho, la iglesia de Pampulha (1943-44) inaugura el sistema constructivo en Brasil e instaura una línea proyectual personal y basada en su uso. Sin embargo, sus formas rara vez se ciñen a un modelo estrictamente eficiente, recurriendo en muchas ocasiones a inspiraciones de tipo formalista - las montañas cariocas, la curva del cuerpo femenino -, y Niemeyer es criticado justamente por ese formalismo poco ortodoxo de sus formas, caprichosas y gratuitas en algunos casos. La revisión crítica que reciben abarca toda la Modernidad Brasileña en su conjunto, desde el Ministerio de Educación y Salud, su *opera prima* y motivo de orgullo nacional, hasta Pampulha, que llega a ser calificada de barroca.

Sólo existe una excepción unánime: las viviendas del Pedregulho (1946) [f.110-111], y de una forma más amplia la obra de Reidy. Las razones por las que Reidy

es alabado se basan principalmente en la expresividad y rigurosidad de su arquitectura, basada en el conocimiento de la técnica y no en el uso gratuito de las formas. De una forma clara, se localiza en su obra la contraposición a las “aberraciones caprichosas” de Niemeyer.

Los arquitectos brasileños, muy sensibles a las críticas externas en un país que aún estaba gestando su identidad, observan la figura de Reidy como el ejemplo por el que recuperar la senda “correcta”. Luiz Paulo Conde, futuro colaborador de Reidy en el Aterro do Flamengo y estudiante en aquel momento apunta:

“Se discutía sobre el formalismo en la arquitectura brasileña. Existía un embrión de discusión sobre las tendencias de nuestra arquitectura y también cierta intuición, entre los estudiantes, de que no era posible continuar por el mismo camino. Creíamos que ese repertorio (Niemeyer) estaba agotado”.¹⁵⁸

A pesar de la defensa fehaciente de su arquitectura en una serie de replicas dirigidas a sus críticos internacionales - respuestas que vienen dadas principalmente por Lucio Costa, como representante más destacado y ferviente defensor de la genialidad de Niemeyer -, los arquitectos brasileños acabarán revisando de una u otra forma su modo de entender el Movimiento Moderno.

¹⁵⁸ Luiz Paulo Conde en Castellotti, *Arquitetura Moderna no Rio de Janeiro. A dimensão Brutalista*. 64

La conclusión más simbólica de este proceso de revisión quizá sean las propias palabras de Niemeyer en su famosa autocrítica del *Depoimento* de 1958, en el que proclama el *mea culpa* relacionado con la “frivolidad” y exceso de originalidad de algunas de sus obras hasta el momento realizadas. El nuevo camino escogido - por lo menos sobre el papel - se describe como “soluciones compactas, simples y geométricas; los problemas de jerarquía y de carácter arquitectónico; las conveniencias de unidad y armonía entre los edificios y, también, que estos no se basen más por sus elementos secundarios, sino por la propia estructura debidamente integrada en la concepción plástica original (...) todo esto sin caer en un falso purismo, en un formulario monótono de tendencia industrial, consciente de las inmensas posibilidades del hormigón armado (...)”.¹⁵⁹

El texto de Niemeyer resulta extremadamente parecido a otros elaborados por Nervi, Torroja o Candela en los mismos años, donde el formalismo se alinea con la eficiencia estructural:

“(...) la forma no puede ser arbitraria, sino que ha de satisfacer una serie innumerable de requisitos,... De entre todos estos requisitos, quiero destacar los dos que considero

¹⁵⁹ Oscar Niemeyer, “Depoimento” en revista *Módulo*. N.9. (Rio de Janeiro, 1958). 3-6.

más importantes en la elaboración de la forma arquitectónica: el factor estético y el factor estructural”.¹⁶⁰

“(…) En resumen, y aparte de las correcciones que para el mejor efecto estético requieren los efectos ópticos, psicológicos y tradicionales sobre las formas estructurales de origen puramente técnico, el sentido artístico actual considera, como coadyuvante del valor estético, la función estructural y la expresividad de su fenómeno resistente; incluso la cree esencial en aquellos casos en que la obra es eminentemente una estructura”.¹⁶¹

“(…) Esta investigación me ha llevado a la conclusión de que un trabajo técnicamente perfecto puede ser estéticamente inexpresivo, pero no existe, ni en el pasado ni en el presente, una obra de arquitectura que sea aceptada y reconocida como excelente desde el punto de vista estético que no sea también excelente desde el punto de vista técnico”.¹⁶²

Sin embargo, aunque muy similares, el nuevo discurso de Niemeyer y de los tres constructores de láminas estructurales difieren en algún punto -habida cuenta de los proyectos posteriores del arquitecto carioca-. En ambas posiciones se

¹⁶⁰ Félix Candela, “Dos nuevas iglesias en México”, conferencia presentada en la Casa del Arquitecto. (México. abril 1956).

¹⁶¹ Eduardo Torroja, *Razón y ser de los tipos estructurales*. (Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 1957).

¹⁶² Pier Luigi Nervi en Félix Candela, “La Obra de Pier Luigi Nervi y su Influencia en la Arquitectura Contemporánea” en *Cuaderno de arquitectura*, n.15, (noviembre 1954)

defienden los mismos conceptos básicos: por un lado la optimización estructural y por otro la necesaria “estética expresiva”, como condición *sine qua non* a la anterior. Existe una dirección clara y unánime donde los factores a tener en cuenta son los mismos. La diferencia radica en el grado de ortodoxia con el que se lleva a cabo. Ingenieros como Joaquim Cardoso, encargado del cálculo de muchas de las obras de Niemeyer, responderá con vehemencia algunas de las críticas –precisamente de Nervi- que Niemeyer recibe años después por sus obras de Brasilia, donde Nervi analiza el proyecto aún no construido del Congreso Nacional para desenmascarar las “trampas” estructurales necesarias para ser construido. En el texto *Forma estática - Forma estética* el ingeniero brasileño responde a Nervi, defendiendo que “no hay adaptación perfecta entre la estética de los arquitectos y la estática de los ingenieros”¹⁶³ y que sería imposible una adaptación perfecta que derivara “exactamente de la estabilidad de las construcciones”. Para Cardoso sería absurdo que la arquitectura Moderna se resumiera a una cuestión de economía para la cobertura de un determinado vano.

Lo expresivo versus lo correcto es un debate que también se está produciendo en todo el Movimiento Moderno. Mientras una mitad observa de reojo los

¹⁶³ Joaquim Cardozo, “Forma Estática – Forma Estética”. *Revista Módulo 2 – no. 10* (agosto 1958). 3.



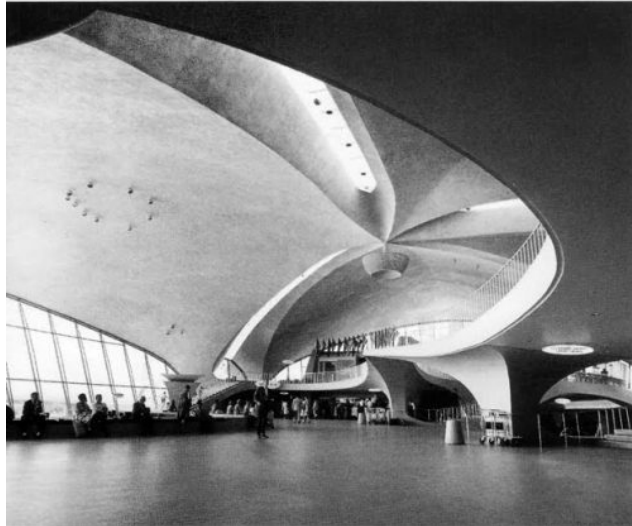
[f.112]

Edificio de la Asamblea de Chandigarh (1953-55). Le Corbusier

ejemplos brasileños justamente como una alternativa posible, la otra mitad se aferra al normativismo, ya sea en la forma abstracta que ha caracterizado al Movimiento Moderno inicial o en una nueva forma de corrección basada en la verdad estructural como forma arquitectónica, sin derivas sensacionalistas. Un ejemplo didáctico sobre este debate, sin duda complejo y extensísimo, se materializa en el texto de Nikolaus Pevsner *From the End of the First World War to the Present Day*, de 1957, donde separa la arquitectura geométrica abstracta de Walter Gropius o Mies Van Der Rohe frente a la producción de Le Corbusier y “las acrobacias de los brasileños (...) ensayos para satisfacer el ansia de los arquitectos por expresiones individuales, el ansia del público por lo extraordinario y por lo fantástico y por una fuga de la realidad hacia un mundo ficticio”.¹⁶⁴

Sea por los más ortodoxos defensores del Estilo Internacional, sea por los más fervientes defensores de la verdad estructural, los brasileños son calificados de caprichosos y desviados. No obstante, años más tarde, las obras de Le Corbusier en Chandigarh (1953-55) [f.112], la Terminal TWA de Saarinen (1961) [f.113] o incluso la Abadía de Saint John, de Breuer (1961) son claros ejemplos de cómo

¹⁶⁴ Nikolaus Pevsner, “From the End of the First World War to the Present Day” en *An Outline of European Architecture* (Harmondsworth: Penguin, 1957); versión en español: *Breve historia de la arquitectura europea* (Madrid: Alianza Editorial, 1994). 363



[f.113]

Terminal TWA de Nueva York (1961). Eero Saarinen.

los grandes maestros del Movimiento Moderno han superado claramente los estrictos parámetros del Estilo Internacional y ahora usan sin prejuicios las formas curvas o plegadas de las láminas estructurales, pero además escapan del puro y justificativo funcionalismo constructivo. De la misma forma en que Niemeyer lo hace previamente, las geometrías estructurales de Chandigarh no se ajustan ni a la forma ni al cálculo considerado “correcto”.

“Es primeramente necesario clarificar lo que es correcto, que tiene que ser entendido en relación con los procesos técnicos y materiales usados en un tiempo y lugar dado, de forma que uno puede considerar igual de correcto las estructuras triliticas de los griegos, las grandiosas estructuras masivas de los romanos y las refinadas estructuras góticas. Desde algunos aspectos físicos del edificio, la corrección es fácilmente identificable y es la misma para las construcciones de hoy que para aquellas del pasado. Estabilidad, función y resistencia a los agentes atmosféricos son cualidades fundamentales de una obra arquitectónica. (...)

Un criterio igual de importante de corrección es el uso del material de acuerdo con sus características, en relación a su composición y su aspecto exterior (...)

En el campo estructural (...) la corrección estructural coincide con la naturaleza y entendimiento de la lógica estática. El motivo de tal lógica debe ser resuelta de la forma

más eficiente (midiéndose en valores económicos) y con una clara expresión de los materiales con los que ha sido construida”.¹⁶⁵

Así pues, dentro de todo este amplio e intrincado campo de revisión, que se queda excesivamente resumido y sesgado hacia los campos que nos interesan, podemos al menos localizar a Reidy dentro de su contexto local e internacional: unánimemente elogiado por todos, por haber conseguido desarrollar una arquitectura de calidad, correcta y expresiva justamente a través del criterio, el rigor estructural y la economía de medios. Características clave que se verán reflejadas en los proyectos del Aterro.

Sin tener en cuenta los sistemas de estructuras cilíndricas individuales o en serie, que son sólo parte de la familia de las estructuras laminadas y están ampliamente integradas en el Movimiento Moderno desde sus inicios, puede decirse con bastante acierto que este sistema no despierta un interés excesivo entre los arquitectos del Movimiento Moderno hasta entrados los años 50, una vez iniciada la etapa revisionista post Segunda Guerra Mundial. Durante la primera etapa del Movimiento Moderno será impensable, salvo en raras circunstancias, la utilización de elementos de gran expresividad plástica como son las láminas de

¹⁶⁵ P. L. Nervi en Chiorino, E. M. Nervi y Leslie *Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition*. 109

hormigón armado. El sistema Dom-ino dota a los arquitectos modernos del concepto de estructura independiente, pero hasta los años 50 ésta no deja de ser sólo el elemento que permite dar libertad a la fachada y la planta, teniendo un papel secundario en cuanto a la volumetría y forma. Por tanto, la generalización de las láminas estructurales en el Movimiento Moderno tiene necesaria relación con el proceso por el cual la estructura pasa a ser el elemento generador de la forma, para adquirir posteriormente potencialidad expresiva a través de las cualidades del hormigón, sean éstas formales o superficiales.

Antes siquiera de pasar a analizar la manera en que Reidy integra tales cambios paulatinamente en su obra, tema principal del capítulo cuatro, se puede intentar discernir primero, desde un punto de vista mucho más intuitivo y pragmático, cuáles serían las condiciones necesarias que hubieran permitido la elección de la lámina auto-estructurada de hormigón armado para los pabellones del Aterro.

3.2.3 Primera condición: tecnología y economía de medios en el Brasil de 1960

Partiendo de un plano meramente económico, es evidente que las láminas estructurales de hormigón armado necesitan elaborar moldes complejos y laboriosos que precisan necesariamente de mano de obra cuantiosa, lo que implica unas condiciones socio-económicas favorables para llegarse a plantear. De hecho, sólo resultan viables siempre y cuando el ahorro de material, especialmente de acero, resulte más beneficioso que el coste de la mano de obra. Brasil importaba en los años 60 una gran cantidad del acero que utilizaba, lo que lo convertiría en un material caro. Esa es, entre otras razones, uno de los grandes motivos del éxito de hormigón armado en Brasil. Sin duda, un arquitecto de vocación pública, como es el caso de Reidy, no pasó por alto la reducción de coste que suponen las láminas estructurales de hormigón, lo que las convertían en una herramienta viable para ser utilizada. Al ahorro de acero hay que añadir el interés de Reidy por la prefabricación, lo que en teoría abarataría también los costes de construcción y encofrado. La mano de obra en Brasil era abundante y barata, de forma que se reunían todas las condiciones para su viabilidad económica.



[f.114]

Ministerio de Educación y Salud (1937-1945). Varios autores

Un segundo aspecto que parece necesario para su construcción es la existencia de un bagaje tecnológico que permitiera llevarlas a cabo. Como ya se ha resaltado, Brasil es un buen ejemplo de los resultados obtenidos bajo una estrecha relación entre la ingeniería y la arquitectura. Esta relación entre arquitecto e ingenieros se resalta en la mayoría de la historiografía de la arquitectura Moderna Brasileña, convirtiéndolo, en muchos casos, en su *raison d'être*.

Roberto Segre resalta, además, como desde las primeras décadas del siglo XX, la utilización del hormigón armado para la construcción de las infraestructuras en el país y el trabajo realizado por los ingenieros para experimentar los nuevos métodos constructivos irá estableciendo la base técnica que será utilizada por la nueva generación de arquitectos modernos.¹⁶⁶ Dentro del contexto de Brasil, se sitúa la construcción del Ministerio de Educación y Salud (1937-1945) [f.114] como un punto de inflexión. Calculada por el ingeniero Emílio Baumgart, es en esta obra donde una nueva generación de arquitectos brasileños va a experimentar por primera vez con técnicas de construcción innovadoras que permiten el desarrollo de una nueva arquitectura.

¹⁶⁶ Roberto Segre. *Oscar Niemeyer: 100 anos, 100 obras*. (São Paulo: Organização de Ricardo Ohtake. Instituto Tomie Ohtake, 2007). 23

En el año 62 ya se habrán experimentado con múltiples proyectos en laminas estructurales. De hecho, son una parte importante de la idiosincrasia arquitectónica brasileña, si bien es cierto que su repertorio geométrico es bastante simplificado, optándose en general por formas simples y sencillas de calcular.

Affonso Canedo, ingeniero en el Servicio de Estructuras de la SURSAN¹⁶⁷ entre 1962 y 1965, explica cómo la propia SURSAN se encargará de complementar la formación de los mejores ingenieros de la plantilla en Europa, trayendo consigo nuevas tecnologías que por aquel entonces se estarían desarrollando. De este modo, técnicas como el pretensado y las estructuras laminares llegan a Brasil.¹⁶⁸ Además, este intercambio será mutuo, puesto que los propios arquitectos ayudarán a desarrollar una tecnología a través de los desafíos planteados a los ingenieros, participando de una manera más o menos activa en el proceso de modernización brasileño.¹⁶⁹

¹⁶⁷ La Superintendencia de Urbanismo y Saneamiento (SURSAN), fue un organismo creado por el Gobierno del Estado Guanabara (antecesor del Estado de Rio de Janeiro) para el desarrollo de los grandes proyectos de infraestructura de la ciudad. Son los encargados de diseñar los túneles, puentes, grandes colectores y desmontes de montañas realizados en el centro de Rio de Janeiro durante la primera mitad del siglo XX. Serán también los ingenieros encargados de los proyectos de estructuras de los Pabellones del Aterro.

¹⁶⁸ Ver entrevista a Affonso Caneda en anexo 2

¹⁶⁹ Conduru, "Tectônica Tropical". 62

3.2.4 Segunda condición: Conceptualización de la estructura fuera de la envolvente arquitectónica.

¿Como se explicaría una obra moderna donde el uso de un sistema constructivo condiciona la volumetría, no permite la fachada libre y no permite el uso de cubierta plana? Este hecho marca un aspecto, obvio, pero necesario para entender el modo en que se materializaron los pabellones: su conceptualización sólo pudo producirse tras un proceso intelectual que aceptase como válidas ciertas características que son intrínsecas a las estructuras laminares. La trama de discursos, experiencias y contextos que engendran la tesis sobre la cual comienza a proliferar este tipo particular de estructuras no es pequeña ni simple. Se apoya además sobre ciertos aspectos contradictorios con el Estilo Internacional, necesitando de un proceso gradual de asimilación.

A pesar del radicalismo en los postulados del Movimiento Moderno en su relación con el lugar y la abstracción de su arquitectura, existieron formulaciones dentro de la Modernidad que no pudieron ser enunciadas correctamente por su contradicción con las propias bases del movimiento. Algunos de los arquitectos más representativos, como Le Corbusier, Bruno Taut o Mies Van der Rohe, entre

otros, establecieron puentes entre la estética pintoresca y la ideología moderna.¹⁷⁰

Iñaki Ábalos traza una línea de investigación sobre el asunto, estableciendo un análisis en el que desenmascara tales elementos “pintorescos” en la obra de Le Corbusier, de manera que, aun apareciendo muchos de ellos en estado “latente” desde sus primeros postulados teóricos, paulatinamente y “casi de forma secreta” se irán adueñando de su modo de proyectar hasta conquistar todas las escalas de la arquitectura en su etapa final. Entre los elementos más representativos de ese pintoresquismo expuesto por Ábalos se encuentran tres grandes cuestiones que son características de la obra tardía de Le Corbusier: la alusión al lugar, o *genius locci*, la *promenade architecturale* y el uso del hormigón visto. Además, Ábalos señala dos etapas diferenciadas en los postulados teóricos del arquitecto: una primera etapa, positivista, con la creencia ciega en que el desarrollo social y tecnológico daría solución a los problemas del mundo: “La naturaleza como portadora de leyes físicas, precisamente las mismas leyes físicas que han permitido alumbrar el maquinismo”, y una etapa tardía, post Segunda

¹⁷⁰ Iñaki Ábalos, “Le Corbusier pintoresco: el pintoresquismo en la modernidad” en *Atlas Pintoresco. Vol.2: Los viajes*. (Barcelona: Ed Gustavo Gili. 2005). 115

Guerra Mundial, donde la naturaleza se torna un elemento sujeto a la percepción personal.

Le Corbusier desarrollará en su segunda etapa algunas de sus obras más importantes: *La Unité d'habitation de Marsella* (1945-1947) [f.115], la *Capilla de Ronchamp* (1955) [f.116], los proyectos para *Chandigarh* (1951-1965), el *Convento de la Tourette* (1959) [f.117] o *Saint Pierre de Firminy* (1966-2007) [f.118]. Todas ellas se caracterizan por un alejamiento de las doctrinas maquinistas iniciales hacia un expresionismo más dramático y perceptivo. El ángulo recto pierde su hegemonía y el contraste prevalece sobre la claridad de las formas arquitectónicas. Es la etapa donde el arquitecto desarrolla los *brise-soleil* como herramienta para el control lumínico, pero también como elemento de composición expresiva. También toman protagonismo los llamados objetos de reacción poética, elementos orgánicos o alusiones a la curva femenina que le servirán de inspiración para la creación de formas arquitectónicas. Le Corbusier se liberará de la racionalidad de su primera etapa para plasmar en sus proyectos

CAPÍTULO 3. A.E. REIDY Y EL CONTEXTO BRASILEÑO DEL MOVIMIENTO MODERNO.



[f.115]

La Unité d'habitation de Marsella (1945-1947). Le Corbusier



[f.116]

Capilla de Ronchamp (1955). Le Corbusier



[f.117]

Convento de la Tourette (1959). Le Corbusier



[f.118]

Saint Pierre de Firminy (1966-2007). Le Corbusier

aspectos sensitivos relacionados con la escala, la monumentalidad, la percepción arquitectónica y la expresividad estructural y material del hormigón.

Como Le Corbusier, otros arquitectos modernos comienzan a dejar florecer, a partir de los años 40, ciertas formulaciones expresivas que se permiten utilizar en pro de la nueva técnica, materializada por las láminas estructurales:

“ (...) forma y técnica se estaban reuniendo con tanta fuerza que la expansión de la nueva tipología estructural iba a transformar la expresividad arquitectónica, contemplando el arco temporal que va desde los años heroicos iniciales del Movimiento Moderno hasta la década de los sesenta. Aceptar esta idea significa, ciertamente, repensar la historia de la arquitectura desde otros parámetros, dando entrada a la influencia de la tipología laminar”.¹⁷¹

Es la naturaleza del hormigón, sea a través de su expresividad formal o material, lo que abre las puertas de unos aspectos que hasta ahora habían permanecido ocultos.

Y si el hormigón armado es la herramienta, la técnica es el fin:

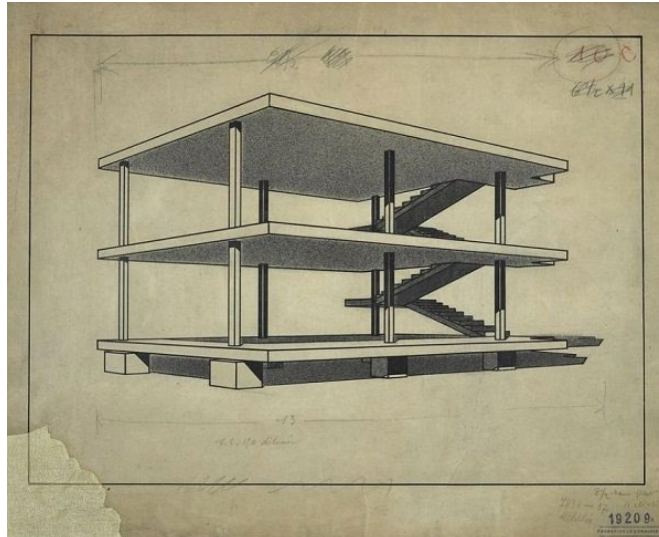
¹⁷¹ Carmen Jordá Such, “Las estructuras laminares y la arquitectura del Movimiento Moderno” en *Laminoflexia. Láminas de hormigón armado en la Comunitat Valenciana*. (Instituto Valenciano de la Edificación. 2019). 14

“ La hermosa hipertrofia de las láminas (...) surgió como un regalo visual en su despliegue de soluciones variadas que, esculpidas por la técnica, estallaban de expresividad. Superficies alabeadas, juego de curvas, geometrías singulares o geometrías comunes, aunque insólitas en su escala y ligereza, descubrieron todo un universo de formas construidas al que no podían permanecer indiferentes las retinas más despiertas”.¹⁷²

El proceso sufrido por Le Corbusier a lo largo de su carrera, establecido en estas dos etapas, ayuda a entender cómo y de qué forma las características de las estructuras laminares de los pabellones del Aterro pudieron llegar a ser asimiladas dentro la modernidad brasileña. La enorme influencia del arquitecto suizo sobre todo el Movimiento Moderno Brasileño, lo convierte no en la única, pero sí en la figura clave de este cambio.

El contacto Le Corbusier con A. E. Reidy y la influencia que ejerce en su obra ayuda a establecer un paralelismo particular entre los cambios en la arquitectura de Le Corbusier y la forma en que llegan a los Pabellones del Aterro. De una manera simbólicamente simplificada, se pueden localizar en las obras de Le Corbusier los hitos que permiten la asimilación de parámetros expresionistas compatibles con las láminas estructurales.

¹⁷² Jordá Such. “Las estructuras laminares y la arquitectura del Movimiento Moderno”. 14



[f.119]

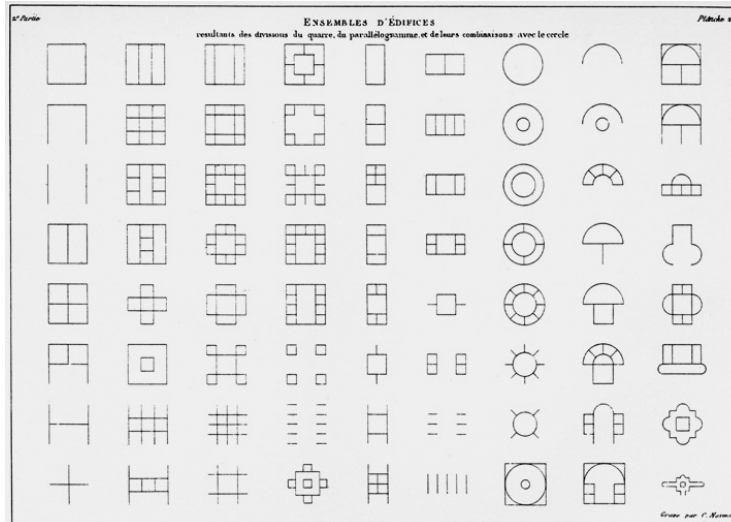
Vista esquemática del Sistema Dom-ino (1914-17). Le Corbusier.

Con el Sistema Dom-inó (1914-17) [f.119], el arquitecto suizo abre una nueva etapa en los planteamientos arquitectónicos modernos, separando los dos principales elementos de la arquitectura: la estructura portante y la envolvente edificatoria. Se establece de esta forma el mecanismo necesario para la racionalización estructural como elemento independiente.

La teoría del Sistema Dom-inó recoge en realidad un proceso académico e intelectual anterior y con múltiples actores, que Le Corbusier tiene la habilidad de enunciar de un modo sintético.

Jean Nicolas Luis Durand elabora a finales del siglo XIX un muestrario de tipologías arquitectónicas abstraídas de las obras existentes [f.120], convirtiéndolas en simples composiciones lineales. Esta abstracción permite la comprensión de los elementos que forman la estructura del edificio como un elemento independiente del estilo arquitectónico. La gran aportación de Durand sería la separación de la estructura tipológica de cualquier influencia “histórica”, para ser utilizada de diversas maneras, sin las ataduras de los estilos.¹⁷³

¹⁷³ Milton Vitis Feferman. “Caos e orden: origens, desenvolvimentos e sentidos do conceito de tipologia arquitetônica” en *Leituras em teoria da arquitetura. Livro 1.* (Rio de Janeiro, Conceitos.PROARQ-UFRJ). 66



[f.120]

Esquemas de abstracción tipológica arquitectónica. Précis des Leçons d'Architecture: données a l'école royale polytechnique. Jean Nicolas Luis Durand. 1880

Al igual que Durand, Viollet-le-Duc dará continuidad a este proceso teórico estableciendo la concepción del elemento estructural como un ente totalmente independiente. Influenciado por la arquitectura gótica y su racionalidad estructural, defiende en su *Dictionnaire Raisonné* (1868) un uso racional y “constante” de los materiales, separándolos del uso “variable” relativo a los factores históricos y sociales.¹⁷⁴

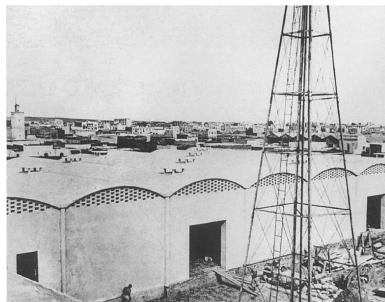
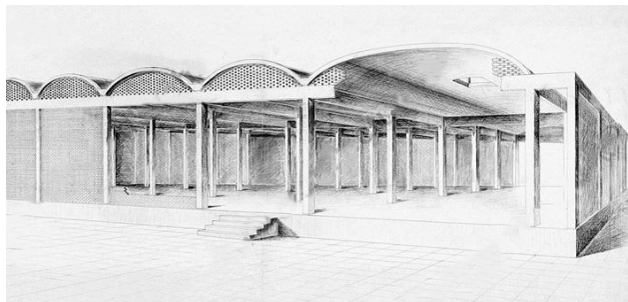
(...) Para Viollet-le-Duc, la aproximación fenomenológica no podía prevalecer en ninguna circunstancia por encima del análisis estructural y sólo indirectamente podría conducirnos al “ser esencial” de un edificio, ese ámbito en el que la forma arquitectónica fluye de la realidad construida”.¹⁷⁵

Todo este legado teórico desarrollado en Francia a finales del siglo XIX en torno a la estructura, resumido aquí de la manera más concisa posible, establece el germen que permite conceptualizarla fuera de cualquier otro condicionamiento que no sea sus propias limitaciones físicas y formales.

Como indica Comas, la obra de Le Corbusier cristalizaba en un verdadero estilo y era “heredera legítima” de la tradición académica por definir un conjunto

¹⁷⁴ Guilherme Lassance, “Ensino e teoria da arquitetura na França do século XIX” en *Leituras em teoria da arquitetura. Libro 1*. 108

¹⁷⁵ Kenneth Frampton, *Estudios sobre la cultura tectónica*. (Madrid. Akal. 1995) 60.



[f.121] [f.122]

Almacenes Wallut. (1914-16). Auguste Perret

internamente consistente de elementos, esquemas y principios de composición validados por cambios técnicos, sociales y culturales”.¹⁷⁶

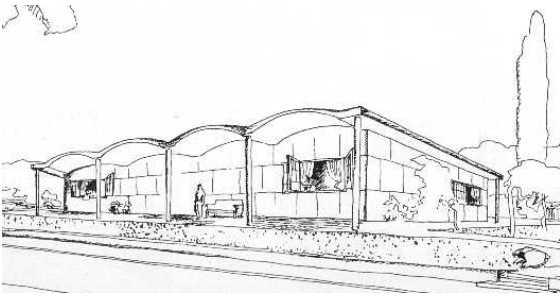
Pero mientras Durand y Le-Duc son una base teórica sobre la que Le Corbusier desarrolla sus planteamientos conceptuales, la estancia en el estudio de Auguste Perret entre 1909 y 1910 fue lo que le permitió *de facto* adquirir de primera mano el conocimiento técnico necesario sobre el hormigón armado para desarrollar su prototipo estructural.¹⁷⁷

Una vez conceptualizado, el proceso de disgregación cerramiento-estructura iniciado con el Sistema Dom-ino irá dando paso a un mayor protagonismo de la

¹⁷⁶ Carlos Eduardo Días Comas. “Arquitectura Moderna, Estilo Corbu, Pavilhão brasileiro”. *Revista AU* nº26. 24

¹⁷⁷ De hecho, es través de Perret como también podría haber adquirido la solución formal de utilizar bóvedas en serie de hormigón (u otros materiales) reiteradamente utilizadas en su etapa inicial – Casas Monol (1920), Celle-Saint-Cloud (1934), Ville Operatif (1934), Residencia en Chercell (1942), Rob et Roq (1949), Casas Jaoul (1951) [f.123-128]. – Esta forma estructural es utilizada antes por Auguste Perret en Casablanca en 1914-16 para los almacenes Wallut [f.121-122], proyecto del cual Le Corbusier hace referencia en su libro “Une maison-Un palais”. Frampton también señala el origen atemporal y vernacular de este tipo de bóveda en la arquitectura moderna, proviniendo del Megarón Mediterráneo y enlazando su introducción en el Movimiento Moderno a través de las influencias recibidas por Le Corbusier en su etapa inicial, especialmente de sus viajes al norte de África y los proyectos desarrollados por Perret en la zona del Magreb, destacando los mismos almacenes que López García. (Ver Esmeralda López García. “La mediterraneidad en la obra de Le Corbusier. La bóveda catalana lecorbusieriana: Influencias y evolución”. (Artículo presentado en el congreso “Le Corbusier, 50 years later” Valencia, 18 de noviembre de 2015)

CAPÍTULO 3. A.E. REIDY Y EL CONTEXTO BRASILEÑO DEL MOVIMIENTO MODERNO.



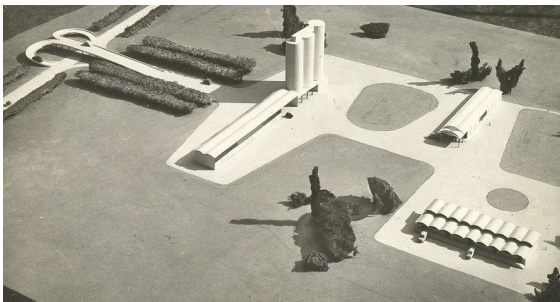
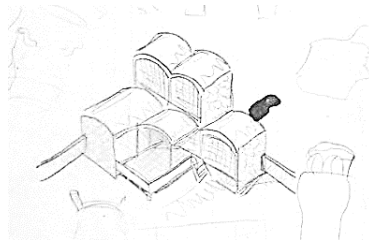
[f.123]

Casas Monol (1920). Le Corbusier



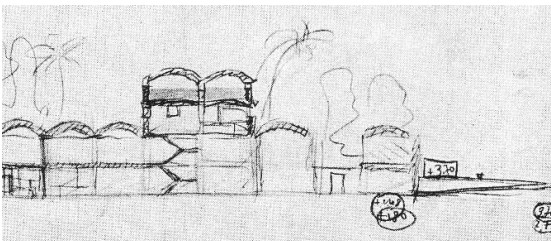
[f.124]

Celle-Saint-Cloud (1934). Le Corbusier. Vista interior y esbozo del autor.



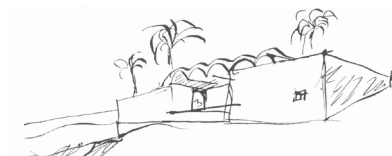
[f.125]

Ville Operatif (1934). Le Corbusier



[f.126]

Residencia en Cherchell (1942). Le Corbusier. Sección y esbozo del autor.



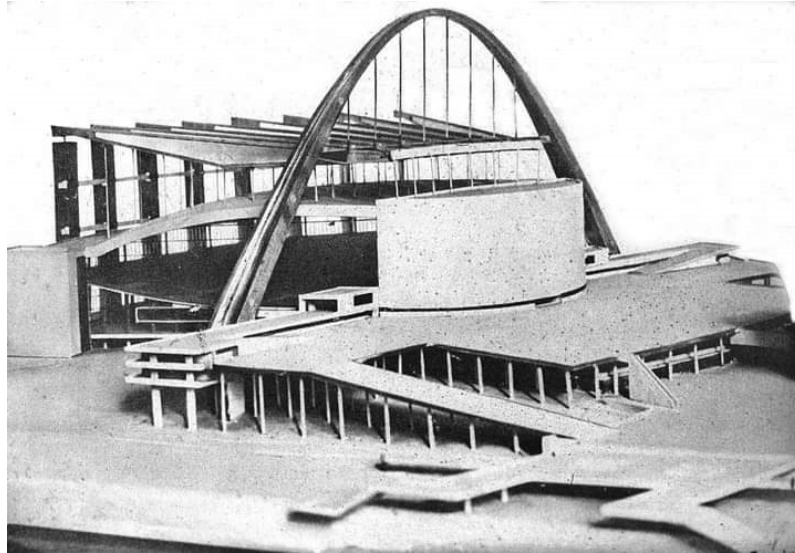
[f.127]

Rob et Roq (1949). Le Corbusier



[f.128]

Casas Jaoul (1951). Le Corbusier.



[f.129]

Palacio de los Soviets
(1931). Le Corbusier

estructura como elemento caracterizador de su arquitectura, pero su presencia exterior es todavía muy limitada, cubriéndose en la mayoría de los casos por el paño exterior de la fachada.

Si tenemos que encontrar un primer hito que establezca un auténtico paso de gigante en la relación de la estructura portante y la volumetría arquitectónica, el más significativo es sin duda el Palacio de los Soviets (1931) [f.129]. Se trata de un proyecto compuesto por dos grandes salas-auditorio que exigen una resolución estructural nunca antes planteada por Le Corbusier, debido principalmente al gran espacio diáfano que requería el programa. Ante el tamaño que adquiere la estructura y su imposibilidad para mantenerla dentro de la volumetría, ésta sale fuera para componerse libremente y sin los condicionamientos internos.

El resultado es un conjunto de volumetrías compuestas en sus dos extremos por estructuras radiales acostilladas de gran expresividad constructiva.

Surge así el primer exoesqueleto¹⁷⁸ construido por el arquitecto suizo.

Como explica Julio Collares:

“Este exoesqueleto primigenio demuestra el potencial implícito de la transparencia contenido en estas estructuras que colaboran en la porosidad de la composición. De esta forma, es agregada en la semántica moderna un vocabulario de gran significado”.

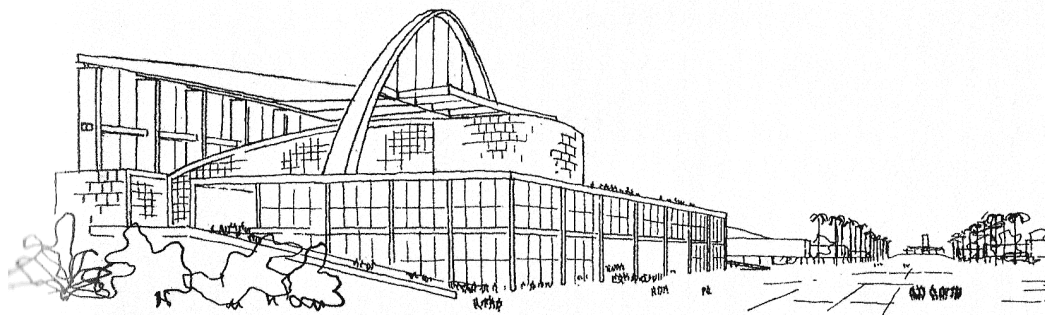
Y añade:

“Le Corbusier, exponiendo en este proyecto la estructura y haciéndolo con la intención de otorgarle el *estatus de opera prima*, establece en este momento la conjugación de todas las premisas arquitectónicas modernas en su grado de calidad más elevado”.¹⁷⁹

¹⁷⁸ Julio Collares, “Exoesqueletos no Modernismo Brasileiro nas décadas de 40 e 50”. Discurso de Doctorado, publicado en *Revista Dom-inó*, texto 5. (Porto Alegre, PROPAR. UFRGS, 2005) 51

Collares separa claramente las láminas estructurales de su definición de exoesqueleto. Su investigación sólo considera estructuras lineares, como vigas y columnas, a la hora de insertarlas en su cronología. Sin embargo, si atendemos a su definición en el ámbito biológico, la palabra hace alusión principalmente a superficies estructuradas, como conchas, cáscaras y caparazones. Cabe considerar entonces que las casas en bóveda antes mencionadas podrían ser las primeras tentativas de exoesqueleto de Le Corbusier. Sin embargo, en estos proyectos las láminas estructurales no condicionan la totalidad de la volumetría, no son su concepto estructural, sino sólo su cubierta, por lo que no constituyen un exoesqueleto completo. En todo caso, el camino recorrido hacia la externalización de la estructura en los Soviets es un paso clave a la hora de considerar la estructura como elemento formal de la volumetría, y por tanto ambos conceptos, lineal y superficial, acabaran convergiendo.

¹⁷⁹ Collares, “Exoesqueletos no Modernismo Brasileiro nas décadas de 40 e 50”. 52



[f.130]

Proyecto para la Universidad de Brasil (1936). Le Corbusier y un equipo brasileño formado por Lucio Costa, A.E.Redy, Oscar Niemeyer, F. Saldanha, J. M. Moreira, A. Bruhns y P. R. Fragoso.

En el proyecto para la Universidad de Brasil (1936) [f.98 y f.130], Le Corbusier afianza la línea estructuralista inaugurada en Moscú con un auditorio de grandes dimensiones, acostillado en su exterior. La forma en la que establece su estructura no pasa desapercibida entre los miembros del equipo brasileño, compuesto Lucio Costa, A.E.Redy, Oscar Niemeyer, F. Saldanha, J. M. Moreira, A. Bruhns y P. R. Fragoso.

“[...] A un lado, el Auditorio con su techo acústico suspendido de la estructura externa, expresivo, casi “dramático” como las viejas catedrales”.¹⁸⁰

Este intercambio, de máxima transcendencia en la modernidad brasileña, establece el germen de las herramientas semánticas que serán empleadas en gran parte de los proyectos modernos brasileños.

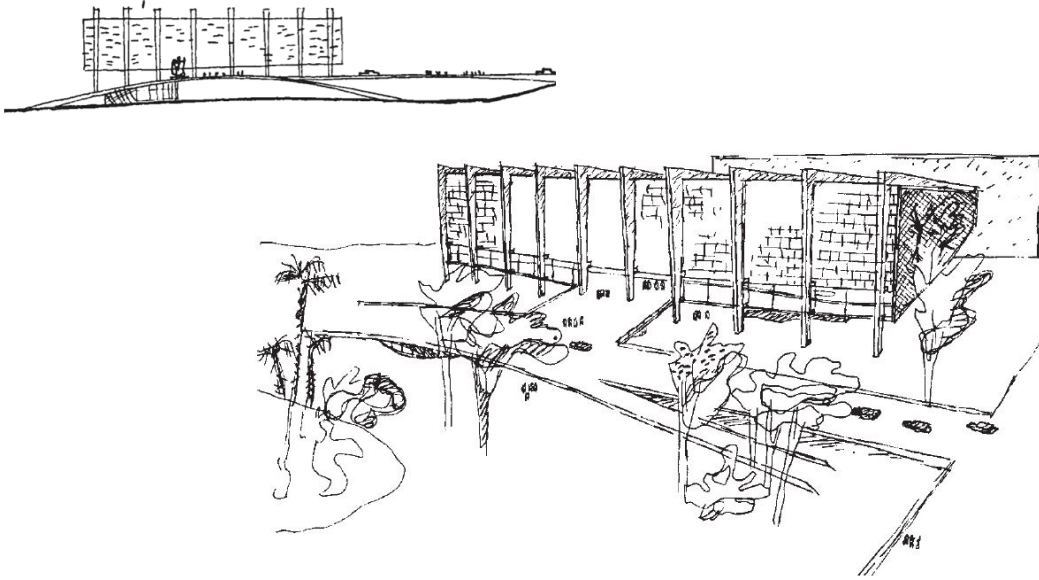
“La nueva técnica reclama la revisión de los valores plásticos tradicionales. Lo que caracteriza y, en cierto modo, dirige la transformación radical de todos los antiguos procesos de construcción es el esqueleto independiente”.¹⁸¹

¹⁸⁰ Costa, *Registro de uma vivência*. 183

¹⁸¹ Costa, *Registro de uma vivência*. 112

[f.131] [f.132]

Teatro Municipal de Belo Horizonte (1941). Oscar Niemeyer.



El Teatro Municipal de Belo Horizonte (1941) [f.131-132], un proyecto de Niemeyer nunca construido, establece ya una primera tentativa de un lenguaje estructural totalmente externalizado y con planteamientos constructivos de clara correspondencia con el auditorio de Le Corbusier.

Los edificios en exoesqueleto marcaran a partir de este momento la vertiente tectónica del movimiento moderno nacional¹⁸², anticipándose a los grandes hitos de la arquitectura brasileña de los años 50 y 60.

¹⁸² Collares, "Exoesqueletos no Modernismo Brasileiro nas décadas de 40 e 50". 57

3.2.5 Tercera condición: El hormigón visto como material sujeto a expresividad

Si la concepción de la estructura como elemento generador de la forma ya estaba encaminada a su florecimiento en Brasil, la utilización del hormigón como material expresivo de tal estructura llegará a través de la influencia de otro proyecto de Le Corbusier: *La Unité de habitation* (1947) en Marsella. No se puede atribuir todo el mérito sobre el uso del hormigón visto a Le Corbusier¹⁸³, pero se puede tener la certeza de que por lo menos fue su mayor difusor, consecuencia de la gran influencia que ejerce en todo el Movimiento Moderno.

En una entrevista concedida en 1962, Le Corbusier reconoce el modo personal de utilizar del hormigón armado visto en la *Unité* y sus obras posteriores: “Aprovecho estos recursos (del hormigón), ¿por qué no?, me divierte, me interesa.”¹⁸⁴

¹⁸³ Sin entrar a resumir todas las obras previas a la *Unité* construidas en hormigón armado visto, pueden mencionarse sin lugar a equívocos obras que Le Corbusier conocía, ya sea por su importancia o por su cercanía, como la iglesia de Notre Dame de Raincy (1922-23) construida por su maestro Auguste Perret utilizando bóvedas de hormigón armado; o el Goetheanum (1925-28) de Rudolf Steiner, construido cerca de Basilea enteramente en hormigón visto.

¹⁸⁴ Le Corbusier. Entrevistas con George Charensol (1962) y Robert Mallet (1951), Frémeaux et associés, Vincennes en Jacques Sbriglio (org) *“Que avez vous voulu me dire:?” Le Corbusier et la question du Brutalisme.* (Marsella: Ed Parentheses, 2013) 31

La expresión “me divierte, me interesa” delata una voluntad subjetiva que se acerca consecuentemente hacia el lado artístico del arquitecto. La expresividad con la que se utiliza el hormigón, a través del uso de entablillados elaborados y diseños gráficos en su superficie, quiere transmitir unas sensaciones determinadas. Su motivación principal sería por tanto la exploración del material como elemento expresivo, dotar al edificio de un nuevo componente plástico anteriormente limitado por sus propios postulados. Abandonar los parámetros positivistas supuso alejarse de la levedad y abstracción de la etapa anterior para pasar a potenciar una arquitectura cuyo eje principal sería la fuerza expresiva de las formas estructurales en hormigón visto.¹⁸⁵

“La innovación fundamental de la *Unité* no consistió en sus audaces módulos, ni en sus originalidades de distribución ni en sus pretensiones sociológicas, sino, en mucha mayor medida, en el hecho de que Le Corbusier abandonara la ficción de preguerra de que el hormigón armado era el material preciso de la era de la máquina”.¹⁸⁶

El propio autor lo explica de la siguiente forma:

¹⁸⁵ Kenneth Frampton, *Estudios sobre la cultura tectónica*.228

¹⁸⁶ Reyner Banham. *El brutalismo en arquitectura, ¿Ética o Estética?* (Barcelona. Ed Gustavo Gili, 1967) 16

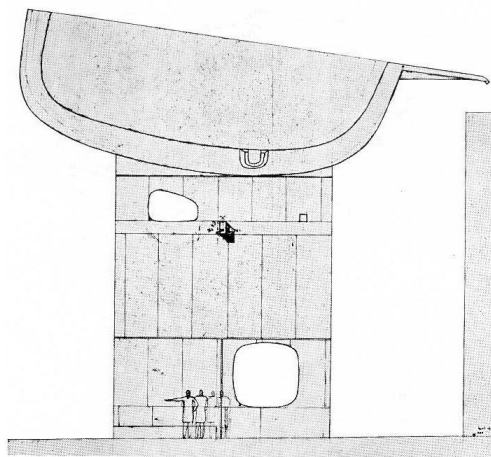
“La *Unité de habitation* de Marsella habrá aportado a la arquitectura contemporánea la certeza de un esplendor posible del hormigón armado colocado en obra como material bruto al mismo nivel que la piedra, la madera o la cerámica. La experiencia es de importancia. Parece posible verdaderamente considerar el hormigón como una piedra reconstituida, digna de ser mostrada en su estado bruto. Estaba asumido que el aspecto del cemento era triste, que su color era triste. Esta opinión es tan falsa como decir que un color es triste en sí mismo”.¹⁸⁷

El impacto provocado por la *Unité* entre los arquitectos brasileños modernos se evidencia, de nuevo, en las palabras de su líder intelectual:

“Aquello fue un susto. Me quede sin palabras, sin saber qué decir. Pensando y exigiendo a los calculistas que redujesen el diámetro de los pilotis, y de repente llegaron los pilotis enormes y toda esa masa (...) cuando estaban haciendo las casas Jaoul (...) yo estaba impresionado, discutiendo que eso era un absurdo, utilizar hormigón como masa, una cosa prehistórica, una manera tan primitiva, cuando en realidad el hormigón armado subtiende una especulación intelectual, de sacar partido de la estructura, de las posibilidades de la estructura, de la economía, y nunca utilizar el hormigón como masa (...) Nosotros no estábamos preparados para aquello (...)”.¹⁸⁸

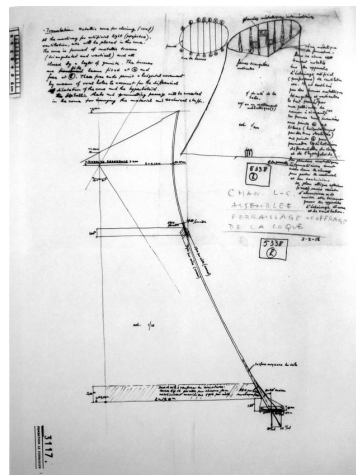
¹⁸⁷ Le Corbusier. *Obra completa. Vol 5, 1946-1952*, (Zurich, Girsberger,). 57

¹⁸⁸ Costa, “Presença de Le Corbusier”. Entrevista concedida a Jorge Czajkowski, Maria Cristina Burlamaqui y Ronaldo Brito, 1987, en *Registro de uma Vivência*. 150



[f.133]

Sección de la marquesina de la Asamblea de Chandigarh.



[f.134]

Esbozo del volumen en forma de paraboloides hiperbólico colocado sobre la sala central de la Asamblea de Chandigarh.

Los recursos expresivos del hormigón en la *Unité* no se reducen únicamente a los trabajos en la “epidermis” del hormigón. También explotan su potencial moldeable y escultórico. Los grandes pilotis inclinados buscan transmitir una sensación pesada, primitiva, de carácter pintoresco. Todos los volúmenes secundarios que se colocan en planta baja y cubierta también buscan crear sensaciones compositivas a través de las superficies del hormigón. La cubierta de la *Unité* se convierte en un campo experimental para trabajar con formas más orgánicas, como la cubierta de la guardería en forma de cascarón, o la chimenea de ventilación en forma de ameba. Estas formas libres, imperfectas, se acentúan en Ronchamp, donde la cubierta, un caparazón invertido de hormigón, se convierte en el elemento que juega con el efecto de la gravedad, transmitiendo la sensación de ser un elemento pesado y en levitación. La propia forma de los muros en planta, curvilíneos y enrollados sobre sí mismos, o las torretas de iluminación en el exterior, hacen alusión a formas orgánicas, totalmente alejadas del concepto volumétrico y abstracto de los proyectos anteriores. En Chandigarh es quizá donde se hace más patente el uso de láminas estructurales, especialmente en la sección hiperbólica que marca la Sala Principal de la asamblea y sirve de hito simbólico desde el exterior [f.134], así como la marquesina de entrada de este mismo edificio, un elemento curvo con forma aproximadamente semicircular [f.133], pero que deja patente su carácter

escultórico, por encima de su rigurosidad geométrica o eficacia estructural. Las láminas estructurales son para Le Corbusier, en definitiva, otro recurso expresivo relacionado con la propiedad del hormigón de doblar y curvar sus superficies.

El uso de láminas estructurales no se ciñe únicamente a la segunda etapa de Le Corbusier, pero es entonces cuando cobra más fuerza y nitidez. En su primera etapa estas láminas habrán aparecido en elementos abovedados, aislados o en serie, proyectados en muchas ocasiones para programas modestos o para pequeñas viviendas.¹⁸⁹ No obstante, en ambas etapas, utiliza estos recursos expresivos como elementos complementarios a un volumen mayor y generalmente de formas ortogonales, casi nunca como elementos principales. La única excepción (contando también con el pabellón Philips (1958), aunque este investigador no lo considera una lámina estructural) es precisamente su último proyecto, la iglesia de Saint Piere de Firminy (1965), donde hace uso de un caparazón con forma cuneiforme que remite, según Carmen Jordá, a las chimeneas industriales de ventilación de las que se había hecho eco previamente en Chandigarh.¹⁹⁰

¹⁸⁹ Ver páginas anteriores

¹⁹⁰ Jordá Such. "Las estructuras laminares y la arquitectura del Movimiento Moderno". 32

A pesar de ser numerosos los proyectos donde las utiliza, Le Corbusier no es un exponente representativo en el uso de láminas estructurales. El motivo principal quizá reside en el enfoque altamente personal y subjetivo de su uso, haciendo primordiar su carácter escultórico por delante de otros parámetros, como su eficiencia estructural y la estética relacionada con ella. No le interesa su optimización, ni busca en ellas la esbeltez y elegancia, Más bien al contrario, potencia su espesor, siendo casi siempre elementos gruesos y pesados. Crea geometrías mestizas, alejadas de las formas puras más eficaces. Las superficies bastas y rugosas del hormigón le ayudan a potenciar esa sensación de imperfección. En definitiva, parece querer utilizarlas a su modo, luchando quizá contra la rigidez que las caracteriza y priorizando, una vez más, la transmisión de sensaciones subjetivas sobre cualquier otro factor.

Los arquitectos brasileños reciben, durante las dos visitas de Le Corbusier al país, las más básicas herramientas semánticas a la hora de componer la estructura y proyectar la nueva modernidad. El Ministerio de Educación y Salud (MES) y la Universidad de Brasil, fruto de estas visitas, marcan desde el inicio casi todos los caminos de la próxima generación de arquitectos brasileños. En ellos está insertado el uso de la estructura como elemento generador de la forma, materializado en el Auditorio de la Universidad, así como el uso formal de

sistemas de hormigón armado abovedados en serie, localizado en pequeñas edificaciones secundarias, pero que despertará el interés de los arquitectos brasileños y se convertirá en seña de identidad nacional. Esta influencia se prolongará a lo largo de las siguientes décadas, donde se importarán e interpretarán los pensamientos de Le Corbusier reflejados en su segunda etapa.

Al hablar sobre las obras de Reidy en los años 50, Yves Bruand afirma:

“La adopción del hormigón bruto, tal y como sale del encofrado a partir de 1953-54 se encaja bien con las preocupaciones constantes del arquitecto, pero no lleva a un cambio significativo de su estilo: las investigaciones propiamente brutalistas, basadas en la valorización prioritaria del material en su aspecto original, se difuminan en un contexto de levedad y equilibrio significativos”.¹⁹¹

Las motivaciones que le llevan a la colocación del hormigón visto pueden variar substancialmente. Es notable el hecho de que las dos obras cumbre de Le Corbusier y Reidy, la *Unité* y el MAM, no fueron concebidas inicialmente en hormigón de forma expuesta, sino que fueron adaptadas a esa condición posteriormente. Le Corbusier por motivaciones económicas, ante la imposibilidad de poder construir la estructura en metal. Por su parte, Reidy - se

¹⁹¹ Yves Bruand. *Arquitetura Contemporânea no Brasil*. (Perspectiva, São Paulo, 1981). 242

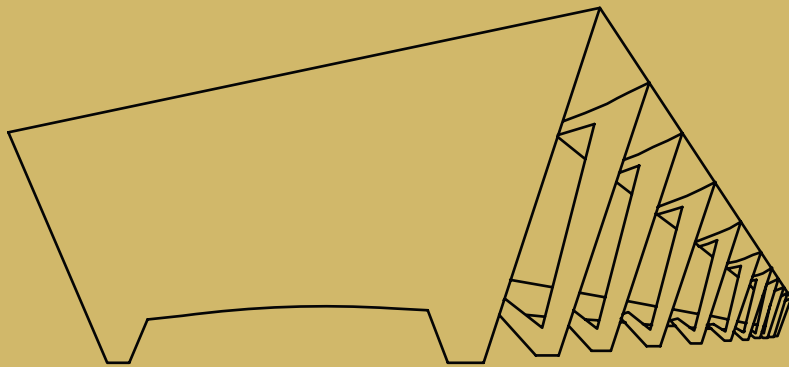
dice por sus colaboradores - lo decidió cuando vio publicada la *Unité*. Sin embargo, como apunta Bruand, sus intenciones nada tienen que ver con las de Le Corbusier, sino que se encaminan hacia aspectos contrarios - levedad, correcta ejecución de los encofrados - Le Corbusier pretende transmitir sensaciones subjetivas, artísticas y pintorescas, una reacción en dirección contraria a sus postulados de perfección maquinista de años anteriores. Mientras, los brasileños, que siempre anhelaron esa sociedad maquinista y un país plenamente desarrollado industrialmente, hacen hincapié en la tecnología, la capacidad de ejecución y la optimización estructural. Aspectos a los que aspiran como sociedad.

El entendimiento de la estructura como elemento auxiliar independiente hasta su total protagonismo en la expresión de los proyectos modernos habría sido un camino intelectual necesario para la proliferación de las estructuras laminares a partir de los años 50. A través de este camino los arquitectos modernos asimilarán los cambios establecidos por Le Corbusier frente a las posibilidades plásticas de la estructura, primero sacándola fuera de la volumetría, para después explotar su potencial expresivo y superficial. En este camino, las estructuras laminares, quizá las últimas de las herramientas estructurales en llegar hasta los arquitectos modernos, son también las que permiten llegar más

lejos en la acción formal que une estructura en hormigón armado y forma expresiva, puesto que son, por su condición de superficie y estructura, la total expresión de la naturaleza del hormigón.

4

ESTRUCTURA, FORMA, ENVOLVENTE Y SUS
MÚLTIPLES RELACIONES EN LA OBRA DE REIDY



A pesar de sus 33 años de carrera profesional, en términos generales la trayectoria de Reidy se destaca por la coherencia de sus argumentos y por trazar una línea evolutiva sin rupturas, siendo la síntesis de los principios racionales, estructurales y estéticos lo que constituye la base intelectual de sus planteamientos. La elegancia formal de su arquitectura, de líneas y volúmenes puros, se apoya de forma fehaciente en soluciones estructurales innovadoras que siempre buscarán un rigor constructivo irrefutable. En este proceso, transforma el concepto en detalles precisos y extremadamente cuidadosos, en la búsqueda constante de garantizar a su lenguaje arquitectónico la más alta eficiencia, el mayor rigor económico y la facilidad de construcción.

Pero, una vez definido el contexto y las cualidades más representativas de la arquitectura de Reidy, ¿cómo se traducirían tales principios en sus obras?, ¿en qué debemos fijarnos para analizarlas?

Una posible lectura nos la da Roberto Conduru. En su investigación sobre Reidy, Conduru define su arquitectura como el diálogo entre los elementos de sustentación y de cerramiento, y cómo estos evolucionan en su configuración hacia diversas formas de relación. Además, establece una cronología en dicha relación en tres fases: en primer lugar, partiendo de volúmenes puros en los que el sistema portante no tiene importancia compositiva, para poco a poco pasar a

ser el elemento que condiciona la forma, ya separado de la volumetría de cerramiento. Por último, vuelve a componer volumetrías puras, donde sin embargo siempre quedará diferenciado el sistema portante del cerramiento.¹⁹³

En esta evolución, estrechamente relacionada con el proceso de externalización de la estructura que se expone en el capítulo tres, Conduru determina el punto final de sus análisis cuando, una vez la estructura sale al exterior de la envolvente, el arquitecto acaba retornando paulatinamente a los volúmenes puros donde estructura y cerramiento se acaban uniendo pero mantienen su independencia. Esta conclusión deja fuera precisamente a sus últimas obras, los pabellones del Aterro, que establecen una relación aún más estrecha entre los dos componentes: en ellos se da un paso más allá en la evolución expuesta y sencillamente se concibe estructura y cerramiento como la misma cosa. Por otro lado, tal relación, al menos en la obra de Reidy, no se limita a un binomio dentro-fuera, sino que puede establecer, como veremos, un rico abanico de relaciones de dependencia entre ambos componentes. La investigación de Conduru, en todo caso, nos indica un camino de gran valor a la hora de afrontar el análisis de las obras del arquitecto.

¹⁹³ Roberto Conduru. “Razão em forma: Affonso Eduardo Reidy e o espaço arquitetônico moderno” en *Risco, Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo* N°2 (São Paulo: IAU-USP. 2015). 31

Masao Kamita, teórico brasileño experto en la obra de Reidy, desarrolla por su parte una investigación académica sobre el arquitecto donde la intelección estructural de su arquitectura sería, en primera instancia, el medio para componer el volumen arquitectónico. El éxito de ese arrojó estructural depende principalmente del perfecto ajuste entre la estructura de la forma y la estructura del espacio.¹⁹⁴ Para Kamita, por tanto, la cuestión en la obra de Reidy se centra más en la concepción espacial a través de diferentes estrategias estructurales que la relación entre cerramiento y estructura. Por eso afirma que “más que un inventor de formas, Reidy es un ingenioso inventor de espacios”.¹⁹⁵ Además, el rigor constructivo de Reidy respondería para este autor a motivaciones de carácter crítico y político, desde su posicionamiento expresionista frente al Movimiento Moderno ortodoxo, a un intento, a través del orden y el rigor, de aportar valor y modernidad al espacio construido de un país con un contexto social y político complejo, en vías de encontrarse como nación.

Los dos posicionamientos centran su mirada en la estructura y responden a discursos similares. Sin embargo, mientras Conduru define de manera clara el objetivo de su investigación en la relación de las variables de la estructura y envolvente, Kamita se centra en las consecuencias morfológicas y las relaciones

¹⁹⁴ João Masao Kamita, “*Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy*”. (Tesis final de Máster. Pontificia Universidade Católica- PUC). 163-164

¹⁹⁵ Masao Kamita, “*Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy*”. 165

compositivas que la estructura ejerce desde ángulos más amplios, desde la composición arquitectónica a los posicionamientos políticos de tales estrategias. En todo caso, como se ha comentado, ambos comparten claramente la intelección de la estructura como eje principal de su discurso, al cual se supeditan los demás argumentos. También en los dos casos su abordaje es cronológico, estableciendo un repaso evolutivo de sus obras desde sus inicios, cada uno bajo su ángulo crítico propio.

Kamita y Conduru son, junto con Yves Bruand y Nabil Bonduki, los críticos e historiadores que más dedicación han prestado a la obra de A.E.Reidy. Sin embargo, es un factor común la falta de atención a los Pabellones del Aterro, comprensiblemente reducidos a poco más que complementos de un proyecto mayor, el Aterro, o a obras que, por ser de tamaño reducido y con escasa información sobre ellas, quedaban relegadas a un segundo plano. De entre todos ellos, es quizá Kamita quien le dedica más atención, incluyéndolas coherentemente en la hipótesis de sus teorías como resultado de un proceso de simplificación volumétrica y juego de elementos geométricos básicos que florecen de forma definitiva en estos tres proyectos.

Con el hallazgo de los planos de estructura originales de los pabellones y la atención centrada en ellos y su método constructivo, entorno a los cuales giran

el resto de las cuestiones, se pretende dar un vuelco en este “desagravio” para intentar dilucidar, en parte, de dónde y por qué surgen estas obras.

La intención de este capítulo es establecer una nueva lectura en la observación y análisis de las obras de Reidy¹⁹⁶, analizadas de forma cronológica y apoyada en parte por las investigaciones paralelas de Kamita y Conduru. Esta nueva lectura de sus obras establecerá un nuevo criterio, un filtro propio que nos permita destacar una colección de detalles que nos interesan y nos motivan en el eje de esta investigación.

Consecuentemente, como toda lectura, tendrá un carácter subjetivo e interesado. Como Roberto Segre destaca en *Camadas fotográficas da arquitetura na América Latina*, la selección de aspectos a observar no será casual, tiene un direccionamiento, un objetivo, identificados con la especialización temática del estudio.¹⁹⁷ En el caso de esta investigación, dejaremos a un lado muchos otros parámetros del análisis arquitectónico para centrarnos en el objetivo de resaltar una serie de aspectos que nos permiten constatar el proceso por el cual los pabellones del Aterro do Flamengo se

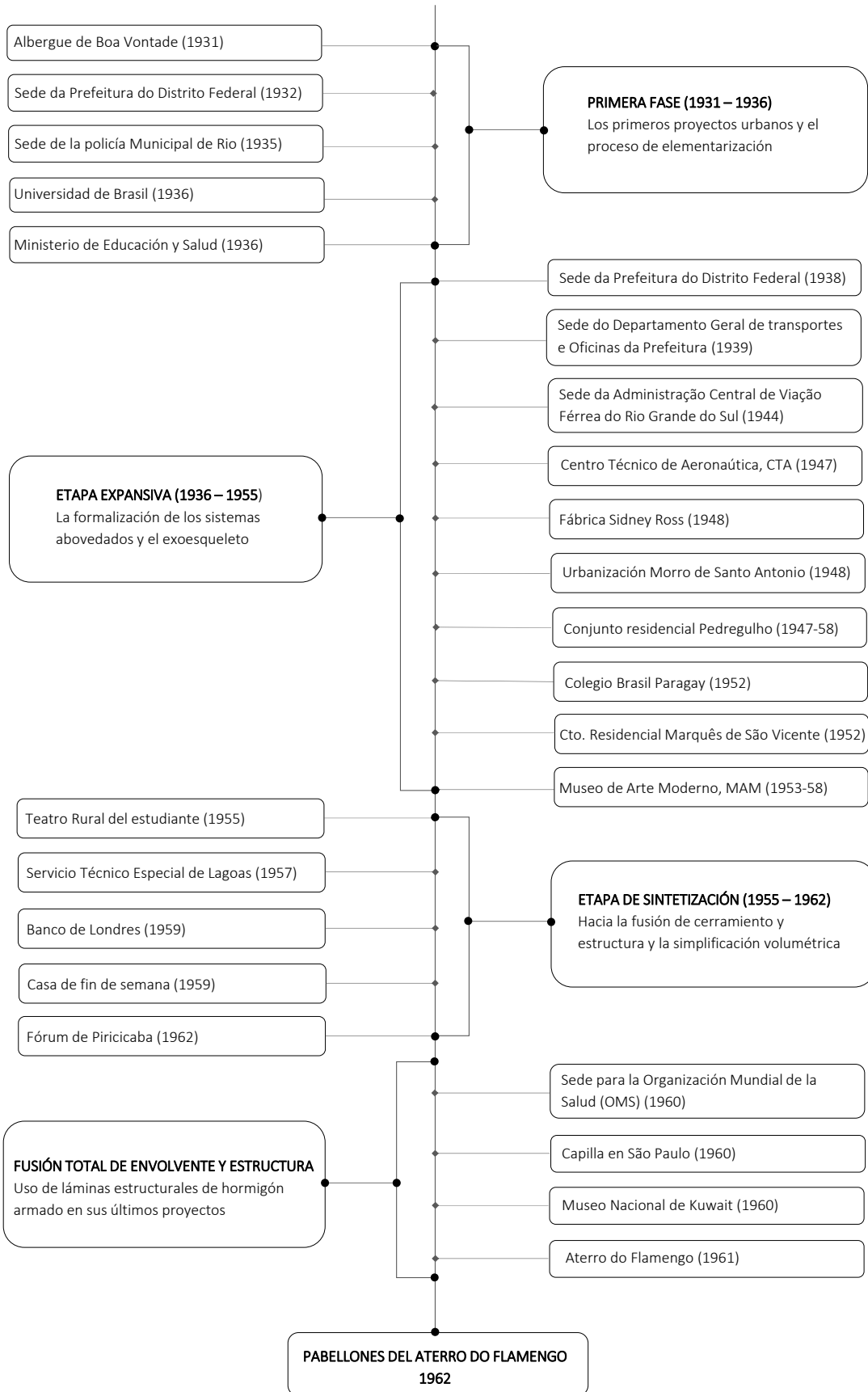
¹⁹⁶ A pesar del gran margen de error que supone analizar proyectos no construidos y en algunos casos con escasisima información, nos arriesgaremos a incluir aspectos de sus obras no construidas que sólo parecen evidenciarse por su valor dentro de la narrativa del discurso.

