



I Congreso Internacional HiCA
Historia de las construcciones en altura

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

HiTePAC
Historia, Teoría y Praxis de
la Arquitectura y la Ciudad
Instituto de Investigación

HiCA
Historia de las
construcciones en altura

FAU Facultad de
Arquitectura
y Urbanismo



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

ISBN 978-950-34-2711-8

La estructura colgante del edificio “El Pilar”: una obra paradigmática de la modernidad uruguaya

Juan José Fontana

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad de la República, Uruguay.
juanjosefontana@fadu.edu.uy

Introducción

El edificio El Pilar, de los Arqs. Luis García Pardo y Adolfo Sommer (ver Figura 1), es el primer edificio de viviendas en altura construido con una estructura colgante, sustentada en un único soporte comprimido. Su anteproyecto fue desarrollado entre 1954 y 1956 y, desde antes de construirse, fue ampliamente difundido en revistas especializadas de diversos países de Europa, Asia y Latinoamérica (Sprechmann et al., 2000, 36). Su proyecto ejecutivo se concretó entre 1956 y 1957, y su construcción se estima que ocurrió entre 1957 y 1963, con un período de aproximadamente 2 años de paralización de las obras debido a motivos extra técnicos.

Dada la audacia tecnológica de su diseño y el carácter innovador de su solución estructural, este período de pausa llegó a poner en cuestión la viabilidad de su finalización (Ricaldoni, 1960).

Las decisiones tomadas para el diseño arquitectónico y estructural, dieron origen a un edificio excepcional, que resuelve a la vez problemas tecnológicos y urbanísticos derivados de las particulares características del predio donde se implanta. Pero estas decisiones determinaron, inevitablemente, una serie de vulnerabilidades que lo han afectado a lo largo de su vida.

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

La relevancia del edificio

Desde su concepción, El Pilar fue ampliamente difundido en revistas locales y en prestigiosas revistas internacionales como *L'Architecture d'Aujourd'hui* (García Pardo et al., 1960), haciéndose especial énfasis en su novedosa solución estructural (ver Figuras 2 y 3).

La eliminación de todos los pilares interiores, a excepción de sólo uno, se justifica en la irregularidad geométrica del predio, en su reducida área y en la necesidad de minimizar la interferencia estructural en la planta baja, donde el edificio se abre al espacio público. Luis García Pardo ha explicitado, en distintas entrevistas, su interés en que el diseño estructural responda tanto a aspectos de estática, como funcionales o compositivos. La estructura, decía, debería ser adecuada a la función del edificio a la vez que formar parte de su organización espacial y plástica (Gaeta, 2000) y El Pilar, es un ejemplo de esta idea.

La obra formó parte de la exposición "Variaciones del tema de las construcciones suspendidas en la arquitectura" inaugurada en 1962 en Marl, Alemania, y que en los años siguientes fue presentada en diversas capitales europeas (Weber, 1962). Cuando García Pardo presentó el proyecto al Arq. Frei Otto en 1957 (Medero, 2012), éste despertó un gran interés en el arquitecto alemán quien afirmó que se trataba de la primera construcción de viviendas colectivas colgantes del mundo. El historiador de la arquitectura Udo Kultermann, reafirmaría, más tarde, esta idea (Kultermann, 1958, 195).

Durante varios años El Pilar continuó siendo mencionado, junto a otras obras de sus autores, en periódicos locales y en revistas regionales, destacándose la inusual y arriesgada solución estructural. Más recientemente, un renovado interés por la obra de García Pardo ha llevado a la aparición de diversas publicaciones y tesis de

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

posgrado (López de Haro, 2016; Cestau, 2009) que analizan su producción desde una perspectiva más contemporánea.

En 2005, el edificio fue declarado como Bien de Interés Municipal por la Junta Departamental de Montevideo y en 2015, fue seleccionado para integrar la exposición “*Latin America in Construction: Architecture 1955-1980*” en el Museo de Arte Moderno de Nueva York (Bergdoll et al., 2015).

