

Evaluación del Estado de Conservación del Estadio Atilio Paiva Olivera. Rivera, Uruguay

Atilio Paiva Olivera Stadium Conservation Assessment. Rivera, Uruguay

Gianella Mussio 

Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Instituto de Tecnologías. Uruguay.
gianellamussio@gmail.com

Juan José Fontana 

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

Laura Bozzo 

Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Instituto de Tecnologías. Uruguay.
lbozzofadu@gmail.com

Karen Crosa 

Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Instituto de Tecnologías. Uruguay.
karen.crosa@gmail.com

Marcia Ferreira 

Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Instituto de Tecnologías. Uruguay.
marciaferreiraiseb@gmail.com

Leticia Olivera Morixe 

Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Instituto de Tecnologías. Uruguay.
leticia.olivera9@gmail.com

Noelia Ramos Borello 

Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Instituto de Tecnologías. Uruguay.
noeliarborello@gmail.com

Mariana Saura 

Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Instituto de Tecnologías. Uruguay.
mn.sauraheinzen@gmail.com

Guillermo Zubeldía 

Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Instituto de Tecnologías. Uruguay.
gzubeldia@gmail.com

Autor de contacto: noeliarborello@gmail.com

RESUMEN

El estadio de fútbol Atilio Paiva Olivera, ubicado en la ciudad uruguaya de Rivera, está conformado por cuatro tribunas de hormigón armado, la primera construida en 1966 y las demás en 1994. Ante la constatación de lesiones en 2022 la Intendencia de Rivera, propietaria del bien, acordó con la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU) de la Universidad de la República la realización de un informe técnico con el objetivo de evaluar el estado de conservación con énfasis en el desempeño estructural. A tales efectos, se formó un equipo de docentes que implementaron una metodología basada en la caracterización de materiales y componentes, la identificación de lesiones y el análisis estructural. El estudio brindó insumos que le permiten a la Intendencia definir acciones de uso en condiciones de seguridad y prolongar la vida útil del estadio. Este artículo presenta la metodología aplicada, así como los principales resultados y conclusiones alcanzadas.

Palabras clave: hormigón armado; desempeño estructural; lesiones; diagnóstico.

ABSTRACT

The Atilio Paiva Olivera football stadium, located in the Uruguayan city of Rivera, is composed of four reinforced concrete stands, the first built in 1966 and the others in 1994. Given the verification of injuries in 2022, the Municipality of Rivera, owner of the property, agreed with the Faculty of Architecture, Design and Urbanism (FADU) of the University of the Republic to produce a technical report with the aim of evaluating the state of conservation with an emphasis on structural performance. For this purpose, a team of teachers was formed who implemented a methodology based on the characterization of materials and components, the identification of damage and structural analysis. The study provided inputs that allow the Municipality to define actions towards the use of the stadium in safe conditions and to prolong its life. This article presents the methodology applied, as well as the main results and conclusions reached.

Keywords: reinforced concrete; structural performance; injuries; diagnosis.

Cómo citar este artículo/Citation: Gianella Mussio, Juan José Fontana, Laura Bozzo, Karen Crosa, Marcia Ferreira, Leticia Olivera Morixe, Noelia Ramos Borello, Mariana Saura, Guillermo Zubeldía (2025). Evaluación del Estado de Conservación del Estadio Atilio Paiva Olivera. Rivera, Uruguay. Informes de la Construcción, 77 (579): 7215. <https://doi.org/10.3989/ic.7215>

Copyright: © 2025 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Recibido/Received: 14/01/2025

Aceptado/Accepted: 12/09/2025

Publicado on-line/Published on-line: 01/12/2025

1. INTRODUCCIÓN

El caso de estudio es un ejemplo representativo de la relevancia del fútbol en la cultura deportiva uruguaya. El estadio se encuentra en la ciudad de Rivera, capital departamental fronteriza con Brasil que cuenta en la actualidad con poco más de 100.000 habitantes. La historia de este escenario comienza en 1927 cuando se inaugura la primera cancha o campo conocido como Field Municipal, a impulso del político local Atilio Paiva Olivera. En 1966, luego de un proceso de más de 10 años se culminaron los trabajos para la construcción de una primera tribuna de hormigón armado, aumentando su capacidad de 300 a 7000 espectadores (Figura 1). Años más tarde, en 1994, comenzó la construcción de tres nuevas tribunas y la ampliación de la existente, con el fin de cumplir los requisitos para que Uruguay pudiera organizar la Copa América de 1995, y Rivera se constituyera en una de las sedes de dicho campeonato de fútbol (Figura 2). Mediante esta importante intervención, el estadio triplicó su capacidad locativa al tiempo que fue dotado de un conjunto de servicios asociados, destinados a servicios higiénicos, vestuarios y alojamiento, entre otros. Las obras se ejecutaron en nueve meses, tiempo récord considerando las tecnologías y los recursos disponibles por aquellos años en la ciudad de Rivera. En virtud de estas modificaciones, el estadio actualmente está conformado por una tribuna construida en 1966, denominada Oficial, y la ampliación de 1994-1995 formada por las tribunas Norte, Sur e Italia, junto a dos tramos laterales adicionados a la Oficial (Figura 3). La tribuna Italia es la única que se desarrolla en dos niveles de altura, mientras el resto posee un solo nivel. La estructura se resuelve en todos los casos, con pórticos de hormigón armado. Los servicios, mayoritariamente, se ubican bajo las gradas y fueron contruidos con mampuestos cerámicos o de cemento.