¹⁹⁷ Roberto Segre, “Camadas fotográficas da arquitetura na América Latina” en actas del *I congreso ENANPARQ, Arquitetura, Cidade, Paisagem e Território: percursos e perspectivas*. (Rio de Janeiro:FAU-UFRJ. 2010). 2

integran dentro de la trayectoria trazada por Reidy. Para ello el foco de análisis de su obra se centrará en los siguientes aspectos:

- **Diferentes relaciones entre estructura y envolvente:** evolución por fases en el uso de la estructura como elemento expresivo de la forma arquitectónica, así como sus diversas formas de relación con la envolvente arquitectónica. Se analizará cómo estos dos elementos se conjugan para generar relaciones complejas de dependencia.
- **Hormigón y sus múltiples formas de expresión:** El papel fundamental que el hormigón armado ejerce en el proceso de expresión arquitectónica en la obra de Reidy y la propia evolución en la forma de utilizarlo como recurso estructural, primero, y expresivo después.
- **Láminas estructurales de hormigón armado:** Finalmente, se prestará atención especial a los sistemas constructivos en láminas estructurales de hormigón, resaltándolos intencionadamente en el discurso para hacerlos aflorar desde sus primeras experimentaciones, totalmente secundarias, hasta la construcción de los pabellones del Aterro.

LISTADO DE OBRAS ANALIZADAS EN EL CAPÍTULO

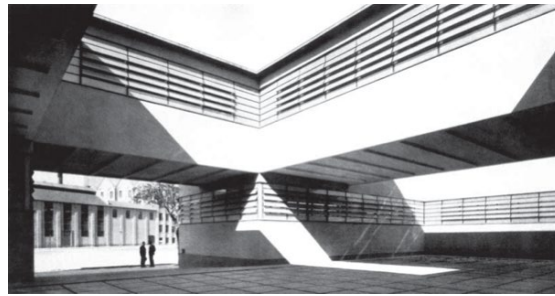
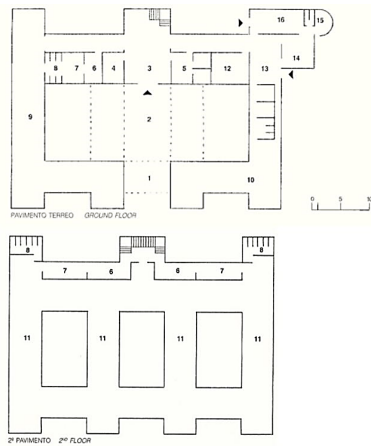


4.1. PRIMERA FASE (1931-1936)

Los primeros proyectos Modernos y el proceso urbano de elementarización

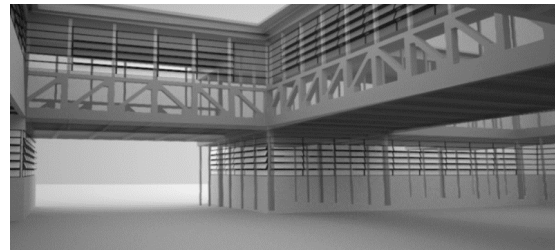
Analizando las primeras obras de Reidy, recién acabado su periodo académico, podemos constatar cómo éstas se limitan, bajo los parámetros del Estilo Internacional, a componer una arquitectura funcional donde los aspectos expresivos son totalmente ignorados.¹⁹⁸ En el Albergue da boa vontade (1931) [f.133-135], obra ganada por concurso y realizada junto con Gerson Pompeu Pinheiro, la composición está generada mayoritariamente por prismas puros y ortogonales, destacando únicamente un elemento de planta semicircular para romper tímidamente la fuerte simetría del conjunto. La ventana corrida protagoniza todas las fachadas del edificio sin dar pistas sobre el funcionamiento estructural. Esta abstracción se refuerza por la eliminación de los pilotis, que en el proyecto presentado a concurso soportaban los volúmenes superiores, siendo eliminados en fase posterior. El resto de los pilotis se localizan embebidos dentro del propio cerramiento, encontrándose, al menos a nivel formal, el cerramiento y la estructura configurando la volumetría del edificio en un mismo plano.

¹⁹⁸ Yves Bruand, *Arquitetura Contemporânea no Brasil*. (São Paulo: Perspectiva. 1981). 76



[f.135-136]

Albergue da Boa Vontade.
A.E.Redy y Gerson Pompeu
Pinheiro. 1931. Plantas y
vista interior



[f.137]

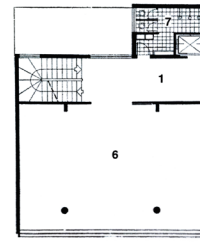
Idealización estructural del
proyecto, donde se
muestran las vigas ocultas
tras el parapeto.

Los edificios construidos en este periodo de la primera fase del Movimiento Moderno no mostrarán un “énfasis tectónico”, siendo “extraño el destaque de los elementos portantes”.¹⁹⁹ Mucho menos, hacen uso expresivo del hormigón, que se limita aquí a cumplir su función puramente estructural escondido tras volúmenes puros que ocultan la naturaleza estructural. Por otro lado, la racionalidad aplicada sería únicamente de tipo estético y formal, pues estarían conectados “sólo superficialmente a la lógica del régimen industrial”.²⁰⁰ Es una arquitectura que, como se explicaba anteriormente, intenta imitar el aspecto industrializado de las obras europeas a través de procesos artesanales, resultando en una incongruencia que ya marca las diferencias de la modernidad brasileña desde las primeras obras.

Por otro lado, el carácter público del edificio y la reciente adhesión de Reidy al Movimiento Moderno - sólo hará 3 años que habrá leído por primera vez *Vers une architecture*, su primer contacto con el Movimiento Moderno - hace de este edificio un proyecto de transición, donde aún se pueden identificar algunos recursos de la tradición académica que conducen a una noción clásica de monumentalidad manteniendo, por ejemplo, una clara simetría y estatismo, aunque con lenguaje moderno.

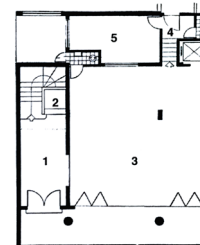
¹⁹⁹ Conduru, “*Tectônica Tropical*” en Coords, Elisabetta Andreoli y Adrian Forty, *Arquitetura Moderna Brasileira*. (Londres: Phaidon. 2004). 60

²⁰⁰ Conduru. “*Tectônica Tropical*”. 60



[f.138-139]

Sede de la Policía Municipal de Rio (1935). A.E.Reidy

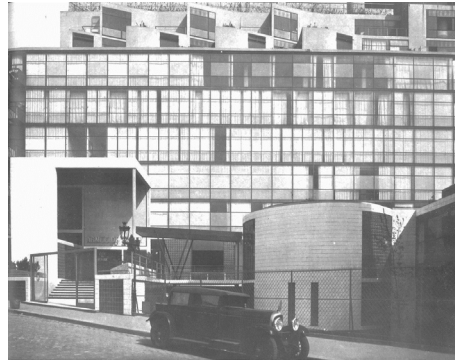
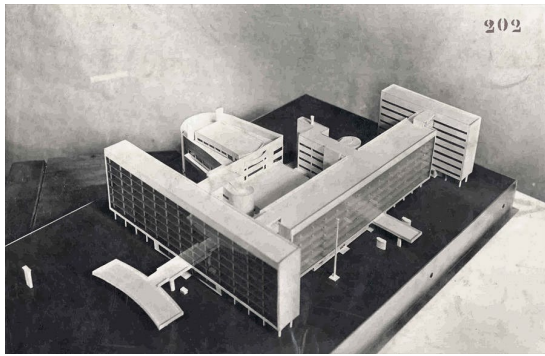


En la sede de la Policía Municipal de Rio (1935) [f.136-137], Reidy realiza un proyecto donde ya sistematiza casi literalmente los 5 puntos de Le Corbusier, con excepción de la terraza jardín: edificio sobre pilotis, separación de estructura y fachada, quedando ésta liberada de la estructura y pudiendo en este caso crear una ventana corrida de lado a lado del edificio. Será en esta obra donde por primera vez los elementos estructurales se separen de los delimitadores espaciales, una separación que ya marcará toda su obra hasta los pabellones del Aterro. “De esta forma, marca el inicio del énfasis estructural y de una mayor dinamicidad espacial”.²⁰¹

Según apunta Paulo Santos, una vez realizadas las primeras experiencias modernas, la segunda fase de la arquitectura moderna de Brasil se inicia 1935 y se caracteriza por “la aplicación de la estructura independiente y el brise soleil, de Le Corbusier”.²⁰² Reidy comienza a explorar las potencialidades expresivas de la construcción en hormigón armado con el lenguaje arquitectónico dictado por Le Corbusier, estableciéndose una evolución en la que el sistema estructural primero aparecerá siguiendo los parámetros del Sistema Dom-inó, a modo de pilares retranqueados, pilotis y forjados claramente marcados en una fachada liberada, para ir adquiriendo en cada proyecto un mayor protagonismo en la

²⁰¹ Conduru, *Ilhas da razão. Arquitetura Racionalista do Rio de Janeiro no Seculo XX*. (Tesis de Doctorado. Universidade Federal Fluminense. 2000). 128

²⁰² Paulo Santos, *Quatro séculos de arquitetura*. (Rio de Janeiro: Instituto de Arquitetos do Brasil, 1981). 108



[f.140-141]

Centrosoyus. Le Corbusier y Nikolai Kolli. 1928-1936

Cité Refúge. Le Corbusier et Pierre Jeanneret. 192-1933

configuración de la forma del edificio. Las volumetrías puras de planta simétrica irán dando lugar a composiciones dinámicas más o menos irregulares de varios elementos jerarquizados y compuestos por un volumen principal en altura y varios otros de menor porte con programas diversos que complementan la composición. Se establece así una “atomización” del edificio en unidades básicas menores.²⁰³ Para estos elementos que orbitan alrededor del volumen principal, Reidy recurrirá a repertorios formales y estructurales más libres, intensificando la investigación constructiva y aplicando configuraciones geométricas más variadas: trapecios, círculos, semicírculos, triángulos, etc.

La estrategia de descomposición del programa arquitectónico tiene clara analogía con los proyectos de los “Grands Travaux” [f.138-139] de Le Corbusier en el periodo de entre guerras. Alan Conquhoun explica cómo tal operación proviene de “la inversión del espacio *poché* presente en sus casas, en vez de una serie de espacios cóncavos excavados del edificio, como se encontraría en el esquema de Beaux Arts, se presentan (...) como una pequeña colección de volúmenes arquitectónicos (...) colocados frente al cubo del edificio principal”.²⁰⁴ A nivel urbanístico realiza la misma operación: entre los bloques lineales principales sitúa volumetrías complementarias con programas públicos, que, en

²⁰³ Masao Kamita, “Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy”. 60

²⁰⁴ Alan Conquhoun, *Modernidad y tradición clásica: ensayos sobre crítica arquitectónica*. (São Paulo: Cosac Naif, 2004) 126

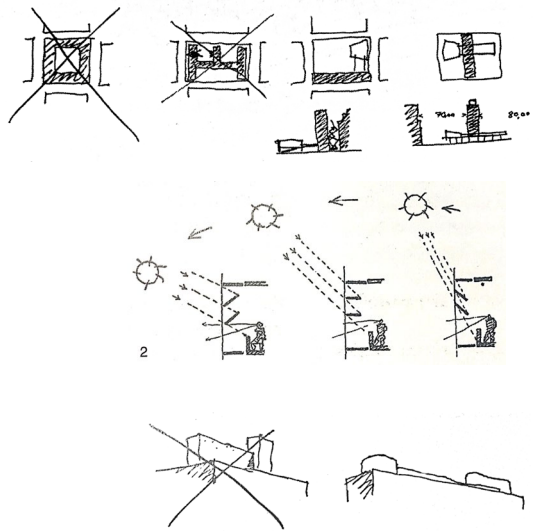
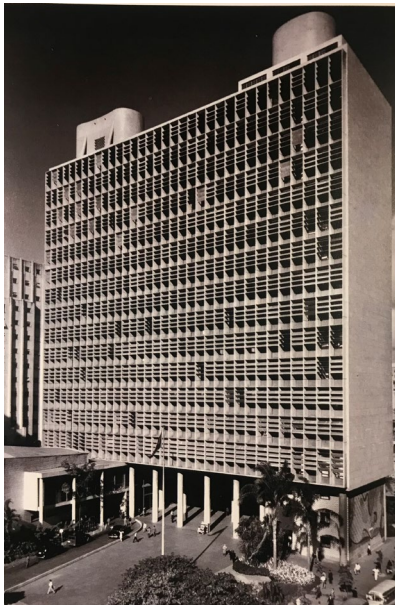
los casos más destacados, adquieren una monumentalidad formal a través del sistema estructural. Tal *proceso de elementarización*²⁰⁵ permite que cada elemento del programa tenga una forma propia y claramente distinta de su vecina: “Los principales elementos son láminas o bloques lineales (conteniendo acomodaciones celulares) y las masas *centroidales* (conteniendo locales de asamblea)”.²⁰⁶ Tales objetos complementarios estarán siempre relacionados con el cuerpo principal, que hace de “plano de fondo”. Es con estos elementos como Le Corbusier, de manera paulatina, consigue escapar del encorsetado status quo del Estilo Internacional, que seguirá aplicando en los volúmenes principales, pudiendo hacer pequeñas concesiones al formalismo y la expresividad en los cuerpos menores.

De forma similar, Reidy utiliza la elementarización para atomizar la composición arquitectónica de los proyectos de gran tamaño y las propuestas urbanas de los años 30 y 40. Esta estrategia le permite, como explica Masao Kamita, la expansión del proyecto arquitectónico en todas las direcciones, “transformando la superficie inerte en legítimo espacio urbano”.²⁰⁷

²⁰⁵ Colquhoun utiliza ese término para definir la estrategia que Le Corbusier adopta en los “Grand Travaux.”

²⁰⁶ Colquhoun, “Modernidad y tradición clásica: ensayos sobre crítica arquitectónica”. 126

²⁰⁷ Masao Kamita, “Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy”. 62



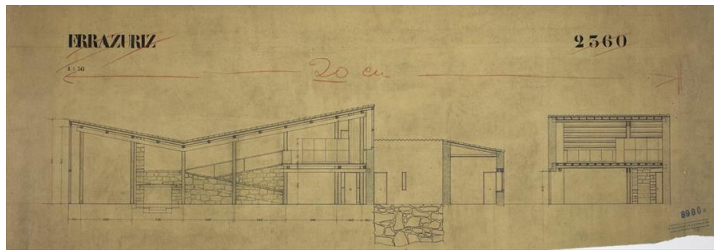
[f.96-97]

Versión del MES finalmente construida. 1938. Croquis explicativos del proceso y de las sucesivas tomas de decisiones en relación a la implantación, sistemas de protección solar y ordenación de los elementos secundarios de la cubierta.

El proyecto colectivo del Ministerio de Educación y Salud (MES) [f.96-97] y la Ciudad Universitaria de Brasil (1936) supone el aprendizaje de una metodología donde ya se aplicará por primera vez la estructura independiente y la liberación de la planta baja mediante pilotis. En el MES ya se observa la utilización de volúmenes complementarios en la cubierta para albergar depósitos de agua y los elementos necesarios para el funcionamiento del edificio. También puede distinguirse claramente la volumetría diferenciada del auditorio en planta baja, que además posee la única cubierta inclinada del conjunto. Estos elementos, integrados en la composición, pasan a contribuir al efecto formal del conjunto.²⁰⁸

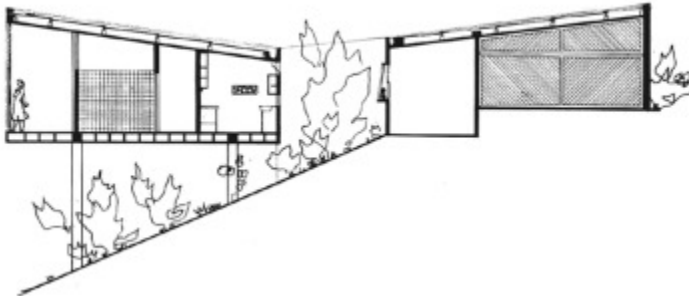
De la observación de varios de sus proyectos a partir de 1936 se extraen algunas tipologías formales para los volúmenes complementarios que se convertirán en recurrentes en su obra. Llama la atención especialmente las que atienden a la forma de la cubierta como elemento formal y expresivo. Dicho esto, no todas las volumetrías responderán a formas diferenciadoras, existiendo también volúmenes ortogonales sin ningún tipo de expresividad formal. Serán en todo caso las que optan por formas características las que se destaquen sobre el resto, pudiendo ser clasificadas en tres tipologías principales:

²⁰⁸ Nabil Bonduki (org) *Affonso Eduardo Reidy*. (Lisboa: Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000). 57



[f.142]

Casa M.Errazuriz. (1930). Le Corbusier



[f.143]

Sección de la casa en Jacarepaguá (1950)
A.E.Reidy y Carmen Portinho



[f.144]

Teatro popular Armando Gonzaga (1950). A.E.Reidy

- **Sistema de cubierta de forma abovedada de un único tramo o compuesta en serie:** Reiteradamente utilizada en diferentes proyectos y con programas muy diversos: comercios, vestuarios, gimnasios, garajes, áreas deportivas, espacios de recibimiento o viviendas. Como se comentaba en el capítulo tres, Le Corbusier utilizará esta forma constructiva desde 1920. Se trata de una forma que aparece continuamente en la arquitectura de Le Corbusier y de los arquitectos modernos brasileños. (ver [f.121-f.128])
- **Sistemas de cubierta quebrada de tramos rectos o curvos,** generalmente a dos aguas en dirección al centro del edificio. Aparecen vinculados a espacios educacionales, espacios sociales, capillas, pequeños auditorios-teatros y viviendas unifamiliares. El primer proyecto donde Le Corbusier

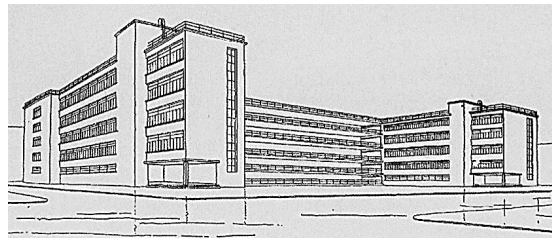
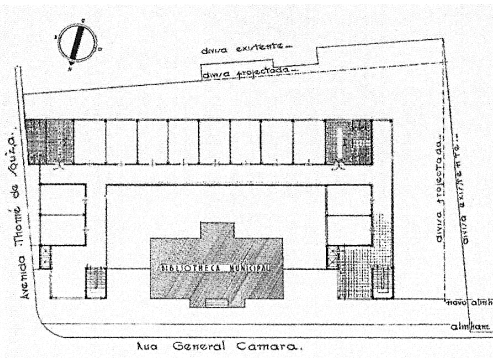
utiliza esta forma arquetípica es en la Casa M. Errazuriz [f.142], proyectada en Chile en 1930. Reidy lo utilizará para generar la volumetría de muchos de sus proyectos, desde volúmenes complementarios a obras aisladas, como el Teatro popular Armando Gonzaga (1950) [f.143] a su propia casa en Jacarepaguá (1950) [f.144]

- **Sistema estructural acostillado:** es utilizado en varios proyectos para la concepción de teatros y auditorios y es heredera, como se comentaba en el capítulo tres, del sistema planteado en el Palacio de los Soviets de Le Corbusier (1931). Esta forma constructiva es el germen de los exoesqueletos arquitectónicos brasileños, que en los años 50 configurarán algunas de las obras más importantes del país, entre ellas el Museo de Arte Moderno de Rio de Janeiro, del propio Reidy.

Siendo todas ellas formas que el maestro suizo habrá desarrollado previamente en sus proyectos - lo que les otorga, de algún modo, validez para su utilización - estas formas serán reproducidas no sólo por Reidy, sino también por el resto de sus colegas modernos, convirtiéndose así en arquetipos reiteradamente utilizados en la arquitectura moderna brasileña.

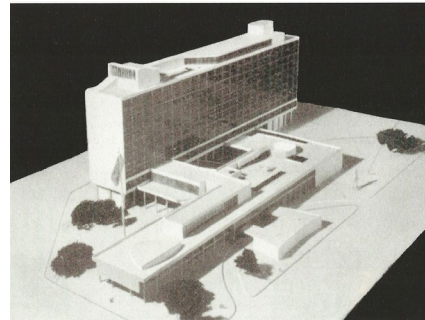
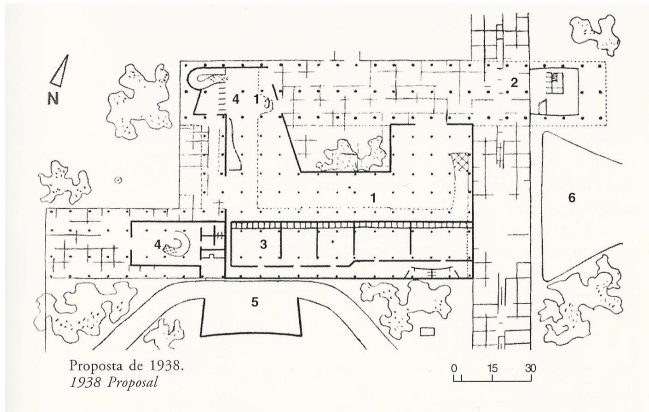
[f.145-146]

Vista y planta de la primera versión de la Sede da Prefeitura do Distrito Federal. A.E.Reidy. 1932

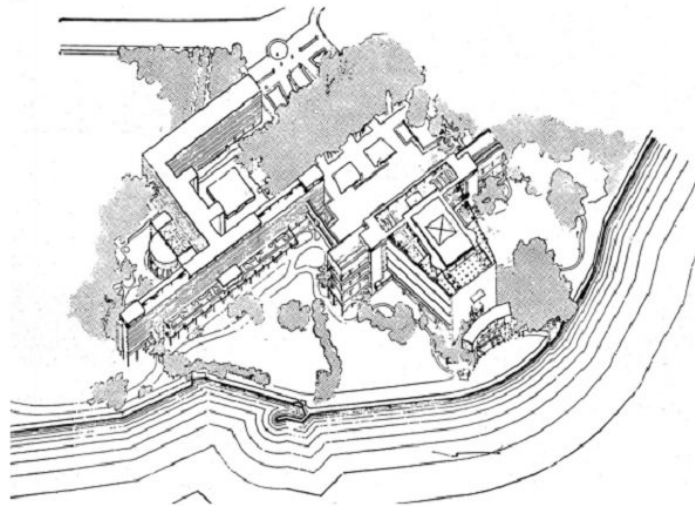


[f.147-148]

Maqueta y planta baja de la segunda versión de la Sede da Prefeitura do Distrito Federal. A.E.Reidy. 1932



Quizá, el proyecto donde probablemente mejor se aprecien los cambios sufridos a partir de 1936, a raíz de su contacto con Le Corbusier, sea en el proyecto para la Sede da Prefeitura do Distrito Federal (1932-1938). Este proyecto, que tuvo su primera versión elaborada en 1932 [f.145-146] -antes de la colaboración con el arquitecto suizo- acaba siendo transformado totalmente en su versión de 1938 [f.147-148]. Se trata de un documento excepcional para poder comparar la evolución de Reidy, puesto que se basa en el mismo programa y lugar. La primera versión es de volumetría pura y planta en U marcadamente simétrica y unitaria, de ventanas rasgadas y contacto rotundo con el terreno, sin ningún tipo de liberación en planta baja. A pesar de ser un proyecto moderno, Reidy aún no es capaz de desprenderse de aspectos heredados de la tradición académica, utilizando la estructura de la misma forma en que lo hace en el Albergue de Boa Vontade [f.135-137], coincidiendo cerramiento y estructura en el mismo plano y con un nulo dinamismo compositivo y de fachada. El mismo proyecto dará paso 6 años después a una composición de mucho mayor dinamismo, generada a través de un conjunto jerarquizado de volumetría principal y elementos complementarios, tanto en planta baja como en cubierta, que rompen el



[f.149]

Axonométrica del Palacio de las Naciones de Ginebra. Le Corbusier. 1927-1928

estatismo del cuerpo principal. Mientras el cuerpo administrativo es de carácter rígido y lineal, en planta baja aparecen elementos que se extienden de forma expansiva por el terreno utilizando la misma malla geométrica del bloque, generando patios interiores que articulan la relación del cuerpo principal con el resto. En planta baja, una gran parte de los volúmenes se transforman en un piloti que permite la libre circulación por debajo. En la cubierta de ambos cuerpos aparecen volumetrías caracterizadas por las formas curvas, plantas redondeadas y cubiertas inclinadas, aún de cierta rigidez y estatismo. Muchas de las formas elegidas se identifican claramente con proyectos de Le Corbusier, como la forma de la marquesina en la entrada principal, en clara analogía con el Palacio de las Naciones de Ginebra (1927-28) [f.149] o el ya mencionado Centrosoyuz de Moscú (1928-1936).

4.2. ETAPA EXPANSIVA (1936-1955)

La formalización de los sistemas abovedados y el exoesqueleto

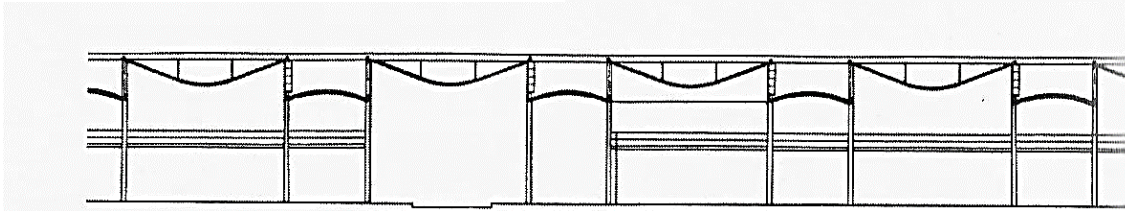
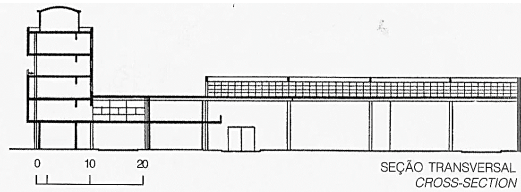
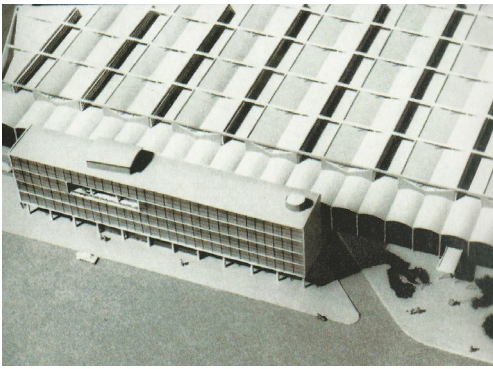
Hasta ahora la estructura ha pasado de ser un funcional esqueleto portante oculto en el cerramiento a retranquearse para liberar la fachada. También ha permitido la liberación del suelo y proporcionar una nueva forma de relación entre los volúmenes construidos y el terreno. Por otro lado, también empiezan a aparecer los primeros elementos que pueden ser identificados como cascarones de hormigón, siempre aplicados a los volúmenes complementarios. Estos elementos, sin ser de gran importancia, ya reflejan el uso geométrico de la lámina estructural para sostenerse, si bien su utilización está más relacionada con la composición del proyecto que con una verdadera motivación constructiva.

El proyecto para la Sede do Departamento Geral de Transporte e Oficinas da Prefeitura (1939) ²⁰⁹ [f.150-151] supone un punto de inflexión de máxima importancia en varios aspectos relacionados con la estructura. A pesar de ser un proyecto no construido, supone un avance en la forma en que la estructura pasa por primera vez a condicionar la forma de componer el edificio. El volumen principal, perteneciente a las oficinas, continúa teniendo un carácter prismático

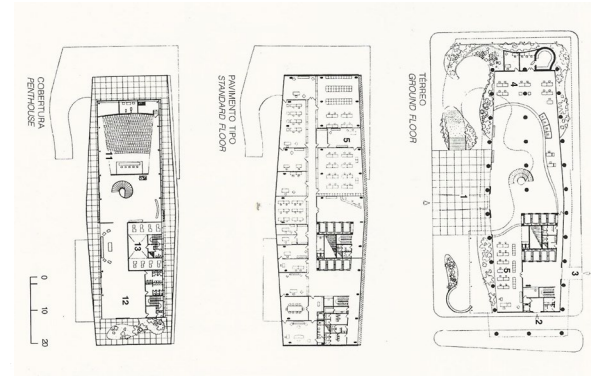
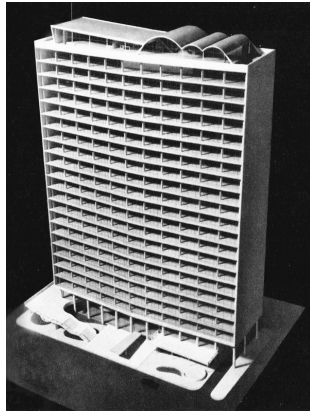
²⁰⁹ El proyecto no aparece fechado en las publicaciones. Está situado entre proyectos que datan de 1937 y 1939, después de la visita de Le Corbusier. Según la investigación de Julio Ramos Collares, la obra data de 1939.

[f.150-151]

Maqueta y secciones de la Sede do Departamento Geral de Transportes e Oficinas da Prefeitura. A.E.Reidy. 1939



y puro, aunque sin embargo deja marcados los diferentes niveles, apareciendo los forjados como elementos compositivos de la fachada que rompen con el paño de vidrio homogéneo y abstracto del proyecto de la Sede da Prefeitura do Distrito Federal. El interés principal del proyecto radica sin embargo en las naves industriales de los talleres que se encuentran detrás. Se trata de un sistema estructural que inaugura varios hitos constructivos característicos de la obra de Reidy: toda la parte frontal de la nave, junto al edificio administrativo, se compone de una cubierta a base de láminas abovedadas que apoyan sobre pilares. Es decir, se trata de las primeras láminas estructurales de hormigón en serie donde la propia forma está ayudando a rigidizar la estructura de cubierta. Además, observando con detenimiento, puede apreciarse cómo esas mismas bóvedas, cada tres módulos, se expanden hacia la nave trasera y configuran, junto a otras cubiertas intermedias en forma de V, un lucernario que deja entrar la luz a la nave. Las láminas en V se encuentran suspendidas de grandes vigas externas que atraviesan transversalmente todo el volumen. La crucial importancia de este proyecto reside en la aparición, por primera vez, de una estructura externa al cerramiento del edificio. Además, Reidy proyecta por primera vez una cubierta resuelta con elementos abovedados de hormigón en serie. No obstante, se trata aun de una discreta utilización formal de unos recursos estructurales que potenciará de manera clara en posteriores proyectos.



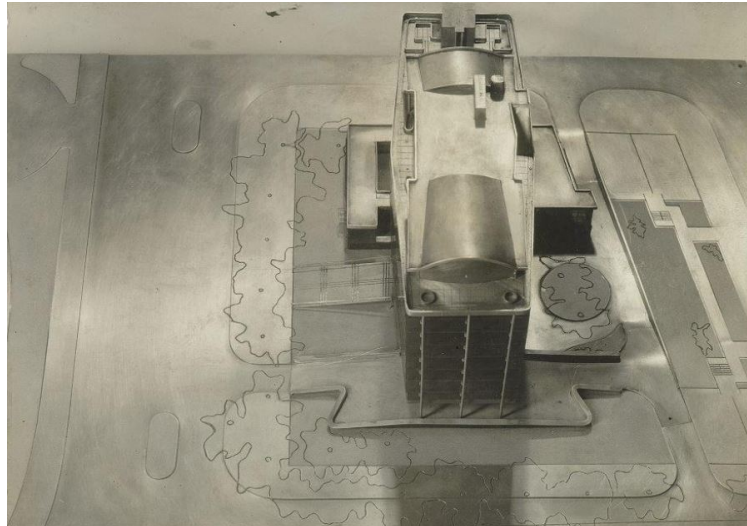
[f.152-154]

Maqueta, plantas y vista interior de hall del auditorio en cubierta. Sede de la administración central de viação férrea de Rio Grande do Sul A.E.Reidy. 1944



En la sede de la administración Central de Viação Férrea de Rio Grande do Sul (1944) [f.152-154], Reidy volverá a proyectar un prisma principal apoyado sobre pilotis, marcando los forjados horizontales, pero esta vez buscará darle un mayor dinamismo proyectándolo con planta romboidal. Este recurso, que remite directamente al proyecto del edificio Rentenanstalt de Zurich (1933) [f.155] de Le Corbusier, consigue estilizar la proporción en las fachadas testeras, transmitiendo mayor sensación de esbeltez, al tiempo que rompe con la planeidad de la fachada principal. En la cubierta aparece otro elemento de interés, donde se sitúa el auditorio y sala de conferencias del edificio. Para albergar este programa, Reidy vuelve a hacer uso de una cubierta en forma láminas abovedadas en serie que remite en su composición a la iglesia de Pampulha (1942-43), construida por Oscar Niemeyer tan sólo un año antes. Sin embargo, el uso formal de las bóvedas de Pampulha tendría aquí matices diferentes: si en Niemeyer la plasticidad forma parte de la forma, en Reidy lo que vertebra dicha plasticidad es la calidad del espacio. Por tanto, un recurso común a ambos, la delimitación del volumen en función del perfil de la cubierta, puede aclarar la singularidad de cada arquitecto.²¹⁰

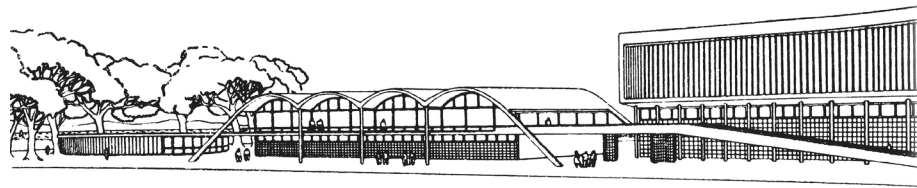
²¹⁰ Masao Kamita. *Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy*. 95



[f.155]

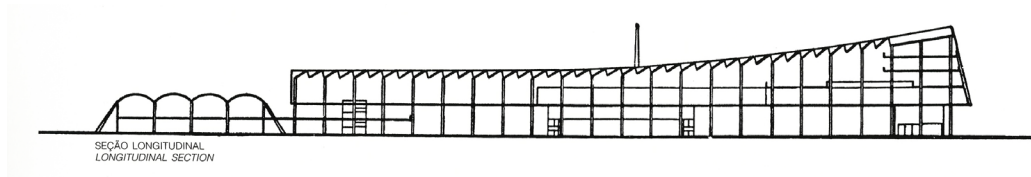
Maqueta del Edificio
Rentenanstalt de Zurich. Le
Corbusier. 1933

En las bóvedas de cubierta del proyecto de Rio Grande do Sul puede observarse detalles de interés si lo comparamos con Departamento Geral de Transportes e Oficinas da Prefeitura: en la fachada norte los pilares y la cristalera que hace de cerramiento están retranqueados con respecto al borde, marcando de manera clara el perfil de las láminas, que no quedan interrumpidas por las líneas verticales de los pilares. Esta estrategia intenta potenciar la idea de continuidad del perfil de cubierta, que parece así levitar en su parte central. Los arcos son de dos tamaños diferentes, otorgándole así un mayor dinamismo en la composición. Al otro lado, en la fachada sur, Reidy coloca todo el área de servicios, que se oculta con murales artísticos. Por otro lado, para compensar los empujes laterales generados por la lámina aparecen en los cuatro vértices del conjunto unos pilares inclinados que siguen la tangencia de la curva en su último tramo. Esta estrategia persigue sostener la lámina sin tener que llevarla hasta el suelo del forjado, pudiendo así liberar los laterales a ambos lados para conectarlos con el auditorio y un jardín exterior. Es interesante apreciar que estos pilares de las esquinas se alinean con el borde de la lámina, a diferencia de los verticales, de forma que transmiten la sensación de que la lámina se extiende hasta el suelo y extienden el perfil de la composición. Para completar el volumen, una cubierta inclinada se une a las tres bóvedas para albergar el auditorio. Esta composición que une cubierta inclinada con bóvedas en serie es un recurrente elemento



[f.156-157]

Vista y sección del proyecto para la Indústria farmacêutica e cosmética (Fábrica Sidney Cross). A.E.Reidy. 1948



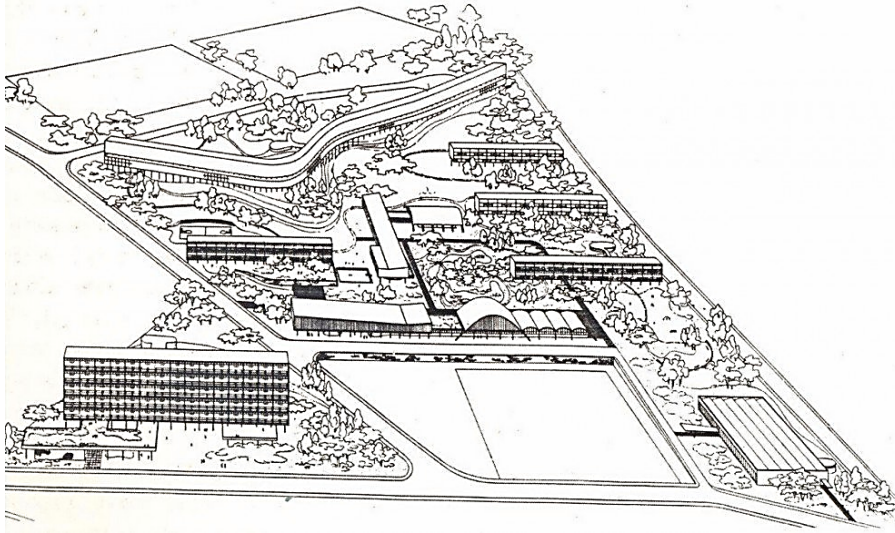
compositivo en la obra de Reidy, pudiendo verse en diferentes versiones en muchos de sus trabajos posteriores.

Reidy repetirá los sistemas abovedados en serie, bajo versiones parecidas, en la Fábrica Sidney Ross (1948) [f.156-157], el Centro Técnico de Aeronáutica, CTA (1947) el proyecto de urbanización de la explanada del Morro de Santo Antonio (1948), el Conjunto Residencial Pedregulho (1947-58) o el Colegio Brasil-Paraguay (1952). En todos los casos las cubiertas abovedadas ya estarán claramente desvinculadas del cerramiento, avanzando sobre ellos con intención de potenciar la forma de la cubierta como volumetría. En el caso de ser varias bóvedas unidas, sus radios volverán a ser iguales, entendiéndose como un elemento repetido de menor carácter formal que en Porto Alegre. En el caso de Sydney Ross, la extensión del perfil sobre el cerramiento es tal que permite la colocación de una pasarela, que queda así protegida de la lluvia entre cerramiento y pilares externos.

De nuevo, en todos los proyectos nombrados, las formas abovedadas sólo serán parte de los volúmenes complementarios, evitándose una expresión constructiva de tal grado en el edificio principal, generalmente de composición más pura y abstracta.

[f.158]

Primera versión del conjunto residencial Pedregulho. 1947



En el Conjunto Residencial Pedregulho (1947-1958) [f.158], Reidy plantea por primera vez un volumen principal que supone un cambio de tendencia a la hora de formalizar el “plano de fondo” de la composición. Optará por un edificio que rompa con la pureza y rigidez de los grandes prismas centrípetos para componer una forma sinuosa y expresiva que se adapta a la topografía del lugar. Su expresividad no se basa en su lógica estructural, sino en un gesto derivado de la adaptación de un bloque lineal a las condiciones topográficas, que remite a los proyectos de Le Corbusier de Argel y Rio de Janeiro, e incluso como indica el propio arquitecto, a proyectos “más lejanos”, como las obras de Wood y Palmer en Bath.²¹¹ Los recursos expresivos relacionados con la estructura se centrarán, de nuevo, en los volúmenes menores. Además de los otros tres bloques que completan el programa de viviendas - estos sí, completamente prismáticos y rectilíneos -, el conjunto posee una serie de equipamientos que ocupan la parte central y que albergan el colegio, gimnasio, vestuarios y piscina, lavandería, cooperativa y centro de salud. De entre todos ellos, la cubierta de los vestuarios [f.159-160], se destaca por componerse de 4 bóvedas en serie que apoyan aparentemente sobre un muro.²¹² Este cerramiento, forrado de azulejo de tradición portuguesa, posee un acabado recto en su parte superior, permitiendo la entrada de luz entre el final del muro y las formas curvas de la cubierta. Esta

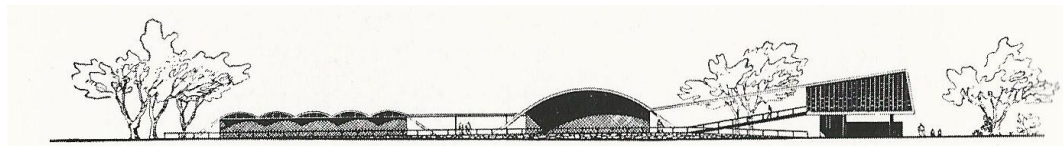
²¹¹ Affonso Eduardo Reidy en Bruand, *Arquitetura Contemporânea no Brasil*. 230.

²¹² Por la definición de las plantas es imposible saber si el muro esconde unos pilares en su espesor o por el contrario se trata de un muro portante. En todo caso nos importa la intención formal del apoyo.



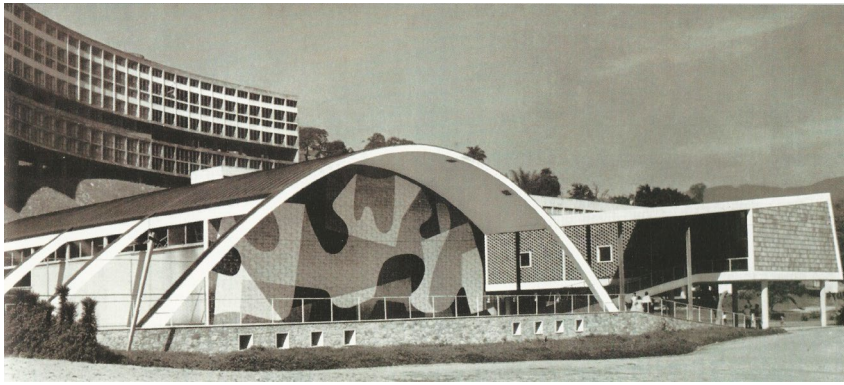
[f.159-160]

Vista de los vestuarios y alzado de los vestuarios, gimnasio y escuela del conjunto residencial Pedregulho. A.E.Reidy. 1947-1953



forma de relación evidencia aún más el hecho de estar las bóvedas apoyadas sobre el muro y el carácter estructural de la lámina curva. También en este caso, los extremos de la cubierta se extienden con cuatro brazos que sirven de arriostamiento lateral. Junto a los vestuarios, el gimnasio [f.161], se configura como una gran bóveda de un sólo vano levitando sobre cuatro apoyos a cada lado. Los pilares oblicuos de apoyo hasta ahora proyectados eran de tramo recto, pero en este caso se realizan siguiendo la forma y espesor de la cubierta, generando en realidad ocho arcos que siguen la línea curva y van aumentando su canto conforme se acercan al apoyo. A pesar de su similitud existe una gran diferencia: En los sistemas anteriores las cubiertas apoyan sobre pilares verticales, utilizando los pilares oblicuos para compensar los esfuerzos laterales. En el caso del gimnasio, la bóveda no tiene apoyos ocultos, las fachadas son paramentos de cerramiento no portantes. Los arcos forman parte intrínseca de la propia forma estructural de la bóveda y le son transmitidos la totalidad de los esfuerzos. En definitiva, a nivel estructural, ésta cubierta funciona como un único elemento abovedado y no como un conjunto de cubierta apoyada sobre pilares. Como en el caso de Porto Alegre, la composición se completa con un tercer volumen de cubierta inclinada y dos niveles, que alberga el aula del colegio.

Una composición similar - no construida- constituida por una gran bóveda que alberga un gimnasio y una cubierta inclinada que conforma el volumen del

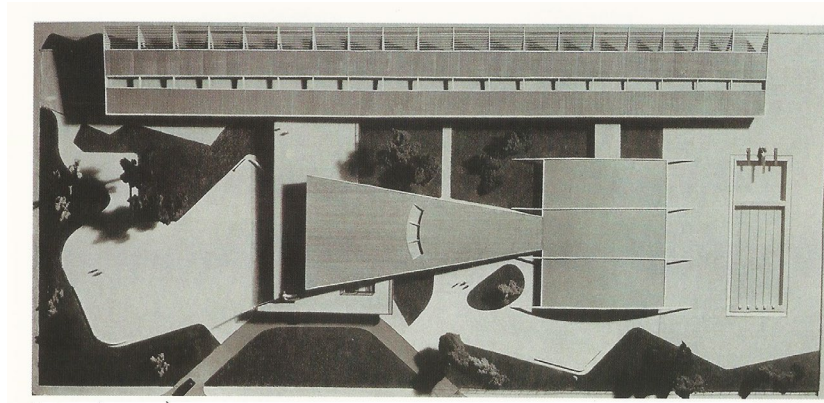


[f.161]

Vista del gimnasio.
Conjunto residencial
Pedregulho. A.E.Reidy.
1947-1953

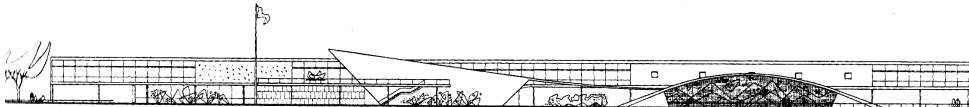
auditorio lo podemos encontrar en el Colegio Brasil-Paraguay (1952) [f.162-163]. En este caso, la situación semienterrada de la cota del gimnasio permite que la bóveda de cubierta sea de un radio muy superior, otorgándole un aspecto mucho más aplanado que el gimnasio del Pedregulho, y evitando así que la cota de cubierta superase la cota del volumen principal de aulas. Desde el punto de vista constructivo, también se puede comprobar como la bóveda sin acostillar del Pedregulho se convierte aquí en un elemento nervado por su parte superior, generando cuatro arcos que nos remite a una configuración estructural más análoga con un pórtico estructural en serie o a una losa nervada.

En esta etapa, los sistemas estructurales acostillados aún son infrecuentes y su uso se restringe a programas más concretos, generalmente auditorios. En el Centro Técnico de Aeronáutica, CTA, (1947) [f.164] y el proyecto para la urbanización de la explanada del Morro de Santo Antonio (1948) [f.165] encontramos dos auditorios acostillados de similares características al teatro de la Ciudad Universitaria de Brasil (1936) [f.166]. A pesar de no tener una definición constructiva concreta por ser proyectos finalmente no construidos, queda patente cómo la cubierta proyectada se estructura con unas grandes costillas con centro en el cuerpo del palco, abriéndose en forma radial para generar el espacio interno de la platea. Como se ha visto en el capítulo anterior, Niemeyer ya habrá proyectado una estructura similar para el teatro municipal para Belo Horizonte



[f.162-163]

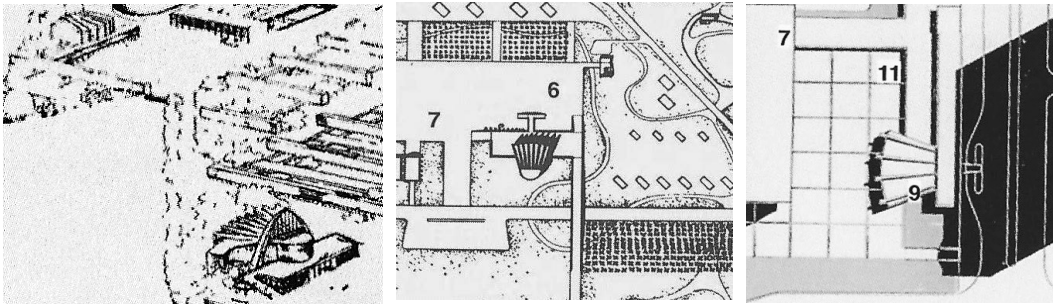
Maqueta y alzado del Colegio Brasil-Paraguay. A.E.Reidy. 1952



(1941)²¹³. En este caso las costillas convergen en el palco y se apoyan en el volumen de hormigón que conforma la caja de escena. Sin poder esclarecer con total seguridad el sistema aplicado en los dos teatros de Reidy, puede entenderse que tales costillas se apoyan también en la caja de escena, lugar donde convergen y desaparecen.

Esta tipología en exoesqueleto, experimentada en estos ejemplos, suponen los primeros intentos de externalización de la estructura fuera de la envolvente. No obstante, a pesar de estar la estructura claramente diferenciada, aún no parece materializarse como elemento independiente, estando cerramiento y estructura aparentemente unidos, lo que podría traducirse en una losa nervada en su funcionamiento estructural. La separación de facto entre estructura y cerramiento puede entrecerse por primera vez en una pequeña capilla que pasa desapercibida en el proyecto para el Conjunto Residencial Marqués de San Vicente (1952) [f.167-168] y nos da pistas posibles sobre la separación entre estructura porticada y cerramiento: en esta ocasión Reidy proyecta un sistema porticado triangular con 6 costillas paralelas que envuelven la totalidad del volumen de la capilla, apoyando en ambos lados sobre el terreno. Bajo las costillas se delimita el espacio interno. La intención de independizar los pórticos de la volumetría queda patente por la forma en que tales volúmenes no ocupan

²¹³ Ver capítulo 3.2.2



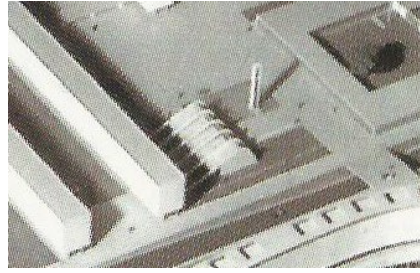
[f.164-166]

Auditorios y capilla proyectados para la Ciudad Universitaria de Brasil (1936), el Centro Técnico de Aeronáutica (1947), la explanada del Morro de Santo Antonio (1948).

la totalidad del espacio bajo el pórtico, puesto que la estructura continua su camino hacia el apoyo mientras el cerramiento parece acabar antes, formando un espacio triangular que podría entenderse como un espacio pergolado de entrada. También se muestra en la sección cómo los cerramientos se convierten en superficies acristaladas en su contacto con la cubierta, lo que conferiría la sensación de estar el volumen de cerramiento de la capilla desconectado de la cubierta que lo protege.

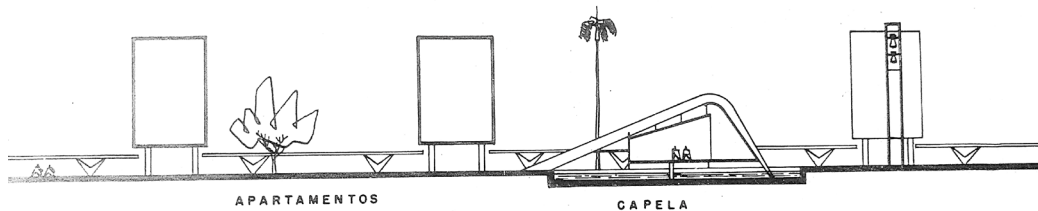
A pesar de constatar mediante estos ejercicios el interés de Reidy por experimentar con nuevos sistemas estructurales, lo cierto es que tales sistemas casi siempre se reducirán a proyectos de menor importancia y nunca construidos, donde la poca información disponible permite únicamente intuir sus intenciones.

En el Colegio Brasil - Paraguay (1952) se romperá, por primera vez, la norma por la cual los volúmenes principales debían ser elementos prismáticos de lectura abstracta. Esta vez, en lugar de un bloque lineal con estructura esquelética interna, utiliza por primera vez una estructura de carácter porticado para constituir el bloque principal de aulas: “esta solución permite una gran flexibilidad en la disposición de las paredes divisorias, (...) y también contribuye



[f.167-168]

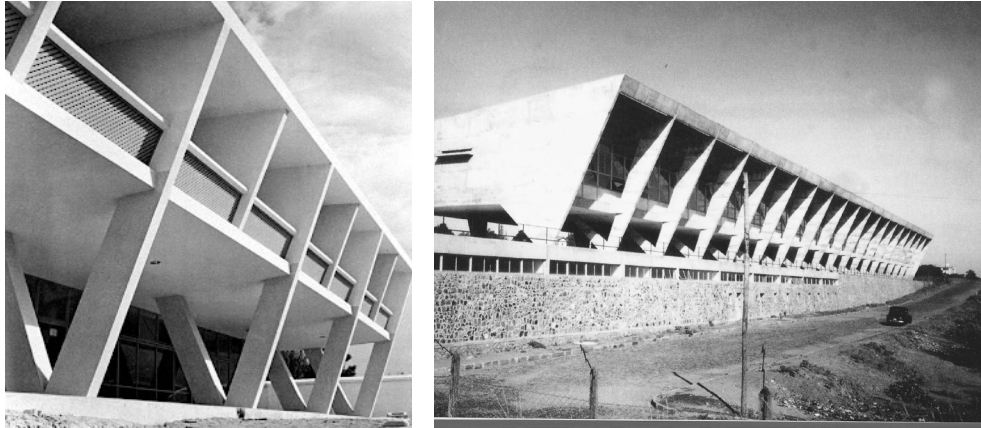
Maqueta y sección de la capilla proyectada para el Conjunto Residencial Marqués de San Vicente (1952), donde se aprecia la clara separación entre sistema estructural y volumetría de cerramiento.



al enriquecimiento plástico de la fachada”.²¹⁴ El edificio se compone de dos franjas longitudinales separadas por un corredor central. En el lado norte se sitúan las aulas, mientras al sur están las áreas de servicio. La diferencia de programa explica de forma clara la diferencia estructural de ambas caras: La operación de extracción de la estructura en el lado norte le permite la liberación de cualquier pilar interno. Para ello lleva los elementos de soporte fuera de la envolvente, que se convierten en pilares apantallados inclinados hacia el exterior [f.169]. Con esta operación consigue resolver, en un único gesto, estructura, control climático - mediante un pergolado - y cubierta, además de solucionar mediante el desglose del pilar en dos brazos la sustentación de la parte central del forjado de primera planta. Como resalta Bruand, esta solución en V remite de manera directa al Hotel Diamantina (1951) de Oscar Niemeyer²¹⁵ [f.170], construido un año antes y que no hace sino resaltar la forma en que los recursos modernos son adquiridos y prestados de forma muy dinámica entre los arquitectos modernos durante esta época del Movimiento Moderno brasileño. En la fachada sur la claridad estructural queda menos definida. Se adopta un sistema más convencional de fachada libre y estructura retranqueada de materialidad y dimensiones cambiante en función de su posición y altura: En la planta baja, el piloti de hormigón se engrosa de manera considerable [f.171-172],

²¹⁴ Affonso Eduardo Reidy en Bonduki (org), “Affonso Eduardo Reidy”. 156

²¹⁵ Bruand, *Arquitetura Contemporânea no Brasil*. 235-237



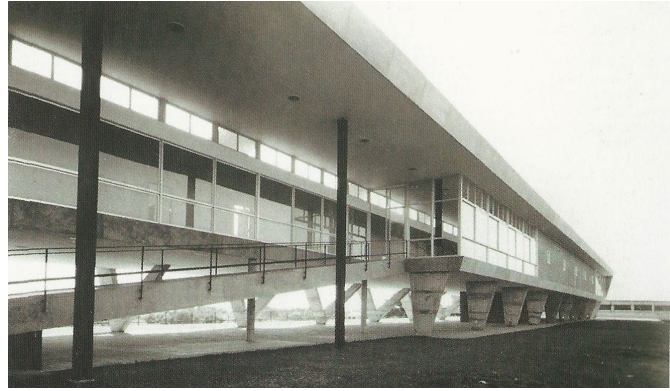
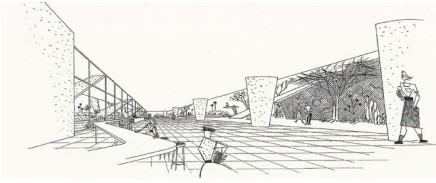
[f.169-170]

Comparativa entre la fachada del hotel Diamantina (1951) de Oscar Niemeyer y el Colegio Brasil-Paraguay (1952), de A.E.Reidy.

reduciendo así los vanos de la losa de hormigón de primera planta. Una vez atraviesan el forjado, los pilares continúan por la primera planta transformados en pilares metálicos que sirven de apoyo a los pórticos de hormigón de la fachada norte. En la zona de acceso al edificio, donde se sitúa la rampa que sube al primer piso, un espacio de doble altura se sustenta únicamente con pilares metálicos.

[f.171]

La estructura del bloque de aulas del Colegio Brasil-Paraguay supone el primer ensayo donde se extrae de forma definitiva la estructura fuera de la envolvente. Además, es también la primera vez que Reidy - y cualquier otro arquitecto brasileño - ha experimentado con la expresividad del hormigón visto en la superficie de la estructura. Si bien la materialidad y textura del hormigón no explota todavía todo el potencial que su empleo puede ofrecer, la formalización del pórtico es el resultado de las propiedades intrínsecas del hormigón en su adaptación a las formas en las que se encofra, y por tanto es un resultado sólo posible con este material. Si las formas geométricas en estructura abovedada ya habrán explotado el potencial geométrico de las formas construidas en hormigón, el pórtico del colegio inaugura una tendencia expresiva en estructuras exoesqueléticas y supone el preámbulo de la estructura del Museo de Arte Moderno, MAM (1953-58) [f.174], que se configura como un pórtico completo, adquiriendo todas las características del colegio, pero con una sofisticación y



[f.171-172]

Vista e imagen del piloti del Colegio Brasil-Paraguay, donde se aprecian los diferentes tipos de pilares en función de su posición

expresividad estructural mucho más depurada. Al ser una estructura simétrica, el sistema de sustentación del museo sale esta vez en su totalidad fuera del volumen principal, liberando el espacio interior de cualquier estructura de apoyo. El pórtico sustentará todo el volumen, quedando por primera vez totalmente separado del cerramiento, que de esta forma se convierte en una gran caja transparente y fluctuante confinada dentro del pórtico.

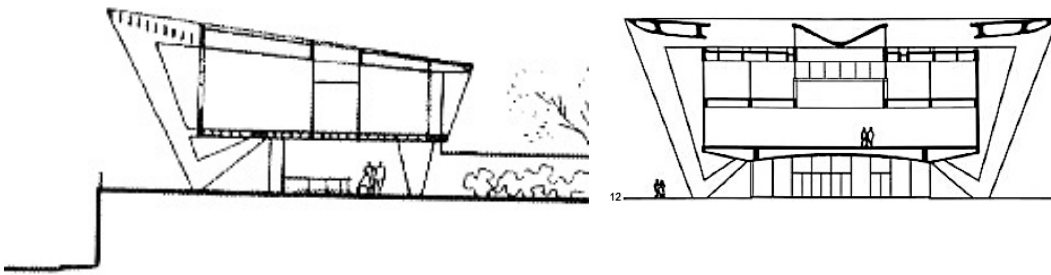
“(…) Surge así un nuevo concepto de espacio arquitectónico, el “espacio fluido” canalizado, que viene a substituir la antigua noción de “espacio confinado” dentro de los límites de un compartimento cúbico”.²¹⁶

Observando con más detenimiento, podemos comprobar cómo los brazos externos del pórtico del MAM, a diferencia del colegio, quedan totalmente separados del primer forjado, no colaborando en su sustentación. El apoyo del forjado se realiza únicamente a través del brazo interno, adquiriendo en esta ocasión una forma abovedada para poder soportar mejor el vano necesario [f.174]. La consecuencia espacial de esta estrategia es una gran plaza abierta y cubierta, una gran espacio público que focaliza la perspectiva visual hacia la bahía de Guanabara y el Pan de Azúcar, conforme el visitante se acerca al museo desde el centro de la ciudad. En el caso del segundo forjado la estrategia cambia

²¹⁶ Affonso Eduardo Reidy en Bonduki (org), *Affonso Eduardo Reidy*. 164

[f.173-174]

Comparativa de la sección de Colegio Brasil-Paraguay y el Museo de Arte Moderno-MAM.



totalmente y se atiranta desde el pórtico, quedando suspendido sobre el primero y sin ninguna conexión estructural, permitiendo así la liberación total del primer nivel, dedicado al espacio expositivo del museo [f.175]. El segundo nivel se perfora para crear conexiones espaciales entre el primer y el segundo nivel, quedando además únicamente condicionado por los tirantes que lo sustentan, que se convierten en unos casi surreales elementos de sustentación en relación con el elemento que soportan. El tercer forjado, perteneciente a la cubierta, queda también conectado al pórtico, cambiando su forma en función de los tramos entre pórticos y permitiendo la entrada de luz a la sala desde la parte superior. Los tres forjados quedan únicamente conectados por las escaleras que los comunican y por una envolvente ligera compuesta por cristalerías o paramentos de ladrillo. La sensación que transmite el conjunto es de un prisma puro levitando dentro de un esqueleto estructural de gran expresividad formal. Para potenciar la idea de separación entre estructura porticada y volumen, Reidy rompe deliberadamente el forjado de cubierta de los voladizos protectores del pórtico, de forma que puede leerse con claridad el prisma y la estructura de forma separada.

Según Roberto Conduru, el Colegio Brasil-Paraguay y el MAM confirman “la tendencia del arquitecto a llevar los elementos de sustentación del interior hacia la periferia del volumen, haciendo del sistema portante el principal elemento en



[f.176]

Vista externa del apoyo del pórtico y su relación con la volumetría del museo.

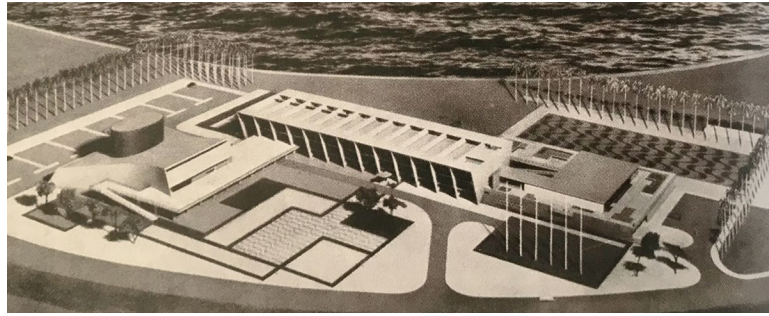
[f.175]

Vista en construcción del interior de MAM, donde se aprecia la planta libre de la primera planta y la sustentación del forjado de la segunda desde los pórticos.

la configuración de los edificios”.²¹⁷ Además de confirmar esta tendencia, en el proyecto del colegio Brasil-Paraguay se abandona por primera vez la composición tradicional de volúmenes principales puros y volúmenes complementarios experimentales para, por primera vez, tratar de forma expresiva al volumen principal de la composición. Puede apreciarse, no obstante, como tanto en el colegio como en el museo no existe una gran diferencia de tamaño entre los volúmenes que lo componen; o, dicho de otro modo, a pesar de existir una jerarquía compositiva en ambos conjuntos, existe un mayor equilibrio de tamaño entre los componentes, quedando así diluido el protagonismo del volumen principal. Se establece así un paralelismo con la explicación de Alan Colquhoun al respecto del cambio de tendencia de Le Corbusier en el Palacio de los Soviets:

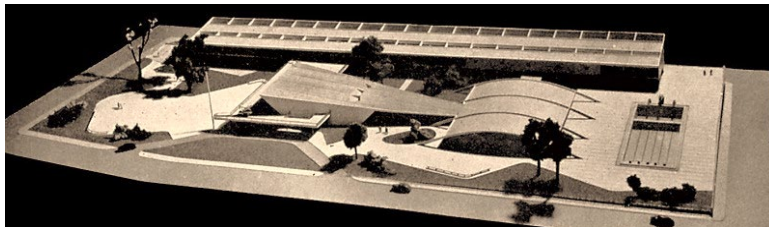
“Este proyecto difiere en su contenido programático (...) el contenido administrativo es muy pequeño (...) la diferencia con el resto de los proyectos (Grands Travaux) es que en los otros existe por lo menos una sugestión de una cour d’honneur y de un corps de logis, además de las masas centroidales de los espacios de asamblea, y estos aparecen como figuras percibidas contra la superficie del prisma puro (...) el grupo de auditorios de los Soviets no necesita más el plano de fondo requerido en la Cite de Refuge, no hay ningún elemento más fuerte para unificarlos. Las demandas

²¹⁷ Roberto Conduru, “Razão em forma: Affonso Eduardo Reidy e o espaço arquitetônico moderno”. (São Paulo Revista Risco, Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo Nº2. IAU-USP). 29



[f.177]

Maqueta de conjunto.
Museo de Arte Moderno –
MAM.