Descripción del proyecto estructural

El edificio se emplaza en un solar con una ubicación privilegiada, frente al mar, en la confluencia de tres avenidas. Sin embargo, su superficie edificable en planta baja es muy reducida, debido a las pequeñas dimensiones del predio y a las afectaciones de los retiros laterales. García Pardo afirma haber diseñado una estructura suspendida para aprovechar al máximo este espacio reducido. La solución se justifica, también, por la posibilidad de incorporar un nivel adicional. Una estructura mensulada del pilar principal en cada nivel, hubiera implicado un espesor mayor de los entrepisos con la consecuente pérdida de un piso (López de Haro, 2016).

El diseño estructural se le atribuye a los arquitectos proyectistas, quienes delegaron el cálculo a la empresa Dieste y Montañez. Los planos de estructura datan de diciembre de 1956 y enero de 1957.

La estructura consiste en un pilar cilíndrico hueco, con un diámetro exterior de 3,9 m, que aloja en su interior una escalera helicoidal, un ascensor, la sala de máquinas y el tanque de agua. Por debajo de la sala de máquinas, descargan en dicho pilar 7 vigas en ménsula, que se equilibran con dos contraménsulas que se juntan, finalmente, en una única contraménsula anclada a un pilar precomprimido sobre la medianera.

Este sistema de vigas a nivel de la cubierta conforma una pieza central del sistema, con un gran compromiso estructural. Su complejo diseño con secciones variables,

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

tanto en ancho como en altura, se optimiza teniendo en cuenta dos factores: ajustarse a la variación de las solicitaciones y no ser percibido por el peatón más que desde la lejanía, desde donde pasa desapercibido. La altura de las vigas crece desde los 70 cm sobre la línea de pretiles hasta los 2 m sobre el pilar. Este diseño se aparta de los criterios racionalistas del conjunto y recuerda a formas orgánicas ramificadas tales como un árbol, una mano o el esqueleto del ala de un murciélago.

El pilar precomprimido, aloja en su interior 6 tensores pretensados con una fuerza de 25 T cada uno, que se anclan en el macizo de fundación del pilar cilíndrico.

De los extremos de las ménsulas, cuelgan 7 tensores ubicados al interior del edificio, a unos 10 cm de la fachada vidriada.

Las losas de hormigón armado tienen 7 cm de espesor en la zona de servicios, entre el pilar cilíndrico y las medianeras, y 22 cm en las zonas de mayores luces (ver Figura 4). Este rebaje facilita la conducción de las instalaciones sanitarias hasta un ducto vertical contra la medianera. Otros dos pilares perimetrales, incluidos en los muros medianeros, completan la estructura resistente.

El proceso de obra

El procedimiento que se siguió para la fabricación del edificio podría describirse como tradicional, construyéndose desde abajo hacia arriba. Este proceso implicó la necesidad de mantener el encofrado y apuntalamiento de todas las losas hasta el momento del fraguado y puesta en servicio de las vigas de la cubierta, tras el tensado de los cables del pilar precomprimido. Fue necesario construir bases provisionales bajo los puntales del nivel inferior, que llegaron a soportar el peso de las losas de todos los niveles. El Ing. Eladio Dieste había recomendado un proceso de fabricación alternativo, con la construcción del pilar cilíndrico y las vigas de la cubierta en primera instancia, para luego proceder a la fabricación de las losas con un único

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

encofrado reutilizable, que fuera bajando desde la última planta hasta la primera. Pero finalmente, éste fue descartado.

El asesoramiento realizado por Dieste y Montañez incluyó el proyecto y cálculo de la totalidad de las piezas de hormigón armado y acero, con la excepción del sistema de precompresión del pilar medianero. En la memoria constructiva tampoco se establecía ningún procedimiento particular para la puesta en tensión de los cables que precomprimen a este pilar. Pero en el plano de estructura de la cubierta, fechado en 1958, sí se especificaba la previsión de 6 cables de pretensado dispuestos en el eje del pilar, que deberían ser puestos en tensión luego de fraguada la azotea. El proyecto de este sistema, así como el suministro de los cables, se encargó a Leonel Viera, representante en Uruguay de la empresa Preload Company de Estados Unidos. Viera, quien ya había construido la cubierta colgante del Estadio para la Exposición Nacional de la Producción (1955-1956) y que poco después construiría el puente colgante sobre el Arroyo Maldonado en Punta del Este (1963-1965), era el principal referente nacional en la aplicación de esta tecnología.