La solicitud de la Intendencia de Rivera (IR) a la FADU tiene lugar en el año 2022, a partir de la preocupación ante la constatación de lesiones constructivas, tales como fisuras y armaduras expuestas, que afectan a los elementos de hormigón armado de las cuatro tribunas.

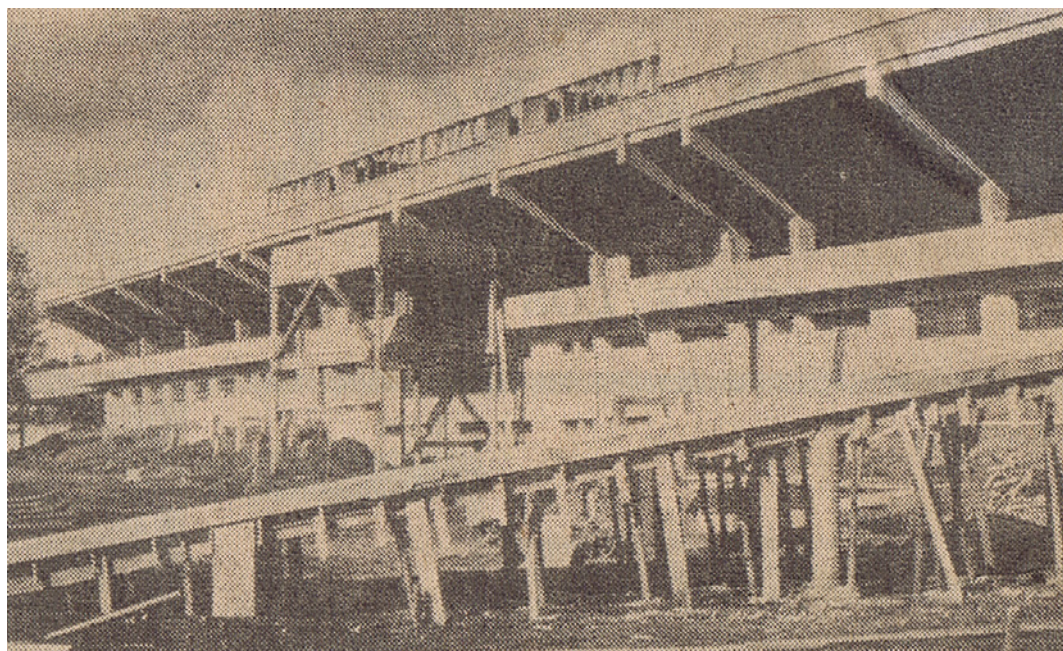


Figura 1. Tribuna Oficial en proceso de construcción. Fuente: Diario El País, 1966



Figura 2. Gradas en uso completo en el partido inaugural de la Copa América 1995. Fuente: Ing. Ernesto Lima, 1994



Figura 3. Obras de ampliación finalizadas. Fuente: Ing. Ernesto Lima, 1994

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

A efectos de cumplir con el objetivo de evaluar el estado de conservación del estadio, con foco en su desempeño estructural, el equipo docente implementó un conjunto de actividades que incluyeron la recopilación de antecedentes, toma de datos dimensionales, constructivos y de lesiones.

Complementariamente, se llevó a cabo una campaña experimental basada en la aplicación de técnicas in situ y en la extracción de muestras para el posterior análisis en los laboratorios de FADU y Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República. Los resultados obtenidos, aún con las limitaciones que se comentarán más adelante, permitieron determinar propiedades de interés relativas a la caracterización y a la durabilidad de los distintos hormigones empleados. Los ensayos realizados incluyeron resistencia a la compresión de testigos y superficial (número de rebotes), densidad, profundidad de pérdida de alcalinidad, resistividad eléctrica del hormigón, permeabilidad al agua bajo presión, contenido de ión Cl⁻ y potencial de corrosión de armaduras.

El estudio comprendió, asimismo, la modelización estructural espacial de ciertos sectores a efectos de visualizar y obtener una aproximación numérica a las tensiones, deformaciones, cuantías y fisuras teóricas. Las zonas con mayores anchos de fisuración teórica fueron contrastadas con la identificación de lesiones, a efectos de detectar y analizar las posibles causas de origen estructural.