[f.178]

Maqueta de conjunto.
Colegio Brasil-Paraguay.

estructurales, acústicas y circulatorias del complejo fueron utilizadas para conferir la forma expresiva de cada elemento”.²¹⁸

Según este razonamiento, una vez no existe el gran programa principal, generalmente administrativo o de viviendas, que hace de “plano de fondo” y que articula todo el conjunto, son los sistemas constructivos - destinados a los volúmenes menores - los que pasan a adquirir el protagonismo formal y expresivo del conjunto, respondiendo de forma singular a las necesidades de cada programa. Volviendo a observar el Colegio Brasil-Paraguay con detalle, se observa como aún existe una jerarquía, siendo el volumen de aulas el elemento principal. Sin embargo, ésta se ha debilitado mucho. Además, los requerimientos programáticos de las aulas se traducen en una formación estructural expresiva de formalidad parecida a los volúmenes complementarios. Lo mismo ocurre con el gimnasio y el auditorio, que responden cada de uno de forma estructuralmente diferente según las necesidades programáticas que se les requiere [f.177]. En el MAM podemos observar una característica similar. Los elementos que lo componen pasan a protagonizar la expresividad del conjunto cuando el gran bloque administrativo o de viviendas que hiciera de “plano de fondo” ha desaparecido. En lugar de eso, cada uno de ellos responde de una

²¹⁸ Colquhoun, “Sobre a arquitetura racionalista e sua flexibilização” en *Racionalismo: um conceito filosófico na arquitetura* n°9 (Gavea, Rio de Janeiro, PUC. Diciembre 1991). 150

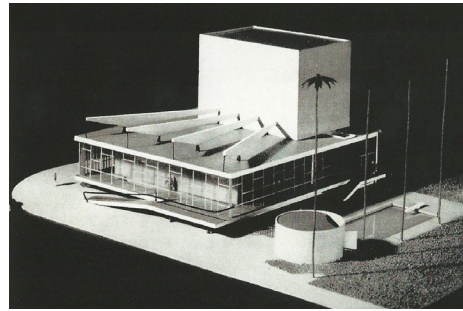
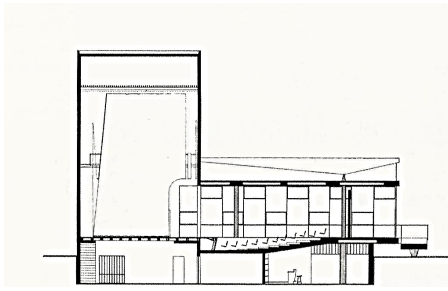
forma estructural acorde con sus necesidades, lo que se traduce en una composición de elementos dispares formalmente [f.178].

4.3. ETAPA DE SINTETIZACIÓN (1955-1962)

Hacia la fusión de cerramiento y estructura y la simplificación volumétrica

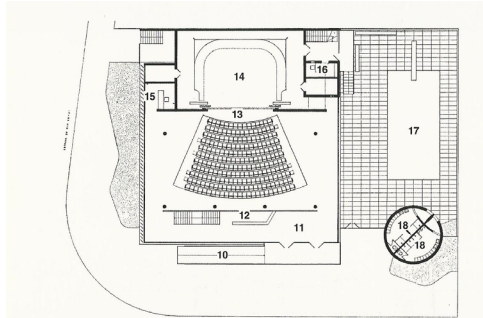
Si el MAM marca el momento que mejor define la separación de estructura y cerramiento, los proyectos que desarrolla a continuación crearán sistemas estructurales que establezcan diálogos muy variables con la envolvente, siendo la relación entre ambos el tema principal de su discurso. Además, Reidy tenderá paulatinamente hacia la compactación y rigidez volumétrica, creando proyectos mucho más controlados desde todos sus ángulos: formal, espacial y constructivo.

En el Teatro Rural del Estudiante (1955) [f.179-180], Reidy proyecta un edificio de volúmenes simples y rotundas, compuesto por dos cuerpos prismáticos que se elevan sobre el terreno. El cuerpo horizontal es totalmente transparente y contiene la mayor parte del programa del teatro, mientras el volumen vertical contiene la caja de escena y se constituye como un volumen másico y rotundo de hormigón con una considerable altura. La composición del proyecto se establece a través de la tensión entre ambos: uno horizontal y otro vertical, uno transparente y el otro opaco. Un tercer volumen mucho menor, cilíndrico y totalmente opaco, acompaña en la distancia a los que componen el teatro, completando así la composición del proyecto.

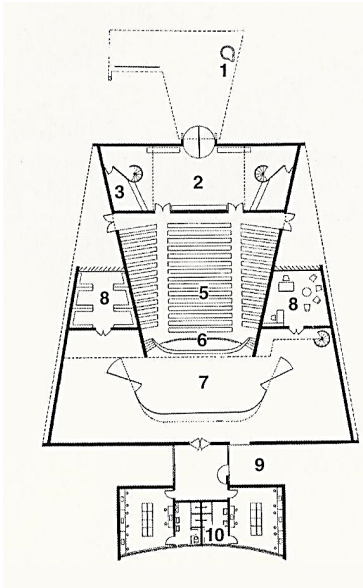


[f.179-180]

Planos y maqueta del Teatro Rural del Estudiante. A.E.Reidy. 1955



Dentro del cuerpo transparente sólo existe un elemento de compartimentación que, a modo de biombo, separa el vestíbulo de la platea. La pendiente de la platea convierte a los laterales en corredores elevados desde donde poder asistir a los eventos. El teatro tampoco se cierra en sus laterales, quedando la fachada de vidrio y la vista exterior como parte de la escenografía del teatro. Al ser toda la fachada transparente - excepto en su lado norte, donde se suma un sistema de control solar -, el volumen horizontal se reduce en su expresión a los planos de suelo y cubierta, desdoblándose el primero para conformar una rampa de acceso que parece una extensión del mismo plano, por constituirse con el mismo material y espesor. Sobre la caja horizontal se apoyan los elementos más expresivos de la composición: unas costillas estructurales de gran tamaño y que aparentemente resuelven el vano de la platea, con un aspecto visual hasta cierto punto similar al palacio de los Soviets. La sección de las vigas es variable y responde a los esfuerzos que soportan. A pesar de que su función parece estar clara, existe una cierta incongruencia entre su disposición y funcionamiento. Si el bloque de exposiciones del MAM establecía una relación nítida entre el volumen de cerramiento y la estructura externa que lo sustenta, en el caso del teatro tal relación no está en equilibrio: para empezar, la estructura es un complemento compositivo, y no la base conceptual de la forma. Por otro lado, tampoco parecen ser las necesidades del programa quienes condicionan la forma rígidamente prismática del proyecto, puesto que la forma oblicua de la planta



[f.181-182]

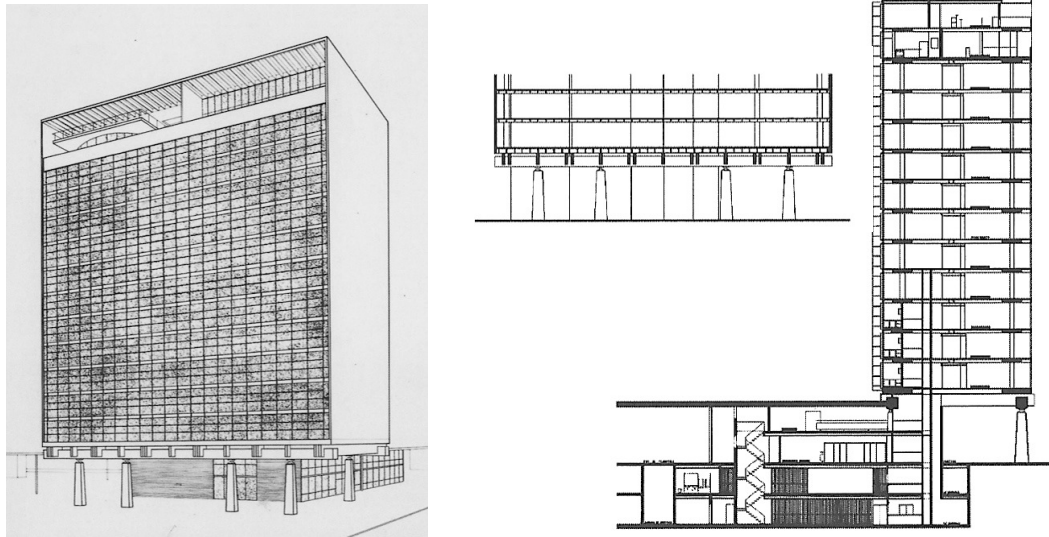
Planta y vista externa del Teatro Popular Armando Gonzaga. A.E.Reidy. 1950

del teatro no se refleja de forma alguna en el exterior. En el proyecto del Teatro Popular Armando Gonzaga (1950) [f.181-182], una construcción de similares dimensiones proyectado pocos años antes, las formas quebradas y oblicuas de la de la volumetría responden claramente a las necesidades espaciales y acústicas del teatro. La relación entre volumen y programa está íntimamente ligada. Incluso la propia estructura, sin querer expresarse más allá de la propia forma de la volumetría, es coherente con la idea en su conjunto. En el Teatro Rural, sin embargo, parece existir una imposición volumétrica que se antepone al resto de necesidades. Las vigas externas no resuelven el problema del vano necesario para la platea como en proyectos anteriores, ni forman parte de la cuestión estructural como conjunto unitario de la forma. Reidy habrá optado en esta ocasión por un volumen limpio, cubico y puro que tiene su propia lógica estructural, con pilares internos retranqueados. Si observamos ahora la forma en que se relacionan las vigas de cubierta con la caja, se puede apreciar cómo el contacto entre ambos cuerpos no se llega a producir, son los pilares de apoyo los que atravesarán la cubierta para recibir en una punta afilada a las vigas, que aparecen en la fachada levitando sobre el cuerpo horizontal al que atirantan únicamente en la parte frontal, transmitiendo el prisma la falsa sensación de estar suspendido de las vigas. Ni siquiera la disposición radial de éstas parece necesaria, puesto que no tienen relación estructural alguna con la platea ni con la cubierta del volumen. Cerramiento y estructura parecen estar de nuevo

separadas como en el MAM, pero si en el museo la lógica era encerrar en su potente estructura externa la volumetría pura del espacio interior, en el teatro parece ser el volumen quien protagoniza la relación y, como si de un formalismo derivado de tipologías acostilladas ya experimentadas se tratara, la presencia en cubierta de la estructura se convierte en un ostentoso sistema que únicamente resuelve un voladizo de dimensiones relativamente pequeñas en el hall. En definitiva, este teatro no construido posee una expresividad estructural de difícil justificación y aparente gratuidad.

Por tanto, el Teatro Popular establece una nueva relación entre estructura y cerramiento que tiene una motivación principalmente compositiva, de carácter más formal que estructural. Si el MAM utiliza la misma estructura para desarrollar múltiples soluciones según las necesidades - liberar totalmente el espacio interno, crear una plaza libre de pilares, generar la forma arquitectónica, todo en un único gesto - en el teatro apenas sirve para establecer un diálogo compositivo con el volumen transmitiendo la idea de estar éste suspendido de las costillas.

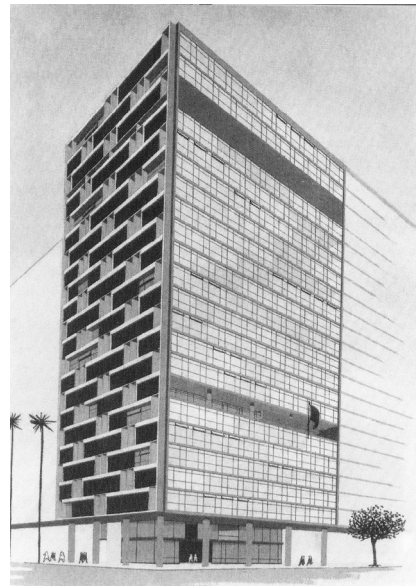
En uno de sus siguientes proyectos, el Banco de Londres (1959) [f.183-184], se establece una nueva relación de interés entre el volumen y la estructura. Esta vez, centra su atención en marcar una clara separación entre el entramado



[f.183-184]

Vista y planos del proyecto para el Banco de Londres. A.E.Reidy. 1959

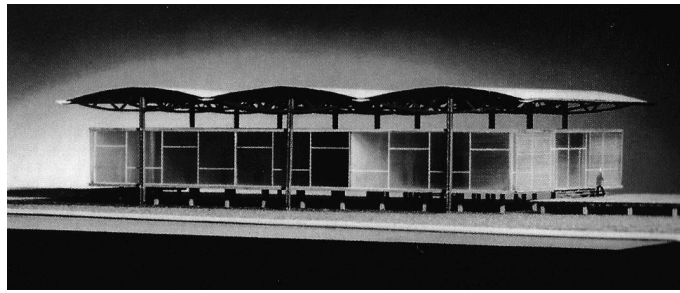
estructural de la base del proyecto y el cuerpo principal. La relación de este entramado con el volumen es inversa al teatro: en este caso, el volumen no está suspendido, sino apoyado sobre la estructura, y se constituye así como un elemento desvinculado y autónomo en relación con la base. Si comparamos este edificio en altura con la Sede do Instituto de Previdência do Estado Guanabara (1957) [f.185], otro edificio de oficinas en altura proyectado tan sólo dos años antes y de similares características, podemos observar cómo la gran diferencia desde el punto de vista de la expresión estructural radica en la interlocución del piloti con el volumen que apoya sobre él. En realidad, este entramado de pilares y vigas no es otra cosa que un piloti desarrollado de tal forma que separa de manera explícita los elementos estructurales que lo componen, dando lectura a todas las unidades que conforman el entramado. Para ello utiliza varios recursos. Con la intención de marcar la separación de cada elemento horizontal, extiende las vigas más allá del límite del zuncho perimetral con el objetivo de remarcar su carácter unitario y tectónico. Por otro lado, el contacto entre las vigas en disposición perpendicular no se sitúa exactamente en el mismo nivel, sino que el entramado longitudinal se encuentra ligeramente más bajo que el transversal. De esta forma, el maclado - falso maclado - queda patente. Por último, deja clara la independencia de los pilares con respecto a las vigas constituyéndolos de forma piramidal y colocando una rótula entre viga y apoyo, componiendo de la forma más delicada el punto de carga del pilar. A pesar de separar las unidades,



[f.185]

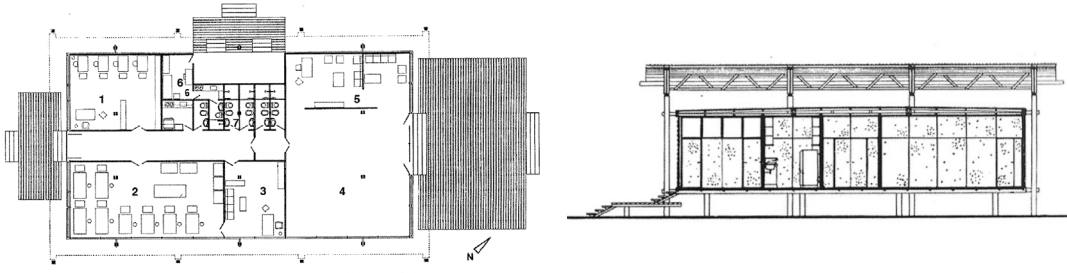
Vista de la Sede do
Instituto de Previdência
do Estado Guanabara.
A.E.Reidy. 1957

todo el entramado del piloti tiene una lectura global, y se convierte en un dispositivo que sirve para hacer de articulación entre los volúmenes que componen el edificio. La intención parece clara. Como en el Teatro Rural, Reidy compone el volumen arquitectónico en base a dos cuerpos prismáticos, uno de carácter horizontal y otro vertical. La fuerte expresividad del piloti separa claramente el volumen superior de su apoyo. Al mismo tiempo, el propio piloti alberga parte del volumen horizontal, que se extiende por la parte trasera del edificio. La independencia de los dos cuerpos con el basamiento es tal que el volumen principal ni siquiera tiene continuidad estructural con la base. Como puede apreciarse en la sección y en la planta estructural, los pilares que sustentan las planta superiores no tienen continuidad ni en planta ni en sección con las columnas del piloti, lo que explica y justifica el tamaño del entramado de la base para hacer la transmisión de cargas y hace coherente la separación compositiva entre ambos cuerpos. Tanto el proyecto del Teatro Rural como el del Banco de Londres establecen dos nuevos planteamientos en el que la expresión estructural es utilizada de manera compositiva, potenciando la independencia de la forma cúbica, pero en detrimento de su claridad y simplicidad. De algún modo, cuando el volumen puro se justifica por su propia forma, el sistema estructural no desaparece, pero acaba convirtiéndose en un recurso compositivo que hace de articulación de la composición.



[f.186-187]

Planos y maqueta de la
Sede del Servicio Técnico
Especial de Lagoas.
A.E.Reidy. 1957



El pabellón sede del Servicio Técnico Especial de Lagoas (1957) [f.186-187] parece reconciliar en cierta forma este conflicto. Como los dos anteriores, el proyecto consta de dos elementos claramente diferenciados: una superestructura en parasol de aluminio y un cuerpo rectangular de madera elevado sobre puntales de 1,2 m de altura. Las características básicas del volumen y su relación con la estructura que lo acoge tiene cierta relación con el MAM: levedad, pureza de formas y transparencia de un espacio delimitado por una estructura que lo envuelve. La cubierta protectora que lo cubre, formada por tres unidades de celosía metálica de sección ojival, recuerda de manera directa al proyecto no ejecutado de Le Corbusier para el pabellón francés de la Exposición Universal de 1939. Cada unidad de cubierta se apoya sobre cuatro pilares centrales, de modo que cada una es estructuralmente independiente. No obstante, formalmente quedan unidas a través de los canalones de evacuación de aguas, creando así una composición en serie. Como si de un gran “paraguas” se tratara, la función principal de este conjunto será la protección climática del volumen inferior. Los pilares metálicos de la cubierta pasan rasantes a la fachada, así como por el centro del volumen, que aprovecha la misma estructura para conformar su forjado de cubierta. La plataforma elevada que sirve de suelo funciona de manera independiente y se apoya en un entramado sencillo de vigas de madera colocadas sobre pequeños pilotes. No obstante, también apoya su perímetro en los mismos pilares metálicos de la cubierta. Comparado con el MAM, no existe

en este caso una estrategia estructural tan potente y conceptualmente redonda desde todos sus ángulos, pero tratándose de un pabellón de presupuesto reducido y carácter provisional, resuelve de manera inteligente la simbiosis entre los dos cuerpos que lo conforman, estableciéndose esta vez una relación de protección entre estructura y volumen habitado.

Si la estructura, desde su salida al exterior de la envolvente, confina en su interior (MAM), sustenta (Teatro Rural), soporta (Banco de Londres) o protege (Pabellón de Lagoas) al volumen de la envolvente, en la Casa de Fin de Semana (1959) [f.188-189] el arquitecto establece una nueva relación entre ambos elementos: La estructura delimita el volumen unitario dentro de su espacio.

“La casa tiene planta cuadrada de 10 por 10 metros y comprende sala de estar, habitación, baño, despacho y cocina. Esta suspendida por encima del suelo por una estructura externa de hormigón armado”.²¹⁹

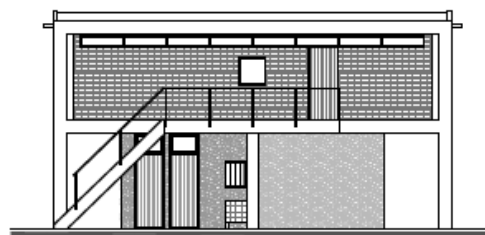
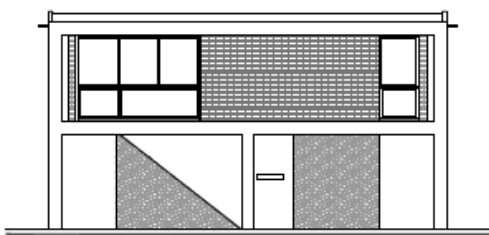
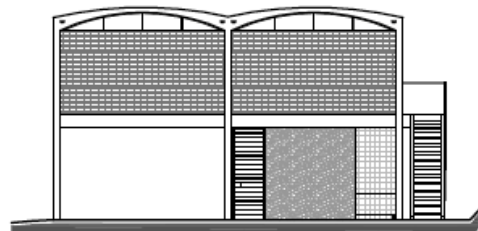
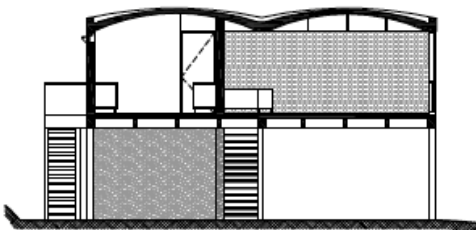
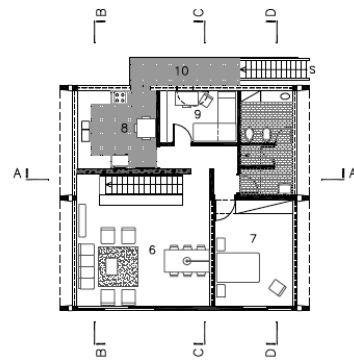
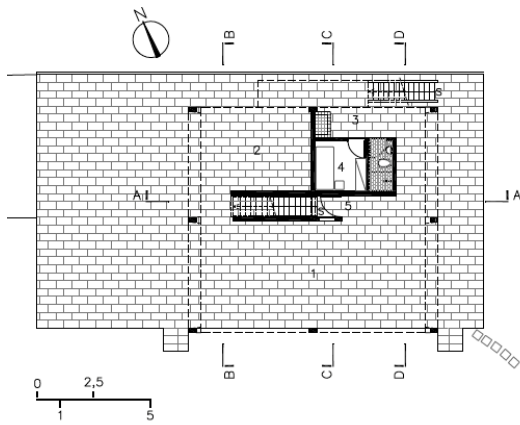
Analizando este comentario de Reidy, se resalta el hecho de diferenciar la “casa” de la “estructura externa”, como si de dos elementos diferentes se tratase. La estructura, efectivamente, totalmente externalizada, se destaca por su sobriedad: no existen voladizos, ni grandes vanos, ni expresivas formas

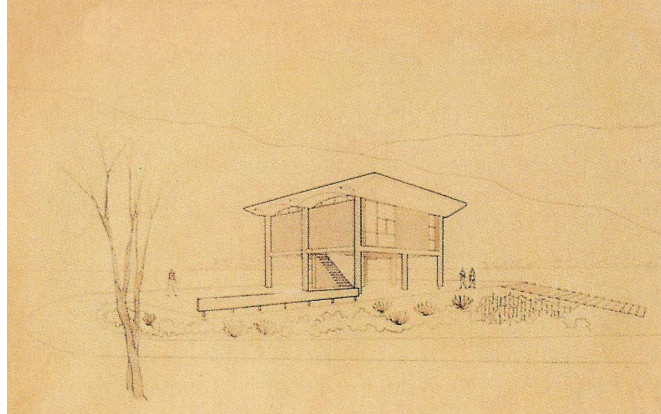
²¹⁹ Affonso Eduardo Reidy en Irma Arestizabal y Oswaldo Nakazato, orgs. *Affonso Eduardo Reidy* (Rio de Janeiro: Solar GranJean de Montigny – PUC).102



[f.188-189]

Vista de la fachada lateral y planos de la Casa de Fin de Semana del arquitecto. A.E.Reidy. 1959





[f.190]

Primera versión de la Casa de Fin de Semana del arquitecto.

estructurales. A simple vista, lo único que la distancia del puro esqueleto ortogonal son las dos bóvedas de hormigón que sirven de cubierta y cerramiento superior. Por su materialidad - ladrillo, hormigón - y la forma de la cubierta, tiene una fuerte relación con el programa residencial en la obra de Le Corbusier, destacándose, con grandes diferencias, la Casa de Fin de Semana, o casa Henfel (1935), donde Le Corbusier hace uso de la misma forma abovedada para definir la cubierta de la vivienda. No obstante, puede apreciarse en bocetos de versiones anteriores cómo la cubierta se componía inicialmente de una forma diferente, con las mismas bóvedas, pero representadas en el negativo en un gran “sombrero” de hormigón [f.190], de forma lejanamente similar a las rotundas y pesadas cubiertas de las Casas Jaoul (1951). Dentro del espacio que genera el esqueleto, pero sin llegar a tocarse, el muro de cerramiento corre paralelo e independiente, conformando un volumen separado de la estructura. La relación entre ambos cuerpos pasa a ser entonces cuestión de leves sutilezas de contacto que sólo pueden percibirse en pequeños detalles y desde diferentes ángulos: desde las fachadas laterales, la línea de cerramiento es totalmente ciega y pasa continua por detrás de los pilares, a tan sólo unos centímetros de distancia. El forjado donde apoya también queda retranqueado de los pilares y alineado al cerramiento. La cubierta, sin embargo, no repite la misma operación, llegando hasta el lado exterior de los pilares. El resultado de este juego de alineamientos es la jerarquización de la estructura, que crea un pórtico estructural de doble



[f.190a]

Vista general donde se puede apreciar el entramado que forma el forjado.

altura que parece contener dentro de su delimitación un volumen de cerramiento.

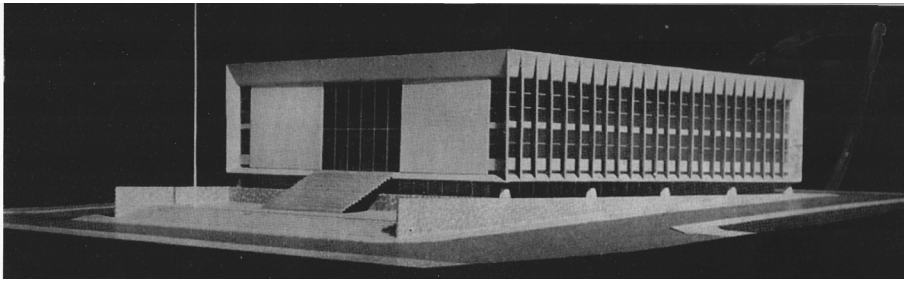
Observando el forjado de apoyo desde la planta baja liberada [f.190a], vemos cómo se materializa como un entramado ortogonal de vigas de hormigón sobre las que apoya una losa constituida por elementos prefabricados. A pesar de ser del mismo material, el entramado estructural y las losas parecen pertenecer a cuerpos diferentes por su modo de construcción. Bajo un punto de vista conceptual podemos hacer una lectura en la que la losa prefabricada podría pasar a ser parte del volumen de cerramiento en su cara inferior, potenciando así la lectura de un volumen independiente apoyado sobre un entramado de vigas.

Al observar la cubierta, con la misma intención de marcar la separación entre cerramiento y estructura, las dos bóvedas de la cubierta parecen despegarse del muro en una operación que recuerda a los vestuarios del Pedregulho, pero de significado totalmente distinto: Si en los vestuarios la cubierta apoya sobre el elemento portante, en la Casa de Fin de Semana, donde queda patente que el cerramiento no constituye el apoyo, se evidencia la total independencia de cubierta y cerramiento. El intersticio entre ambos elementos se resuelve con ventanas que permiten la entrada de luz al interior, manteniendo además la

pureza del volumen prismático del cerramiento de ladrillo. En el interior, la distribución de los muros de la sala principal sigue la filosofía de los cerramientos: su altura es la misma, desvinculando las formas abovedadas de cualquier relación con el volumen habitable. No ocurre lo mismo en las áreas de servicio, donde las paredes necesariamente tocan la cubierta por una cuestión funcional.

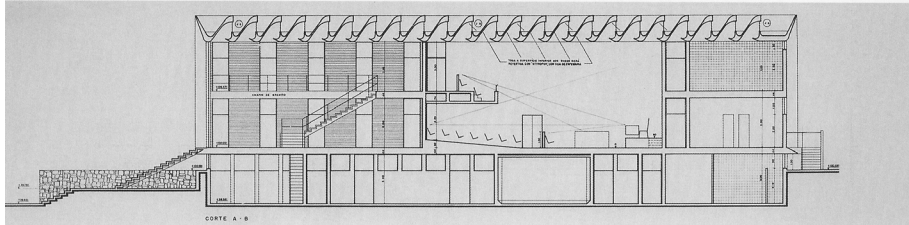
Observando ahora la vivienda desde sus fachadas frontales observamos cómo el cerramiento contacta estrechamente con el esqueleto estructural, alineándose además con la estructura en su parte externa. A pesar de ser una relación totalmente distinta, el desligamiento de los pilares laterales, que se aprecia principalmente desde esta cara, le continúa otorgando una independencia volumétrica al prisma que constituye el interior de la vivienda. La fenestración en estas fachadas no empaña la lectura del cerramiento como un único volumen.

Como vemos, el acercamiento entre cerramiento y estructura en la casa del arquitecto aumenta exponencialmente la complejidad de las relaciones entre ambos elementos, que se acercan cada vez más, pero mantienen su separación de facto. En este caso, además se aprecia cómo el volumen condiciona sus dimensiones según los límites de la estructura, de forma que ésta recupera su condición formal y delimitadora de la forma arquitectónica. Por otro lado, la



[f.191-192]

Maqueta y sección longitudinal del Fórum de Piracicaba. A.E.Reidy. 1962



expresividad de la estructura en hormigón se habrá ido simplificando, reduciendo la riqueza formal en un objetivo claro de sintetización del elemento estructural hasta reducirlo a su esencia. No obstante, su protagonismo tanto en la configuración de la forma como en la conceptualización del proyecto continuará vigente más que nunca.

El Forum de Piracicaba (1962) [f.191-195], ejemplifica quizá el final de un proceso de compactación volumétrica y relaciones posibles entre cerramiento y estructura. Todo el programa se unifica finalmente bajo un único volumen, elevado sobre pilotis, conformado por una estructura de tipo porticado donde los elementos estructurales de hormigón armado, además de cumplir su función, se especializan en diferentes funciones: los pilares se configuran como un brise soleil de protección solar, mientras que las vigas de cubiertas se convierten en un lucernario que crea entradas de luz cenital y resuelve la evacuación de las aguas al mismo tiempo.

A diferencia de otros pórticos proyectados por Reidy, el apoyo no se produce sobre el terreno, sino sobre “unas grandes vigas estructurales a lo largo de ambas fachadas que sobre apoyos articulados reciben la carga transmitida por las placas del brise soleil”.²²⁰ De esta forma se produce el cierre de la volumetría cubica

²²⁰ Affonso Eduardo Reidy en Bonduki. “Affonso Eduardo Reidy”. 208



[f.193-194]

Fórum de Piracicaba.
A.E.Reidy. 1962

Vista interior, donde se aprecia el lucernario estructural.

Pilares piramidales de apoyo del edificio.

por su parte inferior, conformando un gran cubo estructural acostillado y apoyado sobre un piloti piramidal de espíritu miesiano.²²¹ Esta vez, las grandes vigas que aparecían en el Banco de Brasil para crear la plataforma de apoyo habrán sido absorbidas por la volumetría, no apareciendo un elemento de articulación entre volumen y apoyos. Tampoco existen volúmenes complementarios. El espacio semienterrado entre el cubo y el terreno sirve para aumentar el programa solicitado. Reidy utiliza de esta forma un intersticio espacial para ocupar programáticamente este espacio sin necesariamente componer otro volumen.

Siendo prácticamente en su totalidad una caja estructural, el cerramiento se limita aquí a rellenar los intersticios entre soportes estructurales. No obstante, y como exponía Conduru al inicio del capítulo, el sistema estructural y el cerramiento se continúan pudiendo distinguir de manera clara. En este sentido, se aprecia como, estando en el mismo plano, la estructura pasa aquí a cumplir otras funciones arquitectónicas complementarias y no de carácter estructural, como la de brise-soleil o lucernario.

²²¹ El volumen puro apoyado sobre pilotis de forma piramidal del Forum de Piracicaba nos remite directamente al proyecto para el Convention Hall de Chicago (1954).



[f.195]

Fórum de Piracicaba.
A.E.Reidy. 1962

Vista externa del edificio
construido.

El recorrido establecido por el cerramiento y estructura desde el MAM hasta Fórum de Piracicaba puede entenderse como el proceso por el cual Reidy realiza un camino inverso a la elementalización. Las volumetrías compositivas comienzan a agruparse dentro de volúmenes mayores, desapareciendo los elementos singulares. Otros elementos arquitectónicos, como rampas y accesos de formalización libre y expansiva, adquieren aquí un ímpetu más discreto y rígido, encuadrado dentro de la lógica establecida por la volumetría. Al mismo tiempo, el partido estructural independizado en el MAM irá sufriendo un nuevo proceso gradual de fusión con el cerramiento, llegando a encontrarse de nuevo en el mismo plano que limita la volumetría, pero quedando cerramiento y sistema estructural claramente diferenciados. Por último, mantendrá la materialidad del hormigón en cuanto a textura, no preocupado en exceso sobre el tratamiento superficial de éste, pero contraponiéndolo frente al resto de materiales que componen el cerramiento.

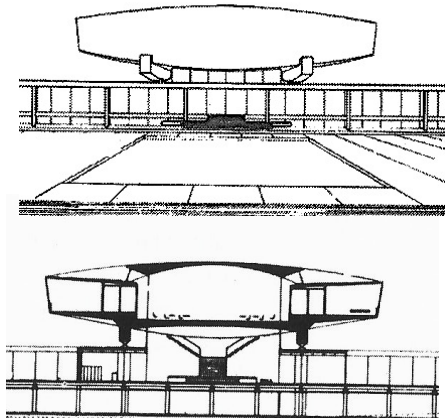
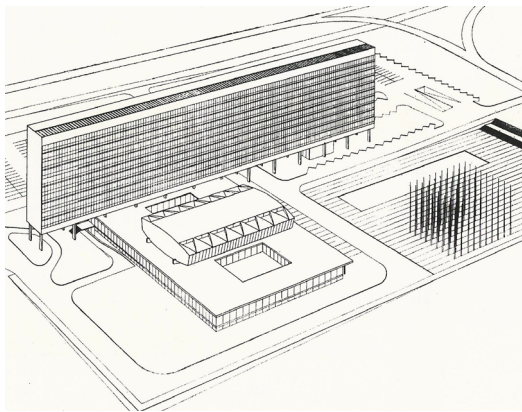
4.4. HACIA UNA FUSIÓN TOTAL DE ENVOLVENTE Y ESTRUCTURA.

Uso de láminas estructurales de hormigón armado en sus últimos proyectos.

Las láminas estructurales de hormigón constituyen, por su propia naturaleza superficial y estructural, la expresión arquitectónica que fusiona el sistema portante y el volumen arquitectónico. Bajo este punto de vista, el uso de láminas estructurales en los últimos proyectos de Reidy suponen un coherente punto final en el proceso de fusión entre cerramiento y estructura que recorre toda la trayectoria del arquitecto.

No obstante, como hemos visto, Reidy ya habrá utilizado desde sus primeros proyectos láminas de hormigón que se estructuran por sí mismas, principalmente en forma de cascarones abovedados de hormigón. La diferencia radica entonces en que en ningún caso de los expuestos la bóveda resuelve la totalidad del cerramiento, limitándose únicamente a conformar la cubierta y necesitando el auxilio de otros elementos para poder completar la volumetría del objeto. Dicho de otro modo, la estructura laminar de hormigón armado cumplía la función de cubierta, pero no de cerramiento.

Frente a las formas curvas, los pliegues de hormigón, que aparecen ahora por primera vez, permiten a la lámina adaptarse a mayores situaciones geométricas



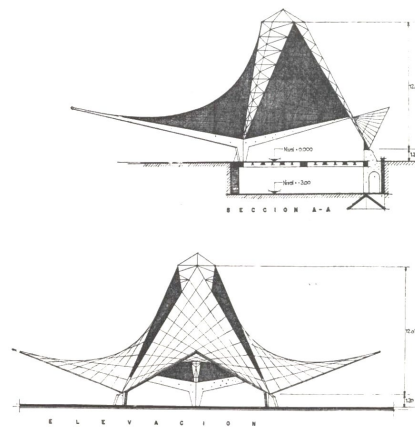
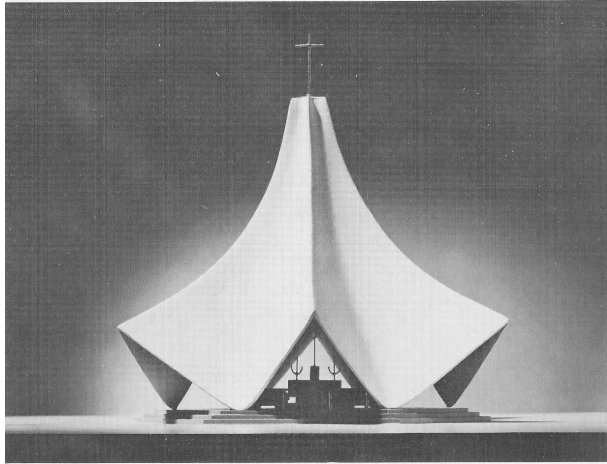
[f.196-197]

Perspectiva y planos del auditorio para el proyecto de la Sede de la Organización Mundial de la Salud, OMS. A.E.Reidy. 1960

y cohesionar bajo su lógica estructural todo elemento constituyente del edificio. Los primeros proyectos en los que Reidy comienza a utilizar láminas plegadas comienzan a partir de 1960.²²² Esta fecha no es nada casual, y corresponde con la eclosión mundial del uso de láminas plegadas en hormigón. De hecho, las fechas de construcción de este tipo de obras son tan simultáneas que resulta altamente importante contextualizarlas cronológicamente de manera precisa.

El proyecto para la Sede de la Organización Mundial de la Salud, OMS, (1960) [f.196-197] se compone de nuevo de un gran bloque lineal administrativo de volumetría pura que es atravesado en sus pilotis por otro bloque horizontal de carácter también ortogonal. Apoyado sobre éste último, aparece el objeto más representativo del conjunto, un volumen autónomo de forma almendrada que alberga la sala de reuniones del consejo ejecutivo. Si observamos los pocos planos de los que se dispone, podemos observar como la parte inferior de este cuerpo, que está en voladizo, parece estructurarse por un sistema de láminas dobladas de características muy similares al basamento del U.I Assembly Hall (1959-63) [f.87], de manera que un pliegue de gran tamaño se empotra en la viga longitudinal y va disminuyendo su canto hasta convertirse en una línea horizontal en la fachada, configurando con esta forma afinada la volumetría almendrada

²²² Se pueden exceptuar algunos recursos estructurales plegados de carácter menor, como por ejemplo la escalera del MAM, pero su uso no estará vinculado al sistema portante ni al cerramiento del edificio.



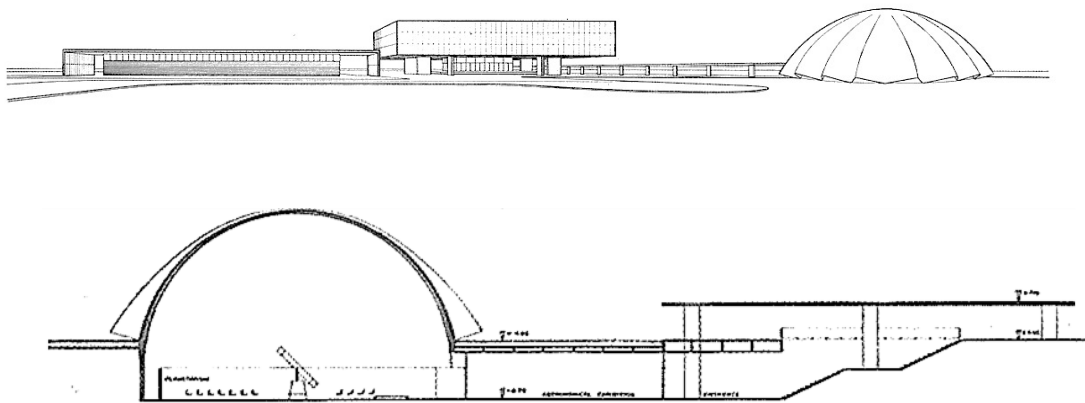
[f.198-199]

Capilla en São Paulo, de A.E.Reidy (1960)

Capilla San Vicente de Paul (1958-60) de Félix Candela.

del objeto. La parte superior se estructura de forma muy similar. La forma generada por el “grecado de hormigón” permite además la entrada de luz por la parte superior de la sala. La cubierta central se configura como una gran bóveda que contrarresta los momentos generados por los voladizos. No existe prácticamente información sobre este proyecto, pero no hay duda de que ya hacía uso estructural de un sistema plegado, aplicándolo además en voladizo, lo que muestra de forma más expresiva su potencialidad estructural.

Una capilla no construida y proyectada el mismo año en São Paulo [f.198] es uno de los raros testimonios de Reidy en los que experimenta con estructuras laminares de doble curvatura. La capilla se compone de 4 lóbulos cóncavos iguales que se solidarizan unos con otros para equilibrarse estructuralmente. Salvando las distancias, la capilla tiene parecido formal con la capilla de San Vicente de Paul (1958-60) de Félix Candela [f.199], pero el paralelismo desaparece tan pronto como se analiza el funcionamiento estructural. En el caso mexicano los tres lóbulos no llegan a tocarse, dejando pasar la luz a través de las juntas y evidenciando su independencia unitaria. Además, mientras en la capilla de São Paulo los lóbulos se apoyan unos sobre otros, creando una unidad que se basa en la relación a compresión en la unión de cada una de las partes, en el caso de la capilla mexicana, debido a los grandes vuelos de las láminas, se equilibran por contrapeso, existiendo esfuerzos de tracción en la parte central. En



[f.200]

Alzado y sección del proyecto para el Museo Nacional de Kuwait. A.E.Reidy. 1960

definitiva, mientras el funcionamiento estructural del proyecto de Reidy se basaría en el de un cúpula de arcos invertidos, la capilla de Candela nada tiene que ver con ese funcionamiento, más similar a un simple castillo de naipes.

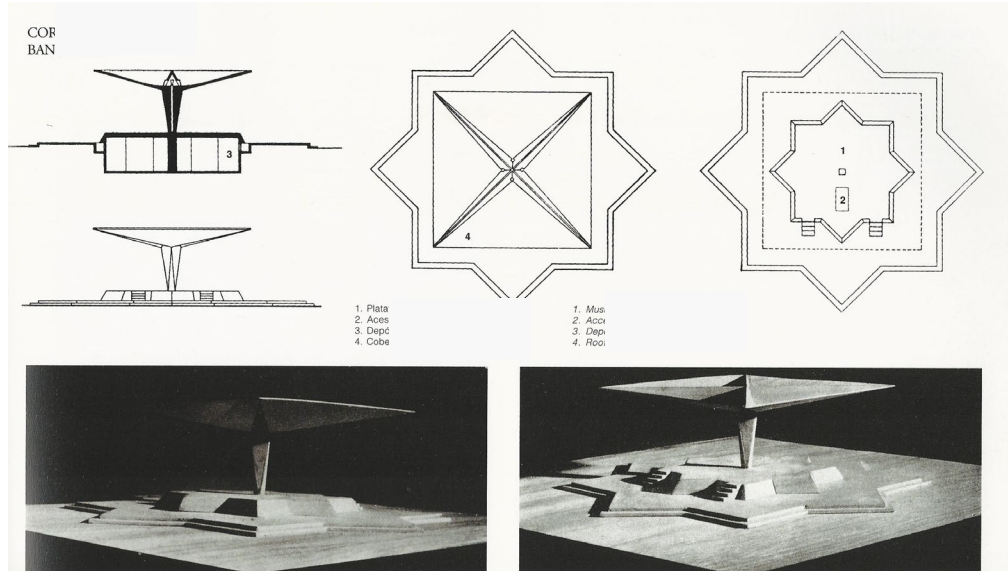
En su último concurso, también de 1960, Reidy vuelve hacer uso de láminas estructurales de hormigón para el proyecto del Museo Nacional de Kuwait (1960) [f.200]. Esta vez se trata de un cascarón de dieciséis lóbulos convexos que conforman la bóveda del planetario “como una concha apoyada sobre la superficie del lago”.²²³

A pesar de no tener información gráfica suficiente, podemos encontrar en la descripción de la memoria de Reidy más detalles de interés sobre los recursos estructurales propuestos:

“ (...) el Departamento Cultural y Administrativo (...) fue proyectado sobre una plataforma de 80 cm sobre el terreno que se extenderá sobre la superficie del lago. Será circundado por una columnata apoyada sobre una ancha cubierta que protegerá las superficies acristaladas de los rigores del Sol. Esta cubierta será un losa tipo champiñón”.²²⁴

²²³ Affonso Eduardo Reidy en Nabil Bonduki, “Affonso Eduardo Reidy”. 202

²²⁴ Affonso Eduardo Reidy en Nabil Bonduki, “Affonso Eduardo Reidy”. 202



[f.201-202]

Planos y maqueta del Coreto. Aterro do Flamengo. A.E.Reidy. 1962

Más adelante, describe la cubierta del Departamento de Tierra:

“Para este edificio fue proyectada una cubierta de lámina fina de hormigón armado, en forma de acordeón, que permite vencer grandes vanos económicamente y que tendrá la función de un gigantesco parasol, donde quedará suspenso, por medio de tirantes de acero, el techo del museo, evitando la presencia de columnas en el interior de los locales de exposición”.²²⁵

De nuevo, la falta de definición gráfica no nos permite establecer con claridad la estrategia estructural de estos dos elementos de cubierta. Sólo se dispone de su descripción. Sin embargo, tanto la capilla como los dos concursos descritos muestran el interés del arquitecto por la investigación con nuevos sistemas estructurales en lámina de hormigón, que se establecen siempre a partir de la composición de geometrías elementales formando superficies estructuradas. Justamente, esta geometrización necesaria para estructurar las láminas tendrá consecuencias en la volumetría arquitectónica: a pesar de seguir estando basadas en formas puras de carácter geométrico, la descomposición en elementos menores conferirá al volumen un dinamismo y expresividad no visto anteriormente.

²²⁵ Affonso Eduardo Reidy en Nabil Bonduki, “Affonso Eduardo Reidy”. 202



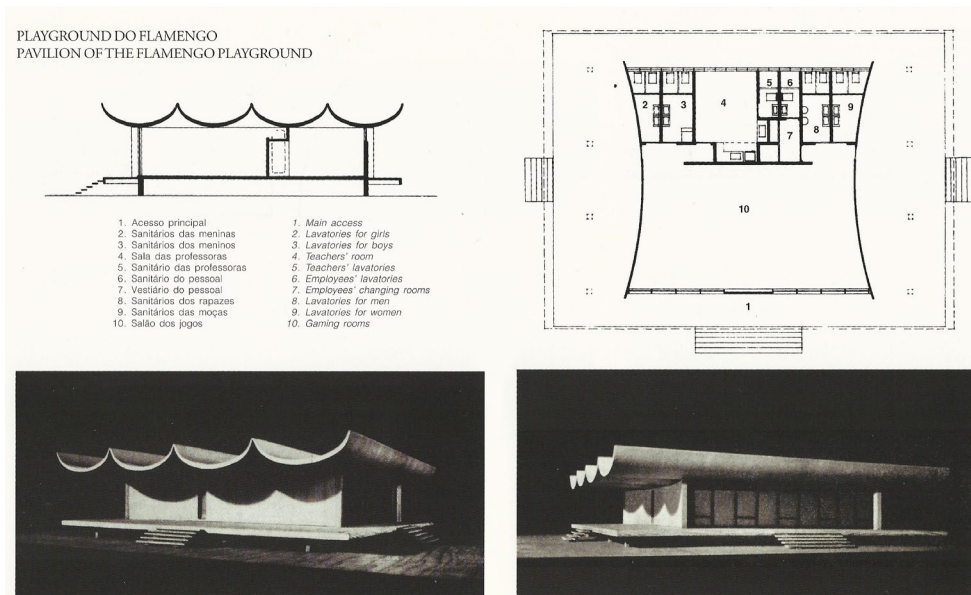
[f.203]

Vista del Coreto. Aterro do Flamengo. A.E. Reidy. 1962

Sin abandonar el carácter fuertemente unitario de proyectos anteriores, los pabellones construidos en el Aterro do Flamengo se componen a base de repeticiones geométricas menores. Esta vez, se define la forma arquitectónica mediante la lógica del pliegue o la curva, obteniendo superficies que compondrán el volumen y la estructura de los objetos al mismo tiempo. En el Coreto [f.201-203] el módulo es triangular, obtenido por el facetado progresivo de las piezas de hormigón, en el pabellón do Flamengo [f.204-206] es la curva lo que modula las paredes estructurales y las bóvedas invertidas de la cubierta. Finalmente, en el pabellón do Morro da Viúva [f.207-209], el volumen se da por la combinación de placas triangulares y trapezoidales, formando una compleja trama geométrica que se deforma en la cubierta.²²⁶

Yves Bruand, enumera algunas características que a su modo de ver definirían la última etapa de Reidy, que identifica principalmente con los pabellones, a pesar de englobar bajo este periodo todas las obras a partir del MAM. Según escribe, el equilibrio entre factores funcionales y formales, que habría caracterizado su trayectoria anterior, se perdería en esta última etapa dejando entrever una nueva inclinación de la balanza hacia los factores más formales. Esta preocupación por la forma se manifiesta frecuentemente por la adopción de

²²⁶ Masao Kamita, *Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy*. 157



[f.204-205]

Planos y maqueta del Pabellón do Flamengo. Aterro do Flamengo. A.E.Reidy. 1962

diseños geométricos regulares como vocabulario de base.²²⁷ Las formas arquitectónicas del pabellón del Morro da Viúva y do Flamengo, según el historiador, ni tan siquiera responderían a motivos estrictamente estructurales, tachando los edificios de mero formalismo sin ninguna lógica racional.²²⁸

Para Reidy, toda forma constructiva necesita una justificación, que vendrá dada por la lógica estructural bien entendida, asumiendo en tal caso que las formas altamente marcadas de los pliegues de hormigón podrían ser perfectamente correctos y pertinentes. Cualquier lógica estructural justificada será susceptible de ser válida siempre y cuando sea funcional en el contexto del proyecto. Desde esta base científica es desde donde la forma del pabellón tomará, en tal caso, un aspecto formal válido. La nueva ecuación que se introduce esta vez será la naturaleza de la lámina de hormigón estructurada como una herramienta intelectual que define estructura y forma al mismo tiempo. El sentido de la lógica de trabajo se habrá invertido con respecto a sus primeros proyectos: el hormigón no será nunca más una herramienta al servicio de la forma pura y esquelética, sino que ésta quedará condicionada por propiedades intrínsecas del material bajo sus potencialidades estructurales propias.

²²⁷ Bruand, *Arquitetura Contemporânea no Brasil*. 241

²²⁸ Yves Bruand, *“Arquitetura Contemporânea no Brasil”*. 241



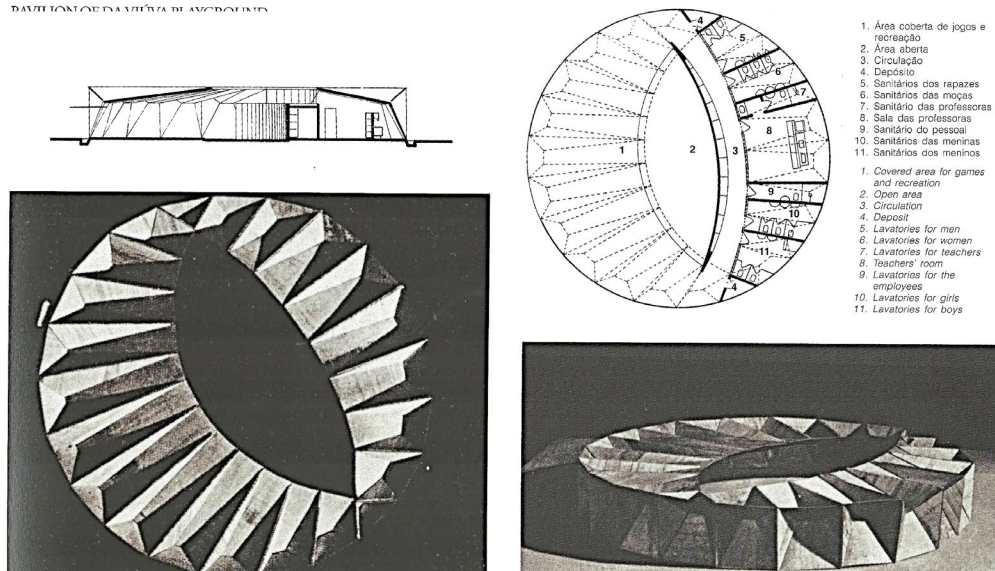
[f.206]

Vista del Pabellón do Flamengo. Aterro do Flamengo. A.E.Reidy. 1962

De entre los pabellones construidos en el Aterro, el carácter volumétrico del pabellón del Morro da Viúva parece representar más claramente el proceso por el cual el cerramiento y estructura quedan fusionados en un solo elemento superficial. No se trata por tanto de una “nueva inclinación formal”, como escribe Bruand, sino de un nuevo diálogo establecido entre ambos elementos bajo la naturaleza de las láminas plegadas. En esta nueva etapa, las superficies plegadas del pabellón del Morro da Viúva establecen la relación más estrecha que cerramiento y estructura pueden llegar a tener, configurando ambos elementos bajo un único cuerpo que no preservará esta vez distinción alguna. En todo caso, la forma arquitectónica la dará el elemento plegado en su condición de estructura y no de cerramiento, pudiendo entonces establecer una jerarquía en la relación: La estructura define la forma, pero por su condición superficial, cumple como elemento de cerramiento. Esta jerarquía queda patente en la forma en la que las puertas de entrada, únicos elementos de cerramiento exterior que no son muros de hormigón, quedan supeditadas a la geometría de la estructura.

El pabellón do Flamengo y el Coreto nos dan pistas sobre la manera en que Reidy experimenta diferentes opciones bajo las mismas reglas de juego: de la misma forma que el proceso de elementalización descomponía el programa en varias unidades volumétricas, el pabellón do Flamengo parece descomponer la

PAVELLON DO MORRO DA VIUVA DE ATERRO DO



1. Área coberta de jogos e recreação
 2. Área aberta
 3. Circulação
 4. Depósito
 5. Sanitários dos rapazes
 6. Sanitário das moças
 7. Sanitário das professoras
 8. Sala das professoras
 9. Sanitário do pessoal
 10. Sanitários das meninas
 11. Sanitários dos meninos
1. Covered area for games and recreation
 2. Open area
 3. Circulation
 4. Deposit
 5. Lavatories for men
 6. Lavatories for women
 7. Lavatories for teachers
 8. Teachers' room
 9. Lavatories for the employees
 10. Lavatories for girls
 11. Lavatories for boys

[f.207-208]

Planos y maqueta del Pabellón do Morro da Viuva. Aterro do Flamengo. A.E.Reidy. 1962

volumetría en unidades geométricas estructurales unitarias, no formando parte de un único cuerpo superficial como en el anterior pabellón, sino estableciendo una relación tectónica de equilibrio entre las diferentes partes. Bajo la misma lógica de estructura laminar, Reidy muestra otras relaciones volumétrico-espaciales posibles: al descomponer el volumen en piezas, el proyecto pierde solidez y adquiere la propiedad expansiva de la etapa anterior: "(...) cuando el perfil viene dado por los planos, la volumetría se expande sobre el terreno".²²⁹

En el caso del conocido como Coreto, un pabellón con una función de quiosco de música, la atención debe centrarse tanto en la geometría que lo compone como en su tipología estructural: la forma en paraguas nos obliga inevitablemente a recordar la descripción de la cubierta del Departamento de Cultura y Administrativo de Kuwait (una cubierta a base de unidades tipo "champiñón" con la que Reidy pretendía cubrir todo el edificio) para intuir el camino que el arquitecto pudiera estar queriendo seguir en sus experimentaciones. Sin embargo, lo más llamativo es cómo esta tipología, altamente repetida en proyectos de los años 50 y 60, se configura estructuralmente de una forma nunca antes vista: Reidy utilizará de nuevo los pliegues de hormigón para constituir este paraguas, utilizando geometrías triangulares que se pliegan y encajan entre sí. Por su propia forma, no puede sino ser un elemento expansivo espacialmente.

²²⁹ Conduru, "Razão em forma: Affonso Eduardo Reidy e o espaço arquitetônico moderno". 29



[f.209]

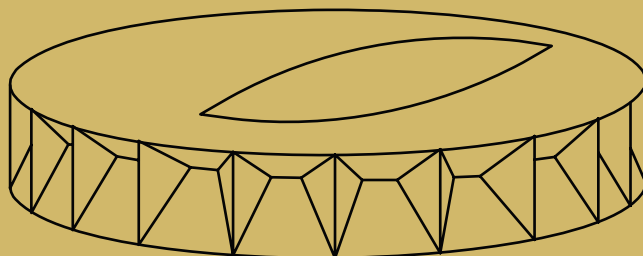
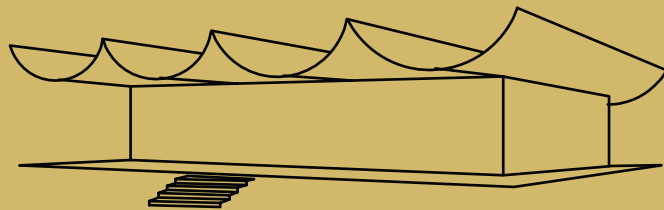
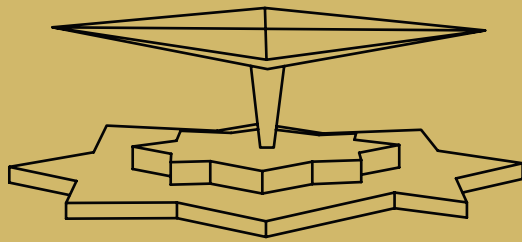
Vista del Pabellón do
Morro da Viuva. Aterro do
Flamengo. A.E.Reidy. 1962

Resulta, en ese sentido, muy llamativo como el mismo sistema estructural crea morfologías marcadamente dispares, lo que confirma su flexibilidad y adaptación a los diferentes programas que se requieren.

Los pabellones del Aterro no son elementos aislados e inconexos. Se integran claramente en la trayectoria seguida por Reidy a lo largo de su carrera y suponen una nueva relación entre cerramiento y estructura. Al mismo tiempo, los dispares planteamientos de cada pabellón les confieren una riqueza estructural y compositiva que demuestra su versatilidad como sistema estructural, que en ningún momento pierde su cualidad estructuro-superficial. Son la verificación construida de planteamientos que Reidy apenas había empezado a proyectar desde el año 60, representados únicamente sobre el papel o descritos en sus propios textos. Los pabellones se convierten de esta forma en ejercicios, ensayos, oportunidades de construir estructuras y morfologías que, bajo la condición lúdica del programa solicitado, permiten al arquitecto establecer en el Aterro un banco de pruebas para futuros sistemas constructivos que no pudieron ser construidos posteriormente.

5

LOS PABELLONES DEL ATERRO DO FLAMENGO





[f.210]

Imagen aérea del Aterro do Flamengo

5.1 ESCENARIO

EL PARQUE DEL ATERRO DO FLAMENGO

“Mira todos estos nuevos territorios conquistados al mar. Contempla la maravilla del Aeropuerto Santos Dumont, observándolo con esta visión ampliada de la arquitectura que va más allá del edificio como un hecho aislado. Todo eso es el desmantelamiento de Morro do Castelo, transformando todo ese territorio con la ingeniería adecuada, creando esa plataforma sobre el mar, haciendo un aeropuerto dentro de la ciudad. Una reflexión sobre todo esto instala, en el contexto de la arquitectura brasileña, un pensamiento sobre las virtudes de una naturaleza que aparece a través de estas transformaciones. Por lo tanto, este hermoso Río de Janeiro es mucho más hermoso que su simple paisaje: es hermoso por los aterros, por los jardines, por el museo, por el aeropuerto, por la apertura de las avenidas”.²³⁰

El parque de Flamengo supone sin duda uno de los éxitos más sobresalientes del urbanismo moderno brasileño. La conquista de más de un millón de metros cuadrados de territorio al mar mediante el desmonte de varias montañas, que liberan a su vez un gigantesco espacio en el centro de la ciudad, representa la acción del hombre sobre el territorio, su manipulación a través de la técnica. Como apunta Paulo Mendes da Rocha, la belleza de Río de Janeiro va más allá de su propia naturaleza. Los espacios creados por la civilización, la abertura de

²³⁰ Paulo Mendes Da Rocha en José María García del Monte, *De las posibilidades arquitectónicas del pretensado*. (Tesis de doctorado. Dept. de Proyecto Arquitectónicos. ETSAM- UPM-2010). 348



[f.211-213]

Imágenes del proceso de desmonte del Morro do Castelo, que libera grandes explanadas en el centro de la ciudad y permite la creación del Aterro.

avenidas, los aterros conquistados al mar, la utilización de su propia materia para manipularla, es lo que la hace más bella a ojos del hombre y crea en el arquitecto brasileño una conciencia sobre la posibilidad de modificar su naturaleza.

El Aterro supone la construcción de un elemento capaz de vertebrar muchos otros proyectos que quedan con él articulados: El desmonte del Morro de Santo Antonio y do Castelo, la apertura de la avenida perimetral y la avenida Río Branco, la construcción del aeropuerto Santos Dumont, el Museo de Arte Moderno, la transformación del Passeio Público, el Outeiro da Gloria, el Monumento a los Muertos de la II Guerra Mundial, la conexión del sur de la ciudad con su centro... El parque es una infraestructura capaz de tejer todos estos proyectos y muchas otras cuestiones al mismo tiempo. Pero principalmente es un inmenso espacio indeterminado, verde, eminentemente urbano, civilizado y moderno que devuelve la línea marítima a la ciudad y genera un nuevo espacio público donde sólo había agua.

La experiencia adquirida por Reidy durante sus años de trabajo junto a Agache y su posterior paso por el Departamento de Urbanismo de la *Prefeitura* son dos factores que resultan clave para el desarrollo del parque de Flamengo. Reidy da continuidad con este proyecto a conceptos ya planteados por el arquitecto

M³ D_ desmontar
M² A_ aterrar
M P_ perfurar

01. túnel marfim de sã date 1977 size 304m	02. lagoa da serfinela date 1779 area 8 168m ²	03. morro do senado date 1880 volume 6 005 960m ³	04. túnel joão ricardo date 1921 size 293m
06. túnel nina rabha date 2013 size 80m	05. mergulhão z. portuária date 2015 size 1 480m ²	07. região portuária date 1910 area 175 000m ²	08. lagoa da pavuna date 1749 area 23 913m ²
10. morro do castelo date 1920 volume 10 847 760m ³	11. morro santo antônio date 1950 volume 11 259 960m ³	12. lagoa do boqueirão date 1780 area 55 866m ²	13. lagoa do desterro date 1643 area 23 421m ²
16. túnel santa bárbara date 1963 size 1 357m	10. túnel noel rosa date 1970 size 720m	17. túnel rebouças date 1962 size 2 800m	18. túnel do pasmado date 1952 size 220m
20. túnel velho date 1892 size 182m	21. túnel major rubens vaz date 1963 size 220m	22. túnel sa freire atvim date 1960 size 325m	23. lagoa rodrigo de freitas date 1922 area 1 497 295 m ²
25. túnel dois irmãos date 1971 size 1 522m	26. túnel de são conrado date 1971 size 165m	27. túnel do joá date 1967 size 344m	28. ilha do fundão date 1952 area 3 703 120m ²
30. túnel geólogo enzo toldi date 1997 size 161m	31. túnel enaldo c. peixoto date 1997 size 153m	32. corredor tancredo neves date 2016 size 1 337m	33. túnel josé alencar date 2012 size 1 112m
			34. ilha do governador date 1978/99 area 5 536 337

[f.214]

Tabla de todas las actuaciones llevadas a cabo en la ciudad de Río de Janeiro a lo largo de la historia, clasificadas por la acción de desmontar, aterrar o perforar.



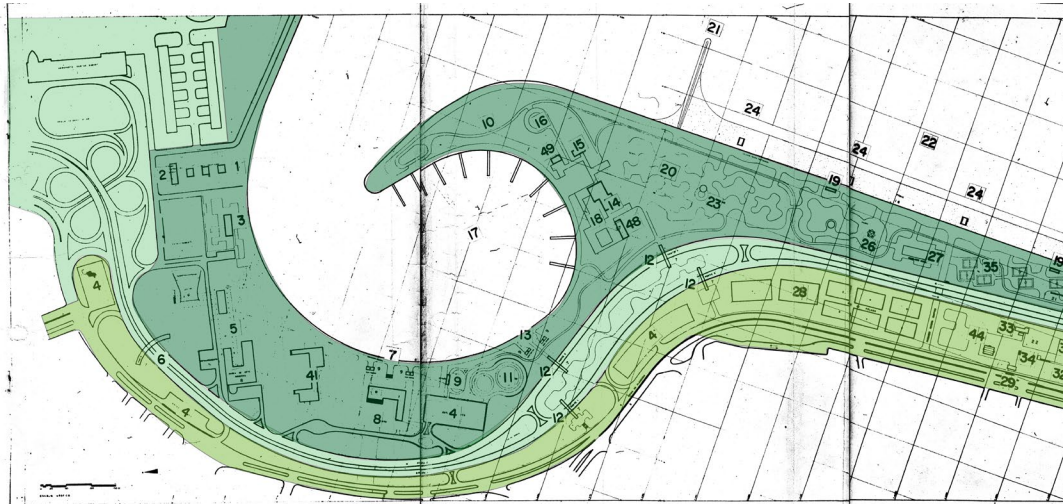
[f.215]

Morros de San Antonio, Senado y do Castelo y las zonas aterradas mediante sus respectivos desmontes.

francés en su Plan de remodelación, extensión y embellecimiento de la ciudad de Río (1927-1930). Como Claudia Girão argumenta, con el plan para la ciudad de Río de Janeiro, desarrollado entre 1927 y 1930, Agache introdujo en Brasil tres conceptos que fueron importantes para la formación de Reidy: la idea de ciudad funcional, la valoración del espacio público como espacio educativo para la población y el planeamiento urbano a gran escala.²³¹

El Plan Agache se considera el primero en que se concibe la ciudad como conjunto, con una visión global que aborda las infraestructuras y la cohesión de todo el tejido urbano, la arborización y embellecimiento de zonas verdes, los equipamientos urbanos, los espacios de conexión entre barrios y una zonificación en función de la morfología y usos de cada barrio son los pilares de su aportación. Lo cierto es que las sucesivas propuestas de reforma urbana de la ciudad siempre habían contemplado la manipulación de esta zona para dar cabida a una mejor circulación hacia el sur de la ciudad. En el propio Plan Pereira Passos, el primer gran plan de la ciudad, proyectado en 1905 a remolque de los grandes planes higienistas de las ciudades europeas, ya se establecen ciertos aterros - con el desmonte del Morro do Senado, 1880 - en el centro de la ciudad y la creación de una gran vía de circulación por la playa de Flamengo, la llamada

²³¹ Claudia Girão. "Parque do Flamengo, Río de Janeiro, Brasil: o caso da marina – parte 1". Revista *Arquitextos*, (São Paulo, año 12, n. 136.01, Vitruvius, jul. 2011). <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.135/4014>>.