Pero a mediados de 1958, con la estructura aún apuntalada y casi completa, estando aún pendientes el hormigonado de las vigas de la cubierta y el tensado de los alambres en el interior de los cables de precompresión, los trabajos fueron temporalmente suspendidos debido a una falta temporal de financiación. Cuando a finales de 1959 se realizaron inspecciones para retomar las obras, un problema que cuestionaría la viabilidad del proyecto estructural fue detectado: el incipiente estado de oxidación de los alambres de precompresión, cuyos extremos sobresalían por encima de la cabeza del pilar y que habían quedado expuestos a la intemperie, a la espera de ser tensados.

En junio de 1960 se solicitó al Instituto de Estática de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura un análisis de las consecuencias que la interrupción de la obra había tenido sobre el dispositivo de pretensado previsto. Dicho informe, firmado por el Ing.

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

Julio Ricaldoni, planteó el dilema de una posible entrada de agua por los ductos de los cables, desde la azotea hasta la zona del anclaje inferior, que pudiera haber provocado en ese lugar una oxidación más acelerada que la observada en los tramos superiores sobresalientes de los alambres (ver Figura 5).

En febrero de 1962, Eladio Dieste escribe una carta al Arq. García Pardo recomendando reforzar dichos alambres con armadura de hierro torsionado soldado, capaz de resistir el esfuerzo de los cables en caso de que fallaran por corrosión bajo tensión (Dieste, 1988), pero éstos son finalmente puestos en tensión sin esta precaución.

Se estima que la finalización de la obra fue en 1963.

La relevancia del diseño estructural del edificio

La estructura de El Pilar fue diseñada como una escultura en tensión, desafiando las leyes de la física para optimizar el aprovechamiento del predio (ver Figura 6). Puede ser tipificada como un sistema FPR, de acuerdo a las investigaciones del Ing. Robert Le Ricolais. Su funcionamiento es análogo al de proyectos teóricos como el Cosmorama o el Esferovector, en los que una serie de losas de grandes luces se apoyan en una malla de cables pretensados que se equilibran precomprimiendo un gran pilar hueco, único apoyo de la macroestructura. Richard Buckminster Fuller había desarrollado, en las décadas de 1920 y 1930, algunos proyectos de viviendas unifamiliares suspendidas denominadas como Dymaxion Houses con un sistema similar. Un ejemplo de esta serie es la Wichita House, construida en 1947 en Kansas. Los hermanos Bodo y Heinz Rasch también habían experimentado, en las primeras décadas del siglo XX, con diseños de estructuras de gran escala suspendidas de mástiles centrales y equilibradas con mallas de cables tensados, que nunca llegaron a construirse.

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

El Pilar fue la primera estructura del mundo construida, con esta tipología, a la escala de un edificio de viviendas colectivas y su influencia puede verse en edificios desarrollados a lo largo de todo el planeta en las siguientes décadas. Algunos ejemplos son el Shermanoaks Bank en California, el Comercial Union de Londres, la sede del Standard Bank en Johannesburgo, la Torre Pirelli en Buenos Aires cuya construcción contó con la colaboración de Leonel Viera o las Torres de Colón en Madrid.

En todas estas obras existe al menos un núcleo central que aloja las circulaciones verticales y, en cuya cima, descarga un sistema de vigas mensuladas, de cuyos extremos cuelgan tensores que soportan las losas de los distintos pisos. El proceso seguido para la construcción de estas estructuras fue el que el Ing. Dieste había recomendado para El Pilar, con un encofrado deslizante para el núcleo y la fabricación de las losas desde la última planta hacia la más baja.