La investigación presentó varias limitaciones referidas, por un lado, a la falta de recaudos técnicos, especialmente en la tribuna Oficial, a la imposibilidad de acceder a ciertas zonas, y por otro, las asociadas a la escasez de recursos económicos y temporales destinados al asesoramiento. En particular estas últimas fueron determinantes en la planificación de la etapa de toma de datos. En virtud de la gran cantidad de elementos de hormigón armado, se tomaron algunas decisiones desde el punto de vista metodológico. Así, por ejemplo, se optó por hacer un reconocimiento primario de la totalidad del estadio en sucesivas inspecciones oculares para posteriormente y en función de criterios definidos, seleccionar sectores a estudiar con mayor profundidad.

El análisis y procesamiento de la totalidad de los datos recabados permitió extraer conclusiones de los distintos sectores, las cuales, con la debida cautela, fueron extrapoladas a los restantes sectores para tener un panorama de la situación actual del estadio.

3. ACTIVIDADES Y RESULTADOS PARCIALES OBTENIDOS

3.1. Recopilación de antecedentes y exploración primaria

Con relación a los antecedentes, se indagó en artículos de prensa Riverenses proporcionados por el Dr. Eduardo Palermo, que relatan la historia del Estadio. Además, se accedió a los recaudos gráficos de la primera obra de ampliación proyectada por el Arq. Walter Domingo los cuales, lamentablemente, aportaron escasos datos, en particular, sobre la resolución estructural. Con respecto a las obras ejecutadas entre 1994 y 1995 se contó con recaudos gráficos, en poder de la IR, que refieren exclusivamente a planos de estructura e instalación sanitaria, aunque sin la certeza de que se trate de la versión finalmente construida. Adicionalmente, se entrevistó a arquitectos e ingenieros vinculados al proyecto de arquitectura, al cálculo estructural y a la dirección de obra en representación de la empresa contratista.

A partir de los gráficos recabados se diseñaron fichas que permitieron hacer el registro primario de los aspectos constructivos y de lesiones de la totalidad del estadio; asimismo, se corroboraron algunas dimensiones generales. Para la implementación de esta etapa, se llevaron a cabo tareas

adicionales tales como sectorización del edificio, graficación, redacción de un glosario particular de términos y entrenamiento del equipo de trabajo. Las actividades permitieron obtener una noción integral de la situación, visualizándose cuestiones vinculadas a los procedimientos constructivos y tecnologías empleadas, a las características aparentes de los distintos hormigones, a la resolución de vínculos entre elementos estructurales y a la identificación de las principales lesiones. Por ejemplo, se pudo constatar que en la obra más antigua los pórticos y las gradas fueron llenados *in situ*, en tanto que en las más recientes se observa el uso de elementos prefabricados para la ejecución de parte de las gradas. Una vez finalizada esta etapa, se seleccionaron seis tramos: dos en la tribuna Oficial, dos en la Italia, uno en la Norte y otro en la Sur, que fueron nuevamente inspeccionados a efectos de realizar un estudio pormenorizado (Figura 4).

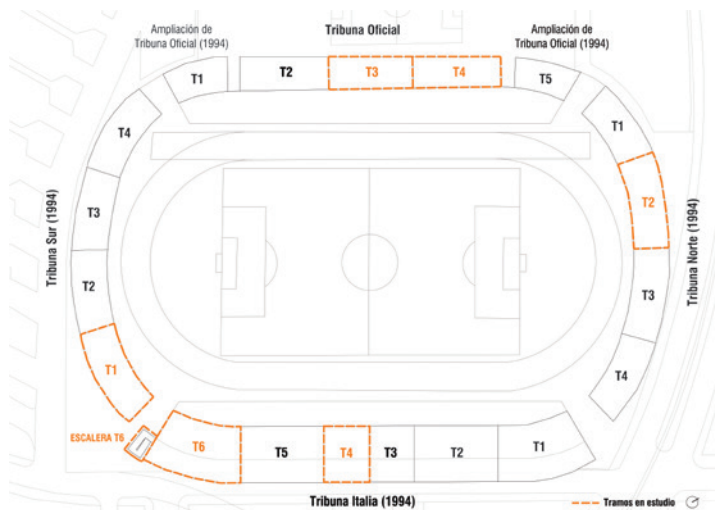


Figura 4. Planta general del estadio con sectores a estudiar.

El criterio para la selección de los sectores contempló situaciones diferentes desde el punto de vista constructivo y del comportamiento estructural, así como también de los datos que surgieron de la identificación primaria de lesiones.

En función de estos criterios se seleccionaron tramos de borde e intermedios, que presentaban diferencias dimensionales, de comportamiento estructural, exposición a agentes externos y tipo de patologías identificadas (particulares y generalizadas).