[f.216]

Plano original del proyecto del Aterro, sobre el que se marcan las tres franjas en las que se sectoriza: urbana (franja inferior), circulatoria (centro) y costera (franja superior).

Avenida Veira Mar, donde ya se dragaban 33 metros de mar para ganar espacio para la circulación. Con el desmonte do Morro do Castelo (1922) se consigue construir una gran superficie de terreno justo en frente del centro de la ciudad, el llamado Aterro do Calabouço, que albergaría el aeropuerto y el Museo de Arte Moderno. No será hasta el desmonte del Morro de Santo Antonio (1950) cuando se cubra de forma definitiva lo que es considerado el Parque do Flamengo. El parque es por tanto el final de un proceso que dura más de 70 años, donde las constantes operaciones topográficas de la ciudad - desmontes, túneles y cortes - van consiguiendo ganar terreno al mar con los desechos que resultan.

No obstante, la iniciativa de crear un parque no fue, *a priori*, del propio Reidy, sino que fue una integrante de la sociedad progresista y burguesa carioca, Maria Carlota de Macedo Soares, quien promocionó y gestionó la iniciativa. En realidad, el acto de dragar la bahía para conseguir metros al mar fue el simple resultado de depositar en la playa el desmonte del Morro de Santo Antonio, pero como comenta Margareth da Silva, lo cierto es que no existía un plan director claro sobre qué se haría en la zona. De hecho, la idea de transformarlo en parque no estaba consensuada. La cuestión oscilaba entre construir un nuevo vecindario en el sitio o simplemente construir carriles para el tráfico. Lotta tuvo un papel fundamental, ya que había vivido en Nueva York, conocía la importancia de Central Park y otros parques urbanos. Ella y la poeta Elizabeth Bishop, con quien



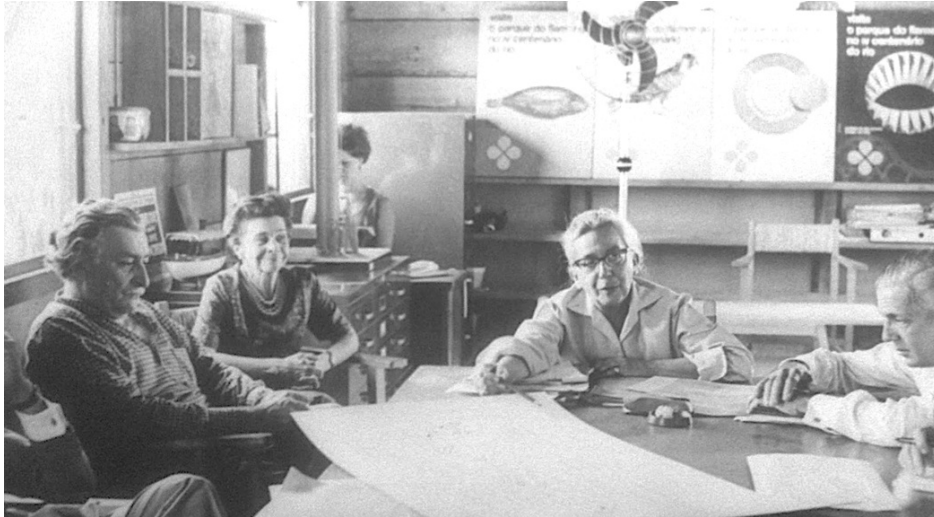
[f.216]

Plano original del proyecto del Aterro, sobre el que se marcan las tres franjas en las que se sectoriza: urbana (franja inferior), circulatoria (centro) y costera (franja superior).

estaba casada, eran amigas de los grandes urbanistas internacionales de la época. Será a través de la influencia de Lotta como se conseguirá convencer al entonces Gobernador del Estado Guanabara, Carlos Lacerda, de construir un parque en aquel nuevo lugar.²³²

Para afrontar el inmenso desafío de proyectar el Aterro, que transcurre entre 1961 y 1965, su directora consigue aglutinar un grupo de profesionales difícilmente mejorable: A.E Reidy liderando el equipo de arquitectos, del que también forman parte Jorge Machado Moreira, Sérgio Bernardes, Hélio Mamede, Maria Hanna Siedlikowski, Juan Derlis Scarpellini Ortega y Carlos Werneck de Carvalho. Roberto Burle Max como director paisajístico, Ethel Bauzer Medeiros como encargada de definir el programa del parque y Richard Kelly encargado del proyecto de iluminación. Por otro lado, la SURSAN - Superintendencia de Urbanismo y Saneamiento - se encargó de la parte infraestructural: trazado de vías rodadas, diseño de la playa artificial, construcción de colectores y todos los proyectos complementarios, incluyendo entre otros el proyecto de estructuras de los pabellones del Aterro. Entre los ingenieros de la SURSAN se destacan Affonso Canedo, Armando Ivo de Carvalho, Júlio César Pessolani Zavala Abreu, Júlio Ferrarini Maione, Walter Pinto Costa,

²³² Margareth Da Silva Pereira. Discurso de apertura de la exposición Jardim de Memórias – Parque do Flamengo 50 anos. (Centro Cultural Correios. Río de Janeiro, 2015).



[f.217]

Imagen del espacio de trabajo del “barracón”. Maria Carlota de Macedo Soares aparece en el centro, Ethel Bauzer a la izquierda y a continuación Roberto Burle Max. Dada la cartelería de inauguración del Parque que aparece detrás, A.E. Reidy ya habría muerto cuando esta foto fue tomada.

Gilberto Morand Paixão, Adilson Roque dos Santos, Marcos Tamoio e Carlos Freire.

Los miembros del equipo trabajarán en el llamado “barracón” dentro del propio parque, aislándose premeditadamente de posibles influencias políticas y creando un espacio común y neutral donde intercambiar ideas. Todos los miembros participantes coinciden en destacar el ambiente de diálogo y participación de todo el equipo a la hora de elaborar el proyecto, discutiendo en grupo las soluciones adoptadas.

Roberto Burle Max realizó el diseño general del parque. Este músico, pintor, botánico y arquitecto – por ese orden - representa como nadie el mestizaje de una tierra tropical en la que consigue mezclar sin tapujos ni complejos conceptos de la modernidad con aspectos pintorescos adquiridos en Europa, “alumbrando así, inopinadamente, la cultura moderna del jardín tropical exuberante”.²³³ Como indica Iñaki Ábalos, su manera de concebir los proyectos será la de pintar y proyectar al mismo tiempo “utilizando como referencia para sus proyectos las paletas expresionistas y las geometrías orgánicas abstractas de Hans Arp, Le Corbusier, Fernand Léger, Alexander Calder, etc.”.²³⁴ Sus diseños, por su carácter

²³³ Iñaki Ábalos, *Atlas Pintoresco*. (Barcelona: Ed Gustavo Gili. 2005). 178

²³⁴ Ábalos, *Atlas Pintoresco*. 178



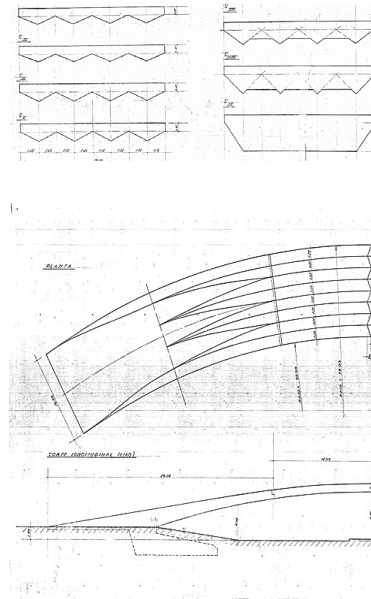
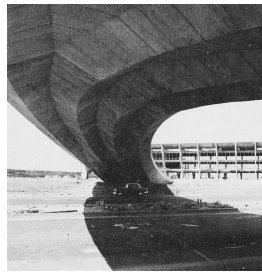
[f.218 -219]

Vista aérea de la terraza del Ministerio de Educación y Salud. MES.

Planta del proyecto de paisajismo de Burle Max para el mismo proyecto.

pictórico, adquieren todo su potencial en planta. Para proyectar el Aterro hace uso de secuencias de espacios que combinan áreas minerales, espacios abiertos, masas forestales, láminas de agua, programas infantiles y de ocio, etc. Todo ello articulado mediante senderos serpenteantes que permiten la separación de los recorridos del tráfico rodado, peatonal y del frente marítimo de la nueva playa artificial.

Ethel Bauzer Medeiros será la encargada de desarrollar el programa de equipamientos requeridos. Su planteamiento principal se basa en un concepto de continuidad espacial, que evita formalizar un parque excesivamente compartimentado. Para ello potencia la idea de un gran espacio indeterminado programáticamente para flexibilizar su uso. Los equipamientos proyectados, de carácter eminentemente social y participativo, son de índole artístico, cultural, deportivo y recreacional, proyectando los espacios para abarcar todas las franjas de edad y cuidando al detalle cualquier aspecto que pudiera provocar la exclusión de determinados usuarios. Un detalle muy significativo y que ejemplifica este esmerado interés por democratizar los espacios del Aterro consiste en el hecho de que las pistas deportivas no guarden intencionadamente las medidas establecidas en los patrones profesionales, evitando así un uso profesionalizante que excluyese excesivamente a los demás usuarios. Como ella misma describe, el parque tendrá locales e instalaciones adecuadas para la



[f.220-222]

Planos originales de la estructura de la pasarela Paulo Betancourt, que une el centro de la ciudad con el parque do Flamengo a través del MAM. Es la más significativa de todas las pasarelas proyectadas por Reidy para el Aterro por su forma doblemente curva y su estrategia estructural y formal.

práctica de deportes náuticos, fútbol, voleibol, baloncesto, aeromodelismo y un área para la práctica del modelismo naval. Dispondrá de lugares de danza, música, espectáculos y fiestas populares al aire libre, así como bosques para pasear, áreas de muestras de pájaros, acuarios, área para picnic, restaurante, etc. Parques de recreación - *playgrounds* - proporcionarán diversión orientada para todas las edades: pequeños, adolescentes y personas mayores tendrán posibilidad de recrearse en locales adecuados.²³⁵

Para el desarrollo del programa de los pabellones y el Coreto, Bauzer establecerá un dialogo continuo con Reidy, que formalizará las propuestas a medida que recibe las necesidades programáticas.

Al mismo tiempo que con Bauzer, Reidy establece un diálogo paralelo con los ingenieros de la SURSAN para conceptualizar las ideas estructurales de los equipamientos. Como comenta Affonso Canedo, Ingeniero Jefe de Departamento de Estructuras de la SURSAN durante el desarrollo de los proyectos de los equipamientos del parque, el intercambio de pareceres entre Reidy y los ingenieros fue muy intenso durante todo el proceso del proyecto.

²³⁵ Conferencia impartida con motivo del 50 aniversario del proyecto del Aterro do Flamengo. Río de Janeiro. 12 de noviembre de 2015. Fundación Correios. Grabación disponible en el Departamento de Cultura de la SEARJ.



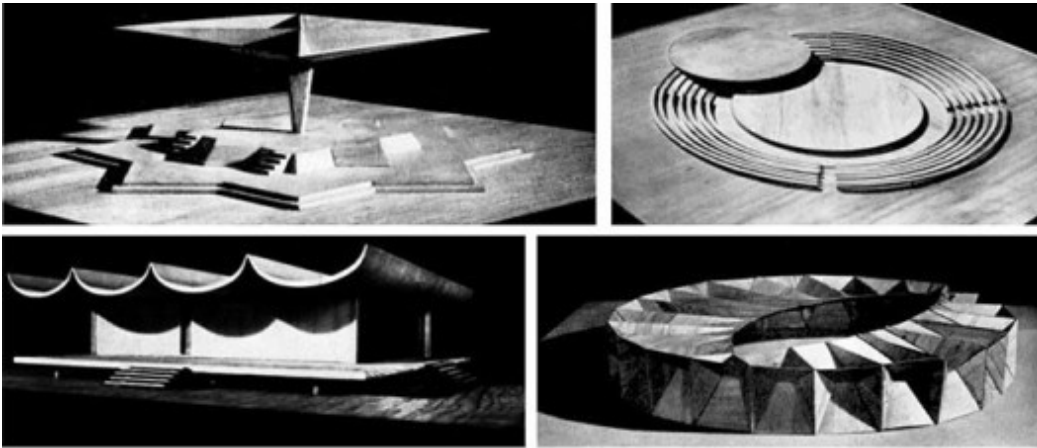
[f.223]

Pasarelas del Aterro do Flamengo, que establecen la circulación peatonal sobre las vías rápidas.

Reidy visitó con frecuencia las oficinas de la SURSAN para intercambiar ideas y confirmar la viabilidad de sus propuestas estructurales.²³⁶

Además de los Pabellones y el Coreto, Reidy proyectará todas las pasarelas del parque, así como el Teatro Abierto de Espectáculos y Danzas. Todos ellos se caracterizan por la evidente valorización de la estructura y la geometría como base conceptual de sus formas. La pasarela Paulo Betancourt, la más característica de todas las pasarelas, formaliza sus refuerzos estructurales inferiores a través de secciones geométricas triangulares que van cambiando de sección en función del tramo y los encuentros con los apoyos. El resultado es un rico y dinámico juego de formas geométricas que recuerdan en cierto sentido a los pliegues del Pabellón del Morro da Viúva o el Coreto. Sólo un estudio de su sección estructural permite descubrir que en el caso de la pasarela no se trata de láminas plegadas, sino de un macizo de hormigón pretensado que se refuerza con esta forma geométrica.

⁷ Ver entrevista a Affonso Canedo. Anexo 2



[f.224]

Pabellones proyectados por A.E.Reidy para el Aterro do Flamengo: Coreto, Teatro de Música y Danzas, Pabellón do Flamengo y Pabellón de Morro da Viúva.

5.2 LA NATURALEZA SIMBÓLICA Y EXPERIMENTAL DE UN PABELLÓN DE JARDÍN

Debidamente repartida por toda la superficie del parque, la disposición de los equipamientos se realiza de forma “desjerarquizada”, alternando recintos estáticos y dinámicos.²³⁷

Situados en la franja más urbana del parque, los *playgrounds* poseen una vocación dotacional que los vincula de manera directa a la trama urbana. Son verdaderos espacios especializados, cercados y aislados de la circulación del resto de jardín para controlar al público infantil. Los pabellones presiden de forma clara los espacios y constituyen su área central. Por el contrario, el Coreto y el Teatro de Música y Danzas forman parte de una sucesión de equipamientos culturales y deportivos que se sitúan en el sinuoso paseo principal del parque, junto a la playa, y que se completan con otros equipamientos no construidos por Reidy, como El Monumento y Museo a los Muertos de la II Guerra Mundial, el Monumento a Estácio de Sá, el Teatro de Marionetas, el Aeródromo de Aviones de Aeromodelismo o el Estanque de Barcos a Radiocontrol, áreas deportivas, restaurantes... Su posición estratégica en los diferentes cambios de dirección del recorrido articula el propio paseo, que a modo de *promenade architecturale*

²³⁷ Iñaki Ábalos. *Atlas Pintoresco. Vol. 2 : Los viajes.* (Barcelona: Ed Gustavo Gili. 2005). 194



[f.225]

Planta general del proyecto de Aterro de Flamengo con la localización de los tres pabellones estudiados.

1. Coreto
2. Pabellón do Flamengo
3. P. do Morro da Viúva

ofrecerá al usuario una sucesión de diferentes espacios y usos en su recorrido intrincado.²³⁸

Antes de pasar a analizar los tres pabellones bajo varios aspectos morfológicos y estructurales, es pertinente plantearse la relación que estos tres objetos arquitectónicos tienen con su contexto, y la propia tipología arquitectónica de “pabellón de jardín” en la que se encajan. Esta tipología, fuertemente ligada al jardín romántico pintoresco de finales del siglo XIX, posee una carga simbólica que lo hace alejarse de una funcionalidad concreta, para pasar a representar en muchos casos aspectos comunicativos y simbólicos, sean de carácter histórico, paisajístico, artístico, filosófico o tecnológico.

Los pabellones se caracterizan por tener una lógica interna propia, con condicionantes que presuponen una arquitectura de cuestionable utilidad, puesto que su finalidad tiene una fuerte carga simbólica ligada a conceptos constructivos, programáticos, filosóficos o políticos. También pueden estar ligados a nuevas tecnologías o sistemas prototípicos de potenciales

²³⁸ Según Uvedale Price, “Intricamiento en el paisaje podría definirse como aquella disposición de los objetos que, mediante una incierta y parcial ocultación, excita y nutre la curiosidad” en Uvedale Price *An essay on the picturesque as compared with the sublime and the beautiful* (Hereford, Londres, 1974) en Ábalos. *Atlas Pintoresco. Vol. 2 : Los viajes* 20.

constructivos. De esta forma, se desequilibra su funcionalismo para potenciar otros aspectos que quieren manifestarse en ellos, y se convierten en construcciones en la frontera entre arquitectura y otras disciplinas.²³⁹

Carlos Eduardo Comas defiende un claro carácter pintoresco en los pabellones del Aterro, concretamente una tendencia oriental²⁴⁰ que no sería casual, y podría derivar justamente de la construcción arquetípica del jardín oriental, la pagoda, como estilo por excelencia para el pabellón romántico occidental. Para Comas, los pabellones del Aterro son, por delante de un edificio que cumple con su cometido programático, unos pabellones de jardín, y de esta forma se vinculan al Aterro antes incluso de cumplir con su propia función:

“ El movimiento pintoresco creaba una situación ecléctica que mezclaba grutas, ninfeas, ruinas, miniaturas de tipo panteón, como Stourhead (...). Hay que entender la influencia (en los pabellones) de Auguste François Marie Glaziou, cuyo primer trabajo fue transformar el Passeio Público de jardín geométrico en jardín pintoresco (...). hay que

²³⁹ Ana Carolina Tonetti. *Interseções entre arte e arquitetura. O caso dos pavilhões*. (Trabajo Final de Máster, FAU-USP São Paulo 2013) 28.

²⁴⁰ El Pabellón do Flamengo es conocido popularmente como el “pabellón japonés”. Por sus formas apuntadas hacia arriba en la cubierta, recordando en cierto modo un tejado oriental. Además, la propia estructura del Pabellón do Flamengo guarda cierta relación con las partes que componen la casa tradicional japonesa: Un basamiento elevado sobre puntales, un gran espacio diáfano interior y una cubierta de grandes aleros para proteger del sol y la lluvia. Dicho esto, los materiales que lo componen no tienen relación ninguna con la casa tradicional japonesa y su relación, si es que la hay, es meramente iconográfica. Los otros dos pabellones, conformados a base de pliegues, podrían ligarse conceptualmente con la tradición japonesa del origami, o arte del plegado de papel. Pero, de nuevo, tales apreciaciones no sobrepasan la pura especulación.



[f.226]

Vista de la Ilha dos Amores y la Pagoda China. Parque de la Quinta de Boa Vista. Río de Janeiro. Auguste François Marie Glaziou. 1869.

entender la relación con la Quinta de Boa Vista, la Ilha dos Amores, la pagoda China (Quinta de Boa Vista)".²⁴¹

Los jardines y pabellones nombrados por Comas son los proyectos más representativos desarrollados en Brasil por una generación de paisajistas franceses que habrán actuado en la ciudad desde 1808, año en que Río de Janeiro se convierte en la capital del Imperio Portugués y son traídos por el Rey para embellecer la ciudad una vez la corte portuguesa se traslada a Brasil. Dentro de este grupo de arquitectos y paisajistas, conocidos como la "Misión Francesa", se destaca la figura de Auguste François Marie Glaziou, autor de casi todos los grandes jardines y proyectos de referencia del pintoresquismo brasileño: los jardines reales de la Quinta de Boa Vista [f.226], los jardines de Petrópolis, el Campo de Santa Ana, el Passeio Público - que substituirá al diseño renacentista del Mestre Valentim -. En todos ellos Glaziou habrá desarrollado estructuras idílicas insertadas en jardines de carácter pintoresco, creando grutas y estanques en los que se perfilan pequeños pabellones o elementos arquitectónicos de simbología mística.

²⁴¹ Carlos Eduardo Comas. Conversación grabada entre Comas y este investigador.



[f.227]

Mirador conocido como "Vista Chinesa", en el Alto de Boa Vista. Río de Janeiro. Luís Rey. 1903

Con la misma intención de embellecer y dotar a la ciudad de lugares simbólicos, años más tarde será instalado un pabellón con forma de pagoda china en el Alto de Boa Vista (1903) [f.227], extensión natural del Jardín Botánico y lugar de esparcimiento para la burguesía carioca de la época. Como explica Ana Carolina Tonetti, la popularidad de las pagodas en Europa aumentó considerablemente en el siglo XVII debido al aumento del contacto con Oriente, especialmente con China. Los escritos de viajeros y los escritos de Confucio y Lao Tse popularizan una nueva percepción del paisaje y se convierten en una referencia para su diseño. Los jardines y parques reflejan la relación del hombre y la sociedad en la naturaleza, enfatizando la importancia de estos espacios como lugares de vida, contemplación y meditación. Tomando como modelo el jardín chino, los jardines ingleses comienzan a incorporar características en el trazado de caminos curvos, puntuados por claros y pequeños pabellones que, junto a las esculturas, adquieren una carga simbólica y estructuran el ideal de viaje filosófico propuesto por Confucio.²⁴²

Si Comas establece una relación pintoresca de carácter oriental con las formas de los pabellones, Claudia Girão las atribuye a otros recursos también pintorescos, pero de carácter pictórico y abstracto, encajándolos dentro del

²⁴² Tonetti. *Interseções entre arte e arquitetura. O caso dos pavilhões*. 26



[f.228]

Agujas del Passeio Público, antigua entrada al parque desde el paseo marítimo. Situada originalmente frente al mar.

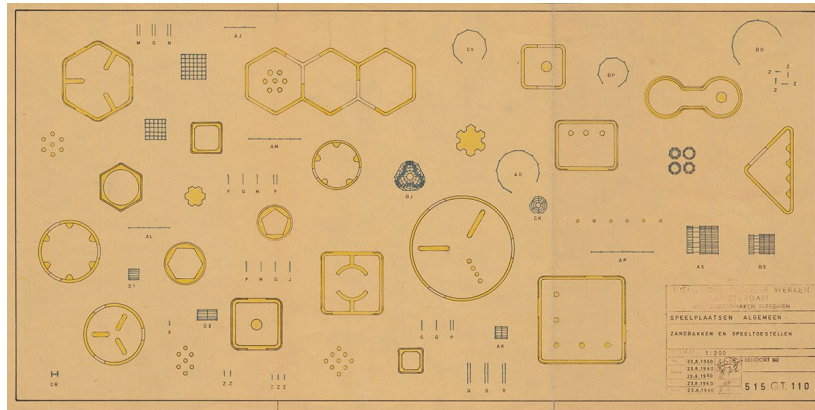
contexto del jardín de Burle Max. De esta forma, Reidy habría ligado conceptualmente las formas de los edificios a la propia esencia del parque, basada en las formas orgánicas abstraídas de la naturaleza:

“las referencias formales al mar, la montaña y el bosque materializan admirablemente el concepto de armonía con el paisaje e identidad cultural de Río de Janeiro. (...) Basta observar, desde arriba, el trébol de cuatro hojas con tallo, ramas y raíces que forman las vías rápidas y sus transversales a lo largo del Parque, o ver la forma estrellada del quiosco de música (Coreto), la estructura esencial de una concha en la pista de baile y un caracol en la ludoteca (Pabellón Morro da Viúva), el 'tubo' de olas en el techo del Pabellón japonés (do Flamengo) y la forma serpenteante del jardín alargado conocido como el '*minhocão*'".²⁴³

De la misma forma que, como reflexiona Prado Valladares, el Mestre Valentim construiría en el primer gran jardín de Brasil, el Passeio Público, las “agujas” de entrada haciendo referencia a las velas de los barcos que en su día arribaron a la puerta²⁴⁴ [f.228], los pabellones de Reidy, con sus formas llamativas, estarían bajo los argumentos de Girão construyendo unos elementos representacionales cargados de simbología orgánica, relacionados con la propia esencia carioca: el mar, la montaña y la naturaleza.

²⁴³ Girão. “Parque do Flamengo, Río de Janeiro, Brasil: o caso da marina – parte 1”. 4.

²⁴⁴ Clarival do Prado Valladares en Irma Aerstizábal y Oswaldo Nakazato (orgs). *Affonso Eduardo Reidy*. (Río de Janeiro: Solar GranJean de Montigny – PUC.1985). 124



[f.229]

Aldo van Eyck. Dibujos de diferentes elementos utilizados para componer los juegos infantiles de los Playgrounds. Todos ellos utilizando geometrías sencillas combinadas. 1960

El “carácter” pintoresco, que comparte con el eclecticismo la asignación de valores precodificados a distintos estilos históricos, no está exclusivamente anclado a dichas codificaciones sino que es un parámetro elástico que nos obliga a poner en juego muy distintos recursos: jardinería, composición, organización funcional y luminosa, volumetría, materialidad, textura, tecnología, escala, etc.”.²⁴⁵

Otra posibilidad, esta vez relacionada con el programa y con el contexto, podría vincular las formas plegadas de los pabellones do Flamengo y da Viúva con una visión lúdica de la arquitectura, enfocada al público infantil al que va dirigido. Este “lúdico juego entre elementos”²⁴⁶, como lo define Masão Kamita, cobra sentido cuando analizamos de forma rápida los *playgrounds* desarrollados en la misma época por los Smithson o Aldo van Eyck, espacios de juego abstractos y compuestos por volúmenes básicos que constituyen un paisaje construido para una mente infantil. Bajo esta óptica, es posible ver en el Pabellón do Morro da Viúva una “hoja de papel” doblada, y en analogía a un juego de construcción, el Pabellón do Flamengo se erigiría como un montaje de bloques equilibrio unos sobre otros. Un detalle que reforzaría este argumento se encuentra en el hecho de que el Pabellón do Morro da Viúva fuera proyectado inicialmente para ser pintado en tres colores, convirtiéndose así en un verdadero juguete habitable:

²⁴⁵ Ábalos. *Atlas Pintoresco. Vol. 2 : Los viajes*. 39

²⁴⁶ João Masao Kamita, “*Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy*”. (Rio de Janeiro, Dissertação de mestrado. Dpto de História Social da Cultura-PUC, 1994). 158



[f.230-231]

Aldo van Eyck. Diferentes proyectos donde hace uso de geometrías básicas para configurar paisajes infantiles.

“(…) las partes angulosas de la estructura, serán mantenidas en aspecto natural de hormigón y las superficies rebajadas de las paredes, que se prolongan por la cubierta, serán pintadas con pintura impermeable (...) en tres colores diferentes, que se repetirán rítmicamente”.²⁴⁷

Las posibles conclusiones a la hora de vincular la concepción de los pabellones desde un punto de vista tipológico no restan importancia a las motivaciones de Reidy desde otros puntos de vista. Más bien al contrario, potencian la idea por la cual el arquitecto se habría tomado la encomienda de desarrollar estos objetos con un cierto sentido ensayístico, como pabellones que son. En todo caso, sobre todas las posibles motivaciones, se destaca el claro interés de Reidy por condensar en unos pequeños objetos arquitectónicos toda la experimentación posible con el sistema constructivo elegido, y es de esta forma como, principalmente, el concepto de pabellón se vincula a estas tres obras del Aterro. Se convierten así, en palabras de Tonetti, en una “representación prototípica de potenciales constructivos”²⁴⁸, entendida como la base que permite construir con mayor libertad formal, sin las ataduras de un programa muy exigente.

²⁴⁷ Affonso Eduardo Reidy en Arestizabal y Nakazato, *Affonso Eduardo Reidy*. 118

²⁴⁸ Tonetti. *Interseções entre arte e arquitetura. O caso dos pavilhões*. 26

Es quizás este matiz el que Bruand detectaría cuando critica “la nueva tendencia” formal de los pabellones resaltados en el capítulo 4: un desequilibrio entre los aspectos más racionales y los de carácter más formal. El establecimiento de ciertas decisiones constructivas que *a priori* dejan otros aspectos esenciales del proyecto en una segunda línea de prioridades.

5.3 DESMONTANDO EL OBJETO.

LOS PABELLONES DEL ATERRO.

Resulta fácil caer en la tentación de emitir una opinión generalista para definir las características de los Pabellones del Aterro en su conjunto. Ciertamente, por el hecho de haber sido concebidos simultáneamente y en el mismo contexto comparten reflexiones comunes, basados en la expresividad de las estructuras plegadas o dobladas de hormigón armado. Si este hecho les otorga una familiaridad, ésta se difumina tan pronto como se deja a un lado el concepto estructural para observar otros parámetros arquitectónicos, como pueda ser su morfología o su espacialidad, estableciéndose en la mayoría los casos más diferencias que analogías. Lo que los une entonces es un planteamiento constructivo que parece sobreponerse a cualquier otra prioridad a la hora de proyectar. Asimismo, los une también una concepción unitaria, centrada en un único objeto de carácter simétrico - doblemente simétrico en todos los casos -, características definitorias de éstos y otros proyectos de la etapa final de Reidy. Lo que los separa es casi todo lo demás. Incluso sus tipologías estructurales - paraguas estructural, elemento análogo a la cúpula, pórtico bi-apoyado -, construidas bajo el mismo concepto constructivo, se traducen en tres formas totalmente diferentes. En definitiva, son el resultado de una investigación sobre las posibilidades que el sistema constructivo podía ofrecer.

5.3.1 Lo que los separa: aspectos formales y compositivos

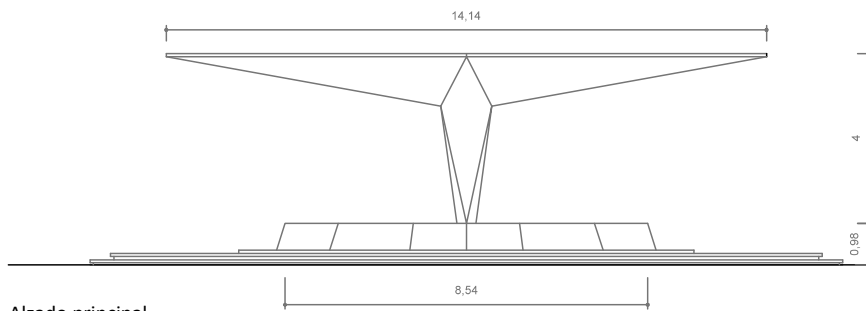
Geoméricamente, la cubierta del Coreto es de planta cuadrada, sin cerramiento perimetral y de carácter centrífugo, es decir, de un solo soporte central desde el que se abren expansivamente los voladizos que conforman su cubierta. Su plataforma en forma estrellada y escalonada ayuda a potenciar la expansividad espacial del conjunto en todas direcciones. Su morfología transmite levedad, casi fragilidad. Para conseguir este efecto, Reidy materializa los puntos de mayor tensión estructural como encuentros formalmente frágiles, ayudando psicológicamente a transmitir la idea de un elemento delicado. Si se observa el encuentro entre pilar y cubierta, ésta parece apoyar en el pilar únicamente en cuatro esquinas, mientras que el propio pilar, también facetado en forma de triángulos contrapuestos, se va afinando a medida que se acerca al suelo, quedando reducido considerablemente en el lugar donde precisamente se concentra la mayor tensión de la estructura.²⁴⁹

Funcionalmente, la elección de la tipología estructural fungiforme en el Coreto dista de ser la más apropiada para el uso que le corresponde: la mitad de la banda de música estará, en el mejor de los casos, separada de la otra mitad u oculta

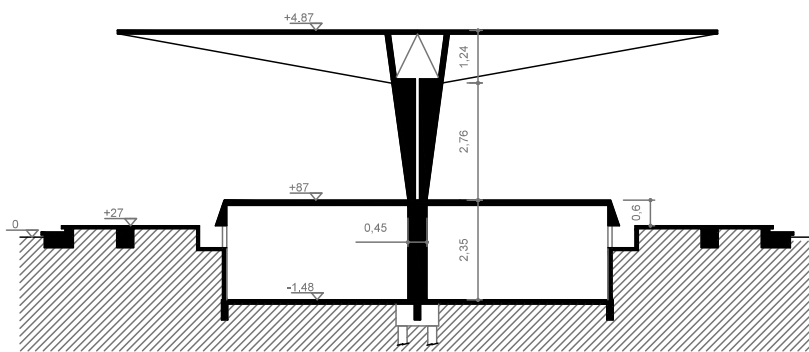
²⁴⁹ Entrevista a Gerlado Filizola. Ver anexo 2

[f.232]

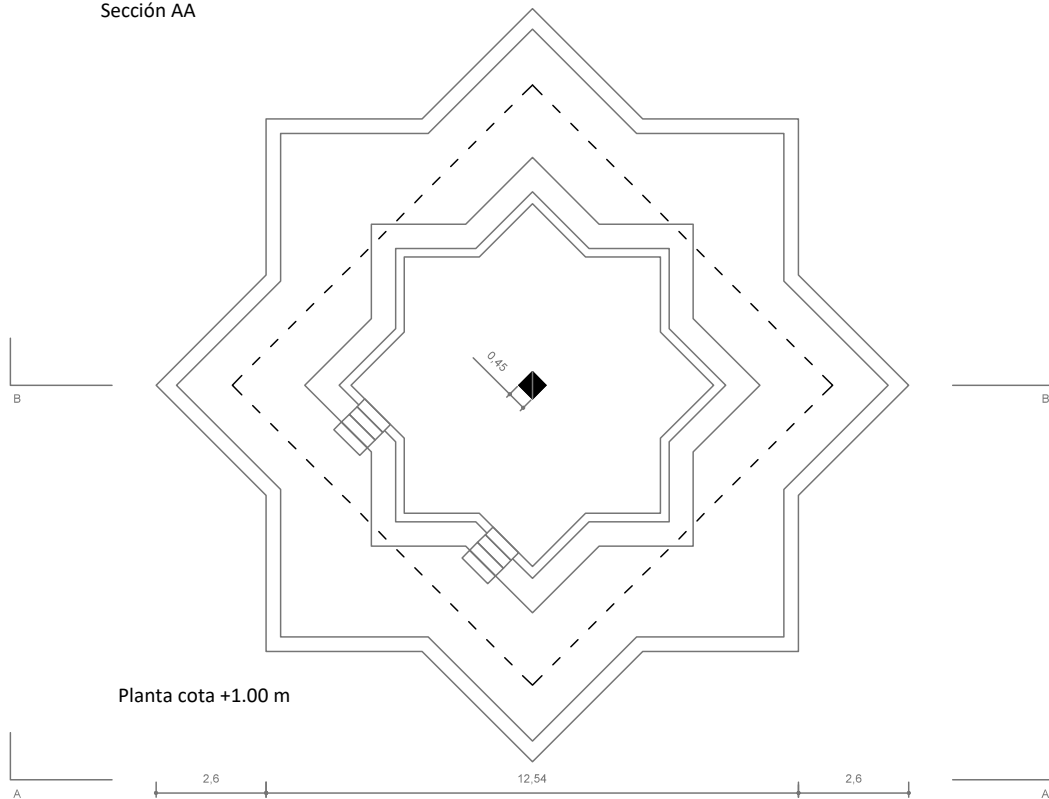
Alzado, sección y planta del Coreto.



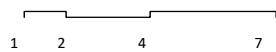
Alzado principal

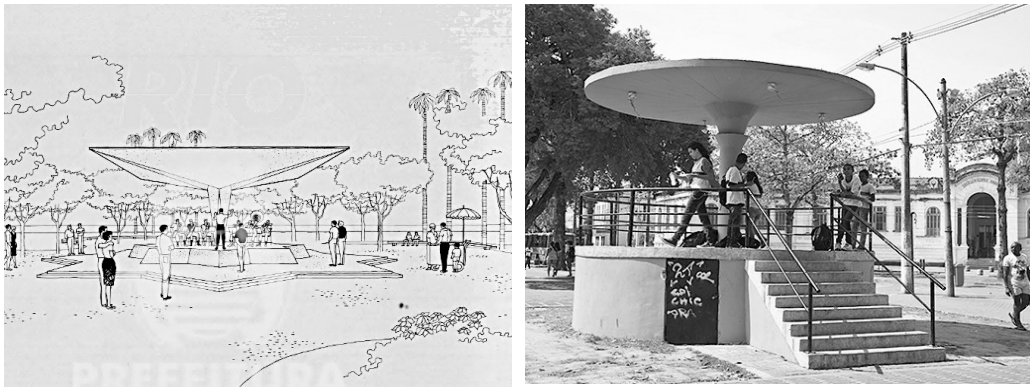


Sección AA



Planta cota +1.00 m





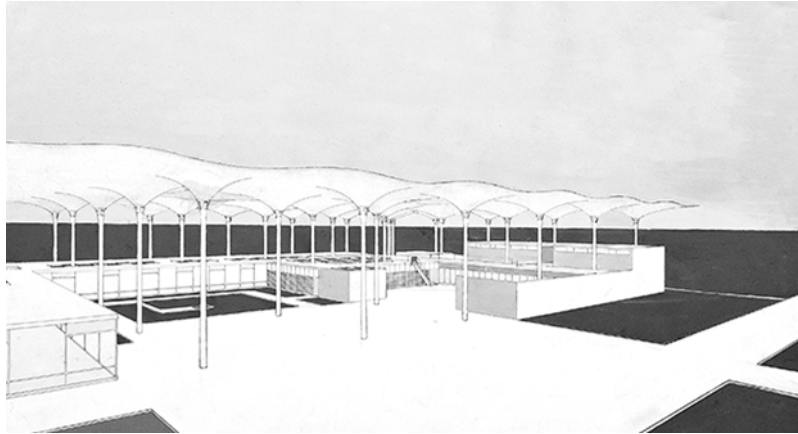
[f.233-234]

Perspectiva del Coreto realizada para el proyecto de ejecución y Coreto de Marechal Hermés, supuestamente diseñado por A.E.Reidy en 1953.

para el público tras un pilar. La concha acústica a cuatro caras tampoco ayuda a justificar su forma, ya que proyecta el sonido en direcciones opuestas y de manera heterogénea, en función de la localización de los instrumentos en planta. Supuestamente Reidy ya proyectó otro quiosco de similares características en 1953 para la Colonia Marechal Hermés [f.234].²⁵⁰ Este primer quiosco ya introdujo algunas de las características del Coreto del Aterro: plataforma elevada - esta vez redonda - y pilar central - con capitel troncocónico que se transforma en una losa plana y redonda - .

Resulta difícil imaginar que Reidy haya pasado dos veces por alto tan importante detalle sobre la obstrucción del pilar en la funcionalidad de un quiosco musical. Una posible explicación podría basarse en el interés que muestra por este sistema espacio-estructural, como se mostraba en el capítulo tres, cuando lo utiliza en el concurso para el Museo de Kuwait. Se trata de un sistema en pleno desarrollo en los años 60, y guarda relación con la investigación sobre nuevos sistemas constructivos prefabricados que se produce entre finales de los 50 y la década de los 60. En este sentido, y bajo la lógica de su desafortunada funcionalidad, la construcción del quiosco de música habría servido de excusa

²⁵⁰ Lo cierto es que esa obra no aparece en ninguna biografía de Reidy, siendo la profesora Vera Lucia Dias Oliveira, arquitecta funcionaria del Ayuntamiento de Río de Janeiro quien confirma su autoría en un texto no científico. No pudiendo saber con seguridad si Reidy es el autor o no, lo cierto es que ambos quioscos comparten varios aspectos en común que nos sirven para compararlos. Visitar página: <http://ashistoriasdosmonumentosdorio.blogspot.com.br/2014/03/coreto-reconstruido-no-bairro-de.html>



[f.235]

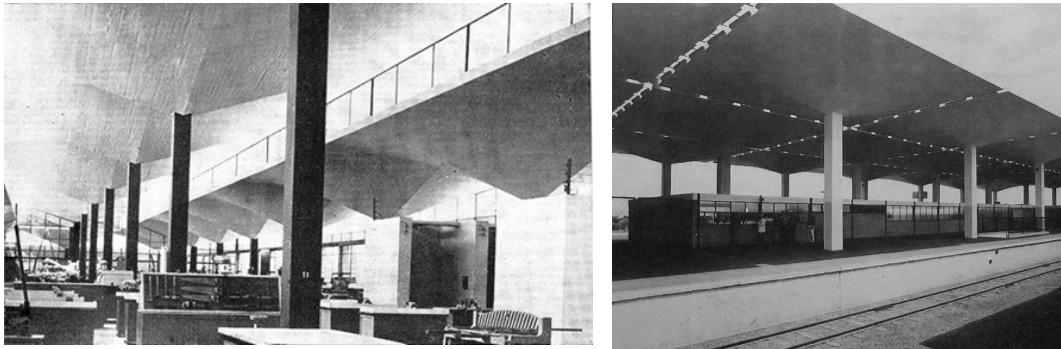
Perspectiva del Hospital de Corrientes de Amâncio Williams (1948-1951, (no construido).

para construir un elemento estructural que interesa al arquitecto, testándolo a modo de prototipo experimental.

Si la forma fungiforme de Marechal Hermés nos recuerda formalmente a las unidades estructurales de la fábrica Johnson Wax (1936-1939) de Frank Lloyd Wright, incluso en la utilización del capitel decorativo, la tipología formal del Coreto del Aterro tiene más relación con la estructura en hipar desarrollada por Félix Candela en México. Su relación se basa no sólo en su forma cuadrada, sino en la estrategia de Candela a la hora de experimentar los sistemas a través de modelos construidos a escala real. Siguiendo la senda de los maestros de la Historia de la Arquitectura, Candela reproduce modelos experimentales a escala real por considerarlo el camino más adecuado para el diseño y construcción de cascarones de hormigón armado, muchas veces basados en aprendizajes empíricos. Quizá el más conocido, por la iconografía de la imagen - donde utiliza como prueba de carga a los propios trabajadores - es el prototipo de hipar en Las Aduanas, México (1953).²⁵¹

A diferencia de las estructuras de Wright, los hipares son de planta cuadrada, lo que permite crear una cubierta totalmente cerrada cuando se combinan. Su

²⁵¹ Pepa Casinello; Mike Schlaich, y José Antonio Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI.* (Informes de la Construcción Vol. 62. 519, 5-26, Madrid: ETSAM-UPM. 2010). 9



[f.236-237]

Escuela Senai-Sorocaba (1960) de Lucio Grinover; y Estación ferroviaria de Ribeirão Preto (1960) de O.E. Bratke.

funcionamiento estructural es también muy diferente. Los hipares - paraboloides hiperbólicos - funcionan por la teoría de la membrana, es decir, constituyen sus superficies de doble curvatura que no soportan flexiones, pudiendo ser mucho más finos. En el contexto latinoamericano, Amancio Williams se adelantará algunos años al paraguas de Reidy con los proyectos para los hospitales de Corrientes (1948-1951, no construidos) [f.235]. La propuesta de Williams consiste en la creación de “un cielo protector” a base de una malla de unidades estructurales que proporcionarían el confort climático necesario para mejorar las condiciones ambientales de los volúmenes del hospital y los espacios de circulación externa. En Brasil, dos proyectos paulistas se destacarían en 1960 por el uso de estructuras fungiformes basados en hipares: la Escuela Senai-Sorocaba (1960) de Lucio Grinover [f.236], y la estación ferroviaria de Ribeirão Preto (1960) de O.E. Bratke [f.237]. En la estación, las unidades estructurales, totalmente independientes entre sí, cumplen una función parecida al “cielo protector” de Williams.²⁵² La Escuela se configura de manera distinta, a base de tres filas paralelas de hipares que permiten mediante la diferencia de altura entre ellas la entrada de luz cenital, liberando además la fachada de cualquier elemento estructural.

²⁵² De hecho, sin responder al mismo tipo estructural ni al mismo material, guardan una fuerte relación con la forma en la que Reidy cubre el pabellón del Servicio Técnico Especial de Lagoas (1957).

A pesar de compartir la forma, lo que diferencia al Coreto sustancialmente de todos los ejemplos conocidos es el modo de estructurar su cubierta, no habiéndose encontrado ningún otro ejemplo que funcione de forma similar. En este caso se utiliza el pliegue de una superficie de hormigón, en lugar de superficies de doble curvatura o simples nervaduras. En definitiva, en su funcionamiento estructural se acerca más a los paraguas de Sanchez del Río o de Baronni²⁵³ que a los hipares de Candela.²⁵⁴ La existencia de las dos obras construidas en São Paulo tan solo dos años antes descarta la posibilidad de una limitación tecnológica o constructiva, si bien es cierto que son realmente escasas las formas construidas en hipar en Brasil. Tampoco su justificación se puede dar desde el aspecto económico, puesto que los hipares suponen un coste menor frente a la estructura plegada al utilizar la menor cantidad posible de acero para estructurarse. En definitiva, el uso de una estructura fungiforme de formas plegadas no parece responder sino al interés personal de Reidy de experimentar con una tipología estructural, aprovechando la oportunidad que le brinda el Coreto para hacerlo.

²⁵³ Ver capítulo 2, Apartado 2.2.3

²⁵⁴ Ver capítulo 2. Apartado 2.2.3



[f.238]

Vista aérea del Pabellón do Morro da Viúva.

El Pabellón del Morro da Viúva [f.238] también nos ofrece ciertos aspectos desconcertantes desde el punto de vista programático y espacial. Se trata de un edificio diseñado para dar soporte al área infantil donde se ubica, con una sala polivalente y zona administrativa y de servicio. Tiene planta circular y carácter centrípeto, generando su propia espacialidad interior a través de un patio central. El edificio se cierra totalmente sobre sí mismo para formalizarse como un objeto opaco y aislado, compuesto a base de pliegues geométricos idénticos. Nada, excepto dos compuertas abatibles que sirven de entrada, indican que el objeto es accesible. Estos accesos no están marcados formalmente, sino que se adaptan a la geometría de la estructura y pasan desapercibidos [f.239]. Sólo cuando basculan para abrirse, con un ingenioso sistema de contrapesos, las puertas se convierten en marquesinas de entrada.

Como argumenta Eduardo Torroja, la solución en lámina estructural conlleva algunas desventajas, entre ellas su opacidad. A pesar de su poco espesor y ligereza, la propia naturaleza estructural de la lámina dificulta la creación de aperturas, por aumentar su dificultad de cálculo.²⁵⁵

²⁵⁵ Casinello, Schlaich, y Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI*. 24



[f.239-240]

Vista de la entrada del Pabellón do Morro da Viuva y detalle del contrapeso de la puerta pivotante.

Sin embargo, existen ejemplos de estructuras plegadas similares al pabellón que demostrarían que, si bien los fragmentos trapezoidales de la fachada colaboran estructuralmente en el conjunto²⁵⁶, la posibilidad de haberlo construido sin ellos no era en absoluto imposible. De su renuncia a la comunicación visual interior-exterior se deduce una intención de ensimismamiento para la creación de un espacio autónomo en torno a un patio, fuera de la lógica del resto del *playground*. Excepto por las palmeras que sobresalen por encima de la volumetría, no es posible sospechar que su interior alberga un patio ajardinado. Además, la forma externa, totalmente circular y homogénea, esconde en su interior un patio con forma ojival que ayuda a distribuir mejor los espacios en planta, pero obliga a una fuerte deformación de los elementos plegados, que son exactamente iguales en su parte vertical pero que se deforman de manera particular para adaptarse a la geometría ojival, generando un complejísimo elemento de cubierta que no puede ser apreciado desde el exterior. Reidy parece estar poniendo a prueba la capacidad de adaptación del sistema plegado a otras formas más complejas que el elemento lineal, obligándole no sólo a establecer una volumetría circular, algo ya testado en varios proyectos construidos con anterioridad, como el ya mencionado University of Illinois Assembly Hall de Chicago EEUU (1959-1963) de Max Abramovitz²⁵⁷, sino que además obliga a las

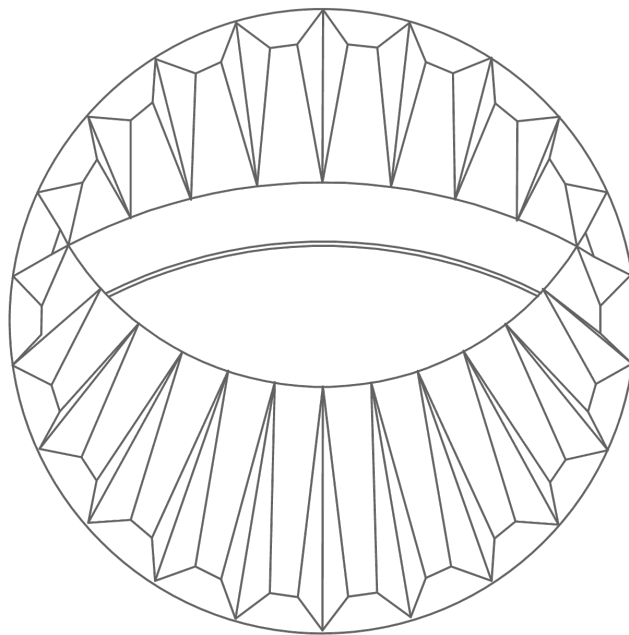
²⁵⁶ Entrevista a Geraldo Filizola. Ver Anexo 2.

²⁵⁷ Ver capítulo 2, apartado 2.3.2



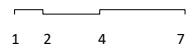
[f.241-243]

Diferentes resoluciones geométricas del encuentro entre la fachada, siempre constante, y las costillas de la cubierta, que se deforman según su posición.

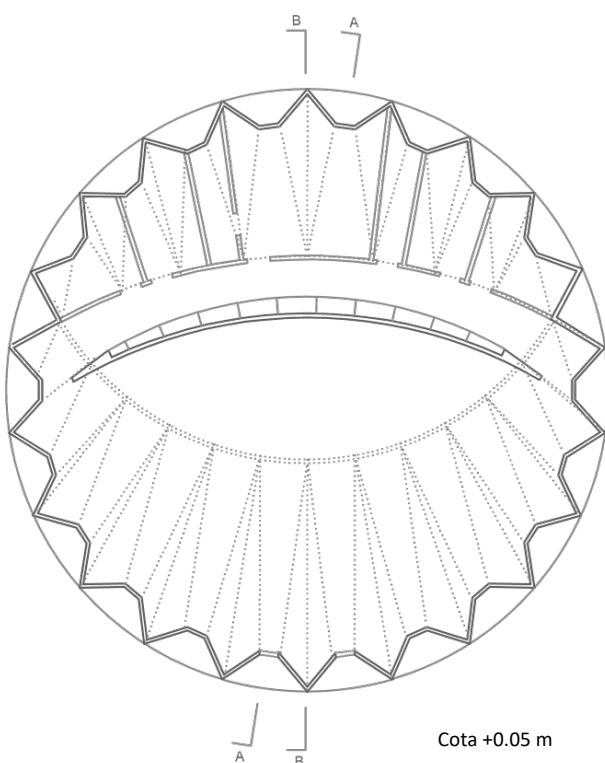


[f.244]

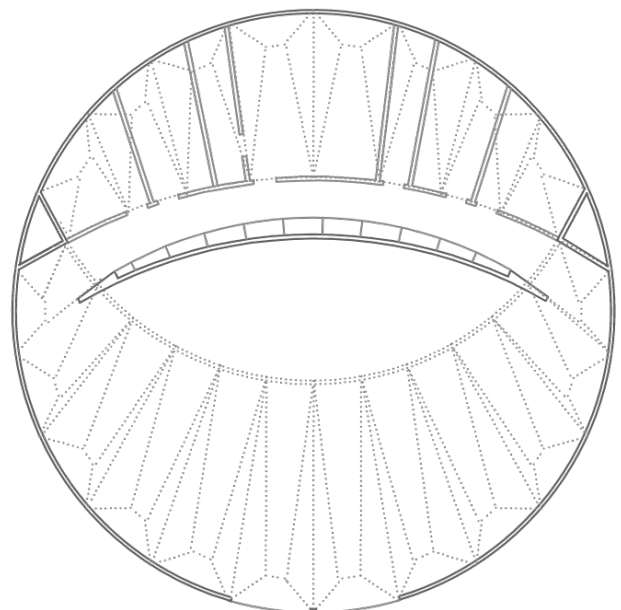
Planta de cubierta y secciones en plantas del Pabellón do Morro da Viúva a diferentes cotas.



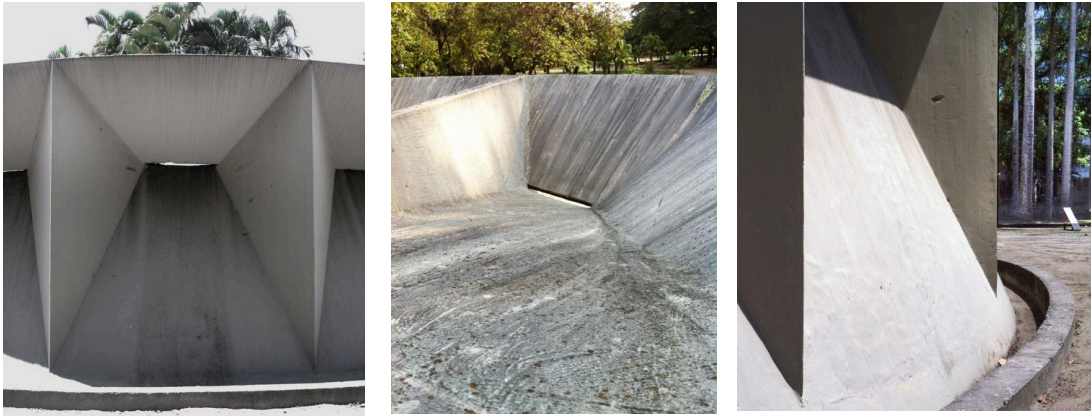
Planta de cubierta



Cota +0.05 m

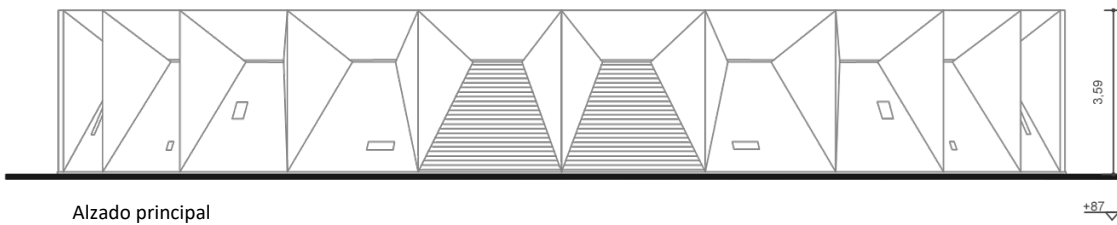


Cota +2.40 m



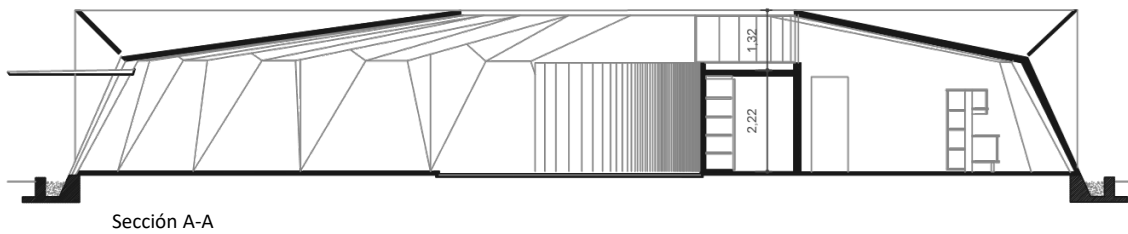
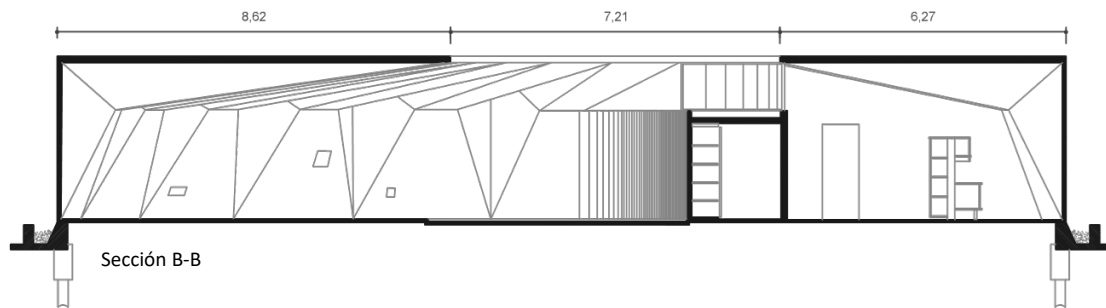
[f.245-247]

Vistas del módulo de fachada, cubierta y apoyo del edificio; fachada principal y secciones del Pabellón do Morro de Viúva.



[f.248]

Alzado y secciones del Pabellón do Morro da Viúva.



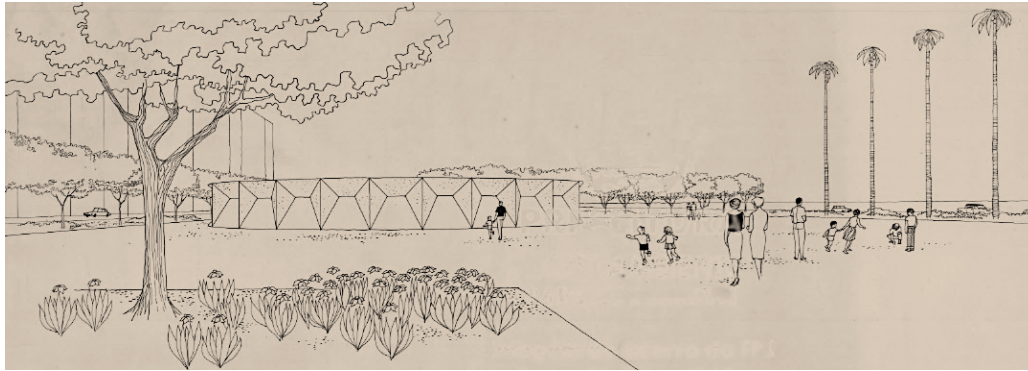


[f.249-250]

Vistas interiores del
Pabellón do Morro da
Viúva

formas radiales a deformarse cuando convierte el centro del edificio en el cruce de dos vigas curvadas con radios diferentes.

El espacio interno se divide en dos grandes áreas separadas por el patio central: una gran sala diáfana y polivalente vinculada espacialmente con el patio, y una zona de servicios de menor tamaño y separada visualmente de la sala principal por un muro curvo que esconde tras de sí un corredor de circulación. Este corredor se configura constructivamente como un elemento autónomo, fuera de la proyección de la cubierta y sin vinculación estructural con el cascarón. Además, su menor altura permite la entrada de luz a las salas administrativas por su parte superior. Mediante este elemento, que se excluye de la lógica estructural de la cubierta, Reidy consigue evitar cualquier pared divisoria en contacto con los pliegues en su sentido transversal, al tiempo que consigue iluminar y ventilar los despachos y servicios sin necesidad de perforar la piel externa del perímetro. Únicamente en determinados puntos aparentemente aleatorios se realizarán pequeñas perforaciones que no desequilibran la lectura hermética de la fachada. Estas perforaciones aparecen en diferentes alturas y tamaños y están claramente enfocadas al usuario infantil que las utiliza, probablemente la única alusión externa a la función del edificio.



[f.251]

Figura 83. Representación gráfica original del proyecto. Pabellón do Morro da Viúva.

Sin embargo, la distribución interior de las salas responde a una disposición radial que trata en vano de corresponderse con las formas variables de la cubierta, dándose casos de tabiques que contactan con la cubierta atravesando distintas caras sin ninguna correspondencia ni diálogo con los pliegues. La relación entre la cubierta y las paredes divisorias es en definitiva una consecuencia de un diseño en planta separado del concepto tridimensional, sin mucho interés por parte del arquitecto en intentar resolver esta relación más eficientemente. Por otro lado, esta disposición de las salas y servicios provoca que haya plantas trapezoidales, con paredes inclinadas en el perímetro.

En definitiva, la solución formal y estructural adoptada por Reidy parece de nuevo imponerse como la verdadera motivación, que se erige como prioritaria y sobre la que los demás aspectos del proyecto deben tratar de supeditarse. La estructura, que al mismo tiempo es cerramiento ciego, no permite la integración interior-exterior, la racionalidad distributiva y la correcta funcionalidad de los espacios, que se resuelven de la forma más digna posible bajo las condiciones formales del pliegue.

El Pabellón do Flamengo, de idéntico programa al del Morro da Viúva, parece configurarse por contraste al anterior: de carácter leve y fluctuante, su gran plataforma le permite una privilegiada posición visual en relación con el



[f.252]

Imagen externa del Pavilhão donde se puede observar el cerramiento en ladrillo visto.

playground que lo rodea. La plataforma establece una circulación perimetral que genera dos grandes espacios externos de convivencia en sus extremidades. A modo de dos grandes terrazas simétricas, estos espacios crean un diálogo espacial muy potente entre el pabellón y su entorno inmediato, al expandir el programa fuera de los límites del edificio.

Su estructura está basada también en la resistencia de la lámina de hormigón, esta vez curvada, constituyéndose tanto muros de apoyo como elementos de cubierta con esta forma geométrica. La cubierta está formada por cuatro estructuras abovedadas invertidas y apoyadas sobre el muro, estableciendo el equilibrio de las unidades por solidaridad entre ellas. No son de sección circular, sino basadas en la composición de varios radios de curva. Esto le permite tener una proporción más achatada que la circular, cubriendo cada unidad una mayor área de superficie. Por otro lado, su forma geométrica le permite crear dos enormes voladizos de 5 m cada uno que cubren los espacios aterrizados.

La distribución interna es en cierta forma parecida a la anterior: una gran sala diáfana, vinculada directamente a la cristalera de entrada y un área administrativa y de servicios al fondo. Su condición rectangular ayuda ciertamente a una mejor distribución interna. El área de convivencia y la zona administrativa y de servicio de nuevo se separan por un muro, también más bajo



[f.253]

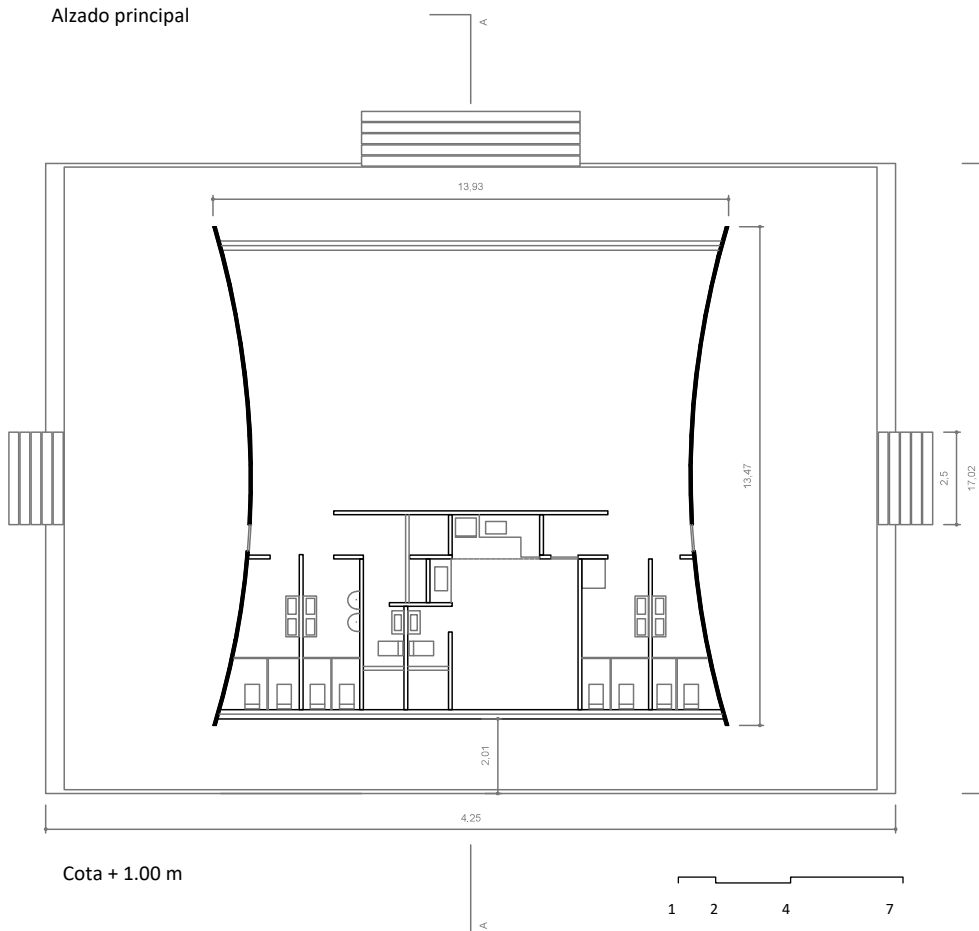
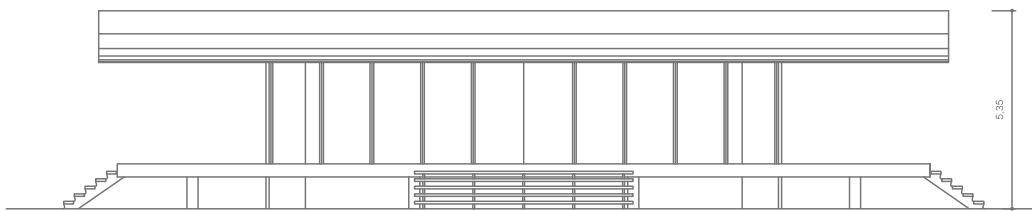
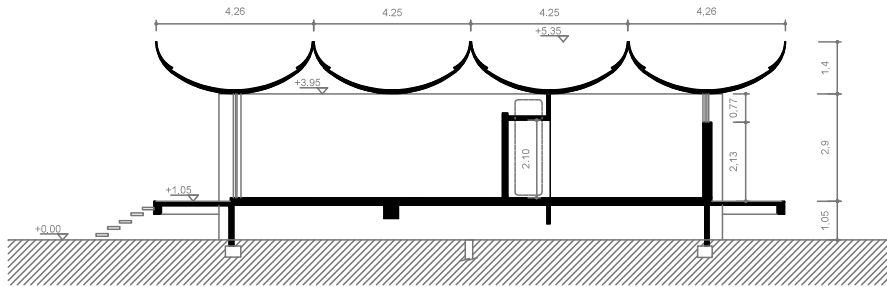
Vista externa de uno de los espacios laterales del Pabellón do Flamengo.

que la cota de cubierta, tras el cual se encuentran los accesos. Este muro, al igual que ocurre con los muros que rodean la sala principal en la Casa de Fin de Semana, marca la relación espacial con la cubierta, de forma que sutilmente transmite en un primer plano la continuidad espacial de las bóvedas, a pesar de que en un segundo plano, por necesidades del programa, tales compartimentaciones contactan con la cubierta.