Riesgos y vulnerabilidades

Los riesgos adoptados en el proyecto del edificio, fueron los que determinaron su impacto y difusión en el ámbito nacional e internacional. Pero esas decisiones tuvieron también consecuencias en los problemas que el edificio tuvo que enfrentar ya desde muy temprano en su etapa de construcción, en las patologías que lo han afectado a lo largo de su vida, y han determinado las vulnerabilidades a las que se enfrenta en la actualidad.

Hasta el día de hoy, el riesgo de una rotura frágil de los alambres del pilar precomprimido debido al fenómeno de la corrosión bajo tensión está presente, debido a la decisión tomada de tensorlos en un estado de conservación desconocido. En un edificio construido con esta tecnología y emplazado frente al mar, es necesario un monitoreo continuo a efectos de detectar tempranamente lesiones que delaten el inicio de dicho proceso. Hoy se sabe que el acero común es muy vulnerable a la

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

corrosión bajo tensión en ambientes marinos. La aparición de pequeñas fisuras, que pueden extenderse con mucha rapidez en contacto con agentes agresivos como los iones cloruro, puede ocasionar el fallo de una pieza aún sin pérdida significativa de sección.

Las vigas del nivel de la cubierta son también unidades con un alto compromiso estructural. Estas piezas, al igual que el extremo superior del pilar cilíndrico, se encuentran protegidas por un recubrimiento cerámico que enlentece la carbonatación del hormigón y actúa como barrera para el ingreso de cloruros. Dada la edad de la estructura, sin embargo, es indispensable monitorear continuamente su estado de conservación.

Los tensores de acero común son elementos cuyo compromiso estructural incrementa con la altura. Se encuentran parcialmente protegidos del ambiente marino exterior, por detrás de la carpintería de aluminio de las fachadas. No obstante, ya han sufrido lesiones por corrosión que han sido reparadas. La disminución temporal de la sección de un perfil, sin llegar al fallo, podría ocasionar un incremento en las deformaciones verticales de las losas de los niveles inferiores que, hasta la fecha, se encuentran dentro de límites admisibles. En caso de ceder algún tensor, los otros tendrían capacidad de respuesta, pero a costa de un incremento irreversible en las deformaciones y fisuraciones de las losas.

La presencia de cielorrasos en algunas de las viviendas y en el local comercial, asimismo, dificulta la inspección de los tensores y de las placas de apoyo de los entresijos.

Posibles filtraciones de los cerramientos exteriores podrían desencadenar procesos de oxidación, por lo que el adecuado mantenimiento de las fachadas resulta vital para la conservación de la estructura.

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

Es de señalar, por último, la gran vulnerabilidad frente al fuego de estos elementos de acero expuesto. La ocurrencia de un incendio podría llevar al rápido colapso de toda la estructura o, de una parte, según el nivel en el que tuviera lugar.

Conclusiones

Luis García Pardo decía que, si algo había caracterizado a su vida profesional, era la audacia de sus concepciones (Aguirre, 1974). El diseño, el cálculo y la fabricación de una estructura como la de El Pilar en un medio con una industria conservadora como la uruguaya, implicó la convocatoria al trabajo en colaboración de los técnicos más destacados en el ambiente local, quienes debieron desarrollar ingeniosas soluciones recurriendo a la tecnología más avanzada, así como adoptar importantes riesgos al tensionar al límite los conocimientos de la época. Fruto de este trabajo colectivo, surgió una obra con un diseño innovador y de gran audacia tecnológica, adelantada a su época, que se convirtió en un referente a nivel mundial para el desarrollo de edificios suspendidos.

Es de gran relevancia elaborar un programa de monitoreo continuo de la estructura, a efectos de detectar tempranamente posibles lesiones. Los principales riesgos a los que se enfrenta son el fallo de algún alambre pretensado debido a la corrosión bajo tensión, así como la corrosión de las armaduras superiores de las vigas de la cubierta y de los tensores. Detectar tempranamente fisuras en el pilar medianero precomprimido y en las vigas de la cubierta, así como puntos de corrosión en los tensores y en las placas, es de gran relevancia.

El estado actual de conservación del edificio es bueno y se percibe un interés de los propietarios por mantener y reparar aquellos componentes en los que se han detectado lesiones. Pero algunas de las piezas con mayor compromiso estructural se encuentran en zonas habitualmente inaccesibles, como la azotea o el sótano, y es posible que en ellas ocurra un fallo frágil y repentino.

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

La ocurrencia de un incendio en el interior de alguna de las viviendas podría conducir, rápidamente, al fallo de toda la estructura, por lo que la protección de los tensores con revestimientos ignífugos o intumescentes es altamente recomendable.

Bibliografía

Aguirre, B. (1974). Cuando la técnica lleva a volar. Entrevista a Luis García Pardo. *El País de los Domingos: Diario El País*. Archivo Arq. Luis García Pardo, Carpeta 2237, f.9: Centro de Documentación e Información del Instituto de Historia de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de la República, Uruguay.

Bergdoll, B. (ed.); Comas, C. (ed.); Liernur, J. (ed.); del Real, P. (ed.). (2015). *Latin America in Construction: Architecture 1955-1980*. Nueva York: The Museum of Modern Art.

Cestau, P. (2009). *La obra de Luis García Pardo como material de proyecto*. Tesis Final, Master en Teoría y Práctica del Proyecto de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Cataluña. Tutor: Helio Piñón Pallares.

Dieste, E. (1988). *Informe sobre trabajos de conservación de tensores de "El Pilar"*. Archivo Arq. Luis García Pardo, Carpeta 2379, f.01: Centro de Documentación e Información del Instituto de Historia de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de la República, Uruguay.

Gaeta, J. (2000). Entrevista. *Monografías Elarqa* N°6 (Arquitecto Luis García Pardo): 6-21. Montevideo: Editorial Dos Puntos.

García Pardo, L.; Sommer Smith, A. (1956). *Memoria descriptiva. Edificio El Pilar*. Archivo Arq. Luis García Pardo, Carpeta 2377, f.01-02: Centro de Documentación e Información del Instituto de Historia de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de la República, Uruguay.

García Pardo, L.; Sommer Smith, A. (1957). *Memoria descriptiva con las especificaciones y normas a seguirse para la construcción del edificio El Pilar*. Archivo Arq. Luis García Pardo, Carpeta 2377, f.03-57: Centro de Documentación e Información del Instituto de Historia de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de la República, Uruguay.

García Pardo, L.; Sommer Smith, A. (1960). Immeuble d'habitation "El Pilar" á Montevideo. *L'Architecture d'Aujourd'hui* N°91-92: LXXVII. Paris, Francia.

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

Junta Departamental de Montevideo. (2005). Decreto Departamental N° 31.496 de fecha 28/09/2005.

Kultermann, U. (1958). *La arquitectura contemporánea*. Barcelona: Editorial Labor S.A.

López de Haro, D. (2016). *Luis García Pardo (1953-1963). El proyecto como revelación*. Tesis doctoral de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña. Tutores: Helio Piñón Pallares y Cristina Gastón Guirao.

Martinez, E.; Sprechmann, T.; Stagno, R. (1965). Encuesta: 1950-1965: 15 años de arquitectura en el Uruguay. *Revista CEDA* (Centro de Estudiantes de Arquitectura) N° 29: 11-32. Montevideo: CISA.

Medero, S. (2012). *Luis García Pardo*. Montevideo: Instituto de Historia de la Arquitectura, FADU, Udelar.

Merica, R. (2001). Más es menos. Entrevista a Luis García Pardo. *Diario El País*, 25 de marzo de 2001. Montevideo, Uruguay.

Otto, F. (1962). *Carta dirigida al Arq. Luis García Pardo con fecha 30 de enero de 1962*. Archivo Arq. Luis García Pardo, Carpeta 2258, f.35: Centro de Documentación e Información del Instituto de Historia de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de la República, Uruguay.

Piñón, H. (2000). Tres proyectos ejemplares. *Monografías Elarqa N°6* (Arquitecto Luis García Pardo): 22-29. Montevideo: Editorial Dos Puntos.