La iluminación y ventilación de las salas de administración y servicio se establecen por la fachada posterior, constituida por un cerramiento de ladrillo visto. Esta pared se separa de la cubierta con una franja de ventanas altas que ocupan todo el cerramiento. Bajo su coherencia constructiva, tanto el ventanal frontal como la pared posterior son materialmente diferentes al hormigón del resto de los componentes, marcando claramente el sistema estructural.

Morfológicamente, lo más llamativo del Pabellón es la forma cómo Reidy invierte la sección de las habituales formas abovedadas en serie para colocarlas al revés.

En sus textos críticos, Yves Bruand critica fuertemente esta decisión, achancándola a la “tónica formalista” de la última etapa del arquitecto y sin posibilidad de justificación desde un argumento racional. Como máximo, añade,





[f.256-257]

Comparativa de la fachada principal del Pabellón do Flamengo y su analogía con la de la Asamblea de Chandigarh de Le Corbusier.

podría alegarse que tales formas permitían una ventilación entre la cubierta y el muro de apoyo.²⁵⁸

Esta justificación, algo débil en su argumento, viene a intentar dar una explicación a una forma arquitectónica inaudita y que no parece ofrecer ninguna ventaja sobre la opción que *a priori* parecería más lógica. Resulta difícil establecer unos motivos para tal decisión. Dejando a un lado las posibles influencias pintorescas antes comentadas – influencia oriental, olas de mar -, es cierto que compositivamente las formas puntiagudas de las bóvedas invertidas ayudan a potenciar la idea de ligereza frente a la “cavernosa” bóveda cóncava. La sensación es, a pesar de la escala desproporcionada de la cubierta con respecto al apoyo, de un elemento levemente apoyado en dos muros de 8 cm. Por otro lado, estableciendo una lectura totalmente superficial, no podemos obviar el paralelismo figurativo que provoca esta inversión en la fachada, donde la relación de los muros de apoyo con la bóveda lateral nos remite, aunque sólo sea de forma somera, a la Asamblea de Chandigarh (1955) [f.257]. Si ya se han establecido numerosos paralelismos directos entre la obra de Reidy y la de Le Corbusier, no sería de extrañar una influencia directa, por lo menos en su concepción más literal.

²⁵⁸ Yves Bruand, *Arquitetura Contemporânea no Brasil*. (Sao Paulo. Perspectiva, 1981). 241



[f.258]

Estructura de la Catedral de Brasília durante su construcción;

[f.259]

Cubierta en calha meio tubo. Casa del arquitecto Sérgio Bernardes. 1960

Intentando alguna otra explicación coherente con el pensamiento de Reidy, otra opción posible, de carácter mucho más racional, podría estar detrás de la inversión: Eduardo Torroja explica en su libro *Razón y ser de los tipos estructurales* cómo en realidad la lámina estructural abovedada, estando apoyada puntualmente, no funciona realmente como bóveda, sino como viga: “La lámina, aunque tenga forma de una bóveda, es tensionalmente otra cosa completamente distinta; mucho mejor que una bóveda, podría asimilarse a una viga”.²⁵⁹ Por otro lado, como comenta Geraldo Filizola, la construcción de la bóveda inversa no supone un mayor coste material ni económico, ya que los moldes para fabricarlas son de similares características y los esfuerzos estructurales también son parecidos.²⁶⁰ Ante estos dos argumentos objetivos, quizá el planteamiento de Reidy para tal inversión nace de una simple pregunta: si no son bóvedas, ¿por qué colocarlas como si lo fueran? Reidy en este caso estaría siendo coherente con el sistema estructural adoptado, el de viga, formalizando un manifiesto crítico frente a una inercia formal en el uso de este recurso estructural reiteradamente utilizado en el Movimiento Moderno Brasileño, cuando en realidad la lógica estructural es totalmente diferente. Geraldo Filizola encuentra en esta inversión una analogía conceptual con los

²⁵⁹ Eduardo Torroja, “*Razón y ser de los tipos estructurales*”. (Madrid. Consejo Superior de Investigaciones científicas. 1957). 108

²⁶⁰ Entrevista a Geraldo Filizola. Ver Anexo 2.

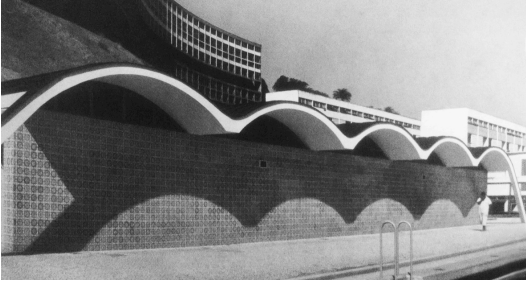


[f.260]

Hipódromo de la Rinconada. Carlos Raul Villanueva. 1959

arcos invertidos de la Catedral de Brasilia (1958-1960) [f.258].²⁶¹ En ambas obras la acción de inversión despoja al elemento estructural de su “herencia formal” con la cúpula o con la bóveda, dándole un sentido diferente que tiene que ver con las características que el hormigón ofrece como material, frente a la piedra utilizada en el pasado. Una vez invertidas, la analogía formal con las estructuras abovedadas en serie desaparece, puesto que en dicha posición pasan realmente a ser unas gigantescas vigas que por su forma funcionan como canalones estructurados, acercándose en su funcionamiento a la invención de la “*calha meio-tubo*” ya desarrollada por Sergio Bernardes para su casa en 1960 [f.259]. Salvando las distancias, la invención de Bernardes se componía de dos elementos, el canalón cóncavo de 20 cm de diámetro y la tapa convexa de 10 cm, y estaba construido en fibrocemento. Pero en esencia configuran lo mismo: un sistema de cubierta auto estructurada por la forma curvada de las unidades, que resuelve a un tiempo estructura, cubierta y evacuación de aguas. Lo cierto es que es extremadamente difícil encontrar propuestas anteriores a 1962 donde se hayan invertido las bóvedas. Por eso es altamente significativa, aunque relacionarlas suponga una mera especulación, la construcción de una cubierta similar en el hipódromo de la Rinconada (Caracas, 1959) del arquitecto Carlos Raúl Villanueva [f.260], quien además estaba en contacto directo con Burle Max en el tiempo de la construcción del Aterro, ya que suyo es el proyecto de

²⁶¹ Entrevista a Geraldo Filizola. Ver Anexo 2.



[f.261-262]

Comparativa de las cubiertas de los vestuarios de la piscina del Pedregulho y el Pabellón do Flamengo.

paisajismo del hipódromo. Sin llegar a saber si Reidy conocía el proyecto del hipódromo, ni si llegaron a conversar sobre el asunto, lo cierto es que resulta difícil que Reidy no conociera el proyecto de Villanueva.

Dejando a un lado las motivaciones o las referencias, también podemos analizar otros aspectos que separan dicha cubierta de otras anteriores concebidas por Reidy.

Si comparamos la cubierta abovedada de los vestuarios del Pedregulho con la del Pabellón - quizá la que más se acerque compositivamente -, encontramos varias diferencias sustanciales: en el Pedregulho la solución de continuidad entre las diferentes bóvedas está claramente marcada. La lectura es de un elemento ondulado y continuo. El espesor de la lámina es constante en todas las bóvedas, incluso aumenta ligeramente en la unión entre ellas al establecer un tramo horizontal que sirva de superficie de apoyo. Como ocurre en todos los proyectos ya expuestos en el capítulo 3, la cubierta es formalmente llevada hasta el terreno en las extremidades a través de unas vigas. Se trata de una necesidad estructural que es aprovechada para crear un gesto que permite que la cubierta llegue formalmente hasta el suelo.

[f.263]

Encuentro entre dos
módulos de cubierta.
Pabellón do Flamengo.



En el Pabellón la estrategia es la opuesta: la sección de las bóvedas es variable, afinándose en las puntas de contacto. Se debilita formalmente el punto clave de la estabilidad del conjunto. De esta forma Reidy parece apartarse deliberadamente de la idea de un elemento continuo para acercarse más a las de unidades sueltas que están en equilibrio unas sobre otras. El muro de apoyo también participa del juego compositivo, configurándose como piezas independientes y curvas de igual materialidad. Por el contrario, en el Pedregulho el muro se materializa con azulejo, de forma que se diferencia claramente de la pieza de cubierta. Por último, la plataforma elevada del Pabellón aporta una mayor levedad a la composición, pareciendo que todo el conjunto se encuentra apoyado sobre ella, otorgándole de nuevo una mayor ligereza compositiva.

5.3.2 Lo que los une: relaciones estructurales y constructivas

Las costillas que conforman el paraguas del Coreto parten de un borde recto en el perímetro de la cubierta para ir aumentando de forma proporcional al momento de inercia. Estas costillas, en forma de V invertida, se sitúan en las diagonales del cuadrado, formando 45 grados con sus lados, y absorbiendo los encuentros geométricos que se producen en las cuatro diagonales de la cubierta. De esta forma, cada lado se constituye por una lámina plana independiente e inclinada hacia el centro de la estructura. Estas láminas, de tan solo 4 cm, esconden un refuerzo perimetral de hasta 20 cm que ensombrece conceptualmente la pureza de la lámina continua, pero evitan la deformación del borde en la parte central del vano.²⁶² [f.266]

La cubierta alcanza 100 m² de superficie, siendo los cuatro lados de 10 m de longitud. Al ser una pieza totalmente simétrica, las costillas diagonales tendrán continuidad con otra exactamente igual y en la misma línea de fuerza pero en sentido opuesto, equilibrando el sistema en el centro y conteniendo la mayor parte de los refuerzos de acero en la arista superior del pliegue, que funciona a

²⁶² Esta deformación, consecuencia de un sistema a base de planos, no ocurre en los paraguas resueltos como hipares, ya que trabaja toda la lámina en conjunto sin momentos de flexión relevantes.



[f.264-265]

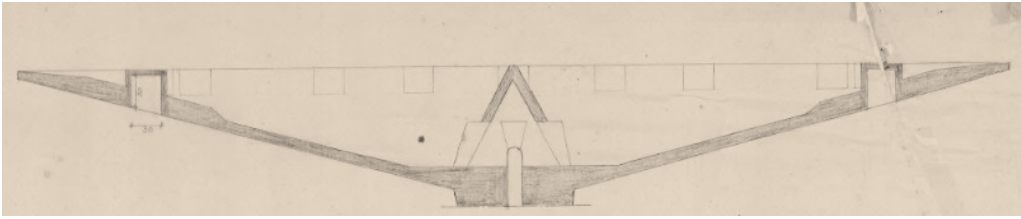
Vista del pilar y del encuentro con la cubierta del Coreto.

tracción. De esta forma, el punto de mayor tensión de toda la estructura será el cruce de las cuatro vigas en su parte superior.

Curiosamente, este encuentro entre pilar y cubierta está hueco en su centro. El espacio es aprovechado ingeniosamente por Reidy para introducir la salida de aguas de la cubierta. Para ello agujerea cada uno de los encuentros entre vigas en su parte baja, donde tienen menor tensión [f.270]. De esta forma el pilar, que es macizo, está hueco en el punto de encuentro con la cubierta, convirtiéndose en cuatro paredes triangulares que encajan con la geometría de las costillas por su parte inferior. Esta operación demuestra que la cubierta se encuentra en equilibrio por sí misma, de forma que el pilar recibe de la cubierta principalmente esfuerzos axiales. Lo demuestra la práctica inexistencia de barras de acero que interconecten pilar y cubierta, únicamente las necesarias para transmitir las cargas de viento.

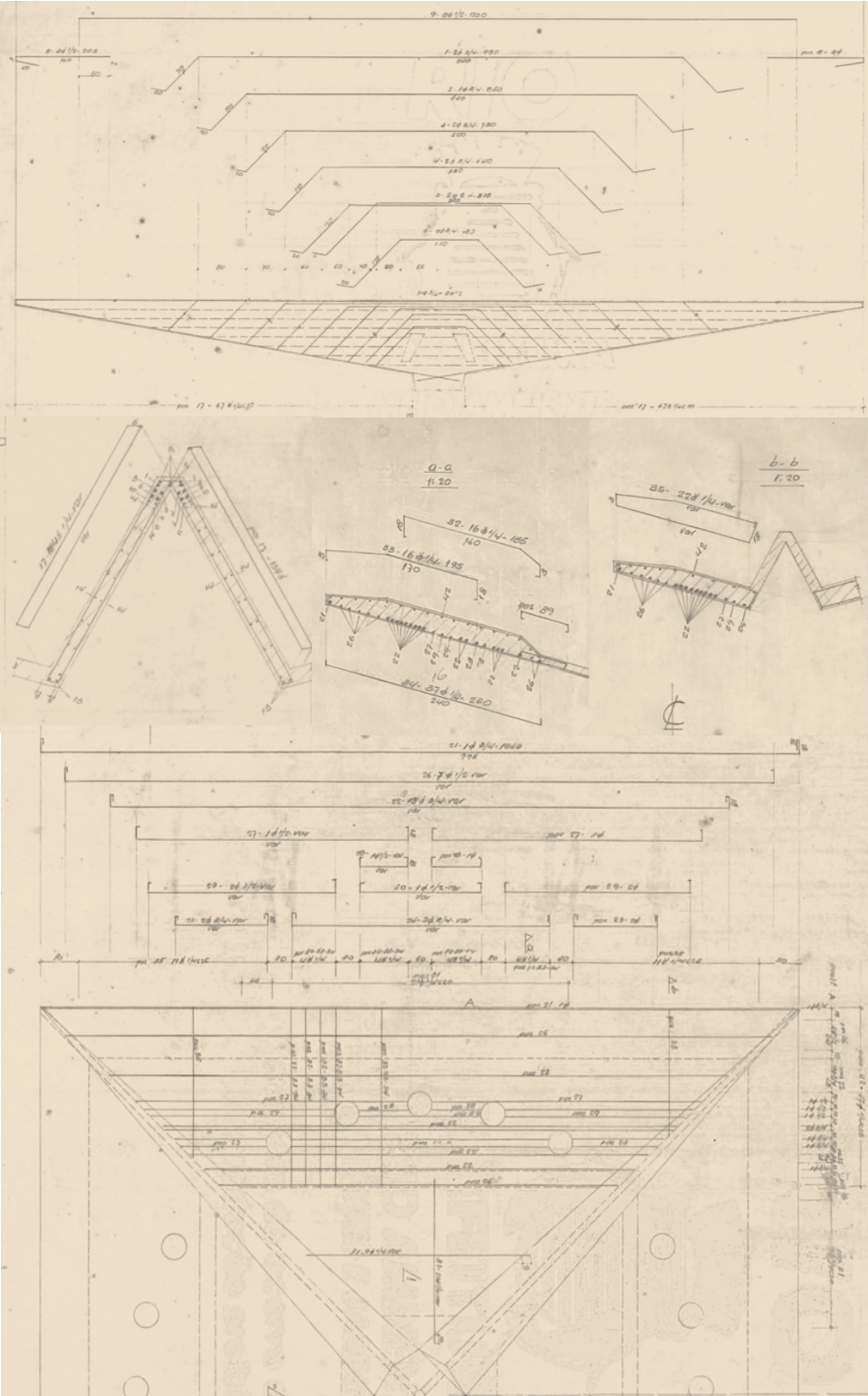
Por otro lado, el pilar se adapta geoméricamente a dos momentos de tensión diferentes: En su base los lados de su sección son paralelos a los de la cubierta, respondiendo de la manera más lógica a los esfuerzos provocados por el conjunto de la estructura. Sin embargo, mediante un juego geométrico de triangulación, Reidy consigue girar 45 grados la sección del pilar y aumentar su

CAPÍTULO 5. LOS PABELLONES DEL ATERRO DO FLAMENGO.



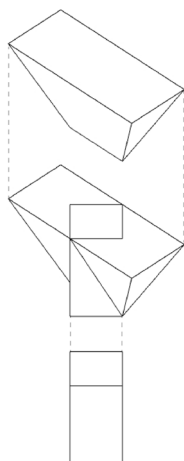
[f.266]

Corte por el centro da cubierta, donde se muestra el espacio hueco interno y los huecos de evacuación de pluviales, así como el refuerzo perimetral de borde



[f.267]

Planos técnicos originales de la cubierta del coreto. Se puede observar el elemento de refuerzo perimetral de las diferentes armaduras internas de las costillas.



[f.268-269]

Detalle del pilar principal del Monumento a los Muertos de la Segunda Guerra Mundial. Marcos Konder Netto y Hélio Ribas Marinho. 1957-60

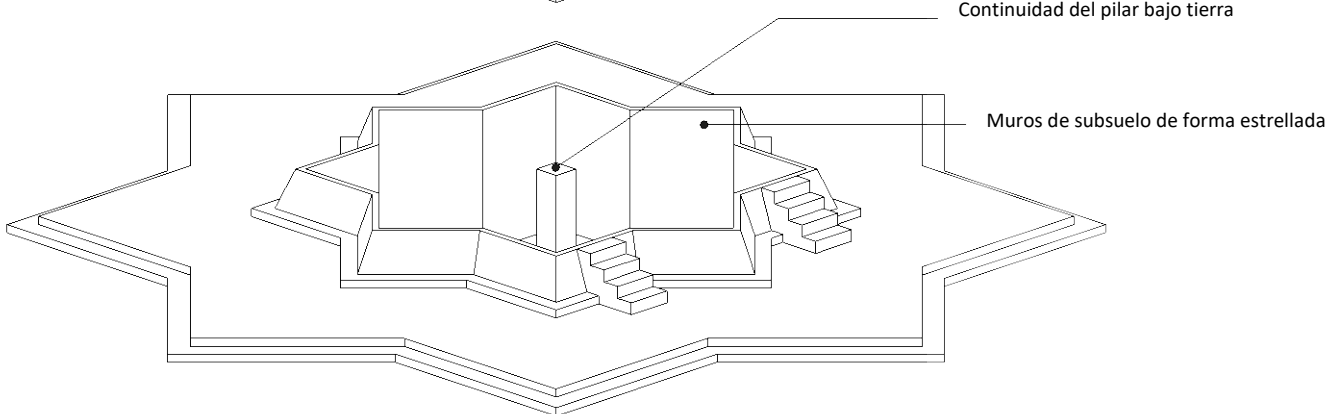
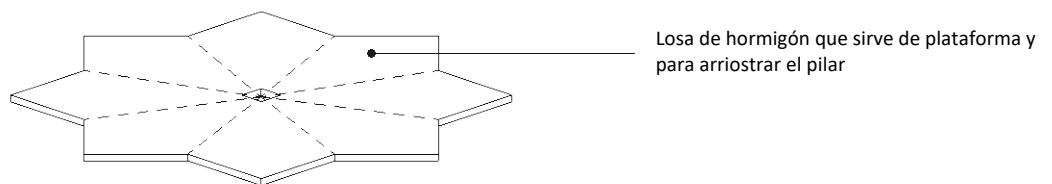
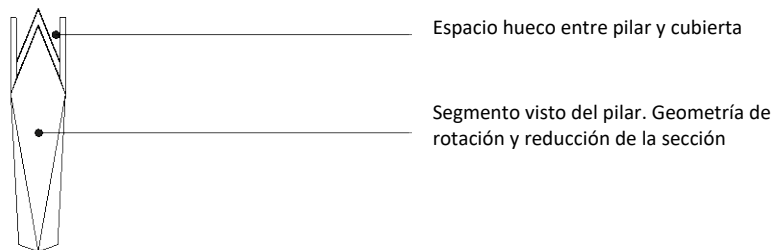
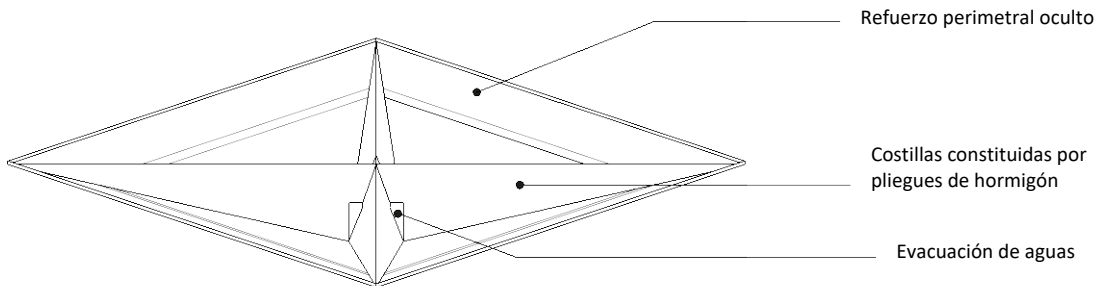
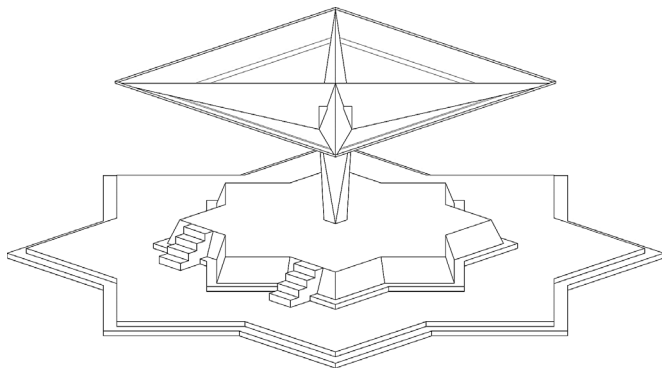


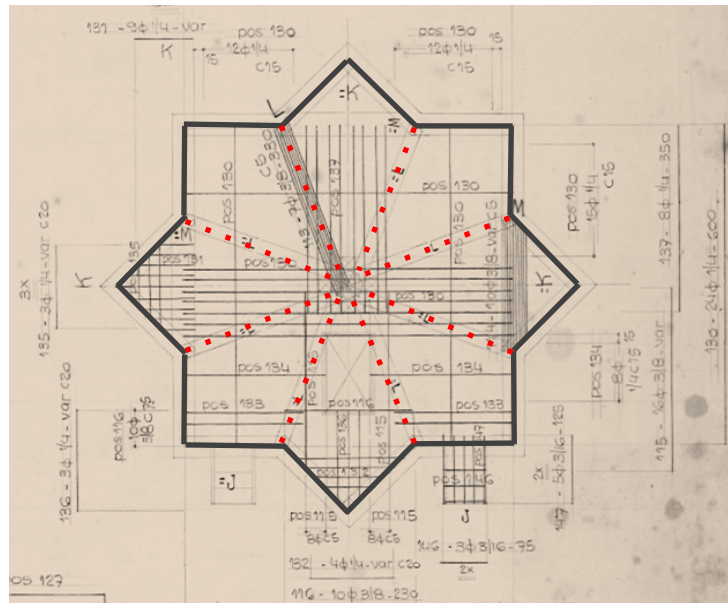
sección para encajar con la disposición de las costillas estructurales de la cubierta, que de otra forma no podrían encajar. Este giro, además de facilitar constructivamente el encuentro entre pilar y cubierta, consigue incluir en la lógica geométrica del conjunto al pilar, que no siendo laminar, se faceta de forma triangulada y va disminuyendo su sección, dando una lectura similar al afinamiento de la sección de la cubierta.²⁶³ Este mismo pilar continúa ya recto por el almacén existente en el subsuelo, hasta la cimentación, a cota -1,48 m. Su altura total llega entonces a 5,23 metros, siendo sólo de 3 metros en su tramo visible. De esta forma, la plataforma estrellada del Coreto pasa a tener una función estructural de arrostramiento del pilar a cota + 87 m, que posee ocho refuerzos radiales que se cruzan en su centro y ayudan a transmitir los esfuerzos laterales del pilar en cualquier dirección. Estos esfuerzos son conducidos a los puntos de mayor rigidez de las paredes facetadas del subsuelo, que también pasan a tener un papel activo en la estabilidad del conjunto [f.271].

²⁶³ La transformación geométrica de la sección del pilar a lo largo de su fuste es una operación bien conocida por Reidy y por la Modernidad Brasileña. Para buscar una referencia cercana y pionera, Marcos Konder Netto y Hélio Ribas Marinho realizaron mediante una transformación geométrica similar los ajustes necesarios para soportar los esfuerzos existentes en el pilar que sustenta la plataforma principal del Monumento aos Mortos da II Guerra Mundial (MNMSGM), pasando de una sección cuadrada a una rectangular por la macla de un pilar de base cuadrada y una pirámide invertida de base rectangular. Según el propio relato de Konder en la visita realizada con motivo del 50º aniversario de la construcción del Aterro, el día 11 de noviembre de 2015, esa transformación geométrica será la primera realizada en Brasil, dando lugar años más tarde a toda una narrativa relacionada con el apoyo donde se destacan Vilanova de Artigas y Paulo Mendes da Rocha como máximos exponentes. Él mismo Konder explica cómo, de hecho, la mitad interna de la pirámide invertida es una concesión formal, puesto que sólo era necesaria en el lado del voladizo, siendo introducida por una cuestión geométrica.

[f.270]

Axonométrica de la cubierta del Coreto. Se puede observar el elemento de refuerzo perimetral de las diferentes armaduras internas de las costillas.





[f.271]

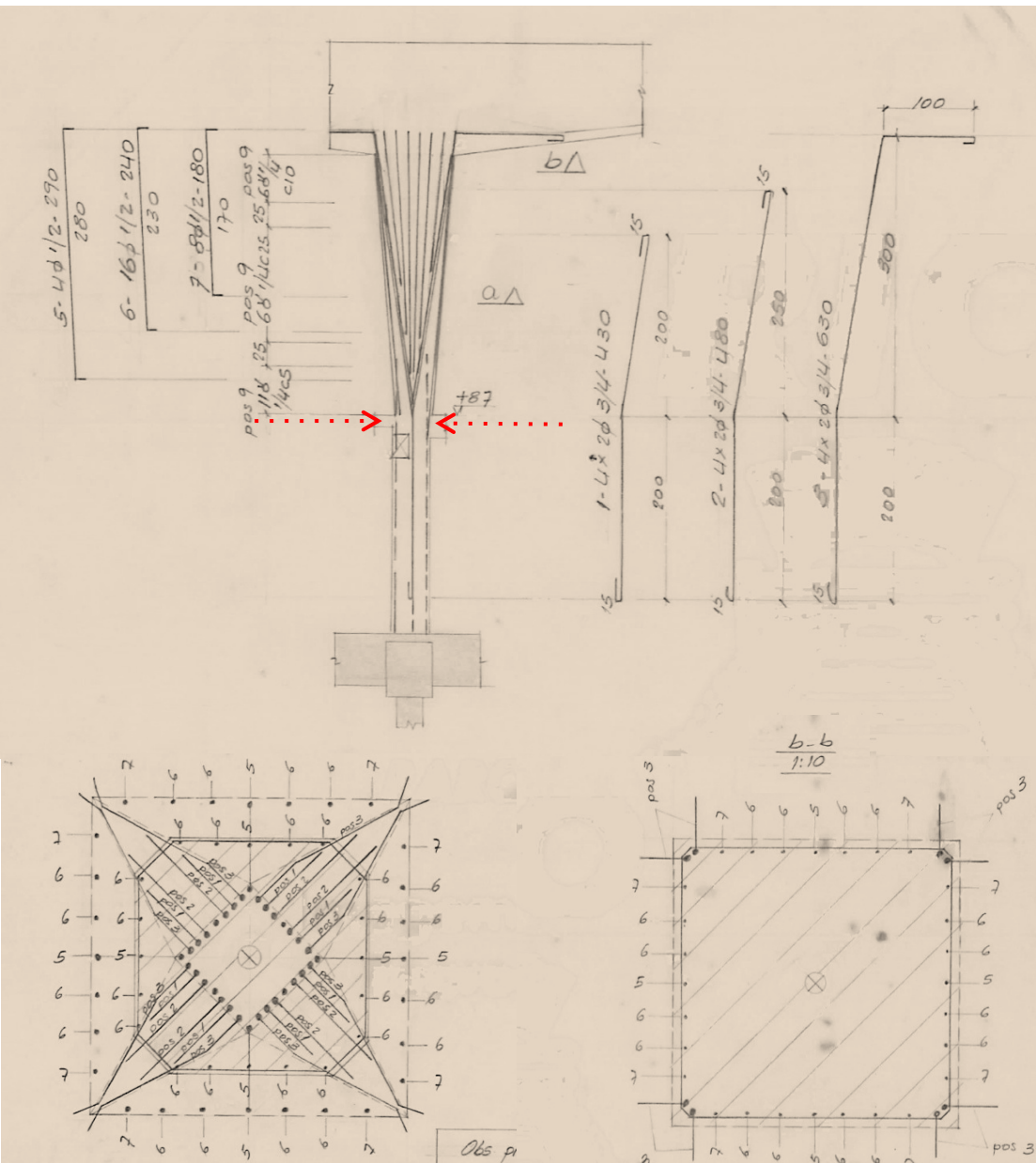
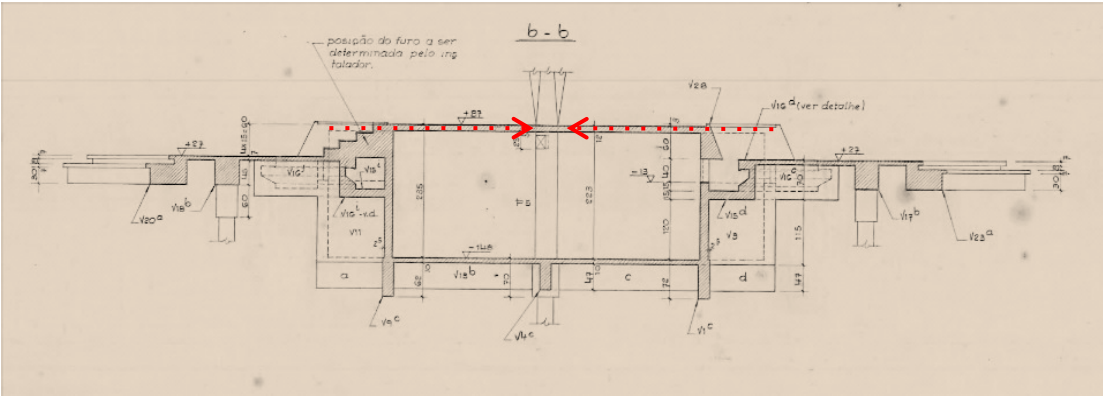
Detalles del refuerzo del forjado de la plataforma de Coreto a nivel +87.

De hecho, si observamos la cimentación del pilar, está compuesta únicamente por dos estacas, lo que no aseguraría su estabilidad a no ser que el subsuelo colaborara de la forma descrita. La forma estrellada, por otro lado, ayuda en esta colaboración de manera más eficaz que si fuera cuadrada, lo que desmonta en parte la narrativa simbólica de su forma antes mencionada – rosa de los vientos, simbología cósmica – para mostrar una motivación relacionada, de nuevo, con la estrategia estructural. Se debe tener en cuenta que el Coreto se construye en unos terrenos de relleno, sin consistencia ninguna, lo que complica la construcción de un elemento apoyado en un único pilar. La base soluciona este problema y se convierte en un recurso estructural que se aprovecha como escenario [f.272].

De la misma forma que en el Coreto, el momento de mayor tensión en el Pabellón del Morro da Viúva se produce en las aristas superiores de los pliegues de la cubierta. Podemos observar cómo estas aristas forman 90 grados en su coronación con la arista vertical en fachada que le da continuidad, creando un elemento en pescante que soporta todo el momento flector en el encuentro de la parte horizontal con la vertical.

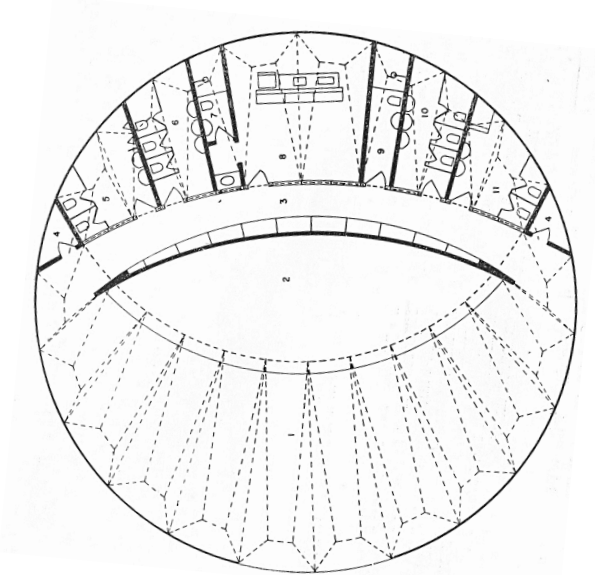
[f.272]

Detalles de refuerzo de la losa de plataforma del Coreto a nivel +0.87 y detalles de refuerzo del pilar.

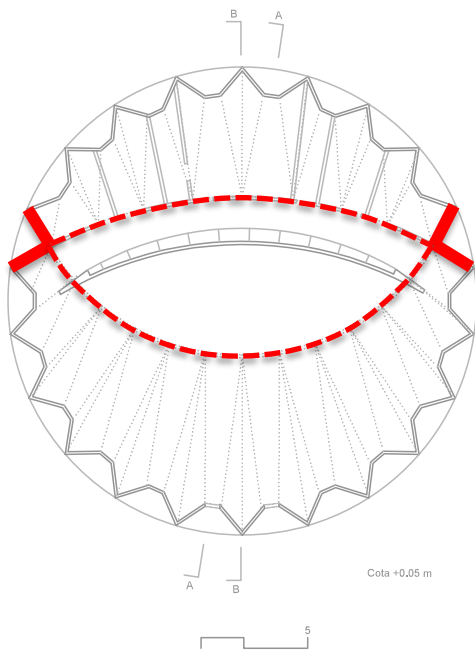


[f.273]

Planta general del proyecto del Pabellón del Morro da Viúva.

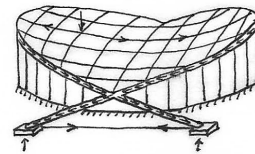


Sin embargo, a diferencia del Coreto, tales costillas al converger en un núcleo central no funcionan en voladizo. La tipología estructural que pudiera asemejarse más a este sistema es la cúpula, con un anillo central a compresión y uno externo en su base a tracción. Sin embargo, analizando su funcionamiento con detenimiento se pueden apreciar diferencias importantes. Por un lado, las cúpulas tradicionales transmiten sus esfuerzos a través de la forma hasta su base sin sufrir mayores esfuerzos de flexión. En este caso la forma plegada soporta unos esfuerzos a flexión importantes, pero queda rigidizada por la geometría de la cáscara, que acaba transmitiendo tales esfuerzos al anillo traccionado de la base. El segundo aspecto que lo diferencia de una cúpula se basa en la forma de transmisión de los esfuerzos del anillo central de compresión. En lugar de un anillo tradicional, Reidy lo convierte en dos arcos cruzados de radios diferentes que reciben los empujes laterales de las costillas para transmitirlos directamente al terreno. Lo más interesante de este sistema está en la forma en que se resuelve la geometría del encuentro entre los arcos y las costillas: se puede observar cómo en el encuentro de los dos arcos también se encuentran las dos costillas menores de la cubierta. Existe una continuidad geométrica entre las aristas de estas costillas menores con las propias líneas de los arcos. Observando en planta se percibe cómo en realidad, a pesar de mantener un aspecto externo igual al resto, estos dos módulos de fachada son totalmente diferentes: Se convierten en un elemento en forma de L de suelo a cubierta que queda



[f.244]

Esquema de distribución de los arcos de compresión en el Pabellón do Morro da Viúva;



[f.275-276]

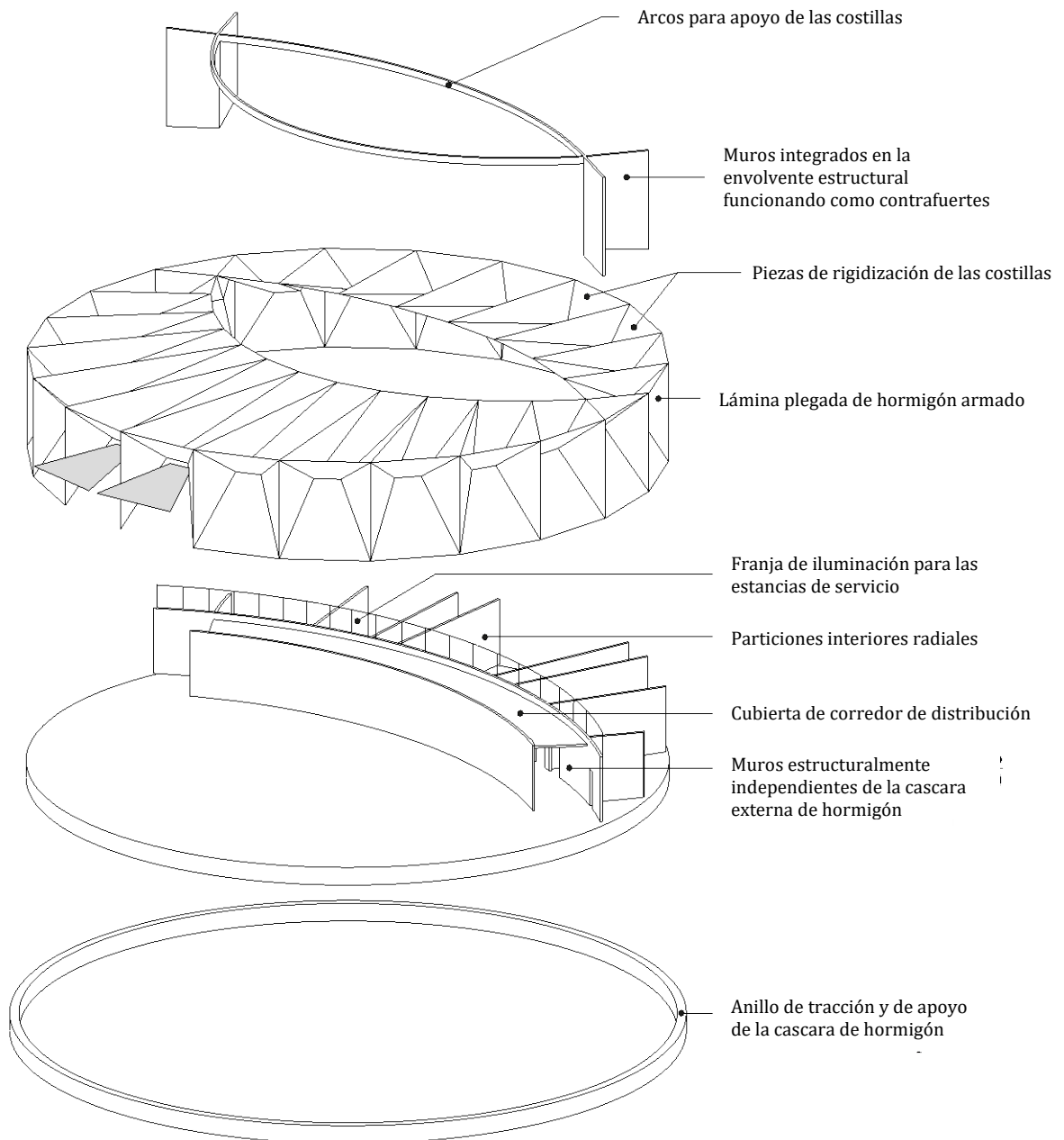
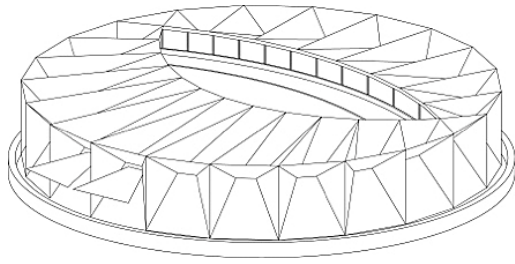
Vista y esquema estructural del Raleigh Livestock Arena. Maciej Nowicki. 1952-1961

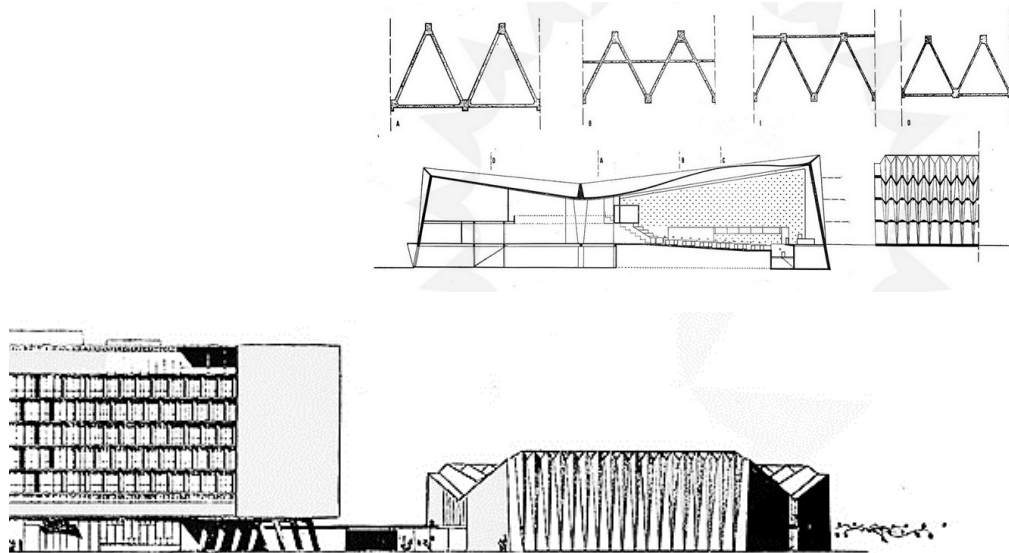
disimulado dentro de la geometría de la cáscara plegada. Los lados de esta L son en realidad los apoyos verticales de los arcos y transmiten al terreno todos los empujes laterales que los arcos les transmiten. De esta forma, aislando los arcos y los dos módulos de fachada para analizarlos, nos encontramos con dos pórticos estructurales cruzados. Geraldo Filizola encuentra en esta estructura un paralelismo con los arcos cruzados del Raleigh Livestock Arena (1952-1961) [f.275-276] que llega a funcionar de una forma hasta cierto punto similar. Mientras en el estadio los arcos soportan una cubierta tensionada entre ellos, los del pabellón soportan los empujes de la cubierta que les rodea. En ambos casos los arcos están comprimidos y su cruce les ayuda a compensarse uno al otro los esfuerzos transmitidos.

La lámina plegada, de 5 cm de espesor, basa su lógica geométrica en el aumento del canto a medida que el momento flector aumenta, llegando a su punto máximo en el cambio de plano de fachada a cubierta. Se trata de un sistema experimentado en varios proyectos muy conocidos en 1962, destacándose principalmente el Auditorio de la UNESCO (1953-1958) de Nervi y Breuer, o una versión similar construida por Breuer para la Abadía de Saint John (1958-1961). Obviando que estos proyectos se configuran de manera rectilínea y el pabellón de manera circular, encontramos en ellos una lámina plegada que genera

[f.277]

Axonometría de las partes estructurales del Pabellón del Morro da Viúva.





[f.278]

Anteproyecto del Auditorio de la UNESCO publicado en la Revista Acropole 189 (1954).

también fachada y cubierta. En el caso del Auditorio, lo más interesante - y también altamente difícil de ejecutar - es cómo Nervi irá situando una lámina de hormigón ondulada que atraviesa los pliegues y que se irá colocando en la parte superior o inferior de ellos en función de los momentos flectores en cada tramo. Observando la fachada del auditorio de París, podemos descubrir que, si bien los principios estructurales adoptados son similares al pabellón, la geometría del pliegue escogida es otra [f.81]. Sin embargo, observando el proyecto publicado en 1954 en la revista *Acrópole*,²⁶⁴ podemos ver cómo de un modo diferente a la forma construida, la propuesta publicada se asemeja totalmente a la forma geométrica escogida por Reidy [f.278].

Ésta se basa en el facetado triangular de las costillas con sección en forma de V, aumentando la sección en altura. En el giro que da continuidad a la cubierta, momento de mayor dimensión del pliegue, encontramos un refuerzo que evita su deformación: la costilla puede deformarse y “abrirse” como lo haría una lámina de papel con la misma geometría. Para evitar esta deformación tanto Nervi como Reidy colocan una pieza que solidariza unas costillas con otras y evita la deformación de la geometría en V. Esta pieza, a pesar de parecer un anillo perimetral continuo, es en realidad una colección de piezas encajadas entre pliegues que colaboran únicamente para tal empuje, funcionando a compresión.

²⁶⁴ *Acrópole*. Nº 189. Enero de 1954. São Paulo. 1938-1971. Pg 395. Disponible en: <http://www.acropole.fau.usp.br/>



[f.279]

Vista externa de la geometría adoptada para la fachada del pabellón do Morro da Viúva.

Para permitir la evacuación de aguas, Reidy separa esta pieza de la superficie de cubierta, convirtiéndose cada una de ellas en una boca de desagüe de cada uno de los segmentos de la cubierta [f.279].

Dimensionalmente todo el pabellón está interrelacionado [f.281], teniendo dos elementos prioritarios que condicionan los demás: Su forma circular externa y el modo en que los anillos del centro antes descritos se estructuran. Puede llegarse a la conclusión, por simple deducción al observar los planos, de que existen ciertas medidas impuestas a priori en el proyecto, dejando el resto como resultante de las primeras: En planta, un diámetro de 22 m dividido en dieciséis partes iguales - creando segmentos triangulares de 16° -. En sección, la altura interna mínima es de 2,40 m y la máxima de 3,55 m, y la situación del pliegue entre cubierta y fachada está a 1,2 metros del perímetro. Una última medida predefinida es el ancho de los módulos trapezoidales de la fachada, de 1 m de ancho, lo que resulta en pliegues de aproximadamente 76° de abertura. Estas medidas dictan el resto de las proporciones, que pasan a ser medidas y ángulos inexactos, consecuencia de las relaciones con los anteriormente descritos y las necesidades estructurales del proyecto: Inclinación de cubierta y fachada, radios con la forma ojival del patio y deformación en cubiertas de las costillas se definen por la conjunción del resto de las medidas antes mencionadas.



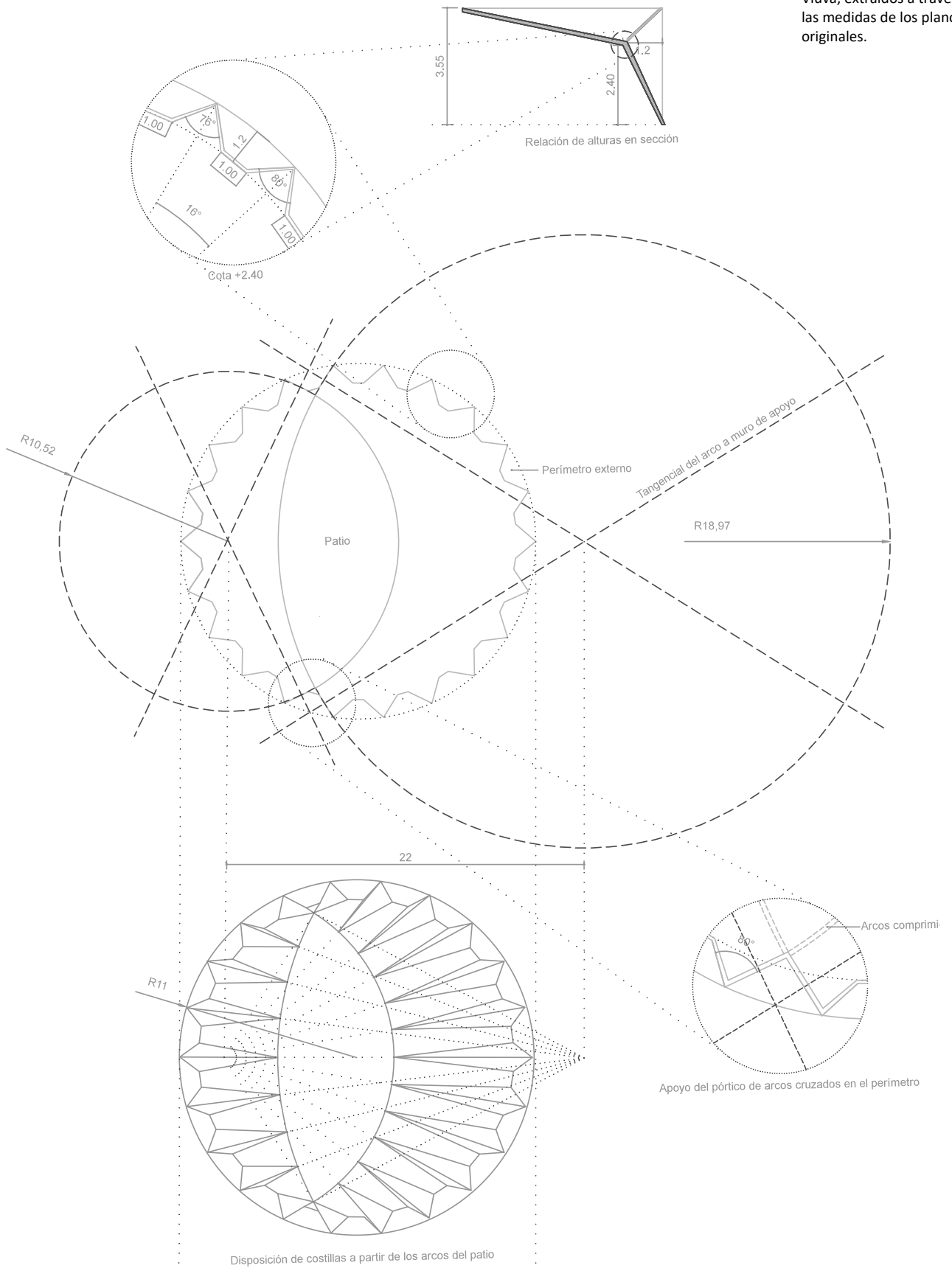
[f.280]

Detalle de cubierta del Pabellón del Morro da Viúva.

Los planos de cimentación nos dan pistas sobre la estrategia estructural seguida para apoyar el cascarón en el terreno inestable del *playground*: por un lado, el anillo de tracción que recoge los empujes de los pliegues en el terreno se usa al mismo tiempo como canalón de recogida de aguas perimetral y como elemento de apoyo. Es decir, el Pabellón se encuentra sólo superficialmente apoyado sobre el terreno. No obstante, a lo largo del perímetro se sitúan once estacas que sirven de apoyo para el canalón. Estructuralmente, el cascarón de cerramiento, que es una unidad rígida por sí misma, se encuentra puntualmente apoyado sobre el terreno sobre esas estacas [f.282].

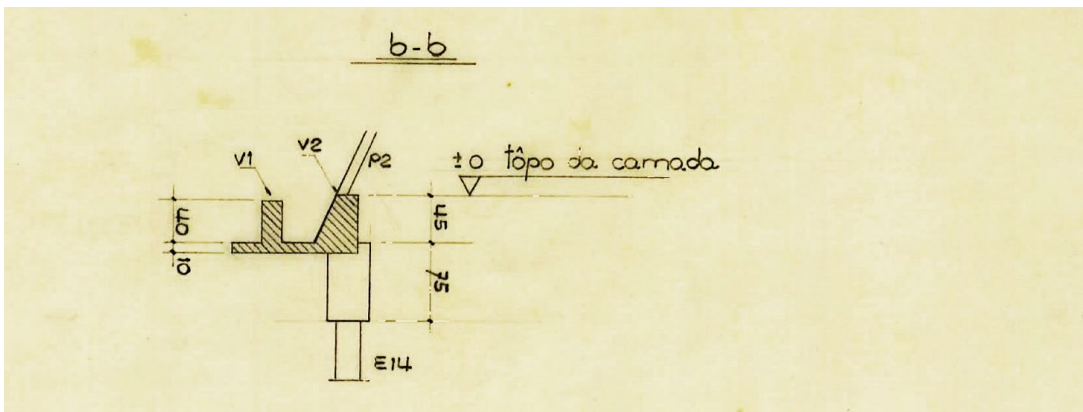
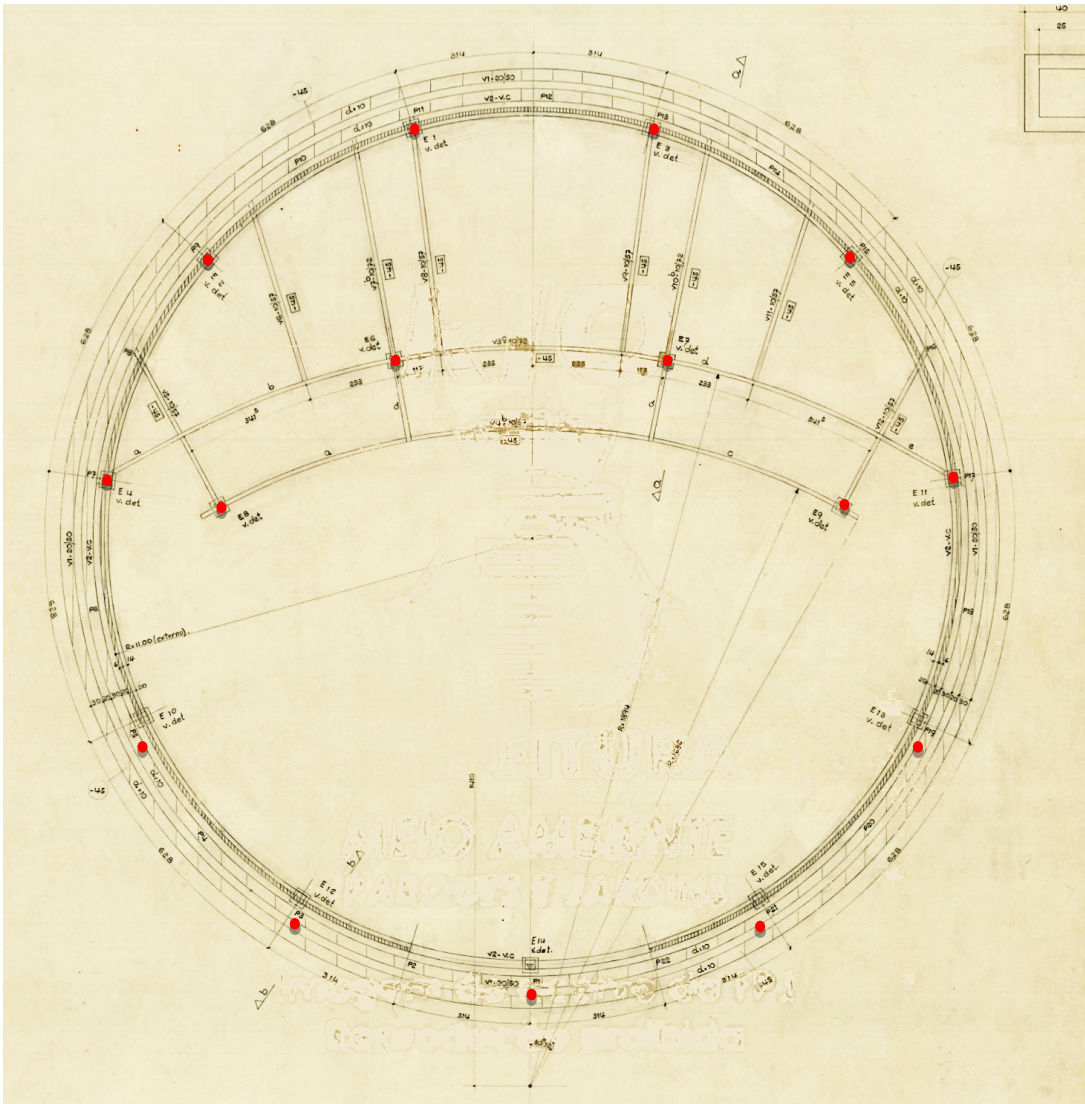
[f.281]

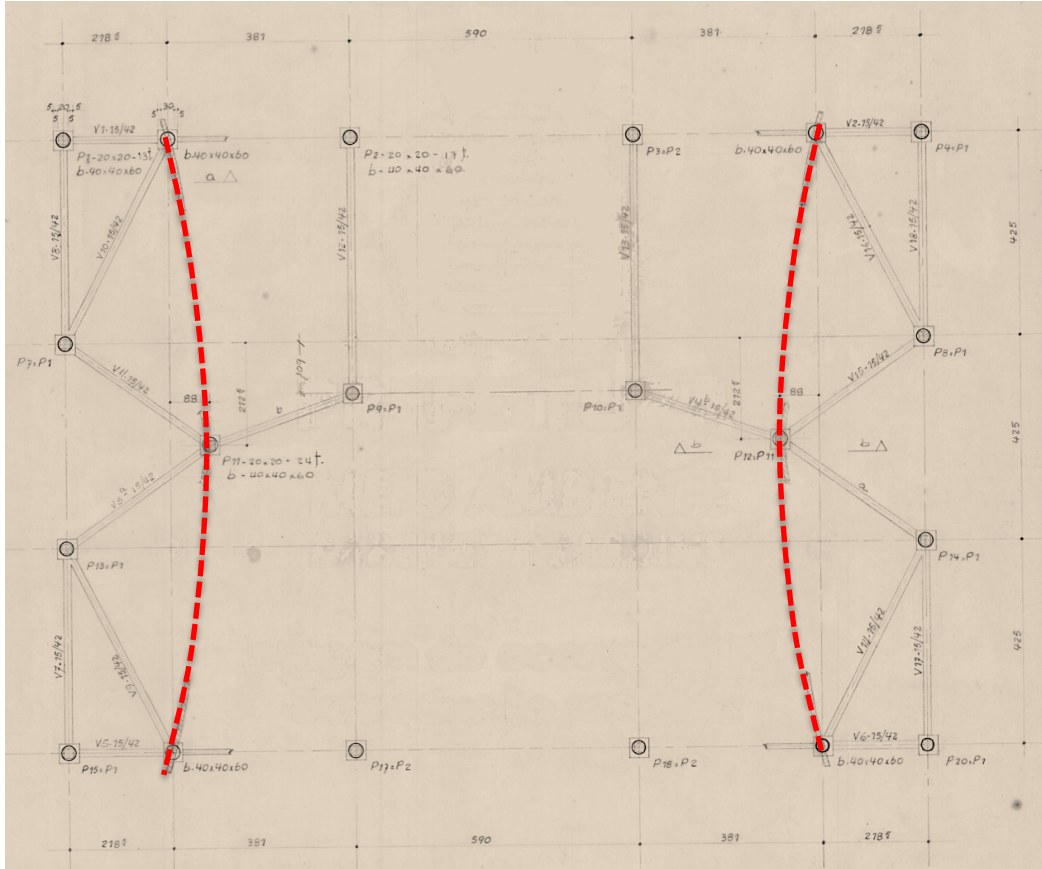
Análisis geométrico y relación de dimensiones del Pabellón do Morro da Viúva, extraídos a través de las medidas de los planos originales.



[f.282]

Planta de cimentación y sección del anillo de tracción del Pabellón del Morro da Viúva

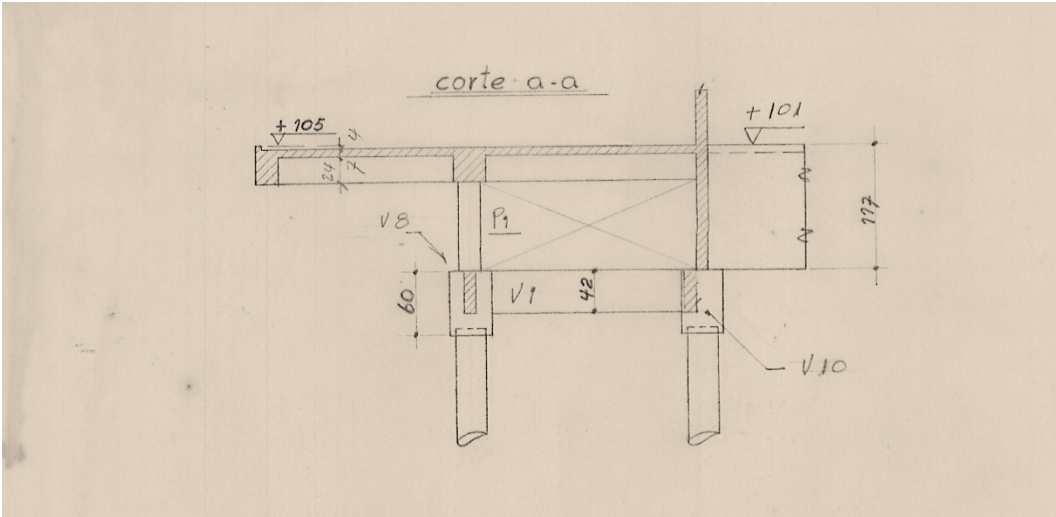




[f.283]

Planos de cimentación del Pabellón do Flamengo. Se puede observar cómo los muros apoyan únicamente en tres puntos.

De la observación de las plantas de cimentación del Pabellón do Flamengo encontramos, a pesar de las diferencias sustanciales en otros aspectos, un planteamiento parecido al Coreto y al Pabellón de Morro da Viúva: como en el Coreto, la necesidad de un empotramiento de los muros de carga para estabilizarlos en el terreno se evita mediante un elemento solidario, esta vez elevado sobre el terreno a modo de plataforma a cota 1,21 m. Como antes ocurría con el sótano del Coreto, esta plataforma asegura la estabilidad del muro, de forma que la cimentación tendrá que cumplir un papel principalmente de apoyo a esfuerzos axiales, encomendando a la plataforma la transmisión de los empujes laterales [f.284]. Como ocurre en el pabellón da Viúva, los dos muros curvos sólo apoyan sobre 3 estacas repartidas en los extremos y el centro, y se convierten así no sólo en un muro estructural, sino también en una enorme viga de 5,10 m de canto. Por otro lado, la forma curva del muro ayuda a resolver su propia estabilidad, principalmente a pandeo, máxime cuando su espesor es de tan sólo 8 cm [f.283].

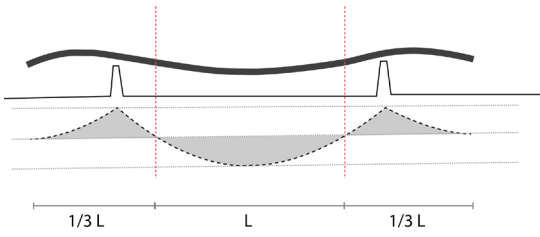


[f.284]

Detalle estructural del voladizo de la plataforma del Pabellón do Flamengo y unión con el muro curvo de hormigón para arriostrarlo.

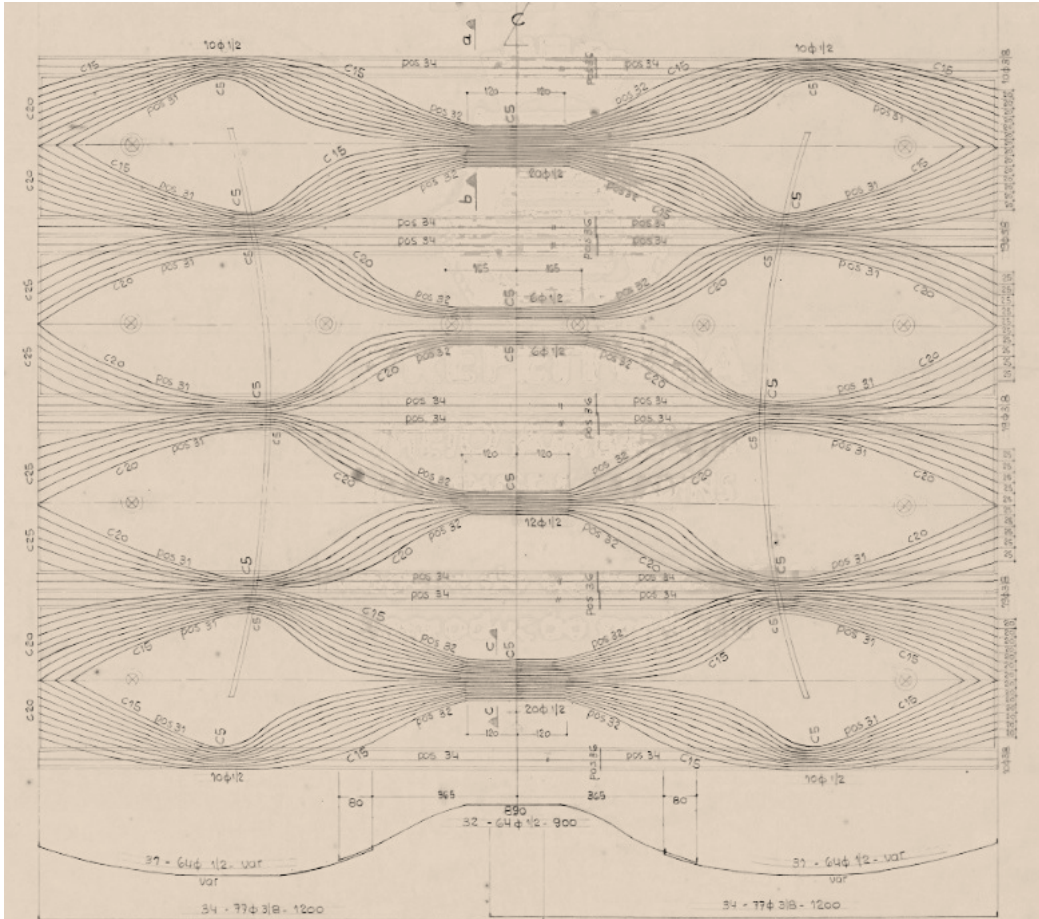
La forma en que las piezas de la cubierta se apoyan sobre los muros convierten a este pabellón en una estructura biapoyada. Las dimensiones de sus voladizos no son sólo un recurso proyectual que responda a la necesidad de crear espacios externos cubiertos sino que, analizando las proporciones voladizo-vano-voladizo encontramos un razonamiento estructural claro: la proporción es de $1/3 L - L - 1/3 L$, lo que resulta en la más eficaz de las opciones de una estructura biapoyada, reduciendo a la mitad los momentos máximos generados y repartiéndolos a lo largo de toda la viga. Reidy responde a una condición de optimización del sistema constructivo sacando partido formal a tal condición [f.285].

Observando ahora en detalle la planta estructural de la cubierta, vemos cómo las formas ondulantes de los refuerzos de post tesado van dando respuesta, como lo hacía la lámina ondulada en el auditorio de la UNESCO, a los momentos generados en los apoyos y centro del vano [f.286]. Por otro lado, observando la sección estructural del mismo elemento vemos algunas cosas llamativas: a diferencia de lo que parece a simple vista, la parte más gruesa de la estructura resulta ser la más fina visualmente [f.287]. Se produce así un engaño formal que vendría a resolver otras cuestiones, tanto desde el punto de vista compositivo – al engrosar la parte central de las cubiertas, crea la falsa sensación de que están unidas frágilmente, en su parte más fina - como desde un punto de vista constructivo - la necesidad



[f.285]

Esquema de momentos flectores aplicados en una viga biapoyada de proporción $1/3 L - L - 1/3 L$



[f.286]

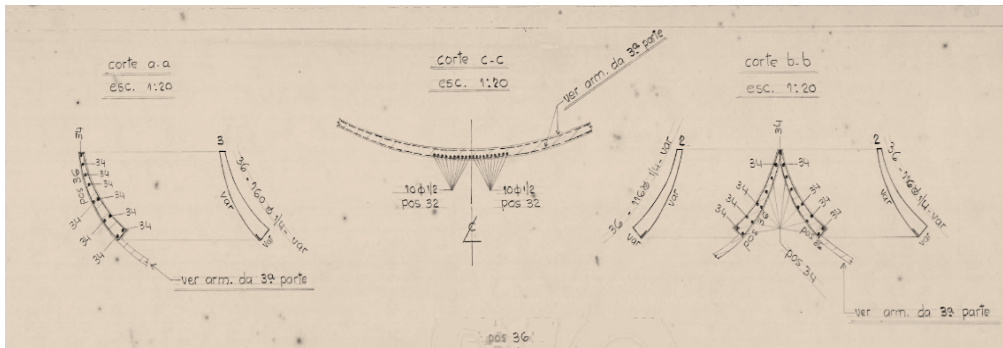
Planta de refuerzos de postesado y relación con la geometría y apoyos de la cubierta.

de un refuerzo en el extremo de cada viga para evitar su deformación, de forma similar al que crea en los bordes perimetrales del Coreto -. En todo caso, observando la sección estructural, vemos cómo estas uniones aparentemente frágiles entre los elementos de la cubierta son, al igual que ocurría en el Coreto, los puntos que mayor función estructural cumplen: son vigas que funcionan a tracción en los voladizos, mientras que refuerzan el área comprimida en el punto central del vano. La incoherencia entre el aspecto visual y estructural no sólo se



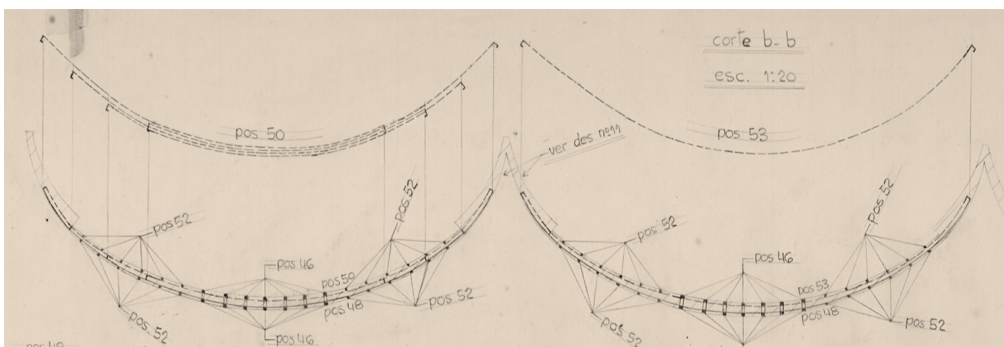
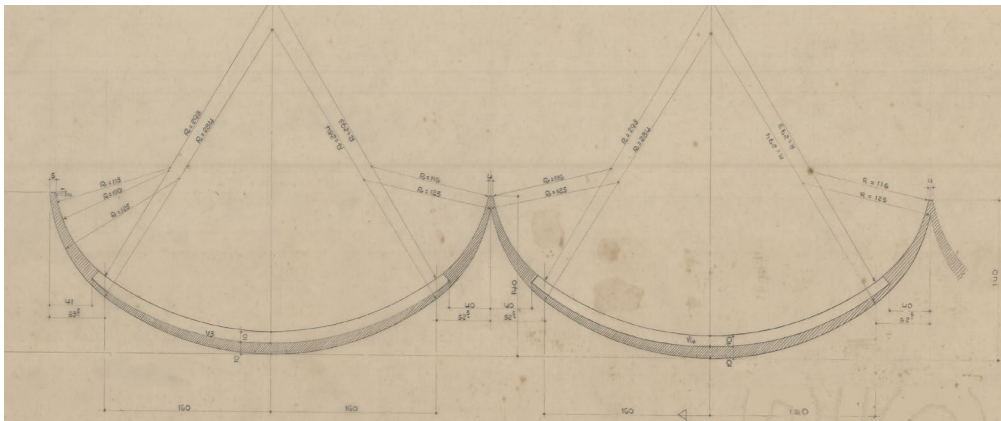
[f.287]

Imagen frontal del Pabellón do Flamengo.



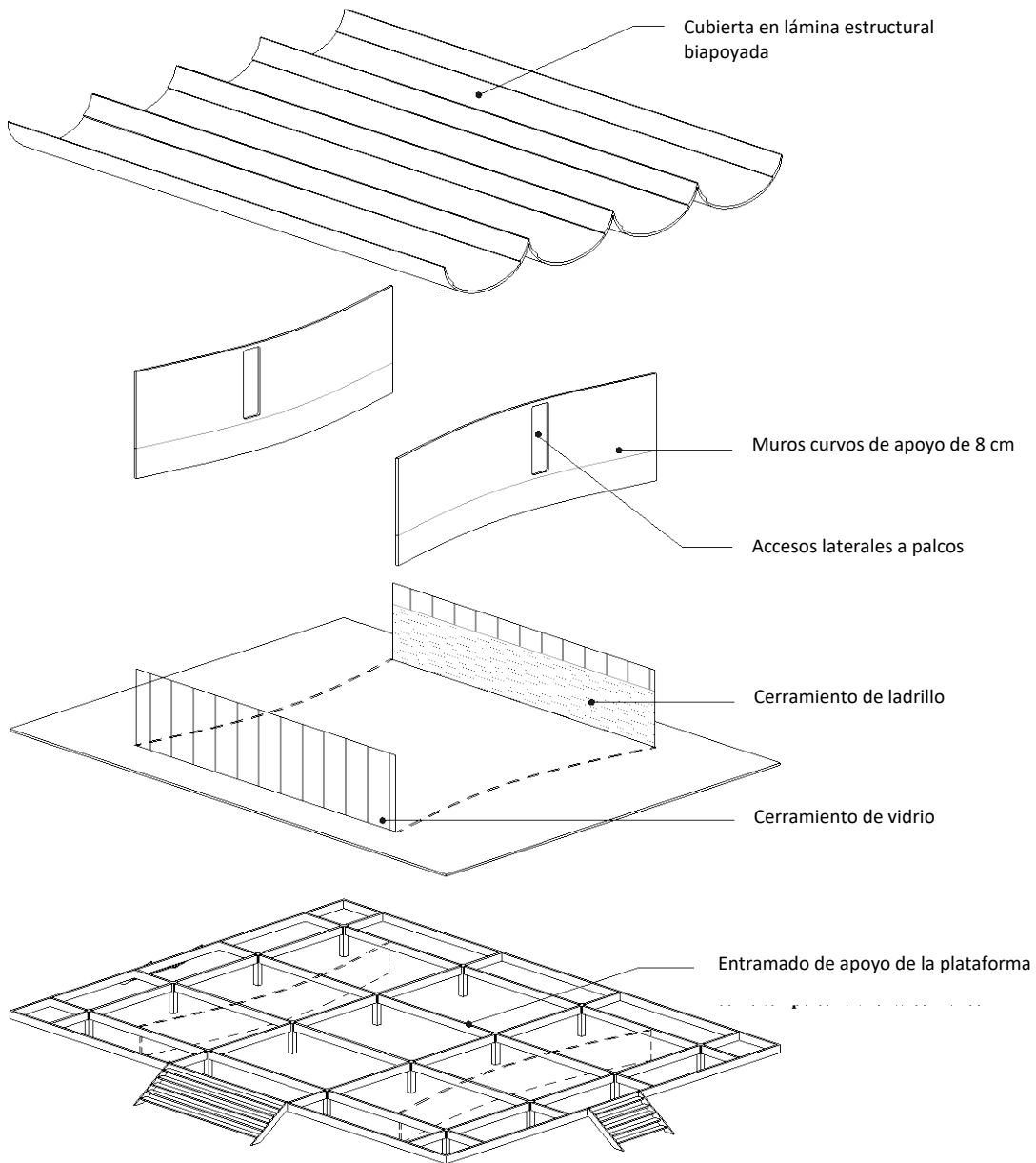
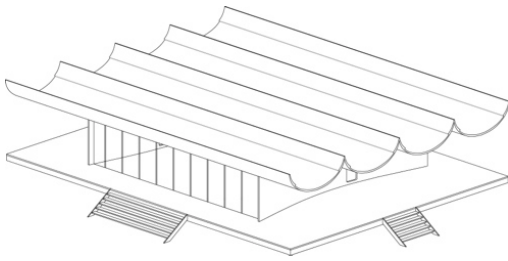
[f.288]

Detalles de armado entre unidades y geometría de las curvas que describen.



[f.289]

Axonometría de las partes estructurales del Pabellón do Flamengo.



aplica a las características de la pieza diseñada, sino por comparación entre ellas. No parece ser lo mismo, por razones obvias, una unidad que se apoya sobre otras dos lateralmente que las que están en los lados externos, donde no existe forma de contener el esfuerzo lateral si no es por un aumento sustancial del refuerzo interno, funcionando a modo de voladizo.

“Cuando la estructura y la construcción parecen mutuamente interdependientes, como en el Palacio de Cristal de Paxton, construido en 1851, el potencial tectónico del conjunto parece derivar de la euritmia de sus partes y la articulación de sus uniones. Incluso en este caso podemos decir que existe una divergencia, aunque imperceptible, entre la capacidad estática y la forma representacional, pues las columnas modulares de hierro forjado y de diámetro estándar que aparecen en Paxton sostienen cargas diferentes al variar el grosor de los muros”.²⁶⁵

Como apunta Eduard Sekler cuando analiza el pabellón de Paxton, Reidy crea también ciertas divergencias entre la capacidad estructural y la formal representada en la cubierta, priorizando el aspecto formal frente al rigor o la pura coherencia estructural, lo que no le quita valor tectónico por la estrecha interrelación de equilibrio existente entre los elementos de la cubierta, con los muros de apoyo y éstos a su vez con la plataforma que estabiliza el conjunto.

²⁶⁵ Eduard Sekler, “*Structure, Construction and Tectonics*” en Kenneth Frampton, “*Estudios sobre la cultura tectónica*”. (Madrid. Akal. 1995). 30.

En definitiva, vemos cómo los tres pabellones aglutinan en sus relaciones estructurales un valor ensayístico que explota de tres formas muy diferentes las cualidades del sistema constructivo utilizado. Su pleno potencial tectónico proviene de su capacidad para articular mediante dicho sistema una lógica coherente con los aspectos formales del pliegue estructural en hormigón. El resultado son unos edificios que basan su potencia formal en su claridad constructiva y resuelven problemas prácticos, como las malas condiciones del terreno, transformándolos en decisiones proyectuales y compositivas de primer nivel.

Referenciando a Nervi: “La corrección estructural es una condición suficiente que engendra resultados estéticos, satisfactorios, pues equivale a la veracidad funcional, técnica y económica”.²⁶⁶ No obstante, en el análisis de otros parámetros arquitectónicos de estos tres edificios encontramos fuertes carencias que podrían ser consecuencia de la rígida aplicación de un sistema constructivo ensayado con libertad, la libertad que un “pabellón de jardín” permite ejercer. Se llega por tanto a la conclusión de que lo que une los tres objetos es ciertamente un concepto constructivo que parece sobreponerse sobre cualquier otra prioridad a la hora de proyectar. Sin embargo, aun dentro

²⁶⁶ Pier Luigi Nervi en Enrique Chao, “*Las fuerzas del equilibrio*”. (México, Revista Construcción y Tecnología, Diciembre 2005). 33-38

de la esfera constructiva, Reidy aprovechará la ocasión para investigar otros aspectos estructurales que tienen relación con su interés manifiesto por el desarrollo de métodos basados en la prefabricación: “paraguas” estructurales o cubiertas auto-estructuradas formadas por unidades o volumetrías creadas a base de repetición de módulos son los ejemplos investigados en el Aterro. Con un tejido industrial más consolidado que en décadas anteriores, el interés por el desarrollo de nuevos sistemas prefabricados que dieran una respuesta económica y barata a la necesaria obra pública en Brasil es uno de los asuntos centrales del debate arquitectónico a inicios de los 60.²⁶⁷ Como arquitecto de vocación pública y social, Reidy aborda en los pabellones soluciones prototípicas prefabricadas que resultan forzadas dentro de su contexto programático. Soluciones que ya aparecen en los escritos de Reidy para anteriores proyectos y que dejan ver nuevos caminos de investigación para proyectos que nunca pudieron ser realizados tras su muerte prematura.

²⁶⁷ Niemeyer y Lelé estarán experimentando en esos mismos años la construcción prefabricada en la Universidad de Brasilia. En el ámbito de la obra pública carioca, Francisco Bolonha, Luis Paulo Conde o Flávio Marinho Rêgo, arquitectos cercanos a la esfera personal y profesional de Reidy, desarrollarán también en la misma época escuelas públicas y centros de enseñanza para el Estado Guanabara construidas a base de elementos principalmente prefabricados. Hormigón visto y ladrillo sin revoco son de nuevo los materiales protagonistas.

6

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

“Por añadidura, lo que más me ha impresionado al examinar la arquitectura del pasado y del presente ha sido el comprobar que las obras generalmente aceptadas por la crítica formal y que gozan de general estimación, como ejemplos de pura belleza, son también, relativamente a las técnicas constructivas y a la calidad de los materiales disponibles en los distintos tiempos y lugares, el fruto de técnicas constructivas correctísimas. Surge en seguida la duda de que esta coincidencia sea casual”.²⁶⁸

La obra de Affonso Eduardo Reidy condensa buena parte de las preocupaciones de la arquitectura moderna en Brasil. Surge de la conjunción de los valores constructivos y formales de la estructura como elemento generador de la forma. Valores estructurales entendidos como el trabajo conciso, técnico y eminentemente racional que permite a una forma estructural adquirir la “pura belleza” de la que Nervi nos habla. Valores formales que el propio Reidy defiende para elevar una construcción a la categoría de arquitectura. Desde estos valores, sus obras se convirtieron en objetos pedagógicos que han contribuido a la formación de una arquitectura brasileña.

²⁶⁸ Pier Luigi Nervi. Prólogo. en Manfredo Tafuri y Francesco Dal Co. *Arquitectura contemporánea*, (Madrid: Aguilar, 1989).

La utilización de estructuras laminares de hormigón armado en los pabellones del Aterro supone, antes que ninguna otra cosa, la asunción por parte de Reidy de la naturaleza intrínseca del sistema: una marcada expresividad volumétrica derivada de la lógica estructural en la que se basan, asumiendo también la expresividad superficial de su material en un segundo estadio de valores. Esto no podría haber sucedido sin previamente abandonar ciertos parámetros del Estilo Internacional para, paulatinamente, dirigirse hacia una arquitectura no tan doctrinaria, aceptando la estructura en hormigón armado como el elemento que constituye la forma arquitectónica primero, para sacarle partido formal y expresivo después. En este proceso de externalización, la estructura pasará a tener un peso variable en relación con el volumen que genera el espacio interno de sus edificios. Su arquitectura se resume, como argumenta Roberto Conduru, en el diálogo constante entre la forma sustentante y el cerramiento arquitectónico.²⁶⁹ Este diálogo no será homogéneo, sino que sufre una evolución que corre paralela a la mayoría de los planteamientos modernos, y en consecuencia, en gran parte paralelos a los planteamientos de Le Corbusier. Si en el capítulo dos se establecían dos características que condicionan el uso de las estructuras laminares de hormigón armado, se establecen simbólicamente en dos obras de Le Corbusier los puntos de inflexión que marcan el camino de Reidy: el Palacio de los Soviets, primer

²⁶⁹ Roberto Conduru. "Razão em forma: Affonso Eduardo Reidy e o espaço arquitetônico moderno". Risco, Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo Nº2 (julio 2015): 24-37.

exoesqueleto moderno y la Unité de habitation, primera obra en hormigón visto del arquitecto suizo.

Las primeras obras de Reidy muestran una arquitectura totalmente funcional, de carácter simétrico y poco expresivo, donde los aspectos estructurales están totalmente fuera del repertorio formal. A medida que comienza a explotar la fachada libre y el principio de elementarización en sus conjuntos, se empieza a experimentar un dinamismo compositivo que trae consigo nuevas fórmulas estructurales. Los “volúmenes complementarios”, programas diversificados y extraídos del cuerpo principal, acompañan casi siempre al volumen administrativo o habitacional de carácter prismático y puro que hace de plano de fondo del conjunto. Reidy aprovechará estas unidades menores para experimentar en ellas una libertad compositiva y estructural que no tendrá en el gran bloque lineal: cubiertas abovedadas, de una o varias arcadas, cubiertas inclinadas, curvas o a base de planos quebrados o finalmente exoesqueletos, que a modo de costillas estructurales externalizadas permiten vencer grandes vanos en los programas de mayor tamaño.

En este camino de experimentación, Reidy establece paulatinamente diferentes relaciones entre las diferentes partes que componen el edificio. Una vez la estructura sale al exterior, hecho que se consagra con el proyecto del MAM, el

arquitecto establece relaciones diversas entre el volumen que limita el espacio interior del edificio y la estructura que lo acompaña.

Las láminas estructurales de hormigón constituyen, por su ambivalencia superficial y estructural, la expresión arquitectónica que fusiona el sistema sustentante y el volumen arquitectónico en un mismo elemento. Desde este punto de vista, el uso de láminas estructurales en los últimos proyectos de Reidy suponen un nuevo estadio de relación entre cerramiento y estructura que recorre toda la trayectoria del arquitecto. Esta vez, ambos elementos se fusionan, no pudiéndose diferenciar donde acaba uno y empieza el otro. La nueva ecuación que se introduce es la naturaleza de la lámina estructural de hormigón armado como una herramienta intelectual que le permite definir esta nueva forma de relación. De forma coherente con la manera en que trata los volúmenes complementarios en sus proyectos de carácter urbano, los pabellones del Aterro pueden perfectamente insertarse dentro del “plano de fondo” que supone el Parque. Los pabellones no son otra cosa que “volumetrías complementarias” para las que Reidy siempre reservó nuevos sistemas estructurales.

De entre los pabellones construidos en el Aterro, el carácter volumétrico del pabellón del Morro da Viúva parece representar mejor que ninguno la fusión de cerramiento y estructura en un solo elemento superficial. Se trata de un nuevo

diálogo establecido bajo la naturaleza de las láminas plegadas como justificación de la racionalidad constructiva. Las superficies plegadas del pabellón del Morro da Viúva establecen así la relación más estrecha posible entre cerramiento y estructura.

El pabellón do Flamengo parece descomponer la volumetría en unidades geométricas estructurales, no formando parte de un único cuerpo superficial, sino estableciendo una relación tectónica de equilibrio entre las diferentes partes que lo componen. En el caso del Coreto, su tipología en forma de paraguas estructural parece querer continuar un camino que Reidy ya habría comenzado en su proyecto de Kuwait, y que esta vez quiere materializar prototípicamente.

En definitiva, los pabellones del Aterro se integran claramente en la trayectoria seguida por Reidy a lo largo de su carrera, y le sirven como verificación construida de planteamientos realizados sobre el papel en su última etapa. Se trata de ensayos, prototipos que, bajo la condición tipológica de pabellón, disponen de un mayor rango de libertad y laxitud a la hora de ser proyectados. Como consecuencia, al analizar otros parámetros arquitectónicos de los edificios encontramos fuertes desequilibrios, ya anunciados por Bruand, que podrían ser consecuencia de la rígida aplicación de un sistema constructivo que condiciona irremediabilmente otros aspectos.

Lo que une los tres objetos es ciertamente el ensayo de un concepto constructivo que parece sobreponerse a cualquier otra prioridad a la hora de proyectar. Además, dentro de un contexto que buscaba soluciones rápidas y baratas para la obra pública, Reidy aprovechará la ocasión para investigar no sólo un sistema, sino otros aspectos estructurales que tienen relación con su interés manifiesto por el desarrollo de métodos constructivos basados en la prefabricación.

Reidy no pudo asistir al ocaso de las láminas estructurales de hormigón, que como se ha visto caen en desuso, tal y como él las conoció, alrededor de 1970. Nunca sabremos cuál hubiera sido el nuevo camino escogido por el arquitecto después de los Pabellones del Aterro. Podemos deducir tal vez que tales experimentaciones no hubieran proliferado en su obra posterior, como no lo hicieron en la de tantos otros, debido a los cambios socioeconómicos que se produjeron en la siguiente década a su construcción. En todo caso, los pabellones transmiten una clara sensación de investigación proyectual y constructiva inacabada, ligadas a planteamientos proyectuales que empezaban a materializarse con ellos y que nos dan pistas sobre hipotéticos nuevos caminos posibles a la hora de proyectar. La muerte de Reidy dejó varados estos planteamientos, testimoniados en estas tres últimas obras.

7

BIBLIOGRAFÍA

7. BIBLIOGRAFIA

1. Ábalos, Iñaki. *Atlas Píntoresco vol 1*. Barcelona: Gustavo Gili. 2005.
2. Arestizabal, Irma y Nakazato, Oswaldo. Coords. *Affonso Eduardo Reidy*. Río de Janeiro: Solar GranJean de Montigny – PUC. 1985.
3. Azpiazu, José Ramón; Pinto, Pedro; Torroja, José Antonio; del Pozo, Florencio; López Palanco, Rafael; y Tordesillas, L. Martín. Canódromo madrileño. *Informes de la Construcción*, vol.14 Nº 138. (1962).
4. Banham, Reyner. *El brutalismo en arquitectura, ¿Ética o Estética?*. Barcelona: Gustavo Gili. 1967.
5. Bastos, Maria Alice. *Pós Brasília: Rumos da Arquitetura Brasileira*. São Paulo: Perspectiva / FAPESP. 2003.
6. Bastos, Maria Alice y Verde Zein, Ruth. *Brasil: arquiteturas após 1950*. São Paulo: Perspectiva. 2011.
7. Billinton, David. *The tower and the bridge*. Princeton: Princeton University Press. 1983.
8. Bonduki, Nabil, coord. *Affonso Eduardo Reidy*. Lisboa: Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000.
9. Brito, Alfredo y de Moraes, Margareth. “O extraordinario talento de um arquiteto completo” en *Affonso Eduardo Reidy*. Arestizabal, coord. Irma y Nakazato, Oswaldo, 28-33. Río de Janeiro: Solar GranJean de Montigny – PUC. 1985.
10. Brito, Alfredo; Nobre, Ana Luiza; y Xavier, Alberto. *Arquitetura Moderna no Río de Janeiro*. São Paulo: Pini / Fundação Vilanova Artigas. 1991.
11. Bruand, Yves. *Arquitetura Contemporânea no Brasil*. São Paulo: Perspectiva. 1981.
12. Burgos Núñez, Antonio. *Los orígenes del hormigón armado en España*. Madrid: Cedex. 2009.
13. Burgos Núñez, Antonio. *Los orígenes del hormigón armado en España*. Tesis de Doctorado. Universidad de Granada. Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería, 2009.
14. Candela, Félix. “Dos nuevas iglesias en México”. Conferencia impartida en la Casa del Arquitecto de México. México. Abril de 1956.
15. Candela, Félix. “La Obra de Pier Luigi Nervi y su Influencia en la Arquitectura Contemporánea”. *Cuaderno de arquitectura*, Nº15 (1964): 17-28
16. Candela, Félix. *En defensa del formalismo y otros escritos*, Madrid: Xarait Ediciones. 1985.
17. Cardozo, Joaquim. Forma Estática – Forma Estética. *Revista Módulo*, vol 2. Nº 10 (1958): 3-6
18. Cassinello, Pepa; Schlaich, M y Torroja, J.A. “Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI”, *Informes de la Construcción* Vol. 62. (2010): 5-26
19. Cassinello, Pepa y Revuelta Pol, Bernardo. Orgs. *Ildefonso Sánchez del Río Pisón: el ingenio de un legado*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano. 2011.
20. Cassinello, Pepa. “The evolution of concrete shells; innovations by Ildefonso

- Sánchez del Río”, *Informes de la Construcción* Nº 65. (2013): 147-154
21. Cassinello, Fernando. *Construcción: Hormigonería*. Madrid: Rueda. 1974.
 22. Castellotti, Flavio. *Arquitetura Moderna no Rio de Janeiro. A dimensão Brutalista*. Tesis Final de Máster. Universidade Federal do Rio de Janeiro, PROARQ, 2006.
 23. Cavalcanti, Lauro. *Quando o Brasil era moderno: guia de Arquitetura 1928 – 1960*. Rio de Janeiro: Aeroplano. 2001.
 24. Cavalcanti, Lauro y Lago, André Corrêa “Ainda moderno? Arquitetura brasileira contemporânea”, *Arquitextos*, año 06, Nº 066.00. (Noviembre de 2005)
<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.066/404>
 25. Chiorino, Christiana; Leslie, Thomas; y Nervi, Elisabetta Coords. 2018. *Pier Nervi, Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition*. Illinois: University of Illinois PR.
 26. Collares, Julio. *Exoesqueletos no Modernismo Brasileiro nas décadas de 40 e 50*. Tesis Final de Máster. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PROPAR, 2003.
 27. Comas, Carlos Eduardo y Marques Peixoto, Sergio M, Coord. *Concreto – plasticidade e industrialização na arquitetura do cone sul americano, 1930/1970*. Porto Alegre: UniRitter. 2009.
 28. Comas, Carlos Eduardo Dias. “Arquitetura moderna, estilo Corbu, Pavilhão Brasileiro”. *AU, Architectura & Urbanismo*, Nº 26 (1989)
 29. Conduru, Roberto. *Ilhas da razão. Arquitetura Racionalis do Rio de Janeiro no Seculo XX*. Tesis de Doctorado. Universidade Federal Fluminense, 2000.
 30. Conduru, Roberto. “Tectônica Tropical” en *Arquitetura Moderna Brasileira*. Coords, Elisabetta Andreoli y Adrian Forty, 58-106. Londres: Phaidon. 2004.
 31. Conduru, Roberto. “Razão em forma: Affonso Eduardo Reidy e o espaço arquitetônico moderno”. *Risco, Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo*, Nº2 (2015): 24-37
 32. Colquhoun, Alan. *Modernidad y tradición clásica: ensayos sobre crítica arquitectónica*. Madrid/Gijón: Júcar. 1991.
 33. Costa, Lúcio. *Lúcio Costa: Registro de uma Vivência*. São Paulo: Empresa das Artes. 1995.
 34. Croci, Giorgio. Seismic Behaviour of Masonry Domes and Vaults Hagia Sophia in Istanbul and St. Francis in Assis. Comunicación presentada en “*First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*”, del 3 al 8 Septiembre de 2006 en Ginebra
 35. Czajkowski, Jorge. “A arquitetura racionalista e a tradição brasileira”. *Gávea* Nº10 (1983) Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
 36. Czajkowski, Jorge, coord. *Guia da Arquitetura Moderna no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Casa da Palavra. 2000.
 37. Engel, Heinrich. *Sistemas de Estructuras*. Madrid: Blume. 1970.
 38. Forty, Adrian. *Concrete and Culture: A Material History*. Londres: Reaktion Books. 2012.
 39. Frampton, Kenneth. *Estudios sobre la cultura tectónica*. Madrid: Akal. 1995.
 40. Frampton, Kenneth. *Historia crítica de la Arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili. 2009.
 41. García, Rafael. Láminas plegadas de hormigón armado. Realizaciones en

- España. Conferencia presentada en el “Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción”, del 7 al 9 junio de 2007. Burgos.
42. García, Rafael. Dos décadas de estructuras plegadas de hormigón. Inicio y ocaso de un movimiento. *Informes de la Construcción*, Vol 65 (2013): 27-39
43. García del Monte, José Maria. *De las posibilidades arquitectónicas del pretensado*. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid, Dep. de Proyectos Arquitectónicos. 2010.
44. Giedion, Sigfried. Le Brasil et l’architecture contemporaine. en *L’Architecture d’aujourd’hui*, Nº 43 (1952): 3
45. Giedion, Sigfried. *Space, Time and Architecture*. Cambridge: Harvard University Press. 1967.
46. Girão, Claudia. Parque do Flamengo, Río de Janeiro, Brasil: o caso da marina – parte 1. *Arquitextos*, año 12, n. 135.01. (julio de 2011).
<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.135/4014>
47. Kierdorf, Alexander. Early Mushroom Slab Construction in Switzerland, Russia and the U . S . A . – A Study in Parallel Technological Development. Comunicación presentada en el Second International Congress on Construction History. Cambridge, 29 Marzo al 2 de April de 2006.
48. Lassance, Guilherme. “Ensino e teoria da arquitetura na França do século XIX” en *Leituras em teoria da arquitetura. Libro 1*. (orgs) Santos de Oliveira, Beatriz; Lassance, Guilherme; Rocha-Peixoto, Gustavo; y Bronstein, Lais, 92-114. Río de Janeiro: Viana & Mosley. 2009.
49. Le Corbusier. *Por uma arquitetura*. São Paulo: Perspectiva. 2013.
50. Maciel, Carlos Alberto Batista. *Arquitetura como infraestrutura*. Tesis de Doctorado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.
51. Mahfuz, Edson. “The importance of being Reidy”. *DPA, Documents de Projectes d’Arquitetura*. Nº19. (2003): 12-15.
52. Masao, João Kamita. *Espaço moderno e Ética Construtiva: a arquitetura de Affonso Eduardo Reidy*. Tesis final de Máster. Pontificia Universidade Católica-PUC, 1994.
53. Medrano, R. H. y Meirelles, C. R. M. Processo construtivo e expressão das cascas em concreto armado no brutalismo. Comunicación presentada en el “X Seminário Docomomo Brasil Arquitetura Moderna e Internacional: conexões brutalistas 1955-75”. Curitiba, 15-18 de octubre de 2013.
54. Montaner, Josep M. *Sistemas Arquitetônicos contemporâneos*. Barcelona: Gustavo Gili. 2009.
55. Niemeyer, Oscar. “Depoimento”. *Revista Módulo*, Nº9. (1958): 3-6.
56. Pedrosa, Mario. A arquitetura Moderna no Brasil. En *Arquitetura e ensaios críticos*. (Coord) del Castillo, Miguel. 66-67. São Paulo: Cosac Naif, 2015.
57. Pevsner, Nikolaus. *An outline of european architecture*. Londres: John Murray. 1957.
58. Puente, Moisés. *Conversas com Mies van der Rohe. Certezas americanas*. Barcelona: Gustavo Gili. 2006.

59. Racine, Michel. Roberto Burle Marx, o elo que faltava. En *Nos jardins de Burle Marx*. (Coord) Leenhardt, Jacques. São Paulo: Perspectiva. 2000.
60. Feferman Vitis, Milton. Caos e orden: origens, desenvolvimentos e sentidos do conceito de tipologia arquitectónica. En *Leituras em teoria da arquitetura. Livro 1*. (orgs) Santos de Oliveira, Beatriz; Lassance, Guilherme; Rocha-Peixoto, Gustavo; y Bronstein, Lais. 46-72. Río de Janeiro: Viana & Mosley. 2009.
61. Rodrigues da Silva, Bárbara Coelho. *Brasil, la reinvencción de la Modernidad. Le Corbusier, Lúcio Costa, Oscar Niemeyer*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 2015.
62. Saint, Andrew. "Some thoughts about the architectural use of concrete". *Architectural Association Files*, N°22 (1991)
63. Santos, Paulo. *Quatro séculos de arquitetura*. Río de Janeiro: Instituto de Arquitetos do Brasil. 1981.
64. Segre, Roberto. En *Oscar Niemeyer: 100 anos, 100 obras*, coord. Ricardo Ohtake. São Paulo: Instituto Tomie Ohtake. 2007.
65. Segre, Roberto. "Camadas fotográficas da arquitetura na América Latina". *Comunicação impartida en el "I ENANPARQ, Primeiro encontro nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em arquitetura"*. del 29 de noviembre al 3 de diciembre de 2010. Río de Janeiro: FAU-UFRJ.

66. Sbriglió, Jacques (coord). *Le Corbusier et la question du Brutalisme*. Marsella: Parentheses. 2013.
67. Sobral Anelli, Renato Luiz. A construção da forma livre en *Concreto: Plasticidade e Industrialização na Arquitetura do Cone Sul-Americano 1930/70*, coord. Carlos E. Comas, Marta Peixoto, Sergio M. Marques. 13-29. Porto Alegre: UniRitter. 2008.
68. Spion, Bernard. Pioneering hyper thin shell concrete roofs in the 1930s. *Beton und Stahlbetonbau. Vol 111. Issue N° 3*. (2016)
69. Thuy, Mario Rinke Andreas. "The mushroom column: Origins, concepts and differences". Comunicación presentada en el "6º Congreso Internacional de Historia de la Construcción". Bruselas, 9 al 13 de julio de 2018
70. Tonetti, Ana Carolina. *Interseções entre arte e arquitetura. O caso dos pavilhões*. Tesis de Doctorado. Universidade Federal de São Paulo. FAU-USP, 2013.
71. Torroja, Eduardo. *Razón y ser de los tipos estructurales*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 1957.
72. Wilby, Charles Bryan. Concrete folded plate roofs. Oxford: Elsevier. 1998.
73. Wisnik, Guilherme. "Modernidade Congênita". En *Arquitetura Moderna Brasileira*. Coords, Elisabetta Andreoli y Adrian Forty, 58-106. Londres: Phaidon. 2004.
74. Verde Zein, Ruth. *A arquitetura da Escola Paulista Brutalista. 1953 – 1973*. Tesis de Doctorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.
75. Verde Zein, Ruth. *Brutalist connections*. São Paulo: Altamira. 2014.

8

ÍNDICE DE FIGURAS

8. ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN.

Figura 11, 12 e 13: Elaboración del autor.

CAPITULO 2. LA NATURALEZA AMBIVALENTE DE LAS LÁMINAS DE HORMIGÓN ARMADO: CERRAMIENTO ESTRUCTURAL, ESTRUCTURA ENVOLVENTE.

Figura 1. Elaboración del autor.

Figura 2. Yopanan Rebello, *A Concepção Estrutural e a Arquitetura*. (Zigurate, São Paulo, 2000) 91

Figura 3. Heino Engel, *Sistemas de estructuras*. (Gustavo Gili, Barcelona, 2000) 227

Figura 4. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Dolmen_del_prado_de_L%C3%A1cara (Consultada el 25/12/21)

Figura 5. Wikiarquitectura. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/panteon-de-agripa/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 6. Wikiarquitectura. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/panteon-de-agripa/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 7. Eduardo Torroja. *Razón y ser de los tipos estructurales*. (Consejo Superior de Investigaciones científicas, Madrid, 1957) 173 **Figura**

8. La Guía de Historia del arte. <https://arte.laguia2000.com/arquitectura/basilica-majencio> (Consultada el 25/12/21)

Figura 9. Elaboración del autor.

Figura 10, Wikiarquitectura, <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/coliseo-de-roma/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 11. Flickr <https://www.flickr.com/photos/rafaelgomez/47723057902/in/photostream/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 12. Antonio Burgos Núñez. *Los orígenes del hormigón armado en España*. (Tesis doctoral. Universidad de Granada. 2009). 54

Figura 13. Antonio Burgos Núñez. *Los orígenes del hormigón armado en España*. (Tesis doctoral. Universidad de Granada. 2009). 55

Figura 14. Joseph Monier, patente española número 4433, plano 1/2, 1884

Figura 15. Antonio Burgos Núñez. *Los orígenes del hormigón armado en España*. (Tesis doctoral. Universidad de Granada. 2009). 85

Figura 16. Antonio Burgos Núñez. *Los orígenes del hormigón armado en España*. (Tesis doctoral. Universidad de Granada. 2009). 84.

Figura 17. Antonio Burgos Núñez. *Los orígenes del hormigón armado en España*. (Tesis doctoral. Universidad de Granada. 2009). 87

Figura 18. Antonio Burgos Núñez. *Los orígenes del hormigón armado en España*. (Tesis doctoral. Universidad de Granada. 2009). 149

Figura 19. Antonio Burgos Núñez. *Los orígenes del hormigón armado en España*. (Tesis doctoral. Universidad de Granada. 2009). 160

Figura 20. Mario Rinke, Andreas Thuy, *The mushroom column – Origins, concepts and differences*, Sixth International Congress on Construction History, 2018, Brussels)

Figura 21. Mario Rinke, Andreas Thuy, *The mushroom column – Origins, concepts and differences*, Sixth International Congress on Construction History, 2018, Brussels)

8. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 22. Pepa Cassinello. *La evolución de las estructuras laminares; innovaciones de Idefonso Sánchez del Río*. Informes de la Construcción Vol. 65, 2013. 151

Figura 23. <https://www.timeout.com/es/bilbao/que-hacer/quiosco-de-el-arenal> (Consultada el 25/12/21)

Figura 24. Pepa Cassinello. *La evolución de las estructuras laminares; innovaciones de Idefonso Sánchez del Río*. Informes de la Construcción Vol. 65, 2013. 152

Figura 25. Pepa Cassinello. *La evolución de las estructuras laminares; innovaciones de Idefonso Sánchez del Río*. Informes de la Construcción Vol. 65, 2013. 152

Figura 26. Lara Slivnik, *The Distinction between Mushroom and Umbrella Structures in Slovene Architecture* (IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019 Volume 47, issue 8) 4

Figura 27. Fabrica Johnson: <https://www.scjohnson.com/es/a-family-company/architecture-and-tours/frank-lloyd-wright/designed-to-inspire-sc-johnsons-frank-lloyd-wright-designed-administration-building> (Consultada el 25/12/21)

Figuras 28,29. Iasef Md Riann, Mario Sassone, *Tree-inspired dendriforms and fractal-like branching structures in architecture: A brief historical overview*, Frontiers of Architectural Research (2014) 3, 311

Figura 30. Iasef Md Riann, Mario Sassone, *Tree-inspired dendriforms and fractal-like branching structures in architecture: A brief historical overview*, Frontiers of Architectural Research (2014) 3, 312

Figura 31. <https://circarq.wordpress.com/2017/08/10/arne-jacobsen-en-bellevue/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 32. Antonio Burgos Núñez. *Los orígenes del hormigón armado en España*. (Tesis doctoral. Universidad de Granada. 2009). 96 **Figura**

33. Antonio Burgos Núñez. *Los orígenes del hormigón armado en España*. (Tesis doctoral. Universidad de Granada. 2009). 121

Figura 34. Antonio Burgos Núñez. *Los orígenes del hormigón armado en España*. (Tesis doctoral. Universidad de Granada. 2009). 161

Figura 35, 36. Pepa Casinello; Mike Schlaich, y José Antonio Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI*. (Informes de la Construcción Vol. 62) 6

Figura 37. Nicolas Nogue, L'architecture aéronautique en France (1850-2006) (Docomomo France-2006): 78

Figura 38. Nicolas Nogue, L'architecture aéronautique en France (1850-2006) (Docomomo France-2006): 80

Figuras 39, 40. https://www.urbipedia.org/hoja/Hangares_para_dirigibles_en_Orly (Consultada el 25/12/21)

Figura 41. <https://autrecarnetdejimidi.wordpress.com/2015/05/27/eugene-freysinnet-ingenieur/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 42. Nicolas Nogue, L'architecture aéronautique en France (1850-2006) (Docomomo France-2006): 173

Figura 43. Nicolas Nogue, L'architecture aéronautique en France (1850-2006) (Docomomo France-2006): 184

Figura 44. Bernard Spion, "Pioneering hypar thin shell concrete roofs in the 1930s". (Bruselas: Université Libre de Bruxelles, 2016). 161.

Figura 45. Edoardo Currà, Martina Russo. *Reinforced concrete in Italy through the works of two generations of engineers: Mario and Giorgio Baroni*. Building Knowledge, Constructing Histories, volume 2. CRC press. 2018. 5

Figura 46. Pepa Casinello; Mike Schlaich, y José Antonio Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI*. (Informes de la Construcción Vol. 62) 9

Figura 47. Pepa Casinello; Mike Schlaich, y José Antonio Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI*. (Informes de la Construcción Vol. 62) 12

8. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 48,49. Pepa Casinello; Mike Schlaich, y José Antonio Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI.* (Informes de la Construcción Vol. 62) 13

Figura 50. Josep M^a Adell, Alfonso García Santos. *Gaudí y las bóvedas de las escuelas de la Sagrada Familia.* Informes de la Construcción Vol. 56 Núm. 496 (2005). 34

Figura 51. Josep M^a Adell, Alfonso García Santos. *Gaudí y las bóvedas de las escuelas de la Sagrada Familia.* Informes de la Construcción Vol. 56 Núm. 496 (2005). 35

Figuras 52,53. Pilar Chías Navarro, Tomás Abad Balboa, *Eduardo Torroja. Obras y proyectos.* Madrid : Instituto Torroja, 2004. 47

Figura 54,55. Pilar Chías Navarro, Tomás Abad Balboa, *Eduardo Torroja. Obras y proyectos.* Madrid : Instituto Torroja, 2004. 59

Figura 56. Pilar Chías Navarro, Tomás Abad Balboa, *Eduardo Torroja. Obras y proyectos.* Madrid : Instituto Torroja, 2004. 52

Figura 57. Eduardo Torroja. *Razón y ser de los tipos estructurales.* (Consejo Superior de Investigaciones científicas, Madrid, 1957) 174

Figura 58. David Perkins Billington, *The tower and the bridge.* 168

Figura 59. David Perkins Billington slide library. https://www.ce.jhu.edu/perspectives/protected/html/lec13/pages/13-58%20Schwandbach%20Bridge%20diagrams_150dpi.htm (Consultada el 25/12/21)

Figura 60. Pepa Casinello; Mike Schlaich, y José Antonio Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI.* (Informes de la Construcción Vol. 62) 9

Figura 61. Il Padiglione alla Magliana di Pier Luigi Nervi. <https://www.espazium.ch/de/node/20736> (Consultada el 25/12/21)

Figura 62. Gabriele Neri, "Capolavori in miniatura. Pier Luigi Nervi e la modellazione strutturale" en *Accademia di architettura, Mendrisio. Università della Svizzera italiana (Mendrisio Academy Press / Silvana Editoriale 2014)* 49

Figura 63. Gabriele Neri, "Capolavori in miniatura. Pier Luigi Nervi e la modellazione strutturale" en *Accademia di architettura, Mendrisio. Università della Svizzera italiana (Mendrisio Academy Press / Silvana Editoriale 2014)* 50

Figura 64. Cristiana Chiorino, Elisabetta Margiotta Nervi ,Thomas Leslie. *Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition.* (Illinois, University of Illinois PR, 2018). 163

Figura 65. Cristiana Chiorino, Elisabetta Margiotta Nervi ,Thomas Leslie. *Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition.* (Illinois, University of Illinois PR, 2018). 166

Figura 66. Cristiana Chiorino, Elisabetta Margiotta Nervi ,Thomas Leslie. *Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition.* (Illinois, University of Illinois PR, 2018). 167

Figura 67. Cristiana Chiorino, Elisabetta Margiotta Nervi ,Thomas Leslie. *Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition.* (Illinois, University of Illinois PR, 2018). 170

Figura 68. Cristiana Chiorino, Elisabetta Margiotta Nervi ,Thomas Leslie. *Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition.* (Illinois, University of Illinois PR, 2018). 172

Figura 69. Pallazetto: <https://www.ilcontrafforte.com/2015/04/25/palazzetto-dello-sport-1960/>

Figura 70. Kursaal. Turning Point at the UNESCO Headquarters. Crossed Influences between Pier Luigi Nervi and Marcel Lajos Breuer
J. Fuentes

Figura 71. <https://arquitecturaviva.com/obras/iglesia-de-san-francisco-de-asis-pampulha> (Consultada el 25/12/21)

Figura 72. Pepa Casinello; Mike Schlaich, y José Antonio Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI.* (Informes de la Construcción Vol. 62) 12

8. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 73. Pepa Casinello; Mike Schlaich, y José Antonio Torroja. *Félix Candela. En memoria (1910-1997). Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI.* (Informes de la Construcción Vol. 62) 14

Figuras 74-75. Nicolas Nogue, L'architecture aéronautique en France (1850-2006) (Docomomo France-2006): 178

Figura 76. Nicolas Nogue, L'architecture aéronautique en France (1850-2006) (Docomomo France-2006): 176

Figura 77. Il Padiglione alla Magliana di Pier Luigi Nervi. <https://www.espazium.ch/de/node/20736> (Consultada el 25/12/21)

Figura 78. Il Padiglione alla Magliana di Pier Luigi Nervi. <https://www.espazium.ch/de/node/20736> (Consultada el 25/12/21)

Figura 79. Il Padiglione alla Magliana di Pier Luigi Nervi. <https://www.espazium.ch/de/node/20736> (Consultada el 25/12/21)

Figura 80. Rafael García, “Dos décadas de estructuras plegadas de hormigón. Inicio y ocaso de un movimiento”. 27

Figura 81. Cristiana Chiorino, Elisabetta Margiotta Nervi ,Thomas Leslie. *Aesthetics and Technology in Building: The Twenty-First-Century Edition.* (Illinois, University of Illinois PR, 2018). 131

Figura 82. Revista Acropole 189 (enero de 1954). 398. <http://www.acropole.fau.usp.br/edicao/189> (Consultada el

25/12/21) **Figura 83.** <https://placesjournal.org/article/marcel-breuer-and-the-invention-of-heavy-lightness/> (Consultada el

25/12/21) **Figura 84.** Informes de la Construcción Vol. 16, nº 153 Agosto, septiembre de 1963.

Figuras 85,86. Rafael García, “Dos décadas de estructuras plegadas de hormigón. Inicio y ocaso de un movimiento” Informes de la Construcción Vol. 65, 529, 34

Figura 87. <https://uihistories.library.illinois.edu/virtualtour/museumsentertainment/assemblyhall/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 88,89. Pilar Chías Navarro, Tomás Abad Balboa, *Eduardo Torroja. Obras y proyectos.* Madrid : Instituto Torroja, 2004. 107-108 **Figura**

90,91. Wikiarquitectura. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/embajada-de-ee-uu-en-bagdad/> (Consultada el 25/12/21)

CAPITULO 3. REIDY, MOVIMIENTO MODERNO Y LÁMINAS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN; TRES CONDICIONES NECESARIAS

Figura 92. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 34

Figura 93. Roberto Segre.Ministerio de Educação e saúde. *Icone urbano da modernidade brasileira.* (Romano Guerra Editora, São Paulo, 2013) 83

Figura 94. Bárbara Coelho Rodrigues da Silva. “Brasil, la reinención de la Modernidad: Le Corbusier, Lucio Costa, Oscar Niemeyer”. (Tesis Doctoral. Univerdiad Politecnica de Madrid, 2015).128

Figura 95. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 54

Figura 96. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 59

Figura 97. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 56

Figura 98. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 61

Figuras 99 , 100. “Arquitetura Moderna, estilo Corbu, Pavilhão Brasileiro” en AU 26 (São Paulo, 1989)

8. ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras 101, 104. Fondation Le Corbusier.

<http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysName=home&sysLanguage=fr-fr&sysInfos=1>

Figura 105. Bárbara Coelho Rodrigues da Silva. “Brasil, la reinención de la Modernidad: Le Corbusier, Lucio Costa, Oscar Niemeyer”. (Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 2015).

Figura 106. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 62

Figura 107. <http://www.beaudouin-architectes.fr/2011/05/affonso-reidy/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 108. Wikipedia. [https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Museu_de_Arte_Moderna,_Rio_de_Janeiro_\(2001\).jpg](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Museu_de_Arte_Moderna,_Rio_de_Janeiro_(2001).jpg) (Consultada el 25/12/21)

Figura 109. https://www.moma.org/documents/moma_catalogue_2304_300061982.pdf (Consultada el 25/12/21)

Figura 110. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 90

Figura 111. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 91

Figura 112. Architectural Digest. <https://www.revistaad.es/arquitectura/articulos/chandigarh-utopia-urbana-le-corbusier/24280> (Consultada el 25/12/21)

Figura 113. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/terminal-de-la-twa-aeropuerto-john-f-kennedy/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 114. Yves Bruand. Arquitectura Contemporânea no Brasil. Perspectiva, São Paulo, 1981. 88

Figura 115. Wikiarquitectura. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/unite-dhabitation-de-marsella/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 116. HIC arquitectura. <http://hicarquitectura.com/2017/04/aeb-08-le-corbusier-notre-dame-du-haut-ronchamp/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 117. Revista Veredes. <https://veredes.es/blog/los-atributos-la-tourette-marcelo-gardinetti/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 118. Tectónica. <https://tectonica.archi/articles/saint-pierre-de-firminy-vert-el-edificio-como-objet-a-reaction-emouvante/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 119. Fundación Le Corbusier. Plano 19209

Figura 120. Ensino e teoria da arquitetura na França do século XIX” en Leituras em teoria da arquitetura. Libro 1. 108

Figuras 121,122. https://archiwebture.citedelarchitecture.fr/fonds/FRAPN02_PERAU/inventaire Consultada el 25/12/21)

Figura 123. http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=13&IrisObjectId=6012&sysLanguage=fr-fr&itemPos=1&itemSort=fr-fr_sort_string1%20&itemCount=1&sysParentName=Home&sysParentId=22 Consultada el 25/12/21)

Figura 124. Le Corbusier. Obra completa. Volumen 3 1934-38. 121

Figura 125. Le Corbusier. Obra completa. Volumen 3 1934-38. 108

Figura 126. Le Corbusier. Obra completa. Volumen 4 1938-46. 114

Figura 127. Le Corbusier. Obra completa. Volumen 5 1946-52. 56

Figura 128. Le Corbusier. Obra completa. Volumen 6 1952-57. 215

Figura 129. Le Corbusier. Obra completa. Volumen 2 1929-34. 127

Figura 130. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 61

Figuras 131, 132. Julio Collares. Exoesqueletos no Modernismo Brasileiro nas décadas de 40 e 50. Dissertação de mestrado. PROPAP. UFRGS. Porto Alegre. 2003. 64

Figura 133. Le Corbusier. Obra completa. Volumen 6 1952-57. 97

Figura 134. Fundación Le Corbusier. Plano 3117

CAPITULO 4. AFFONSO EDUARDO REIDY: BRASILEÑO Y MODERNO.

Figuras 135-136. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 38

Figura 137. 11º seminário Docomomo Brasil. Roger Pamponet da Fonseca y José Manoel Morales Sánchez. Affonso Eduardo Reidy e a relação com o eng. Emílio Henrique Baumgart: o caso do albergue da boa vontade, rj (1931).
http://seminario2016.docomomo.org.br/artigos_apresentacao/sessao%2013/DOCO_PE_S13_FONSECA_SANCHEZ.pdf

Figuras 138-139. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 47

Figura 140. Fondation Le Corbusier. <http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysName=home&sysLanguage=fr-fr&sysInfos=1> (Consultada el 25/12/21)

Figura 141. Wikiarquitectura. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/armee-du-salut/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 142. Fondation Le Corbusier. Plano 8980
http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=13&IrisObjectId=5977&sysLanguage=en-en&itemPos=1&itemSort=en-en_sort_string1&itemCount=2&sysParentName=Home&sysParentId=11

Figura 143. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 68-69

Figura 144. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 68-69

Figuras 145, 148. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 41

Figura 149. Fondation Le Corbusier. <http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysName=home&sysLanguage=fr-fr&sysInfos=1>

Figuras 150, 151. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 68-69

Figuras 152, 154. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 72-73

Figura 155. Fondation Le Corbusier. <http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysName=home&sysLanguage=fr-fr&sysInfos=1>

Figuras 156, 157. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 74

Figura 158. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 82

Figuras 159, 161. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 88-97

Figuras 162, 163. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 156-161

Figuras 164, 166. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. Diferentes localizaciones.

Figuras 167, 168. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 106-107

8. ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 169.** Yves Bruand. Arquitetura Contemporânea no Brasil. Perspectiva, São Paulo, 1981.
- Figura 170.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 160
- Figuras 171, 172.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 158-159
- Figura 173.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 161
- Figura 174.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 169
- Figura 175.** Isabel Diegues, Ricardo Sardenberg. Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro: arquitetura e construção.. Cobogó, Rio de Janeiro.2011. 90
- Figura 176.** Imagen del autor.
- Figura 177.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 159
- Figura 178.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 168
- Figuras 179, 180.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 182-183
- Figuras 181, 182.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 141-143
- Figuras 183, 184.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 198
- Figura 185.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 185
- Figuras 186,187.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 197
- Figura 188.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 195
- Figura 189.** Planos cedidos por la profesora Beatriz Santos de Oliveira. Universidad Federal de Rio de Janeiro.
- Figura 190.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 192
- Figuras 191,195.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 209-211
- Figuras 196, 197.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 200-201
- Figura 198.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 29
- Figura 199.** Hidden Architecture. <https://hiddenarchitecture.net/st-vice-de-paul-chape/> (Consultada el 25/12/21)
- Figura 200.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 204
- Figuras 201, 202.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 133
- Figura 203.** Imagen del autor
- Figuras 204, 205.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 134
- Figura 206.** Imagen del autor
- Figuras 207, 208.** Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 135
- Figura 209.** Imagen del autor

CAPITULO 5. LOS PABELLONES DEL ATERRO DO FLAMENGO

Figura 210. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Parque_Brigadier_Eduardo_Gomes (Consultada el 25/12/21)

Figura 211. BBC. https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/02/130205_predios_antigos_rio_mm_cq (Consultada el 25/12/21)

Figuras 212, 213. Itaú cultural. <https://enciclopedia.itaucultural.org.br/obra19717/o-vazio-deixado-no-centro-da-cidade-pelo-desmonte-do-morro-do-castelo> (Consultada el 25/12/21)

Figura 214 . Desmontar, Aterrar, perfurar en catálogo do pavilhão do brasil na 18ª bienal internacional de veneza . gru.a (Caio Calafate, Pedro Varella, Júlia Carreiro e Isadora Tebaldi). oco (Juliana Sicuro e Vitor Garcez). <http://www.grua.arq.br/projetos/muros-de-ar>

Figura 215. Elaboración del autor sobre el plano director de Pereira Passos para la Ciudad de Rio de Janeiro.

Figura 216. Elaboración del autor sobre plano original del proyecto del Aterro. Archivo Fundação Parques e Jardins. Rio de Janeiro.

Figura 217. Globp. <https://oglobo.globo.com/rio/parque-com-grife-17738946> (Consultada el 25/12/21)

Figura 218-219. Roberto Segre. Ministerio de Educação e saúde. Icone urbano da modernidade brasileira. (Romano Guerra Editora, São Paulo, 2013)

Figuras 220, 221. Sede cultural da SEARJ. Sociedade dos Engenheiros e Arquitetos do Estado do Rio de Janeiro

Figura 223. Archdaily Brasil. <https://www.archdaily.com.br/br/776776/uma-arquitetura-para-a-cidade-a-obra-de-affonso-eduardo-reidy/563e7a9ee58ecea9eb000041-uma-arquitetura-para-a-cidade-a-obra-de-affonso-eduardo-reidy-imagem> (Consultada el 25/12/21)

Figura 224. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 135

Figura 225. Archivo de la Fundação Parques e Jardins.

Figura 226. <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-boa-vista-de-quinta-da-image90002642> (Consultada el 25/12/21)

Figura 227. <https://www.pictus.com.br/produtos/fotografia-rio-antigo-vista-chinesa-rio-de-janeiro/> (Consultada el 25/12/21)

Figura 228. <https://www.flickr.com/photos/rosamar/15010915008> (Consultada el 25/12/21)

Figuras 229-231. Arquitectura Viva. <https://arquitecturaviva.com/articulos/el-humanista-rebelde> (Consultada el 25/12/21)

Figura 232. Planos e imágenes elaborados por el autor.

Figura 233. Archivo de la Fundação Parques e Jardins.

Figura 234. <http://ashistoriasdosmonumentosdorio.blogspot.com.br/2014/03/coreto-reconstruido-no-bairro-de.html> (Consultada el 25/12/21)

Figura 235. Perspectiva de los proyectos de Amancio Williams para los hospitales en Corrientes. Fuente: Archivo Williams

Figuras 236, 237. Bastos, Maria Alice Junqueira y Zein, Ruth Verde 2011. Brasil: arquiteturas após 1950. (São Paulo: Perspectiva, 2011). 95-96

Figura 238. Archivo de la Fundação Parques e Jardins.

Figuras 239-250. Planos e imágenes elaborados por el autor.

Figura 251. Archivo de la Fundação Parques e Jardins.

Figuras 252 – 256. Imágenes y planos de autor.

Figura 257. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Asamblea_de_Chandigarh (Consultada el 25/12/21)

Figura 258. flickr Marcel Gautherot (Consultada el 25/12/21)

Figura 259. Bernardes Arquitetura. <http://www.bernardesarq.com.br> (Consultada el 25/12/21)

Figura 260. Life Photo Collection. Google Arts and Culture. <https://artsandculture.google.com/asset/caracas-racetrack-opening/2wG0XpwBpx5kgA> (Consultada el 25/12/21)

Figura 261. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 97

Figuras 262-65. Planos e imágenes elaborados por el autor.

Figuras 266, 267. Archivo de la Fundação Parques e Jardims.

Figura 268. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/22551294@N08/3680327497> (Consultada el 25/12/21)

Figura 269 Globo. <https://oglobo.globo.com/rio/incendio-na-ufjr-conheca-acervo-historico-de-arquitetura-que-quase-foi-perdido-24983699> (Consultada el 25/12/21)

Figura 270. Planos e imágenes elaborados por el autor.

Figuras 271, 272. Archivo de la Fundação Parques e Jardims.

Figura 273. Nabil Bonduki (organizador). Affonso Eduardo Reidy. Lisboa: Ed Blau / Instituto Lina Bo Bardi. 2000. 135

Figura 274. Planos e imágenes elaborados por el autor.

Figura 275. <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1733581&page=3> (Consultada el 25/12/21)

Figura 276. Engel, Heinrich. 1970. Sistemas de Estructuras. Madrid: Blume. 1970. 59

Figura 277. Planos e imágenes elaborados por el autor.

Figura 278. Proyecto del Auditorio de la UNESCO publicado em la Revista Acropole 189. 1954. <http://www.acropole.fau.usp.br/> (Consultada el 25/12/21)

Figuras 279-281. Planos e imágenes elaborados por el autor.

Figuras 282-284. Archivo de la Fundação Parques e Jardims.

Figura 285. Planos e imágenes elaborados por el autor.

Figura 286. Archivo de la Fundação Parques e Jardims.

Figura 287. Planos e imágenes elaborados por el autor.

Figura 288. Archivo de la Fundação Parques e Jardims.

Figura 289. Planos e imágenes elaborados por el autor.

9

ANEXOS

ANEXO 1. DIAGRAMA TEMPORAL

DIAGRAMA TEMPORAL DE LAS OBRAS DE REIDY CON TODAS LAS OBRAS MENCIONADAS EN LA INVESTIGACIÓN

(Consultar diagrama al final del documento)

ANEXO 2. ENTREVISTAS

ENTREVISTA A GERLADO FILIZOLA.

Ingeniero jefe de Cerne Engenharia e Projetos.

Rio de Janeiro, 4 de febrero de 2015. 16h. CERNE Engenharia e Projetos

Sobre el pabellón del Morro de la Viuva.

S.G: Me gustaría preguntarte varias dudas en relación con la estructura que conforma el pabellón del Morro da Viuva. Lo primero que me gustaría preguntarte es sobre su funcionamiento.

G.F: Se trata de una estructura laminar que se estructura a sí misma a base de pliegues, si bien es más compleja geométricamente de lo que aparenta ser. Los pliegues van generando elementos rígidos triangulados que funcionan a modo de costilla estructurales, que serían las aristas que sobresalen sobre las partes más planas. Entre estas costillas se generan unos planos trapezoidales planos que dan continuidad a la lámina.

Al ser una estructura circular, parece establecerse un equilibrio de la misma manera que funciona una cúpula, es decir, con un anillo de tracción que se debe encontrar en la base de la cimentación y un anillo que funciona a compresión en

la parte superior. En este caso, el anillo de compresión no es circular, es una forma ovalada conformada por dos arcos contrapuestos. Hasta cierto punto parece tener un paralelismo con el Raileigh Livestock Arena, donde dos arcos comprimidos y cruzados (pero en este caso sustentado una lona tensionada) transmiten los empujes hasta el terreno. En el pabellón los arcos son horizontales, no llegan al suelo. Se produce por tanto un momento flector grande en el encuentro de los dos arcos.

S.G: Parece entenderse que las dos costillas más pequeñas, vistas desde arriba, tienen una continuidad en la línea geométrica del arco, de manera que además de su función de cubierta están ayudando a estructurar el nudo de encuentro de los dos arcos y transmitiendo parte de los empujes hasta las suelo a través de las costillas verticales.

G.F: Efectivamente, podría ser así.

S.G: Me gustaría entender si las costillas triangulares, por si solas, junto con los anillos-arcos de los que hablamos, podrían sustentar la estructura sin las partes trapezoidales, que parecen ser más un cerramiento que parte de la estructura. Algo parecido a lo que ocurre en el planetario de Rio.

G.F: Ciertamente podría existir alguna forma de evitar las partes trapezoidales. Pero en todo caso, como conjunto, están colaborando en la estructura. El problema de dejar únicamente las partes triangulares se produciría en los apoyos, que acabarían en una punta que habría que reforzar para soportar el peso de la estructura.

S.G: De hecho, las aristas no tocan el suelo, sino que se funden con el plano de los trapecios antes de tocar el suelo.

G.F: De esta forma se consigue que los esfuerzos transmitidos por las aristas no generen puntos de máximo estrés. El plano continuo que queda en la base permite transmitir las cargas de forma más repartida.

S.G: También existe un elemento que parece ser un anillo en la línea de inflexión que separa lo que funcionaría como cubierta de lo que funciona como cerramiento. Ese mismo elemento aparece en el Auditorio de la UNESCO de Nervi,

o sin ir más lejos en también en el planetario de Rio. ¿Puede explicarme para que sirve?

G.F: En realidad, si te fijas, no es un anillo, puesto que no tiene continuidad en la parte interior de las costillas. Sólo es una placa que une una costilla con otra en el pliegue que se produce en la costilla para generar dar continuidad de la fachada hacia la cubierta. Son por tanto piezas unidas a las costillas que rigidizan la forma de éstas. Las costillas están generadas por dos planos que en sección tienen forma de V invertida. La base de la pieza está rigidizada por las láminas horizontales de los trapecios. Sin embargo las caras laterales hasta la arista superior quedan sin rigidizar. Imagina esa forma en papel, la V se abriría, cerraría o se deformaría aplicando un peso equivalente al que hace la cubierta (se muestra una hoja de papel doblada). Con estas piezas se soluciona ese problema. Además, al ser circular, todas las costillas están solidarizadas unas con otras.

Sobre el Coreto

S.G: El Coreto parece seguir la misma lógica de lámina doblada, incluso las costillas que rigidizan las cuatro aristas de la cubierta son muy similares. Sin embargo puede verse que en el perímetro externo de las 4 losas planas que se generar tiene un refuerzo a modo de zuncho perimetral.

G.F: Se trata de un caso similar, más simplificado. Las costillas triangulares se van afinando, al igual que en el caso anterior, porque el momento flector en la punta es nulo, y va aumentando a medida que se acerca al apoyo. Ese zuncho más grueso perimetral serviría principalmente para corregir las deformaciones en las partes centrales de las losas que se generan a flexión.

S.G: El pilar hace un giro de 45 grados a lo largo de su fuste, de manera que en su base, más fina, las caras de la sección están alineadas con la cubierta, pero al llegar a la parte superior la sección ha girado 45 grados, recibiendo en dichas caras planas las 4 costillas triangulares.

G.F: Se trata de un giro interesante. Además hace que el pilar se afine en la base, algo que contradice la lógica estructural. En principio tendría que ser más grueso en la parte inferior y más fino en la superior. Además, el pilar no acaba donde parece acabar, sino que continua por la cámara del subsuelo hasta el terreno. La losa que hace de cubrición del subsuelo ayuda a rigidizar el pilar, por eso puede ser fino en la base que queda visible.

S.G: Se ve además como en el encuentro del pilar con las 4 vigas triangulares se produce un encuentro complejo, donde se resuelve el apoyo y la evacuación de aguas al mismo tiempo.

G.F: El pilar llega únicamente hasta las losas inclinadas, no hasta la parte superior de los pliegues, y como se puede ver, la unión de la losa de la cubierta con el pilar se realiza a través de una pequeña esquina por donde pasa una barra de acero que recorre todo el pilar. Si se observa por fuera, parece que el pilar llega hasta el vértice superior de las vigas, pero en realidad no es así. A partir del encuentro con las losas, el pilar continúa ascendiendo en forma de 4 muros, dando continuidad a las 4 caras del pilar, pero dejan un espacio vacío en el centro. Se genera dentro un espacio formado por estas 4 paredes y el cruce de las dos secciones triangulares de las vigas, también huecas en el interior. Este pequeño espacio se aprovecha para, a través de unos orificios en los 4 cuadrantes, permitir la salida del agua por el centro del pilar.