Ricaldoni, J. (1960). *Informe sobre alambre de pretensado de la estructura del edificio "El Pilar"*. Archivo Arq. Luis García Pardo, Carpeta 2378, f.01-21: Centro de Documentación e Información del Instituto de Historia de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de la República, Uruguay.

Sbarra, A. (2001). Edificio El Pilar, Montevideo, Uruguay. Luis García Pardo y Adolfo Sommer Smith arquitectos, 1955/57. *Revista 47 al fondo*, 6, 46-49. La Plata, Argentina: Universidad Nacional de La Plata.

Sprechmann, T.; Danza, M. (2000). Disfuncionalidad y sobre-exposición. Una visión del fenómeno García Pardo. *Monografías Elarqa N°6* (Arquitecto Luis García Pardo): 36-45. Montevideo: Editorial Dos Puntos.

Weber, J. (1962). *Carta dirigida al Arq. Luis García Pardo con fecha 25 de febrero de 1962*. Archivo Arq. Luis García Pardo, Carpeta 2258, f.36-39: Centro de Documentación e Información del Instituto de Historia de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de la República, Uruguay.

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX



Figura 1: Vista del edificio El Pilar, a la izquierda, desde la Rambla República del Perú. Imagen del autor.

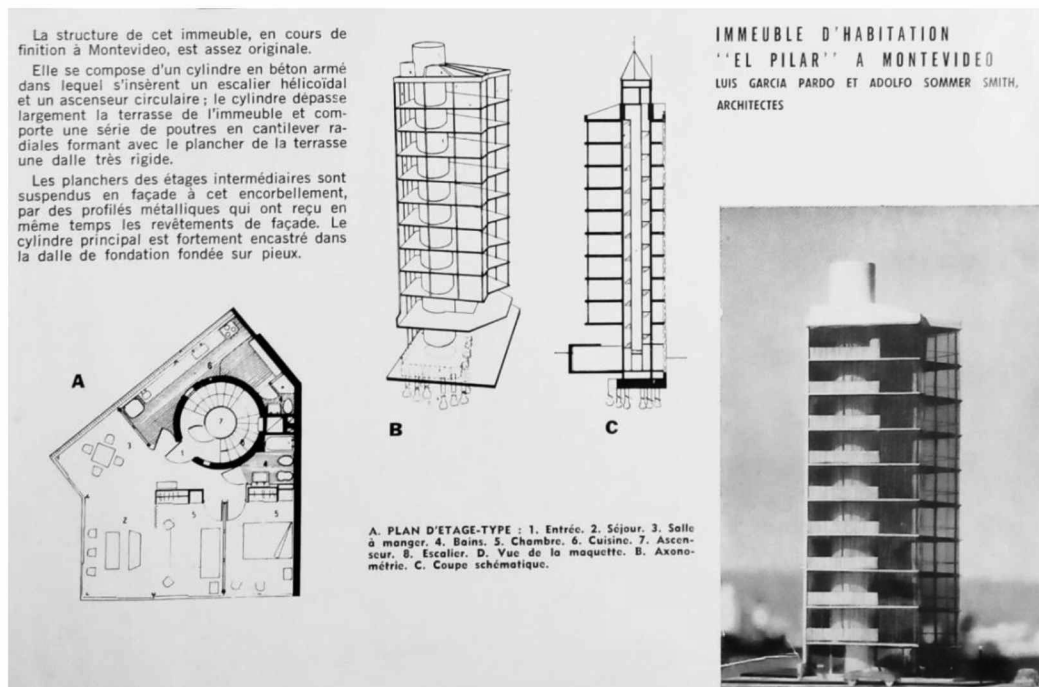


Figura 2: Planta tipo, esquemas estructurales y maqueta del edificio El Pilar.

Fuente: *L'Architecture d'Aujourd'hui*, N°91-92, p. LXXVII.

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

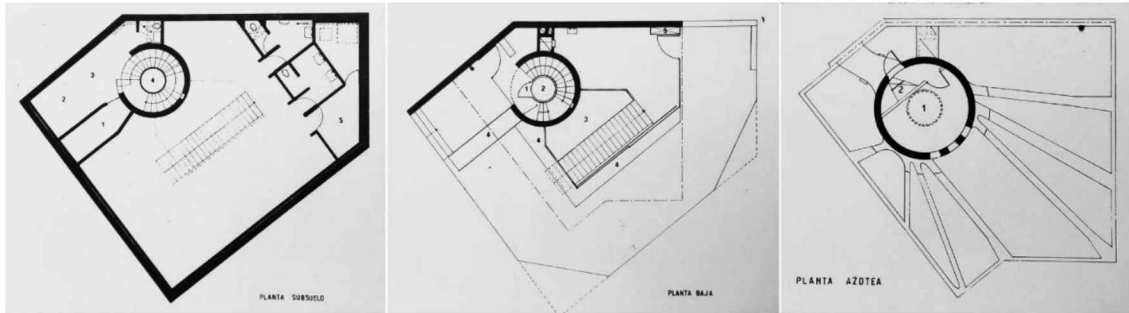


Figura 3: Planta de subsuelo, planta baja y planta de cubierta del edificio El Pilar.
Fuente: Centro de Documentación e Información del Instituto de Historia de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de la República, Uruguay.

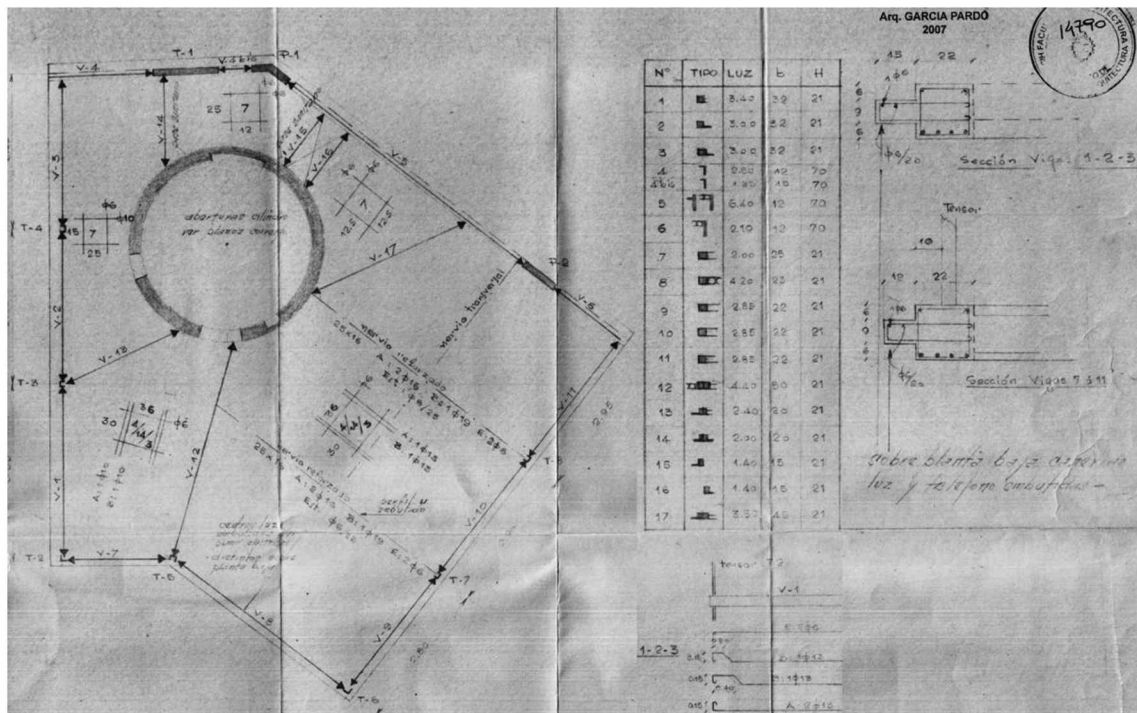


Figura 4: Planta tipo de estructura y detalles de las vigas de borde del edificio.
Fuente: Centro de Documentación e Información del Instituto de Historia de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de la República, Uruguay.