S.G: Por tanto, ¿la transmisión de los esfuerzos de la cubierta ocurre principalmente por esos cuatro “muros” al pilar, junto con el contacto en pico de las losas con el pilar? Además, al igual que pasaba en el pabellón del morro de la Viuva, los muros serían los equivalentes estructuralmente a aquellas piezas

externas que parecían ser un anillo. Es decir, estaría rigidizando la sección en "V" de la viga para que esta no deformase, pero esta vez por dentro de la sección de la viga, y no por fuera, ¿No es así?

G.F. En realidad esas 4 placas triangulares soportan el peso, que es soportado principalmente en esfuerzo vertical. Y al mismo tiempo rigidizan la sección de las vigas triangulares para que no abran.

Sobre el Pabellón do Flamengo.

S.G: El Pabellón do Flamengo genera sus formas a través de curvas, en lugar de pliegues.

G.F: El principio estructural sería el mismo que los anteriores. Las superficies curvas ayudan a rigidizar y optimizar la forma estructural. Por ejemplo, en el pabellón los muros que soportan la cubierta están curvados para ayudar a soportar los esfuerzos de pandeo y flexión.

S.G: También en este pabellón esos muros están solidarizados con una plataforma elevada que, al igual que en el Coreto pasaba con el subsuelo, ayuda a rigidizar el muro a una altura superior a la cimentación.

G.F: Efectivamente, funciona de un modo similar.

S.G: Me gustaría entender cuál sería la ventaja estructural de dar la vuelta a los arcos abovedados .

G.F: En principio no existiría ni ventaja ni desventaja desde el punto de vista estructural. A pesar de su forma abovedada, se trata en realidad de vigas con forma semicilíndrica. Lógicamente la armadura estaría dispuesta de forma distinta si estuviesen al revés, pero no aportaría ninguna ventaja. El hecho de estar unidas les permite tener estabilidad entre todas, que podría ser el único problema en comparación con la posición contraria. De algún modo encuentro analogías con la Catedral de Brasilia de Niemeyer. Paulo Mendes da Rocha comentaba que la catedral funciona exactamente igual que una cúpula tradicional, con un anillo superior comprimido y uso inferior traccionado. La diferencia es que, al estar construido en hormigón, los arcos de descarga no necesitan estar necesariamente comprimidos, pudiendo darles la vuelta sin

ninguna consecuencia. José Carlos Sussekind (uno de los últimos ingenieros que calculaba estructuras con Niemeyer) decía que ésta era su estructura favorita de Niemeyer, porque básicamente se constituía de 17 vigas bi-apoyadas colocadas en círculo.

S.G: ¿No supondría un ahorro estructural en acero el hecho de hacer trabajar a compresión el hormigón, en lugar de tracción?

G.F: Supondría poner menos acero, pero igualmente tendría que estar armado porque no trabajaría puramente a compresión, por tanto la diferencia es muy poca. Y el hormigón, a diferencia de la piedra, te permite trabajar de esta manera.

En el caso de las vigas del pabellón ocurre algo semejante: no se trata de bóvedas, aunque en determinados puntos de la pieza pudiera trabajar como tal si estuvieran al revés. Se trata principalmente de unas vigas, y por tanto, poco importa si se colocan en una posición u otra.

S.G: Como se puede observar, las dos vigas en U laterales tienen la mitad de su forma en voladizo, sin una función aparente, ¿Tendrían alguna función?

G.F: Las dos mitades de las vigas laterales están efectivamente trabajando en voladizo, con seguridad deben tener un refuerzo en la armadura para soportar ese voladizo que las diferencia de las dos del centro. Su función puede ser puramente compositiva, pero también puede ayudar a estructurar la forma en su conjunto.

S.G: Me gustaría entender cuál podría ser la unidad estructural que en realidad está trabajando en la cubierta: si lo que parece ser, es decir, cada una de las vigas en forma U, o la unidad que resultaría de la unión de dos mitades, a modo de V invertida.

G.F: En cuanto a la unidad estructural, yo diría que son las dos. Al tratarse de una viga bi-apoyada con continuidad en voladizo trabajaría de forma diferente en cada tramo. Esto lo demuestra la planta de armaduras, que se van colocando en la parte superior a la inferior en función de la posición de la viga. Es decir, se va transformando de una cosa en la otra.

Rio de Janeiro, 4 de febrero de 2015

CONVERSACIÓN CON AFFONSO CANEDO.

Ingeniero jefe 1962-1965 del Servicio de Estructuras de la División Técnica del DURB. SURSAN (Superintendencia de Urbanismo y Obras)

Rio de Janeiro, 18 de noviembre 2015. 13h. Sede de la S.E.A.R.J.

Sobre relación entre Reidy y el Departamento de Estructuras de la SURSAN durante el proceso de construcción del Aterro do Flamengo.

A.C. Recién formado como ingeniero entré en el Departamento de Urbanización de la SURSAN, concretamente la División Técnica, en el Servicio de estructuras. La SURSAN era un autarquía, un órgano público y autónomo que tenía garantizados ciertos recursos financieros a través de determinados impuestos por ley. También tenía una misión legal de construir determinadas obras públicas que venían discriminadas en la propia ley de creación del organismo. Entre ellas: la Perimetral, el Parque do Flamengo y ciertas arterias viarias, como la radial sur o el túnel Rebouças. La SURSAN ya existía desde 1955, fundada por el ex alcalde Negrão de Lima. Fue él quien creo este sistema autónomo para crear obras públicas sin depender de recursos económicos, siempre escasos, sino que dependía sus propios recursos. Como su propio

nombre indica, la SURSAN se encargaba de proyectos de urbanización y el saneamiento en la ciudad de Rio.

Concretamente, para el Aterro do Flamengo, la SURSAN contaba con la concepción del urbanística del parque por parte de un equipo de arquitectos muy conocidos que nosotros llamábamos Comisión del Aterro. Esta comisión detalló todo el proyecto urbanístico bajo la presidencia de Doña “Lotta” (Macedo Soares). Entre los miembros del equipo estaba A. E. Reidy, arquitecto que nos era muy querido. Entre otras cosas porque era funcionario público municipal, igual que nosotros. Esa proximidad profesional era muy interesante. Había otro factor de proximidad también: Reidy estaba casado con la ingeniera Carmen Portinho que era también servidora pública del Distrito Federal y posterior Estado Guanabara, y por coincidencia, pasó a ser también presidenta de la S.E.A.R.J. En definitiva, era una pareja muy conocida y querida en el ambiente de la ingeniería y concretamente en el equipo técnico que ejecutaba las obras del Estado Guanabara.

Cuando se inició nuestro servicio en el proyecto del Aterro do Flamengo, se inició un contacto muy interesante y productivo entre Reidy y los técnicos de la SURSAN. El proyecto arquitectónico tenía que ser traducido para aquellos que

lo iban ejecutar, que eran los ingenieros y arquitectos de la SURSAN. Por eso era muy importante esa comunicación.

Había ciertos temas polémicos. Uno de los que más fueron debatidos fue el problema viario. Había dentro de la SURSAN quien apoyaba una ampliación de las vías rodadas del parque. En realidad se derivaba de un plano anterior, que no llegó a ser ejecutado en términos ejecutivos pero que estaba muy desarrollado, para llevar otras vías dentro del Aterro, como la llamada Norte-Sur, que enlazaba el Aterro con la Avenida República de Paraguay en Lapa, llegando incluso a ser demolido uno de los arcos del acueducto de Lapa. Algo que ahora sería un crimen, y de hecho lo fue en la época también. Tuvo que ser reconstituido el pilar porque no podía mutilarse de aquella forma un elemento patrimonial tan importante. La av. Republica de Paraguay cruzaba la av. Chile, resultado del desmonte del Morro de San Antonio y pasaba después por el Teatro Carlos Gomes. En resumen, se necesitaban más pistas para pasar por el Aterro. Pero finalmente fue corregido y nos quedamos con 2 pistas. Creo que acertadamente.

Personalmente, tuve contacto con Reidy en el desarrollo estructural de la pasarela del MAM, donde nos fue presentado un proyecto de estructura ya

desarrollado por un catedrático de la Escuela de Ingeniería llamado Sidney Santos. Fue la propia comisión quien probablemente dio el encargo a Santos para el desarrollo del proyecto de estructuras. Fue un proyecto muy avanzado para la época, siendo la pasarela curva y con un gran vano. Fue construido en hormigón pretensado, sistema estructural que estaba aún introduciéndose en Brasil.

Nosotros en el Departamento de Estructuras teníamos dos ingenieros que acababan de llegar de París de hacer unas prácticas con Freyssenet. Estos dos ingenieros llegaron aquí con muchas nuevas ideas, con todo aquel bagaje, no solo teórico, sino también constructivo. El hormigón pretensado necesita unos anclajes que deben estar bien resueltos constructivamente. Sobre el proyecto de Santos, nosotros hicimos cambios que venían a implantar los conocimientos que traían de París para mejorar técnicamente el anclaje, tanto desde el punto de vista estético (ocultarlos) como estructural.

Reidy vino muchas veces para consultar los detalles de la pasarela, que iban siendo modificados para adaptarse a las nuevas tecnologías que llegaban a Brasil.

Por otro lado, los pabellones y el Coreto también fueron detallados por nosotros, pero siempre bajo el control de Reidy en todo el proceso. De vez en cuando aparecía en nuestra sala y se sentaba al lado de nuestras mesas de dibujo para establecer algunos criterios de diseño: esto puede ser más grueso, esto déjalo así, pero esto no... Esta relación fue realmente interesante. Reidy era un hombre excepcional, un arquitecto excepcional, y nosotros tuvimos la suerte de convivir con él.

SG. La arquitectura de Reidy tenía una relación especial con la estructura ¿Qué me puede comentar sobre esta forma de abordar el proyecto?

AC. Yo diría que principalmente era un arquitecto del servicio público, y por tanto tenía un espíritu público, siempre comandado por problemas de estética, de la creación de un proyecto de ciudad, para el pueblo, y era importante que ese proyecto repercutiese en el ambiente.

Él no era estructurista, pero tenía un sentimiento sobre la forma y la estabilidad.

SG. Es difícil dar una respuesta a esto, pero ¿de dónde llegan los sistemas de láminas plegada en hormigón en Brasil?

A.C. Las cascaras ya eran objeto de detalles estructurales y eran de nuestro conocimiento, aunque aún eran detalles constructivos muy especializados con los que no estábamos familiarizados. La información nos llegaba a través de publicaciones, pero también a través de estudios de arquitectura avanzados, y de catedráticos de Universidad que estuvieron en la vanguardia de este esquema. En el año 60, teníamos muchas gente que venía de hacer prácticas de Europa, por ejemplo el Doctor Morais estuvo dos años en Stuttgart, Alemania. Estos ingenieros eran servidores públicos y tenían la posibilidad de salir gracias a la financiación de la SURSAN. En resumen, había en Rio gente que traía las innovaciones de todo el mundo, principalmente de Francia y Alemania.

SG. ¿Qué me dice de Nervi, como mayor exponente de las láminas estructurales?

A.C. Era un ingeniero muy conocido, pero realmente no era un influencia directa para nosotros. Digamos que era el ingeniero cuya especialidad eran las láminas plegadas estructurales.

SG. ¿Dónde podría encontrar las plantas del proyecto de ejecución de los pabellones del Aterro?

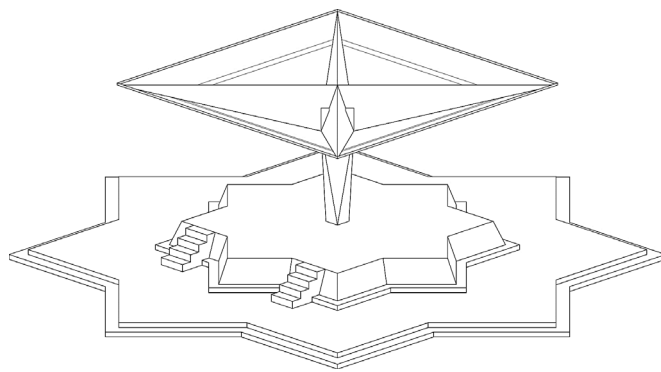
A.C Nosotros teníamos un archivo muy bien ordenado, lo cuidábamos mucho. Pero con los años cuando se extinguió la SURSAN se perdió. Existir existen, pero no sé dónde fueron a parar.

Rio de Janeiro, 18 de noviembre 2015

ANEXO 3. PLANOS ESTRUCTURALES

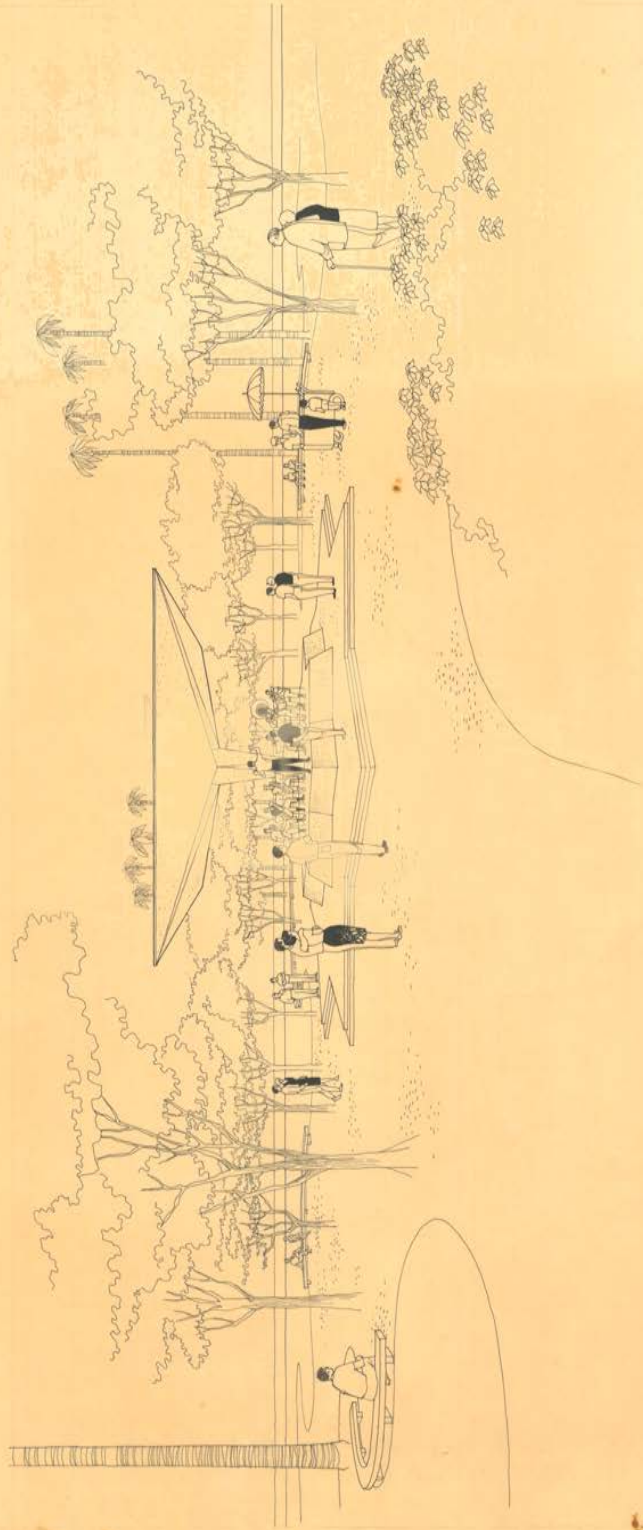
PROYECTO ESTRUCTURAL ORIGINAL DE LOS PABELLONES. DOCUMENTOS ORIGINALES DE LA SURSAN

(Proyecto localizado por el autor en el archivo de la Fundação Parques e Jardins. Río de Janeiro)



CORETO

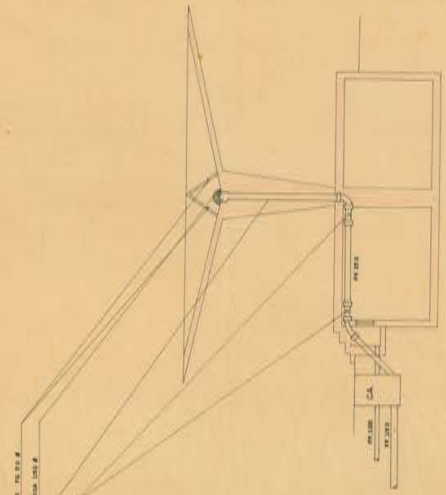
Apr 1955



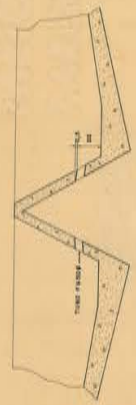
Apr 1955

9-25-6

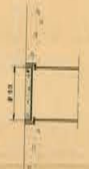
LAJOTA - 10x10 - 20x20
BRANCA - 10x10x10 - 20x20
TUBO PVC
MANGUEIRA 1/2"



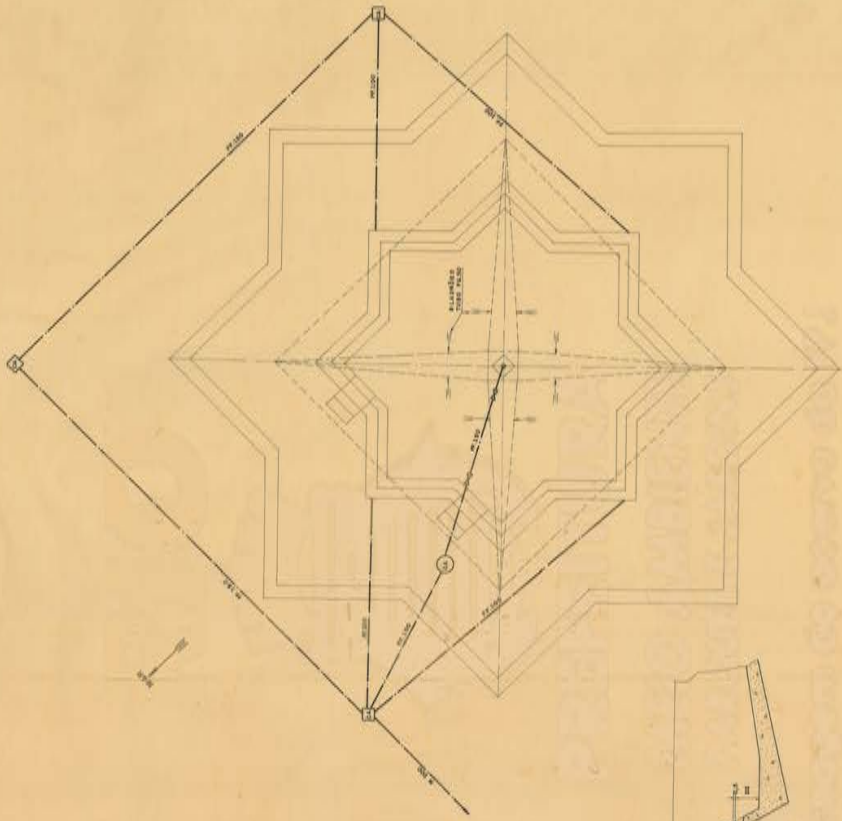
CORTE
1:10



DETALHE DOS LADARES
1:10



DETALHE DA TUBA REDONDA
1:10



PLANTA BAIXA
1:10

PROJETO DE ARQUITETURA
PLANO DE PLANEJAMENTO
CORTES E
INSTALAÇÃO DE ABERTURAS PLUVIAIS
SOL. 1.10.1.10

PROJETO

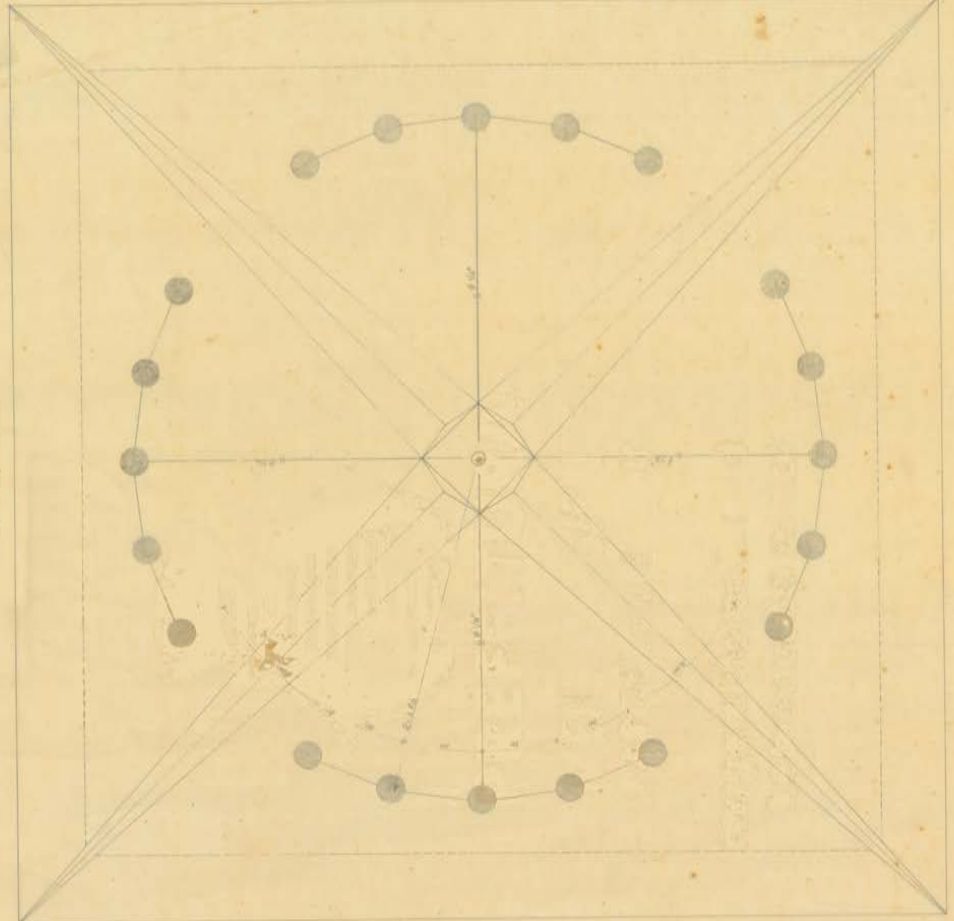
CONSTRUTORA

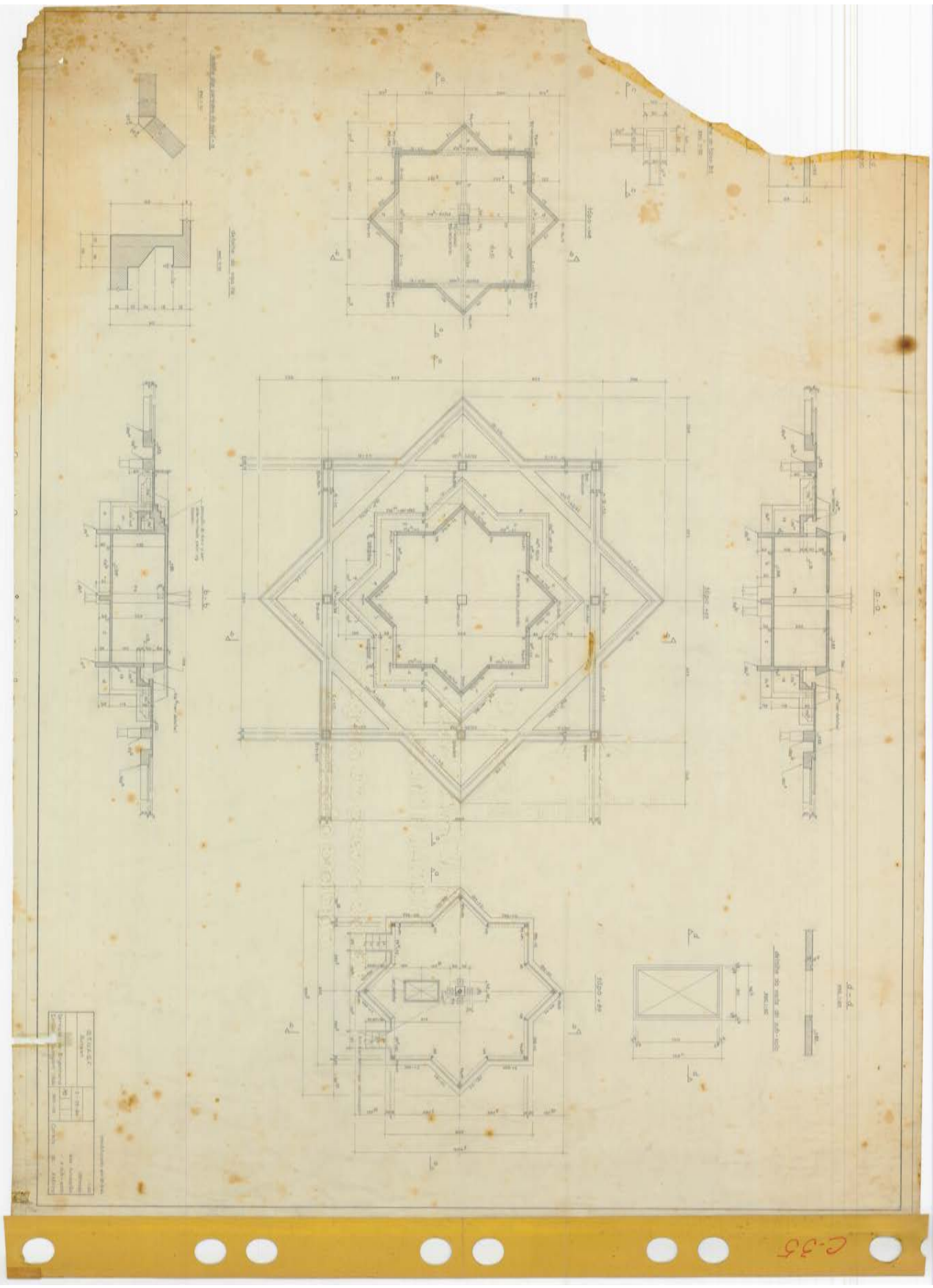
PROJETO

PROJETO

PLANTA BAIXA, DETALHES E CORTES

GRUPO DE TRABALHO PARA URBANIZAÇÃO
 DO ATERRO SLORIA - FLAMENGO - BB
 PROJETO DE URBANIZAÇÃO
 URBANISMO
 INSTALAÇÃO ELÉTRICA DO COLÉGIO





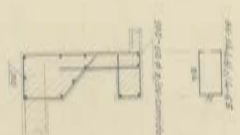
S. S. S. S. S.	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100

C-35

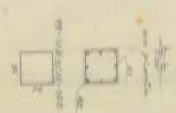
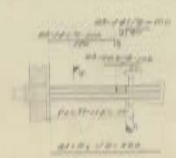
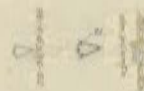
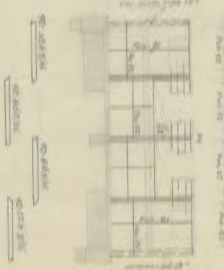
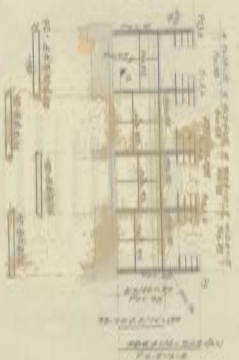
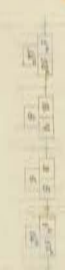
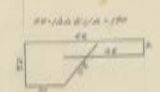
№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Листы бумаги	лист	2
2	Чернила	мл	10
3	Пенал	шт.	1
4	Резинка	шт.	1
5	Линейка	шт.	1

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Листы бумаги	лист	2
2	Чернила	мл	10
3	Пенал	шт.	1
4	Резинка	шт.	1
5	Линейка	шт.	1

№ 1



№ 2

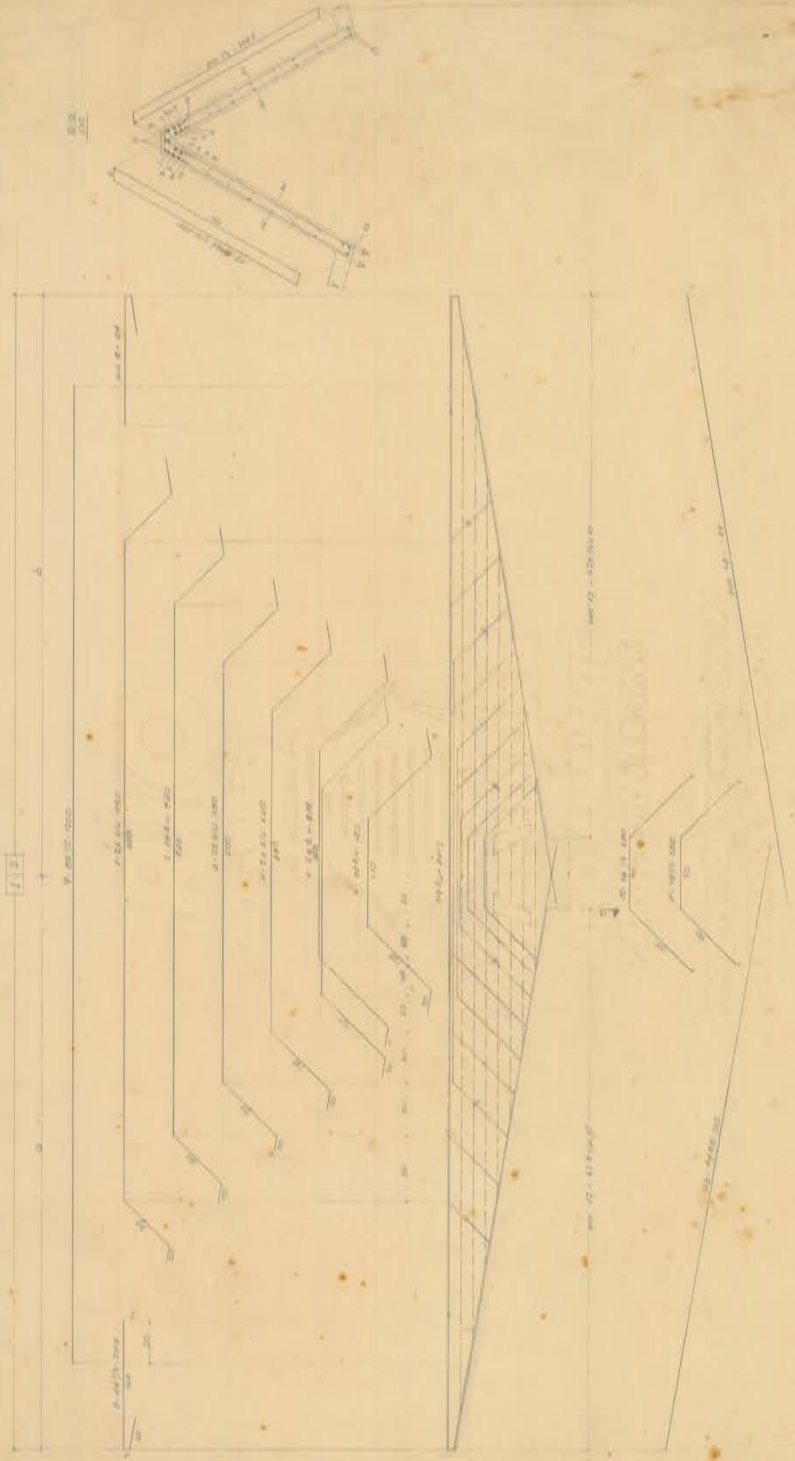


№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Листы бумаги	лист	2
2	Чернила	мл	10
3	Пенал	шт.	1
4	Резинка	шт.	1
5	Линейка	шт.	1

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Листы бумаги	лист	2
2	Чернила	мл	10
3	Пенал	шт.	1
4	Резинка	шт.	1
5	Линейка	шт.	1

C-28

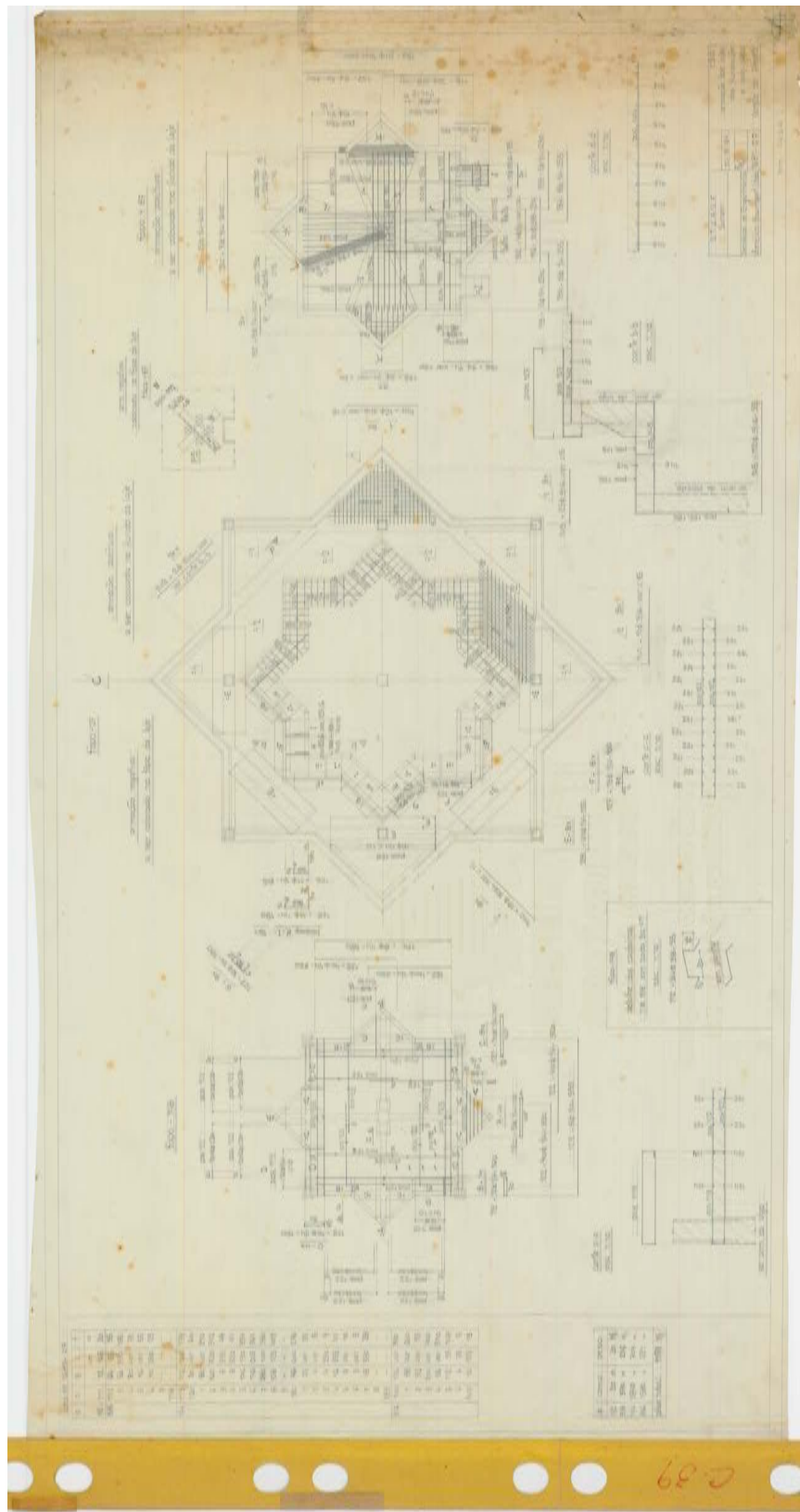
C-41



GENERAL	
Project	
Scale	
Author	
Checked	
Date	

No.	Description	Quantity	Unit
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

No.	Description	Quantity	Unit
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

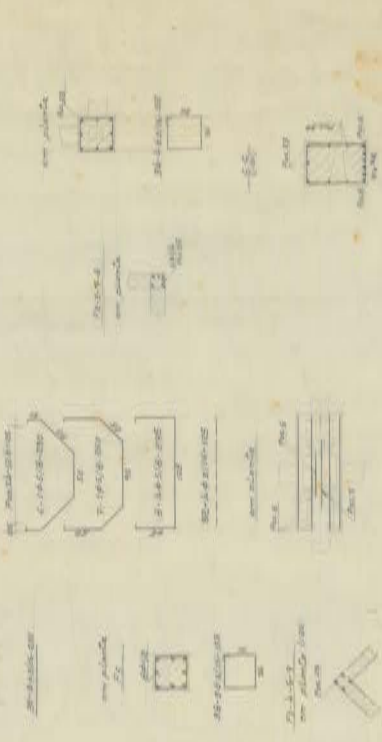
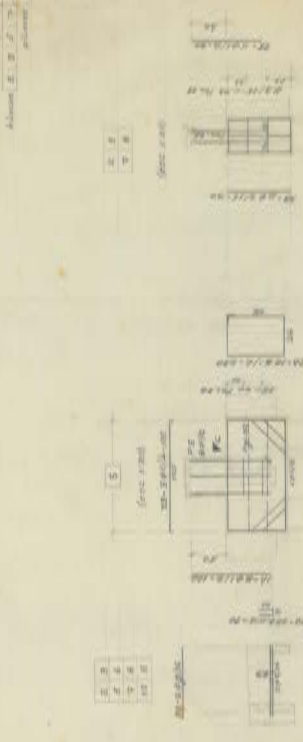
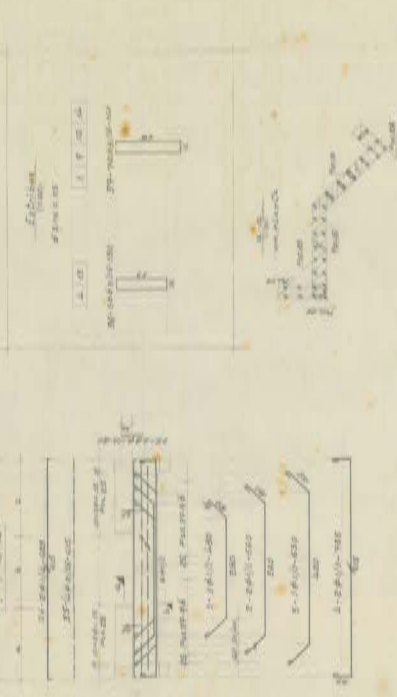
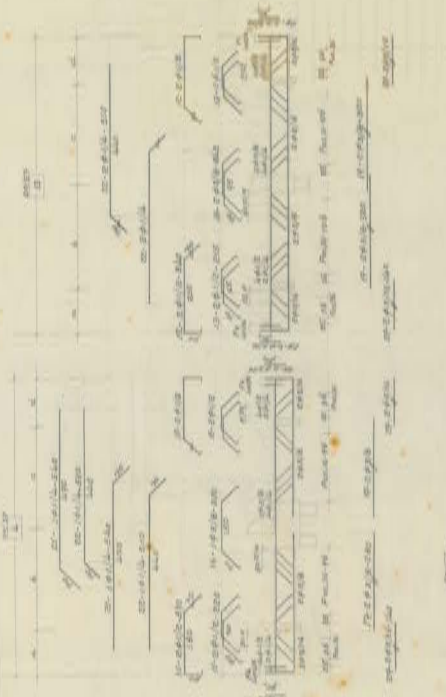


289

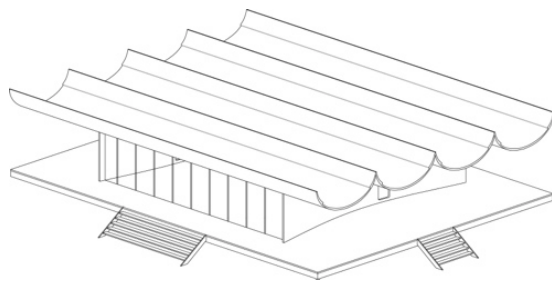
Abstand 1,5, 2, 3, 7, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100



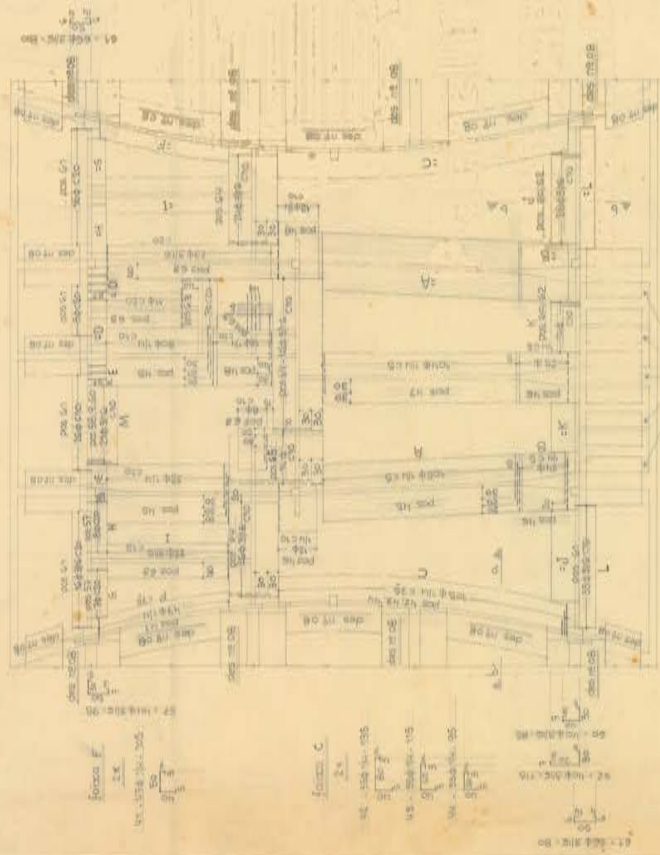
PABELLÓN DO FLAMENGO

N	A	B	C	T
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1
21	1	1	1	1
22	1	1	1	1
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	1	1	1	1
26	1	1	1	1
27	1	1	1	1
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	1	1	1	1
31	1	1	1	1
32	1	1	1	1
33	1	1	1	1
34	1	1	1	1
35	1	1	1	1
36	1	1	1	1
37	1	1	1	1
38	1	1	1	1
39	1	1	1	1
40	1	1	1	1
41	1	1	1	1
42	1	1	1	1
43	1	1	1	1
44	1	1	1	1
45	1	1	1	1
46	1	1	1	1
47	1	1	1	1
48	1	1	1	1
49	1	1	1	1
50	1	1	1	1
51	1	1	1	1
52	1	1	1	1
53	1	1	1	1
54	1	1	1	1
55	1	1	1	1
56	1	1	1	1
57	1	1	1	1
58	1	1	1	1
59	1	1	1	1
60	1	1	1	1
61	1	1	1	1
62	1	1	1	1
63	1	1	1	1
64	1	1	1	1
65	1	1	1	1
66	1	1	1	1
67	1	1	1	1
68	1	1	1	1
69	1	1	1	1
70	1	1	1	1
71	1	1	1	1
72	1	1	1	1
73	1	1	1	1
74	1	1	1	1
75	1	1	1	1
76	1	1	1	1
77	1	1	1	1

Nota:
 armadão em consoantes
 colocada, entre as concentrações
 armadão em fôrmas, raras
 a ser colocado no topo do muro
 da armadão, ter sido apontada.

armadão negativo
 a ser colocado no topo do L.P.

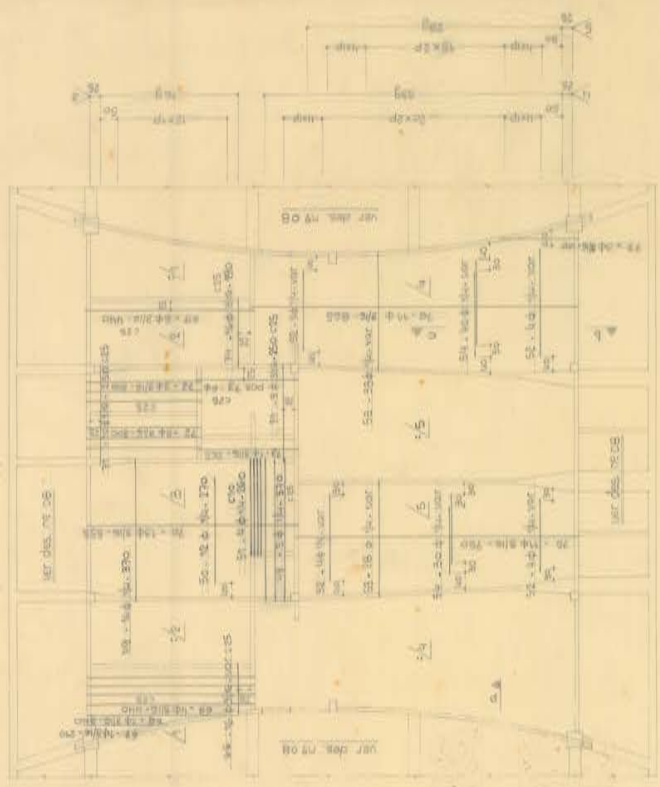
Fôrmas M
 01 - 24.000 - 08
 02 - 24.000 - 08
 03 - 24.000 - 08



esc. 1:100

N	Comp.	Área
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	1	1
11	1	1
12	1	1
13	1	1
14	1	1
15	1	1
16	1	1
17	1	1
18	1	1
19	1	1
20	1	1
21	1	1
22	1	1
23	1	1
24	1	1
25	1	1
26	1	1
27	1	1
28	1	1
29	1	1
30	1	1
31	1	1
32	1	1
33	1	1
34	1	1
35	1	1
36	1	1
37	1	1
38	1	1
39	1	1
40	1	1
41	1	1
42	1	1
43	1	1
44	1	1
45	1	1
46	1	1
47	1	1
48	1	1
49	1	1
50	1	1
51	1	1
52	1	1
53	1	1
54	1	1
55	1	1
56	1	1
57	1	1
58	1	1
59	1	1
60	1	1
61	1	1
62	1	1
63	1	1
64	1	1
65	1	1
66	1	1
67	1	1
68	1	1
69	1	1
70	1	1
71	1	1
72	1	1
73	1	1
74	1	1
75	1	1
76	1	1
77	1	1

armadão positivo
 a ser colocado no fundo da laje



esc. 1:100

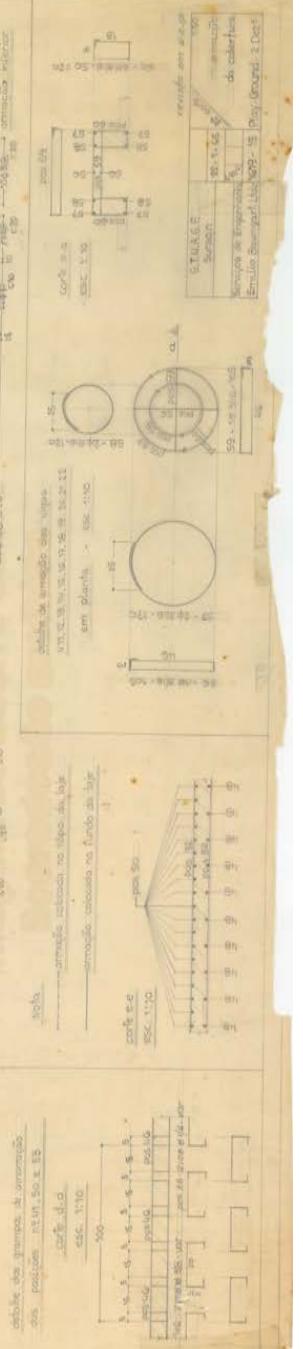
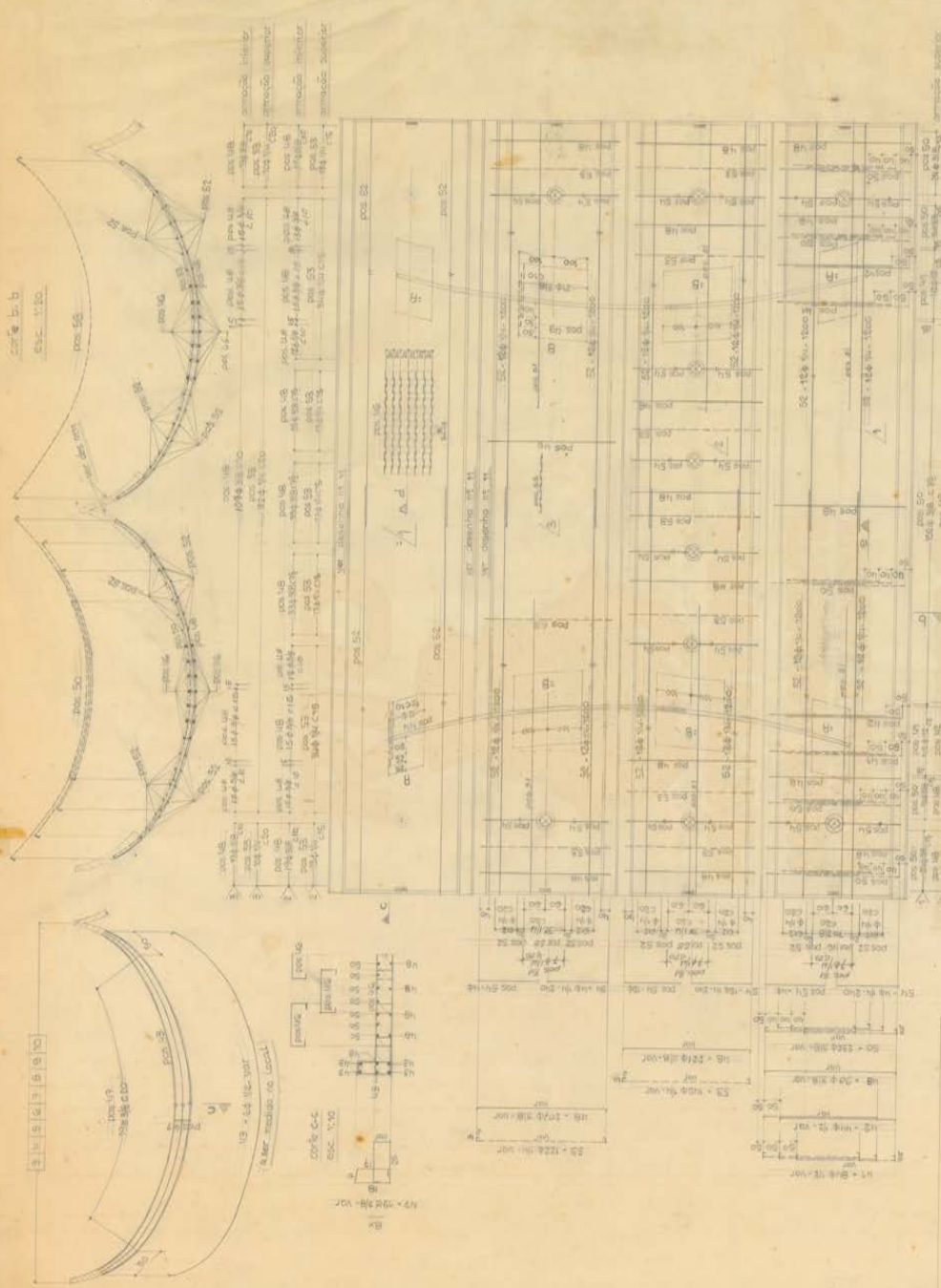
3-fôrmas, grande, com 25 cm
 p-fôrma, pequeno, entre cada 3 fôrmas grandes
 conforme indicado no conf. C-C.



ST. G. S. F.
 S. Paulo
 Engenharia de Arquitetura
 Eng.º Emílio Baumgartel, 141/149 - 14 Pray. Grand. 1 Dept.

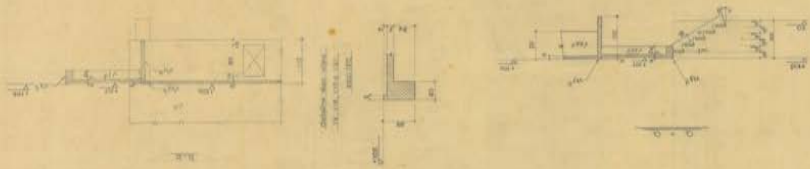
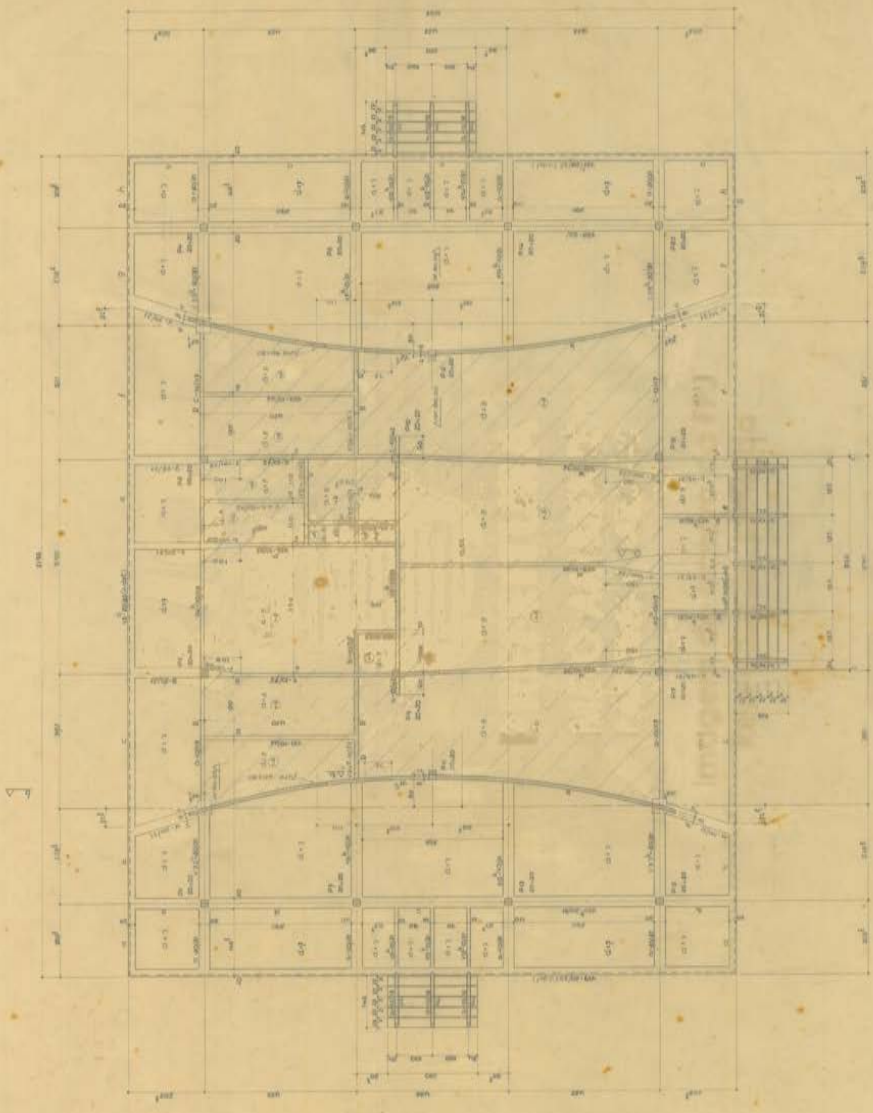
C-14

Q	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100										



Q	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100										

ESTALAGE
 SERVIÇO DE ENGENHARIA
 SERRAVALLE S. A.
 Rua Benedito José, 1009 - 15º Prato - São Paulo - SP

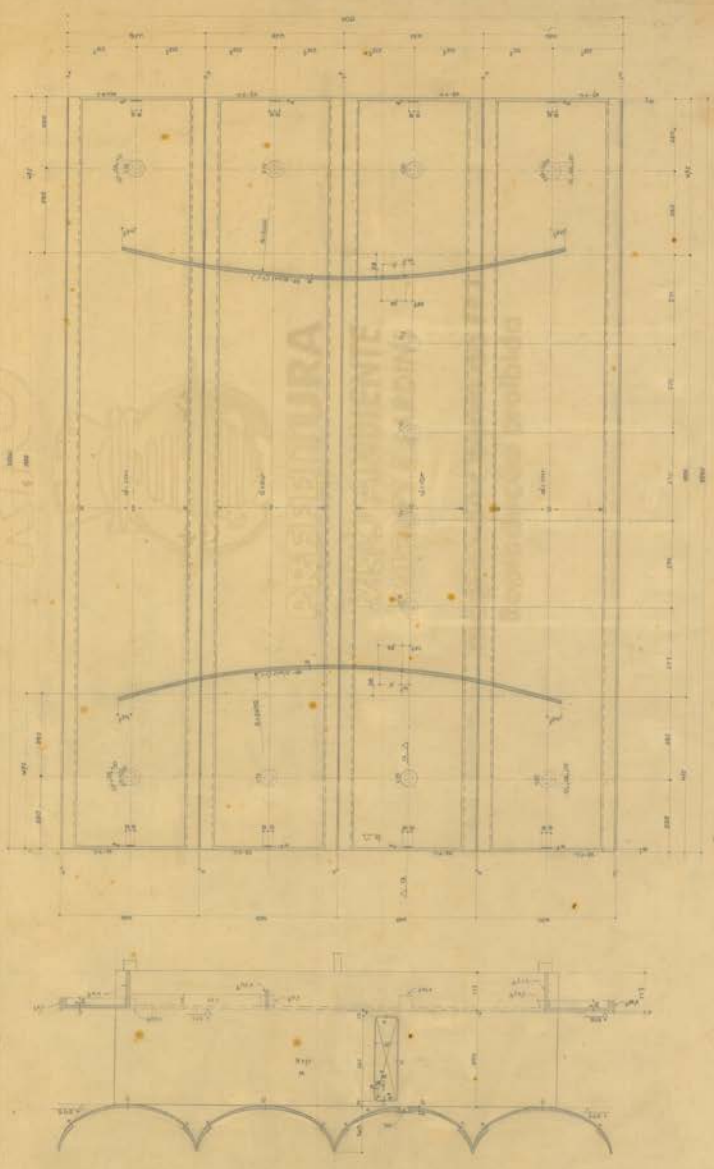
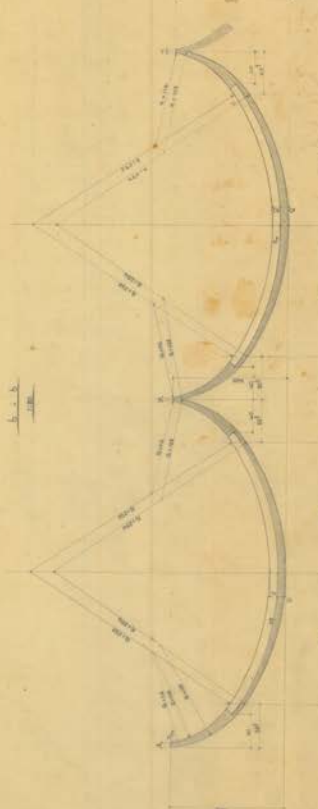


COMPAGNIE ANONYME DES TRAVAUX PUBLICS
Société Anonyme des Travaux Publics

GELANGE	
Bureau	
Projeté	
Approuvé	
Signature de l'ingénieur	
Signature de l'architecte	

Service Bureau U.S. 1897-01 | Proj. Grand Hôtel

N.B. - Le plan est dressé sur descriptif et sans vue de détail
et devra être complété par descriptif et vue de détail



STAGE	NO.	DATE
1	1	1910
2	2	1910
3	3	1910

N.B. See notes on the other side of the sheet for details of construction.