La verticalidad en las Américas entre los siglos XIX y XX

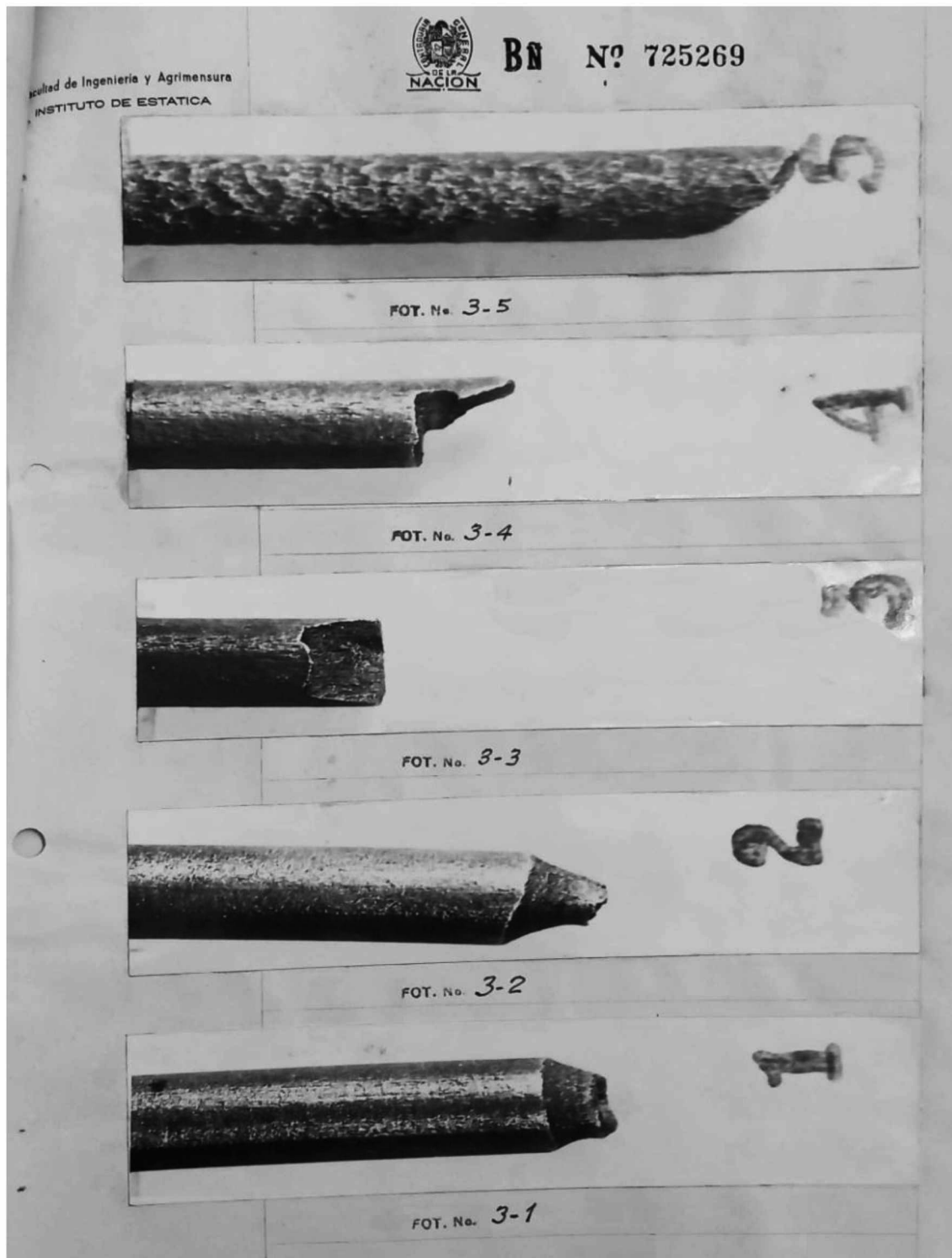


Figura 5: Fotografías de los alambres de pretensado ensayados en la Facultad de Ingeniería y Agrimensura, en Montevideo (Ricaldoni, 1960). Archivo Arq. Luis García Pardo, Centro de Documentación e Información del Instituto de Historia de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de la República, Uruguay.