29

des. n.º 1819-03

q	n	q	C	T
1	—	—	cm.	m.
2	68	175	119	—
3	—	—	—	—
4	35	175	63	—
5	145	65	97	—
6	—	—	—	—
7	64	75	48	—
8	80	155	72	—
9	—	—	—	—
10	—	—	—	—

q	comp.	pêso
2	179 m.	65 kg
4	160 "	45 "
3/4	111 "	20 "
pêso total:		120 kg

bloco 2x

2. 50 x 14 - 175
3. 60 x 14 - 65
B. 3. 8 x 16 - 155

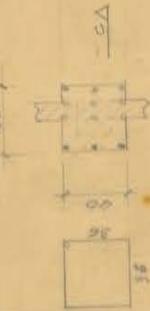
colunas

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. 4 x 38 - 175
7. 4 x 38 - 75

bloco 4x

4. 60 x 14 - 175
5. 60 x 14 - 65
8. 3. 8 x 16 - 155



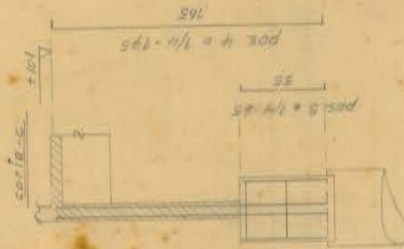
bloco 14x

2. 60 x 14 - 65
B. 3. 8 x 16 - 155



colunas 11 12

2. 60 x 14 - 175
7. 4. 8 x 16 - 80



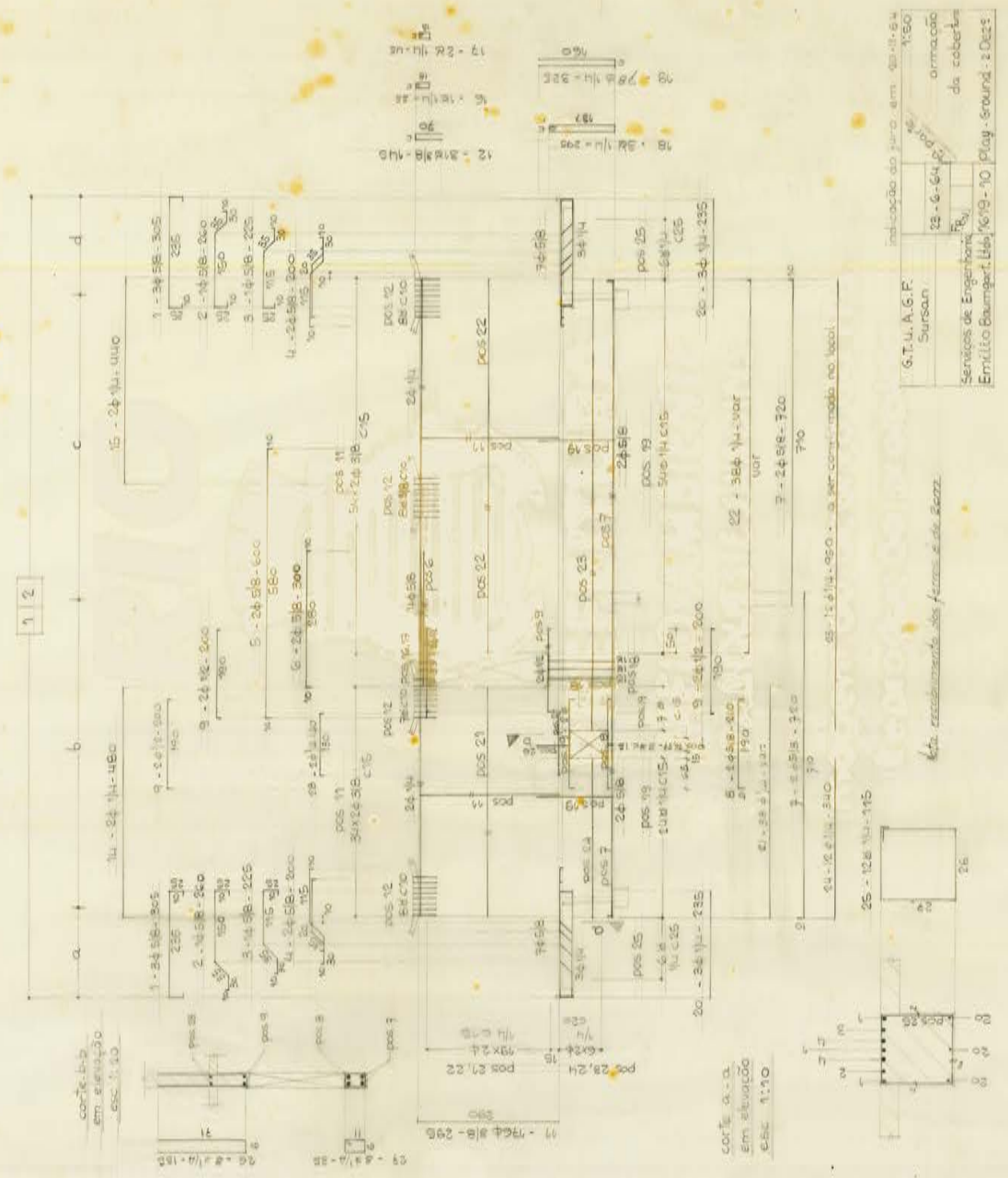
Nota - recobramento das ferris e do 2.º e 3.º

G.T. U.A.G.F. Suisan	18.5.34	1120
armação dos pilares e blocos		
Serviços de Engenharia de Fundação		
Emílio Bourgois Ltda. 1819 - 03		
Play Ground - 2.º Dez.º		

C-26

des. nº 16/19 - 110

q	n	g	c	T
5#	1	12	305	37
	2	4	350	70
	3	4	225	9
	4	8	350	16
	5	4	600	24
	6	4	300	12
	7	8	720	58
	8	4	310	8
12	9	12	300	24
10	11	52	215	1028
	2	52	115	90
13	11	480	19	
	5	4	440	18
	6	2	55	1
	7	4	105	2
	8	6	215	18
	9	56	325	508
	20	10	235	26
	1	26	var	260
	2	26	var	670
	3	24	950	228
	4	24	310	82
25	24	115	28	
	6	185	9	
	8	35	2	
28	4	110	6	



q	comp	pêso
5#	174 m	272 kg
12	54 "	24 "
5#	1028 "	659 "
14	187 "	180 "
pêso total: 1105 kg		

G.T.U.A.G.P.
Sursan
Serviços de Engenharia
Emílio Baumgart, Lda/16/19-110 Play - Ground : 2 Dets

Indicação do tipo de armacao da cobertura
25 - 6-64 04

Indicação do tipo de armacao da cobertura
28 - 6-64 04

esc. 1:50

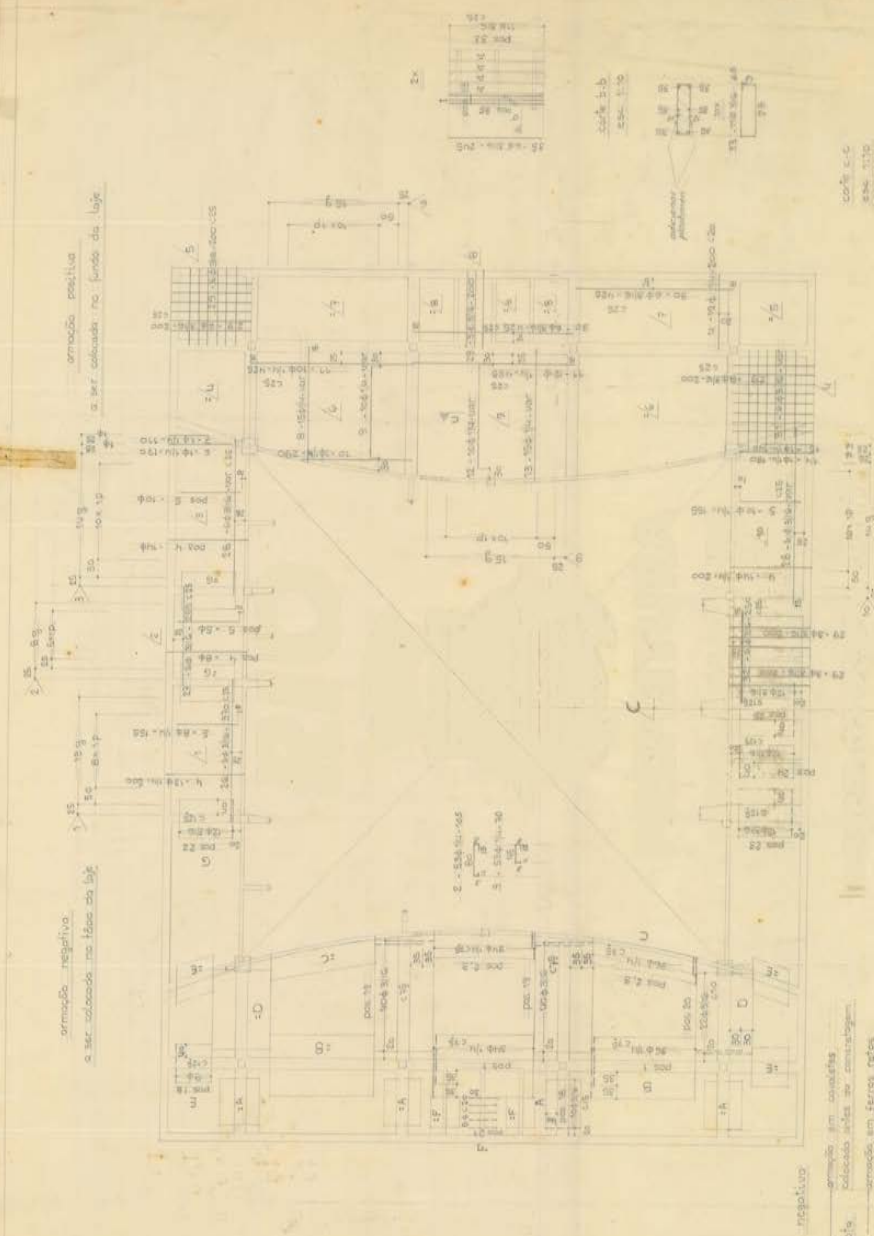
Nota: encaminhamento das ferragens de 20mm.

em casa

C-19

C-21

des.	qtd.	med.	unid.	obs.
1	100	100	cm	
2	100	100	cm	
3	100	100	cm	
4	100	100	cm	
5	100	100	cm	
6	100	100	cm	
7	100	100	cm	
8	100	100	cm	
9	100	100	cm	
10	100	100	cm	
11	100	100	cm	
12	100	100	cm	
13	100	100	cm	
14	100	100	cm	
15	100	100	cm	
16	100	100	cm	
17	100	100	cm	
18	100	100	cm	
19	100	100	cm	
20	100	100	cm	
21	100	100	cm	
22	100	100	cm	
23	100	100	cm	
24	100	100	cm	
25	100	100	cm	
26	100	100	cm	
27	100	100	cm	
28	100	100	cm	
29	100	100	cm	
30	100	100	cm	
31	100	100	cm	
32	100	100	cm	
33	100	100	cm	
34	100	100	cm	
35	100	100	cm	



armadão positivo
a ser colocado no fundo da laje

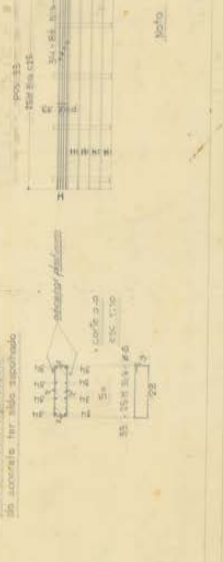
armadão negativo
a ser colocado no topo da laje

armadão em cantoneiras
colocado nas 4 emendas

armadão em fôrmas retas
a ser colocado logo depois
de armadão ter sido colocado

armadão positivo
a ser colocado nos fôrmas

armadão negativo
a ser colocado nos fôrmas



armadão positivo
a ser colocado nos fôrmas

armadão negativo
a ser colocado nos fôrmas

armadão em cantoneiras
colocado nas 4 emendas

armadão em fôrmas retas
a ser colocado logo depois
de armadão ter sido colocado

armadão positivo
a ser colocado nos fôrmas

armadão negativo
a ser colocado nos fôrmas

des.	qtd.	med.	unid.	obs.
1	100	100	cm	
2	100	100	cm	
3	100	100	cm	
4	100	100	cm	
5	100	100	cm	
6	100	100	cm	
7	100	100	cm	
8	100	100	cm	
9	100	100	cm	
10	100	100	cm	
11	100	100	cm	
12	100	100	cm	
13	100	100	cm	
14	100	100	cm	
15	100	100	cm	
16	100	100	cm	
17	100	100	cm	
18	100	100	cm	
19	100	100	cm	
20	100	100	cm	
21	100	100	cm	
22	100	100	cm	
23	100	100	cm	
24	100	100	cm	
25	100	100	cm	
26	100	100	cm	
27	100	100	cm	
28	100	100	cm	
29	100	100	cm	
30	100	100	cm	
31	100	100	cm	
32	100	100	cm	
33	100	100	cm	
34	100	100	cm	
35	100	100	cm	

armadão positivo
a ser colocado no fundo da laje

armadão negativo
a ser colocado no topo da laje

armadão em cantoneiras
colocado nas 4 emendas

armadão em fôrmas retas
a ser colocado logo depois
de armadão ter sido colocado

armadão positivo
a ser colocado nos fôrmas

armadão negativo
a ser colocado nos fôrmas



armadão positivo
a ser colocado nos fôrmas

armadão negativo
a ser colocado nos fôrmas

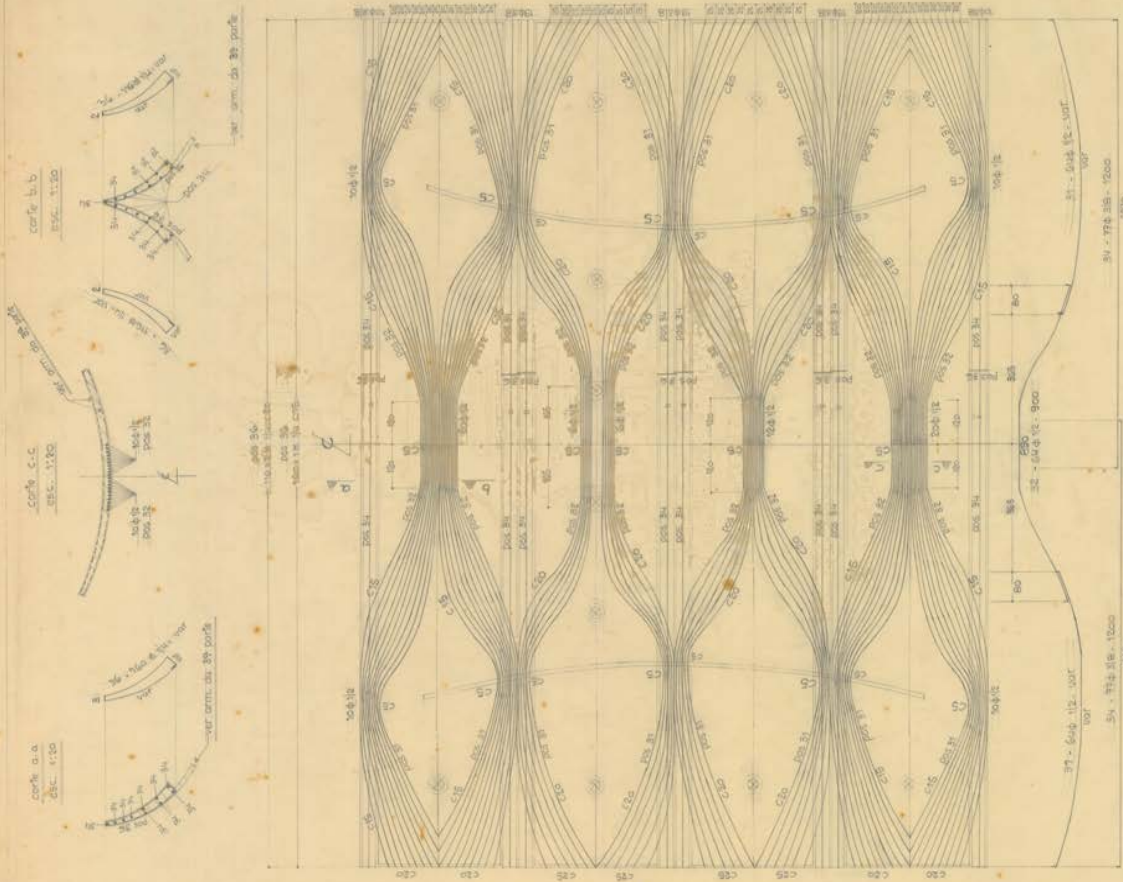
armadão em cantoneiras
colocado nas 4 emendas

armadão em fôrmas retas
a ser colocado logo depois
de armadão ter sido colocado

armadão positivo
a ser colocado nos fôrmas

armadão negativo
a ser colocado nos fôrmas

C-18

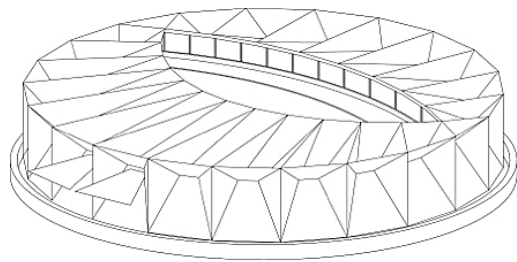


Alt. 19 1019.11

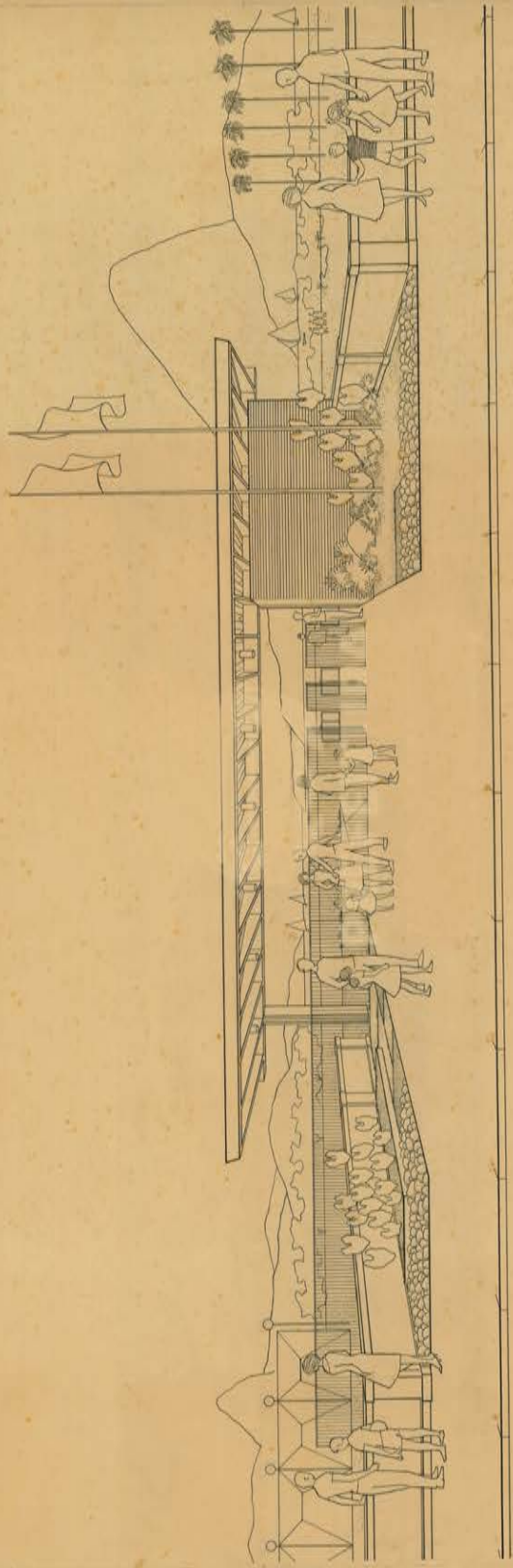
Q	n	B	C	t
11	31	108	100	146
12	32	64	100	126
13	33	64	100	126
14	34	64	100	126
15	35	64	100	126
16	36	64	100	126
17	37	64	100	126
18	38	64	100	126
19	39	64	100	126
20	40	64	100	126
21	41	64	100	126
22	42	64	100	126
23	43	64	100	126
24	44	64	100	126
25	45	64	100	126
26	46	64	100	126
27	47	64	100	126
28	48	64	100	126
29	49	64	100	126
30	50	64	100	126

Q	Camp	perfil
11	1954	m 1951 Hg
12	1956	m 1959 Hg
13	1978	m 1971 Hg
perfil actual: 2001 Hg		

S.T.U.A.S.P.
Buenos Aires
19.1.51
Servicio de Ingenieros
Emilio Boveri, Udo W. H. V. Ray, Oscar J. De...

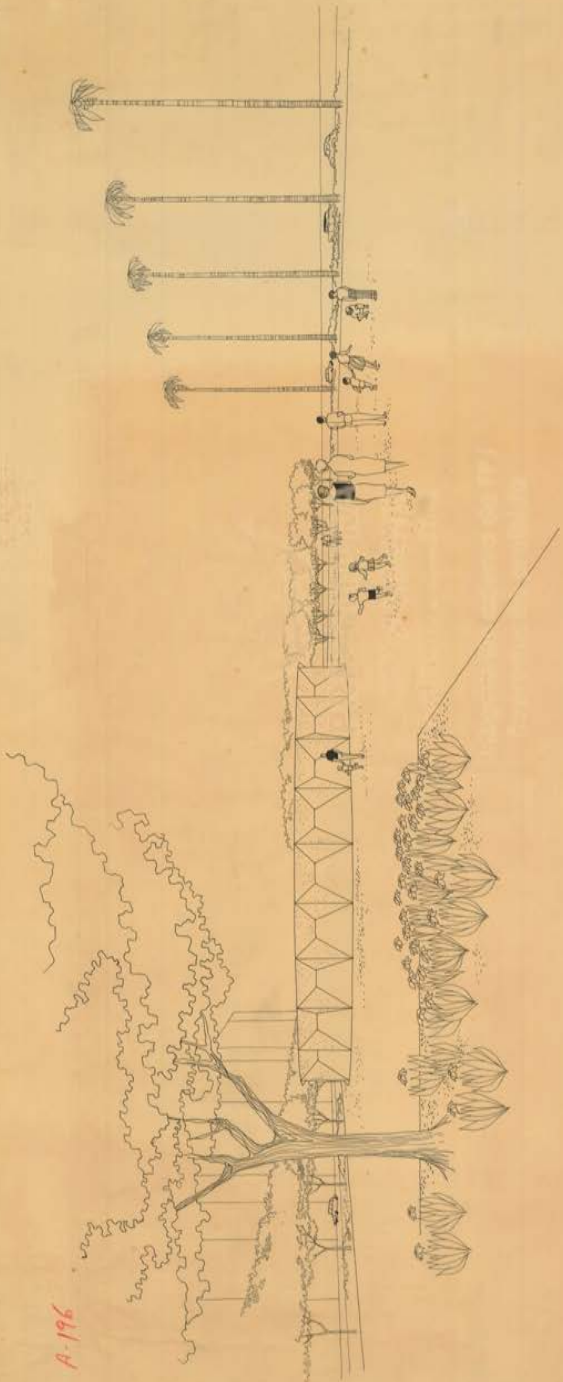


PABELLÓN DO MORRO DA VIÚVA



A-194

A-194

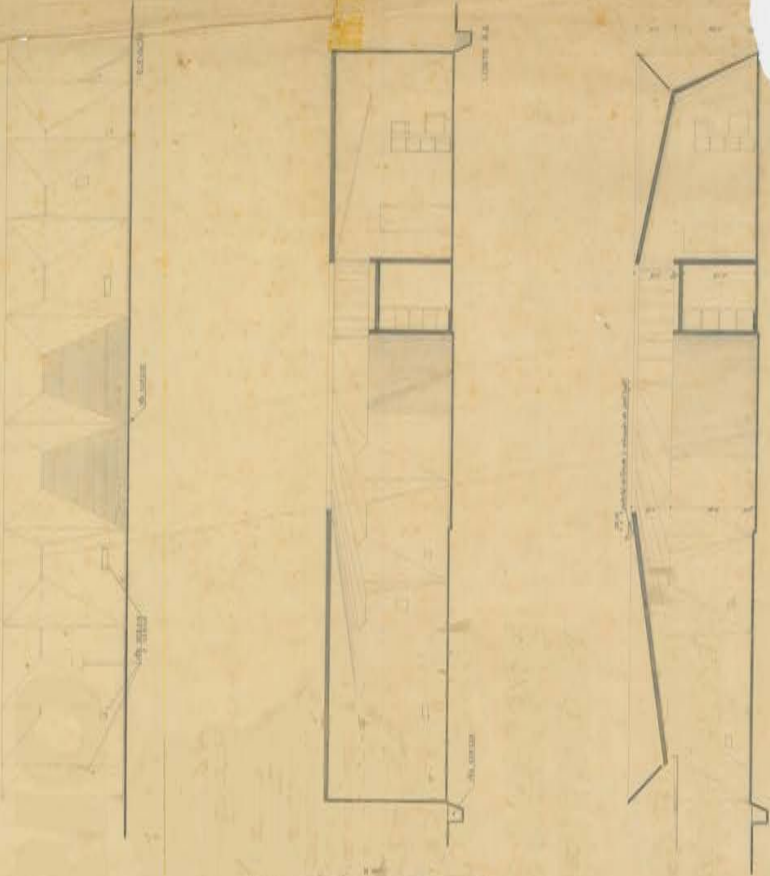
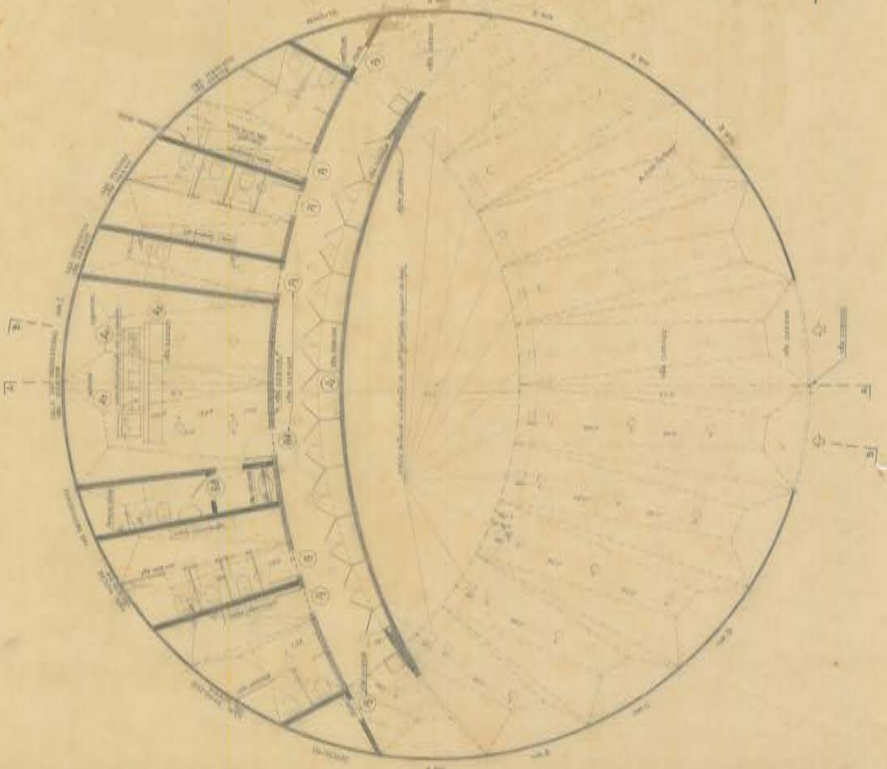


A-196

A-196

U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE: 1915
No. 1114
20 CENTS
DEPARTMENT OF THE INTERIOR
BUREAU OF RECLAMATION
PLANS AND SPECIFICATIONS FOR THE
CONSTRUCTION OF THE
MOUNTAIN VIEW CANAL
GENERAL NOTES
SEE GENERAL NOTES TO THE CONTRACT
FOR A COMPLETE LIST OF NOTES
AND SPECIFICATIONS
AND FOR THE LOCATION OF THE
CANAL AND THE POSITION OF THE
STRUCTURES
AND FOR THE LOCATION OF THE
STRUCTURES
AND FOR THE LOCATION OF THE
STRUCTURES

A-180



A-180

A-178

GRUPO DE TRABALHO PARA ORGANIZAÇÃO
DO FORTO GLORIA - FORTALEZA - C.B.

PROJETO DE ARQUITETURA Nº 028/020

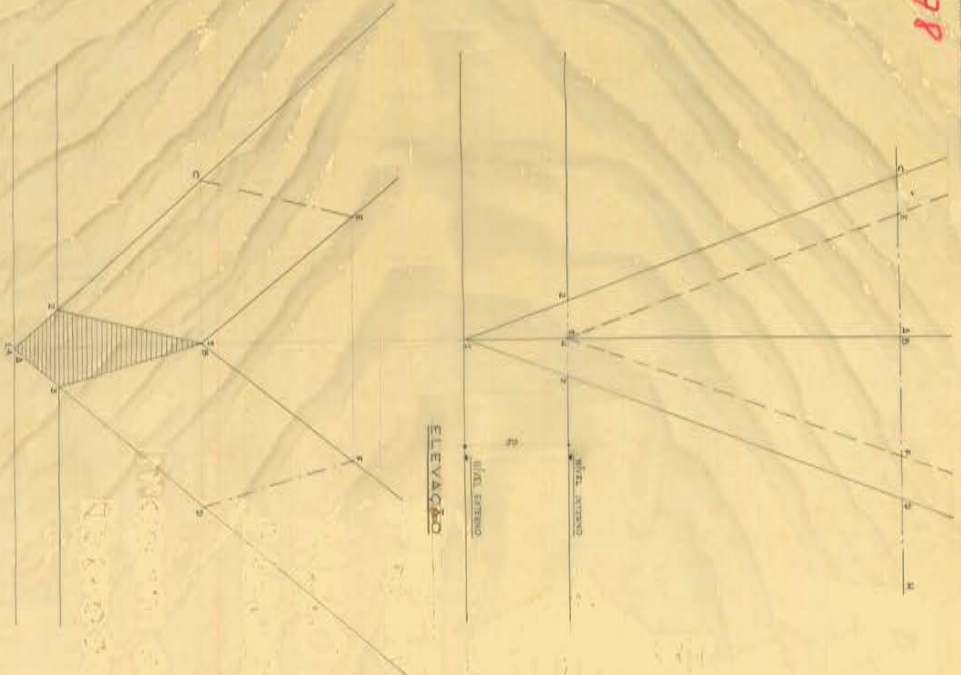
7/10/68

7/10/68

7/10/68

A-178

DETALE DO PLANEJAMENTO DO MODO DE SERVAÇÃO DO FORTO GLORIA - FORTALEZA - C.B.

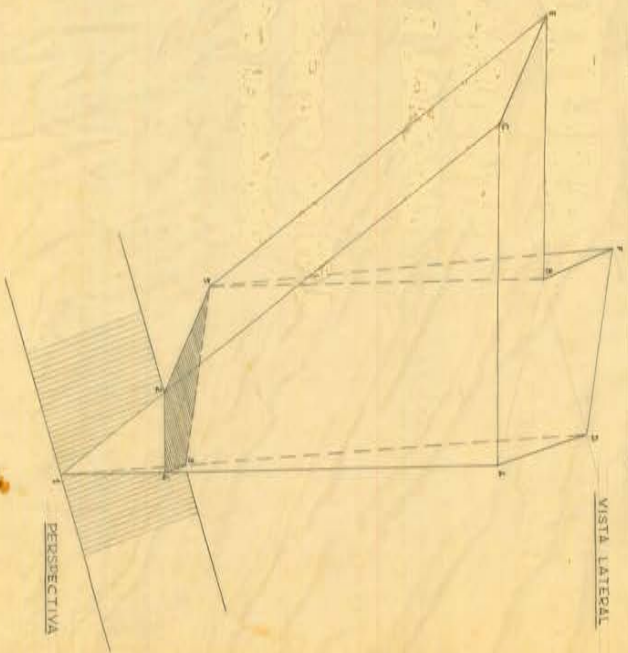


PLANTA

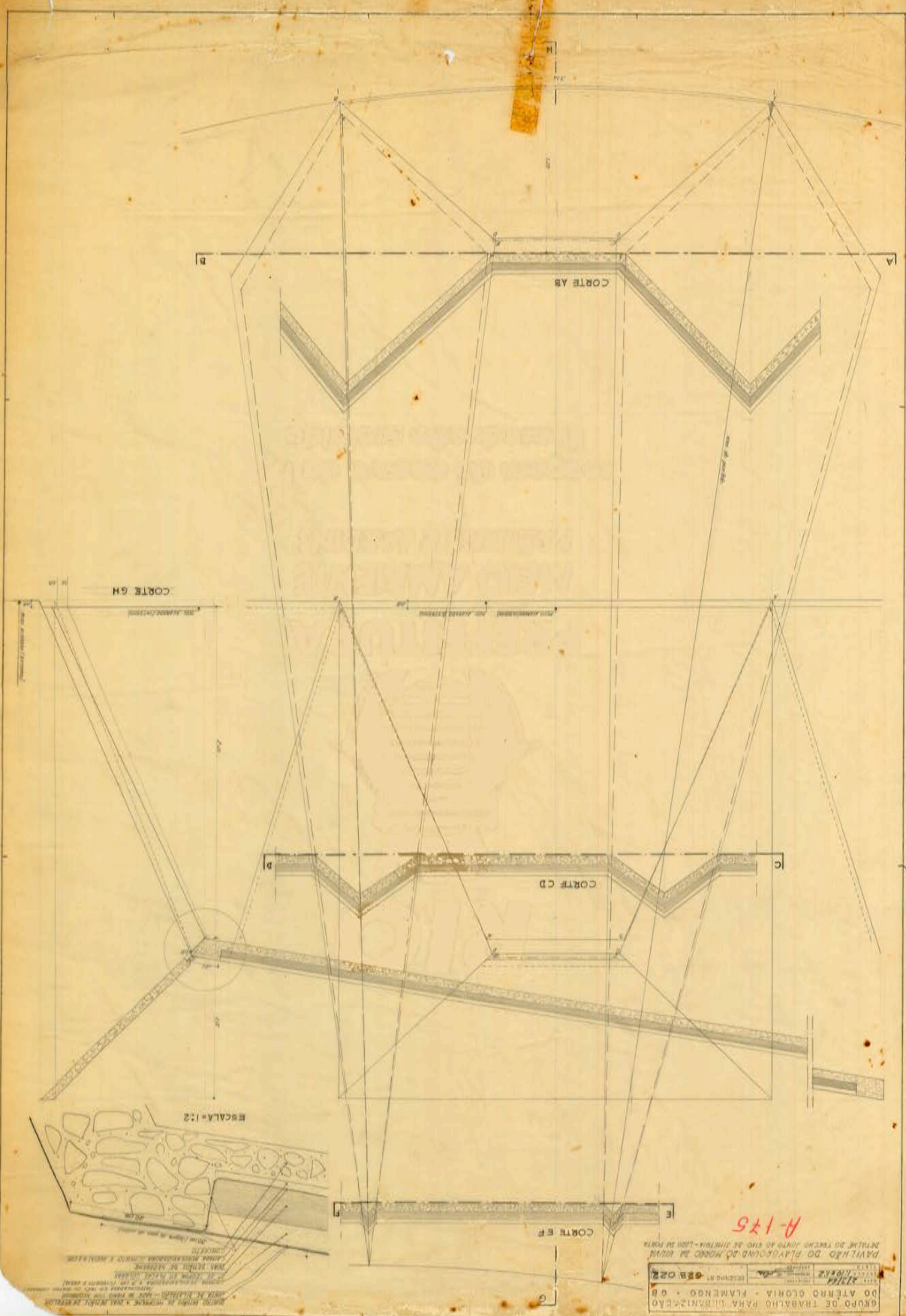


ELEVACAO

VISTA LATERAL



PERSPECTIVA



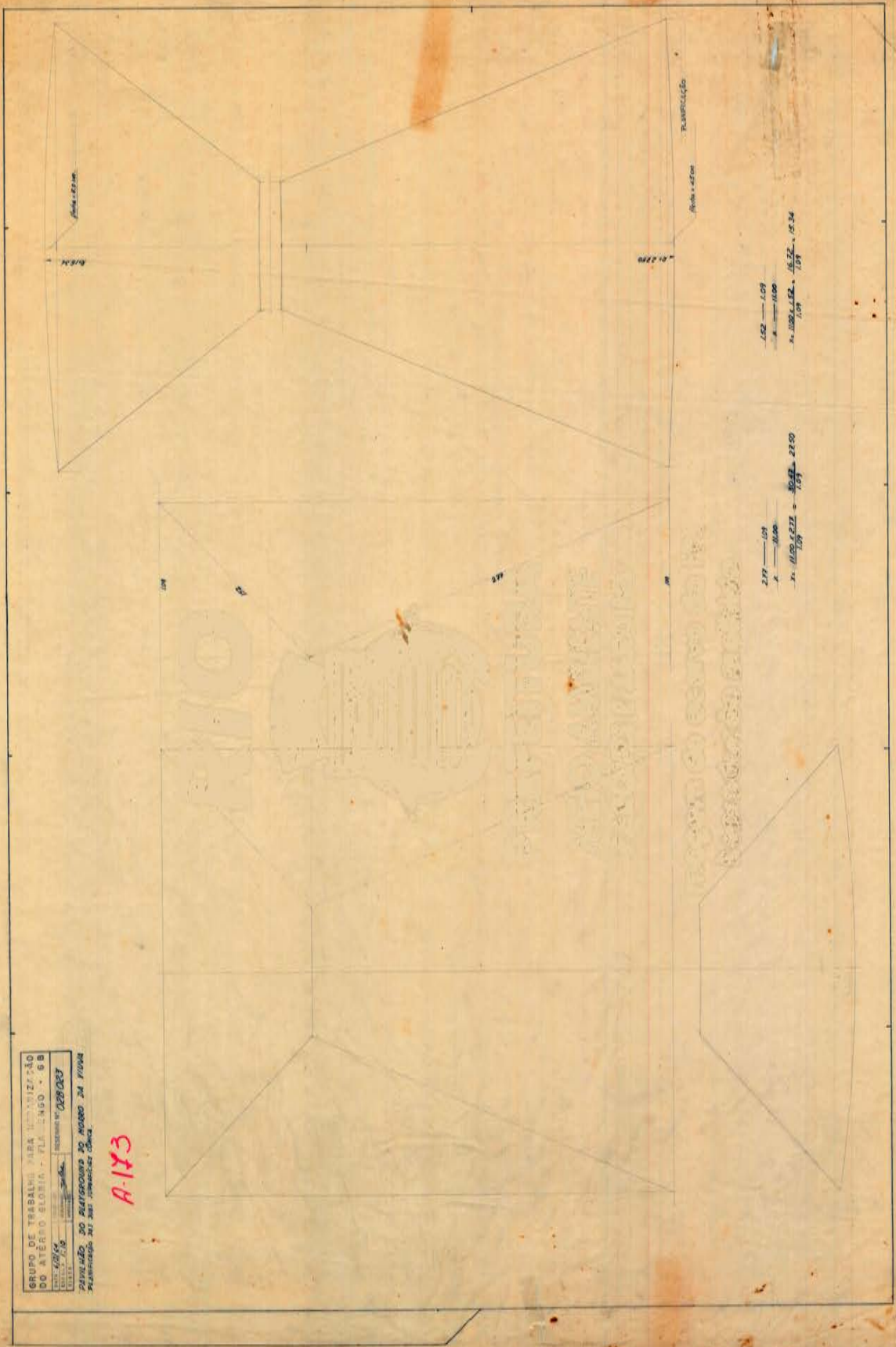
GRUPO DE TRABALHO PARA ILUMINAÇÃO
DO ATENHO OLÍMPIA - FLAMENGO - 68
PROJETO DE ARQUITETURA
DESENHO Nº 028.022
PAVILÃO DO PLAYGROUND DO MONDO DA QUINA
DETALHE DO TAVELÃO - LINDO DE SINO DE SINTONIA - LINDO DE FORA

A-175

A-175

GRUPO DE TRABALHO PARA O COMPLEXO DO ATERRO SLOVIA - FLA. LINGO. 68
 UNIV. FEPA
 PROJEÇÃO Nº 0280287
 DIVISÃO DE REPRODUÇÃO DO MUNDO DA FINEA
 PARTICIPAÇÃO NA 1ª. CONFERÊNCIA SLOVIA

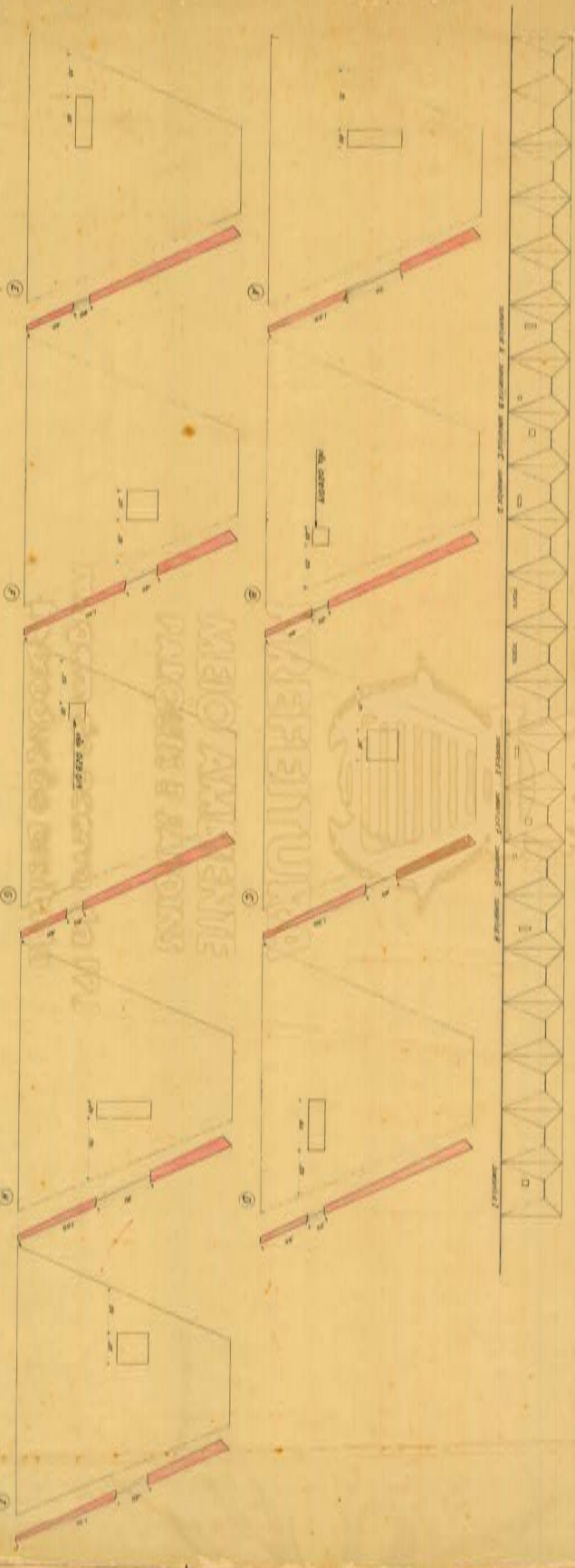
A-173



A-173

GRUPO DE TRABAJO PARA INVESTIGACIONES
DO ATEORO SLOBIA - FILIENSIO - SB
CALLE 2024
CALLE 2024
CALLE 2024
CALLE 2024
CALLE 2024
CALLE 2024

A-183



As colas devem ser
colocadas na obra.

A-183

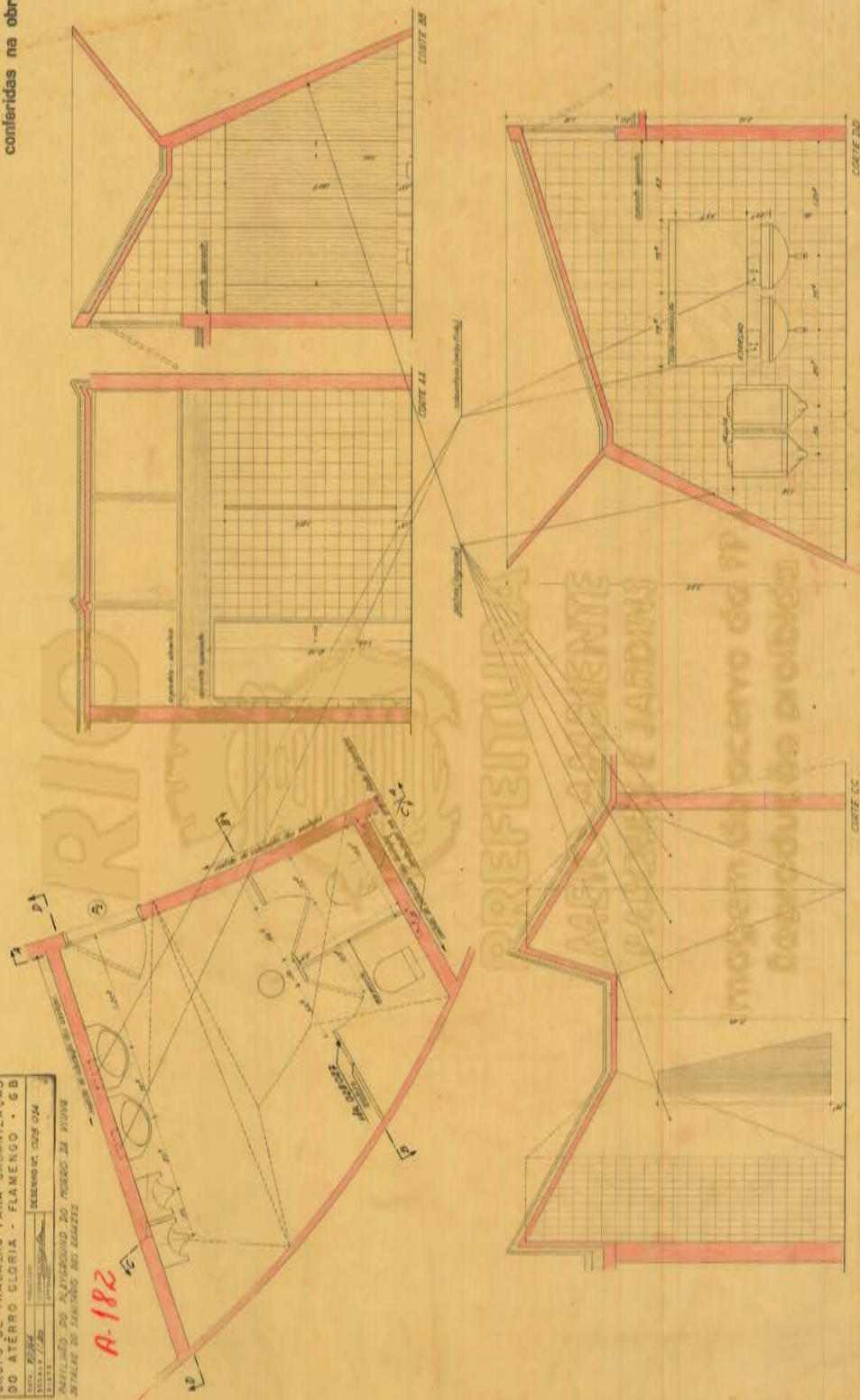
As cotas devem ser conferidas na obra.

GRUPO DE TRABALHO PARA URBANIZAÇÃO DO ATÉRIO GLÓRIA - FLAMENGO - 6B

PROJETO	DESENHO Nº 025/04
PROJ. ARQUIT.	
PROJ. CIVIL	
PROJ. ELÉTRICO	
PROJ. MECÂNICO	
PROJ. PAVIMENTOS	
PROJ. SANEAMENTO	
PROJ. VENTILAÇÃO	
PROJ. ZONAMENTO	

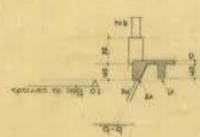
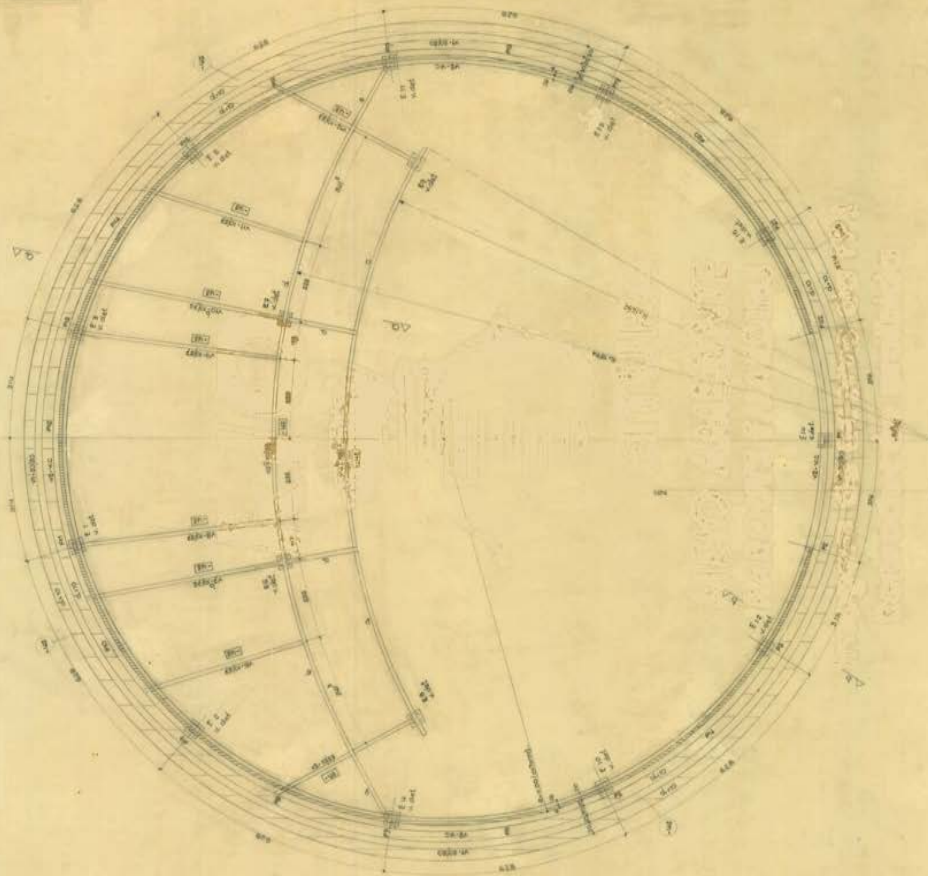
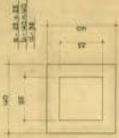
PROF. DR. ALVARO DE ARAÚJO DE MOURA
INSTITUTO DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

A-182



A-182

adobito de adobe
A. E. G. G.
1878-79



C-49

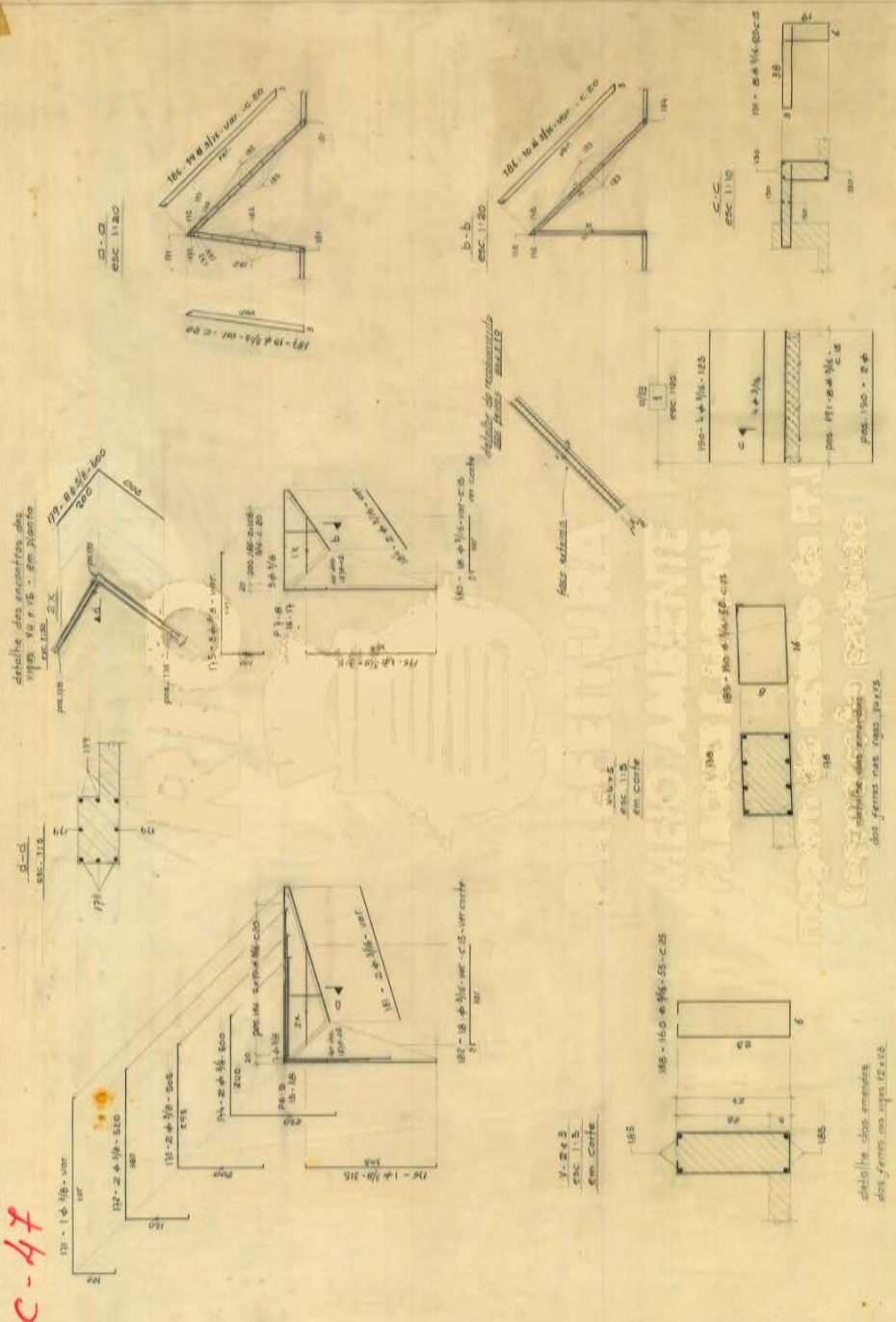
N.º de inventario: 10000, 10000, 10000
10000, 10000, 10000, 10000

OT. A. G. P.	1878-79
Barbieri	1878-79
A. E. G. G.	1878-79
Servicio de Inspección de Obras P. N. y M. V. P.	

chis nº 1538-07

φ	n	q	C	T
5	131	16	Cont. 21	
5	132	16	Cont. 21	
5	133	16	Cont. 21	
5	134	16	Cont. 21	
5	135	16	Cont. 21	
5	136	16	Cont. 21	
5	137	16	Cont. 21	
5	138	16	Cont. 21	
5	139	16	Cont. 21	
5	140	16	Cont. 21	
5	141	16	Cont. 21	
5	142	16	Cont. 21	
5	143	16	Cont. 21	
5	144	16	Cont. 21	
5	145	16	Cont. 21	
5	146	16	Cont. 21	
5	147	16	Cont. 21	
5	148	16	Cont. 21	
5	149	16	Cont. 21	
5	150	16	Cont. 21	
5	151	16	Cont. 21	
5	152	16	Cont. 21	
5	153	16	Cont. 21	
5	154	16	Cont. 21	
5	155	16	Cont. 21	
5	156	16	Cont. 21	
5	157	16	Cont. 21	
5	158	16	Cont. 21	
5	159	16	Cont. 21	
5	160	16	Cont. 21	
5	161	16	Cont. 21	
5	162	16	Cont. 21	
5	163	16	Cont. 21	
5	164	16	Cont. 21	
5	165	16	Cont. 21	
5	166	16	Cont. 21	
5	167	16	Cont. 21	
5	168	16	Cont. 21	
5	169	16	Cont. 21	
5	170	16	Cont. 21	
5	171	16	Cont. 21	
5	172	16	Cont. 21	

C-47



G. E. U. G. F.
 Durson
 R. E. Pady
 Serviços de Engenharia
 Emílio Baumgart, Lda. 1538-07 Playground - N. Mura

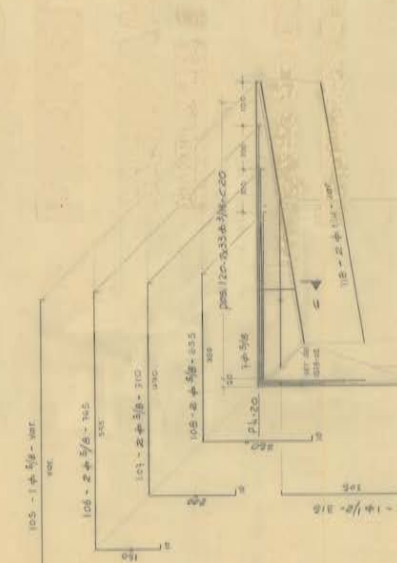
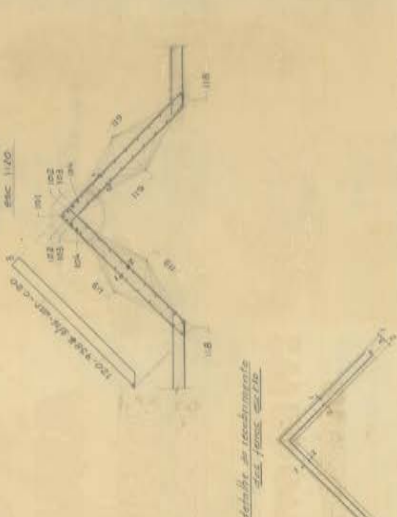
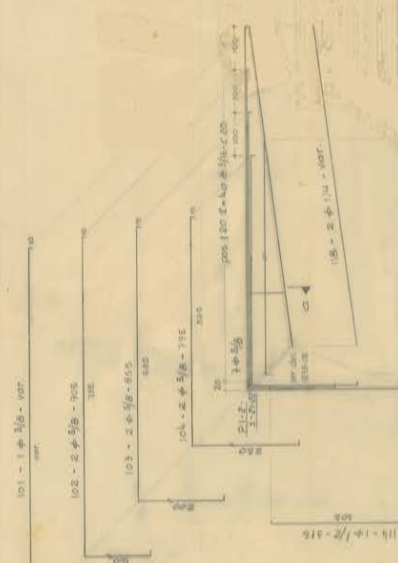
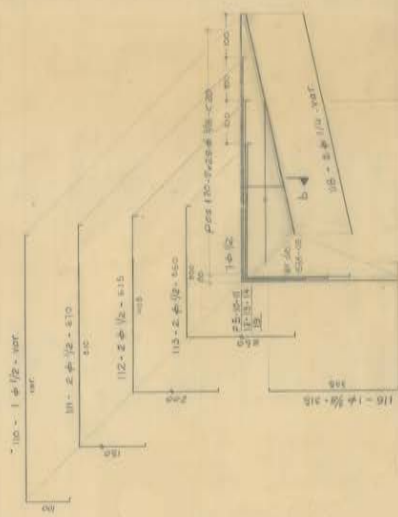
φ	Comp	Piso
5	170	1120 1/2
5	171	110 1/2
5	172	153 1/2
5	173	153 1/2
5	174	1425 1/2

colares 1 2 3 4 5 10 11
12 13 14 15 16 17 18

C-46

des. nº 1518-06

φ	n	q	c	t
5/8	101	5	var.	50
	2	10	var.	50
	3	10	var.	50
	4	10	var.	50
	5	10	var.	50
	6	10	var.	50
	7	10	var.	50
	8	10	var.	50
	9	10	var.	50
	10	10	var.	50
	11	10	var.	50
	12	10	var.	50
	13	10	var.	50
	14	10	var.	50
	15	10	var.	50
	16	10	var.	50
	17	10	var.	50
	18	10	var.	50
	19	10	var.	50
	20	10	var.	50
	21	10	var.	50
	22	10	var.	50



φ	Comp	Preço
5/8	427	444 1/2
1/2	890	318 7/8
3/4	322	112
1/4	2409	375 1/2
3/16	3070	433 1/2
Total		2.083 1/2

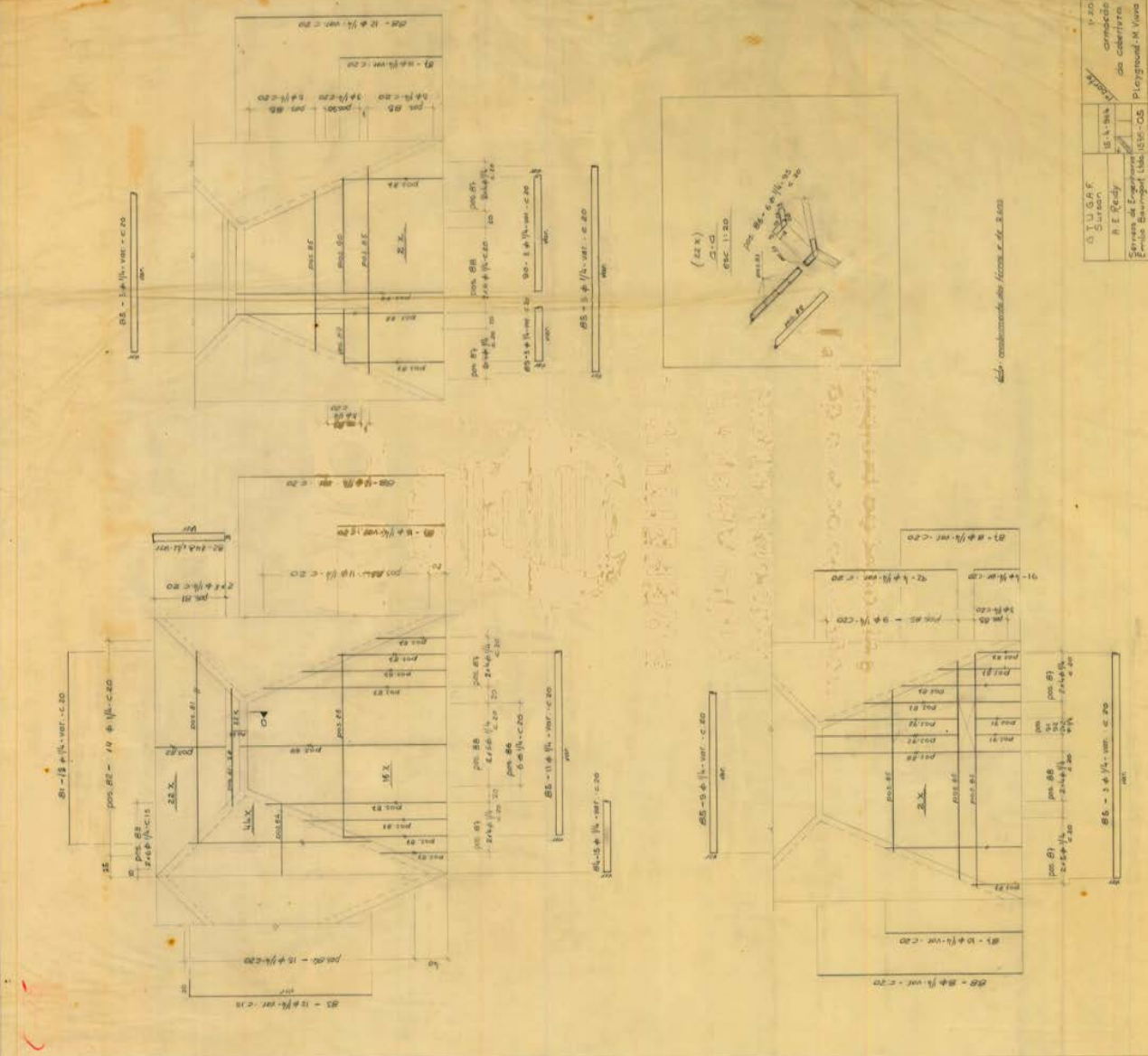
GIUGA Sursen
A E Rody
Serviço de Engenharia
Lomb. Baumgart 1144 1518-06 Diagonais - 11.11.1984
1140
armazém
de cobertura
da Colônia

C-45

des. n° 1519-05

φ	n	q	c	f
1/4	2	2515	ver.	1225
1/4	3	2025	ver.	995
1/4	4	1640	ver.	1225
1/4	5	1255	ver.	1000
1/4	6	970	ver.	775
1/4	7	685	ver.	550
1/4	8	400	ver.	325
1/4	9	115	ver.	100
1/4	10	15	ver.	15
1/4	11	5	ver.	15
1/4	12	5	ver.	15
1/4	13	5	ver.	15
1/4	14	5	ver.	15
1/4	15	5	ver.	15
1/4	16	5	ver.	15
1/4	17	5	ver.	15
1/4	18	5	ver.	15
1/4	19	5	ver.	15
1/4	20	5	ver.	15
1/4	21	5	ver.	15
1/4	22	5	ver.	15
1/4	23	5	ver.	15
1/4	24	5	ver.	15
1/4	25	5	ver.	15
1/4	26	5	ver.	15
1/4	27	5	ver.	15
1/4	28	5	ver.	15
1/4	29	5	ver.	15
1/4	30	5	ver.	15

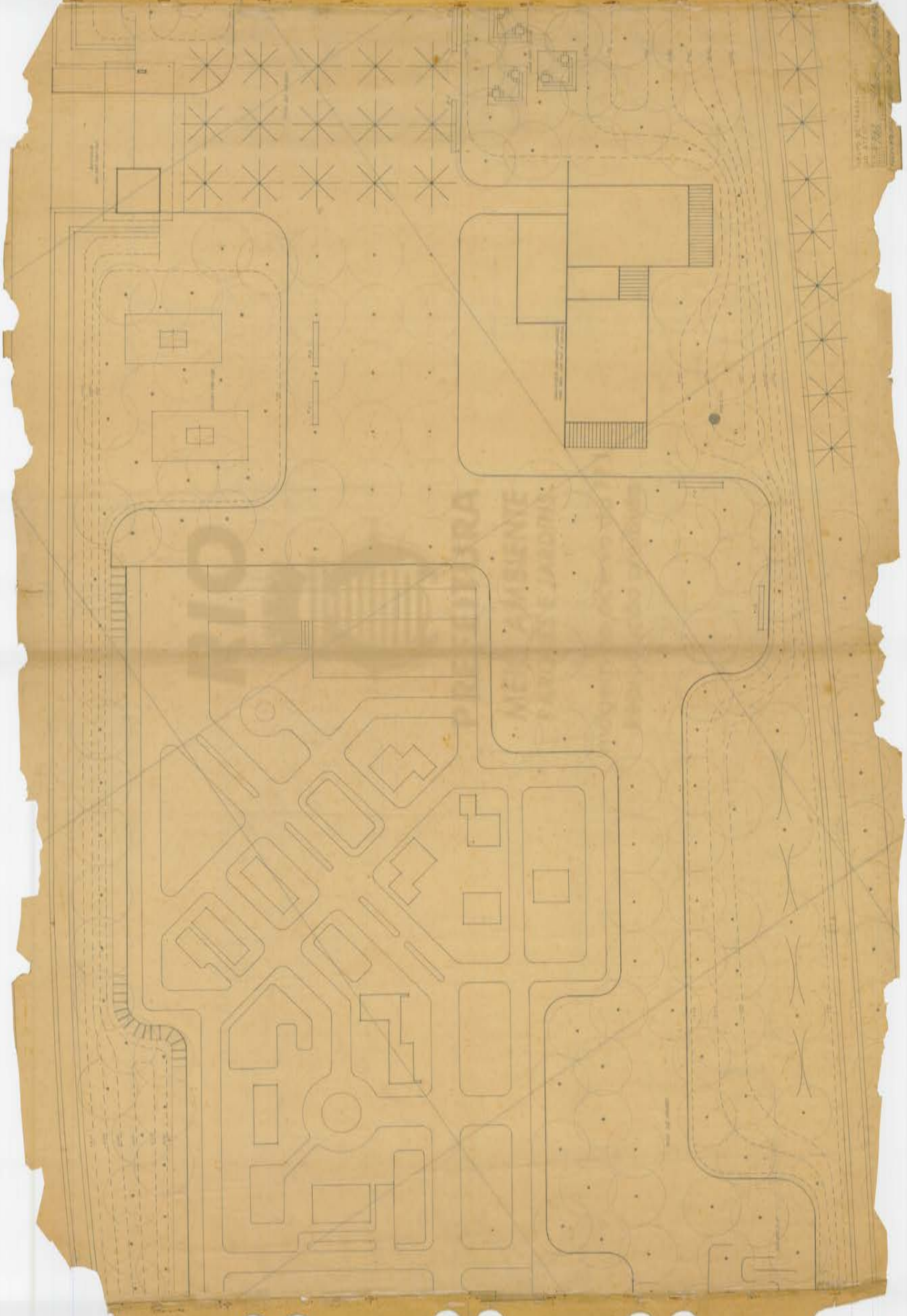
Comp. Pêso
 1/4 5530 - 19704
 Pêso final - 19704

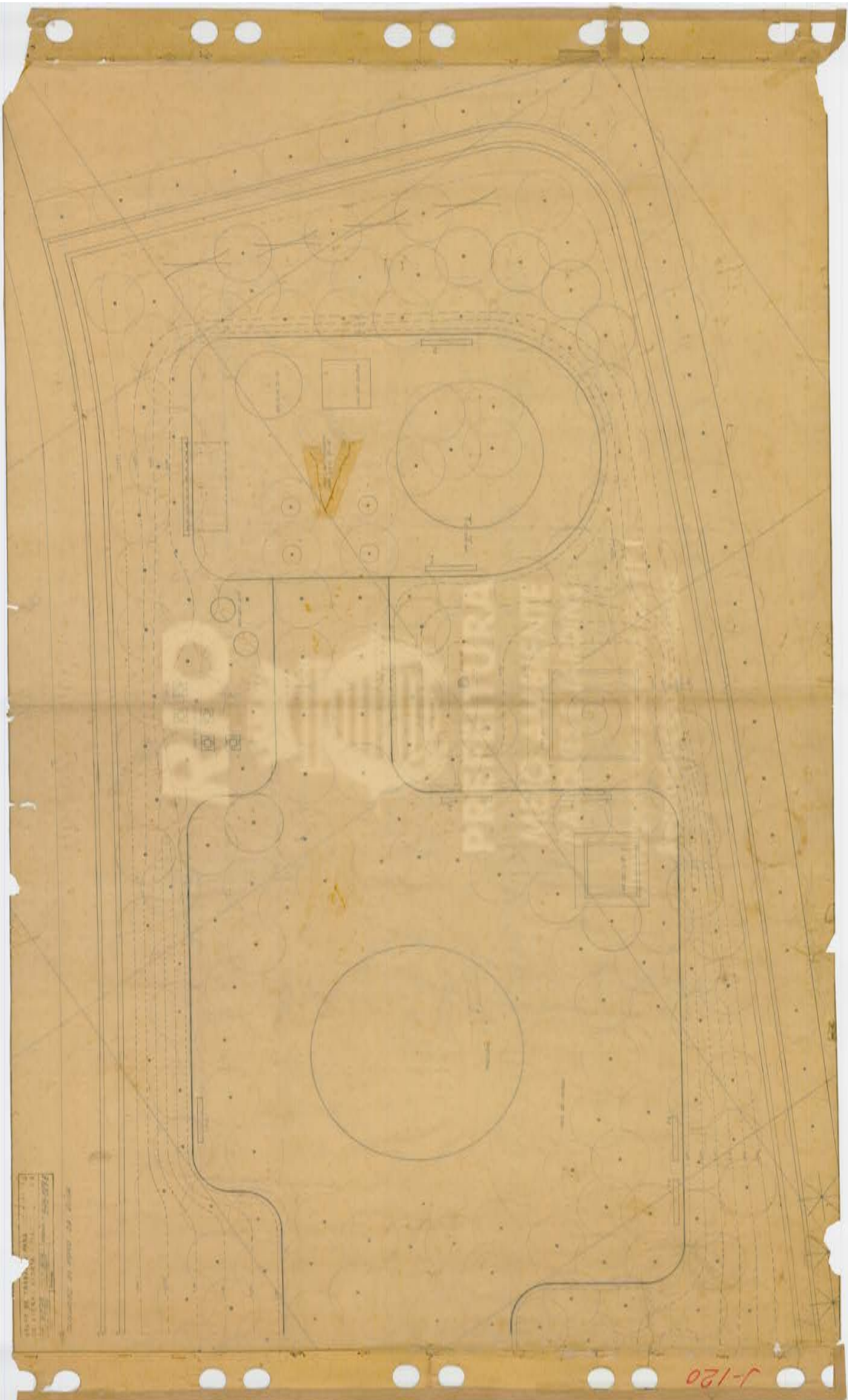


1:20
 U.T.O.G.A.F.
 S. Luísa
 R. E. R.ady
 Escola de Engenharia
 Família Bauhauser Ltda. 1519-05
 Playground: N.º 1000
 construção
 das coberturas

des. construtivo das ferragens n.º des. 5503

J-119





STADIUM
ARCHITECTURAL
DRAWING

J-120



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