En el caso de las tribunas más jóvenes, se estudian dos tramos de la Tribuna Italia debido a sus particularidades asociadas a sus grandes dimensiones (se trata de la única tribuna con dos niveles). A su vez, se eligió un tramo perteneciente a la tribuna Norte y otro a la Sur ya que ambas poseen características similares, no identificándose situaciones patológicas particulares que ameritaran incluir más tramos.

3.1.1. Ubicación y condiciones ambientales

El Estadio Atilio Paiva Olivera se ubica al norte del Arroyo Cuñapirú, en el Barrio Carmelo Sosa, localizado al sur de la ciudad de Rivera. El edificio se localiza en una zona despejada de construcciones, tanto hacia el sur como hacia el oeste, mientras que al este y norte se encuentra próximo a un área urbana residencial, conformada por construcciones de hasta tres niveles de altura. Las características de la volumetría construida circundante y las grandes dimensiones del estadio, determinan que el edificio reciba radiación solar directa durante todo el día, así como una exposición importante a la acción de los vientos (Figura 5). Los edificios linderos no arrojan sombras sobre él, salvo durante horas cercanas al amanecer y al atardecer.



Figura 5. Imagen aérea del Estadio Atilio Paiva Olivera con curvas de nivel. Fuente: visualizador IDEuy y elaboración propia.

Rivera queda enmarcada dentro de la zona climática IIb - cálida según la normativa de referencia [1], presentando una temperatura media anual de 18.7°C, siendo de las más elevadas del país, con valores de temperatura media de 24.7°C en enero y 12.5°C en julio. La escasa influencia oceánica resulta en amplitudes térmicas importantes, alcanzando diferencias de temperatura absoluta de más de 30°C entre el día y la noche durante el período estival. Los vientos predominantes en la ciudad provienen del sureste, a excepción del invierno cuando la componente del noreste se hace más frecuente. Sin embargo, los vientos del sureste presentan mayor intensidad, siendo ésta mayor durante las horas del día que en la noche, durante todo el año. La humedad relativa media mensual es mayor en invierno que en verano, presentando en julio un promedio de 80%, mientras que en enero la humedad relativa promedio es de 69%. La ciudad registra los mayores niveles de precipitaciones anuales del país, con una precipitación acumulada anual de 1.583 mm, con una distribución que varía entre 94 mm en agosto hasta 180 mm en abril [2].

Debido a las dimensiones, a la volumetría del estadio y a su ubicación un tanto exenta, se puede afirmar que se encuentra en un ambiente relativamente agresivo debido a la acción de los vientos y de los gases de combustión de los vehículos circundantes. La influencia de los agentes climáticos en el estado de conservación de un bien es inevitable, siendo el viento, la radiación solar y la lluvia los de mayor incidencia. Como las fachadas y el espacio de gradas se encuentran expuestos, la acción constante de estos factores a través de los años afecta tanto a los materiales como a los elementos constructivos que forman parte del bien.

3.1.2. Aspectos constructivos y estructurales

De acuerdo a los antecedentes recabados y al relevamiento realizado se comentan, a continuación, los principales aspectos constructivos y estructurales.

El sector original de la Tribuna Oficial se desarrolla a lo largo de 96 metros dividido en tres tramos y alcanzan una altura aproximada de 8 metros (Figura 6).

En la fachada exterior, dos escaleras próximas al centro y dos rampas ubicadas en los extremos dan acceso a una pasarela que da el ingreso a las gradas y a los locales auxiliares ubicados debajo de las mismas. Hacia la cancha, la tribuna se compone de dos pasarelas entre las que se encuentran entre 10 y 11 filas de asientos. A nivel de cancha y por debajo de las gradas se ubican locales destinados a vestuarios, servicios higiénicos y cantina, entre otros. La circulación que los vincula también da acceso a un túnel subterráneo que otorga un ingreso directo a la cancha. En la zona más alta se ubican tres locales de cabinas, uno central de mayores dimensiones que contiene dos niveles y dos laterales de un solo nivel.

La estructura de hormigón armado se compone por tres tramos plegados que conforman las gradas, por 15 pórticos y varias losas y vigas. Se observan dos juntas de trabajo, las cuales se encuentran abiertas, sin protección.

La materialidad de la estructura permite deducir que el hormigón fue posicionado in situ, en un encofrado de tablas de madera.

Las aguas pluviales que llegan a las gradas y a las pasarelas son conducidas por gravedad hasta pequeños orificios ubicados en barandas y losas, que permiten una evacuación por caída libre.

En cuanto a las Tribunas Norte y Sur, y a los dos tramos de ampliación de la Tribuna Oficial, estos se componen de un nivel de gradas comprendidos entre dos pasarelas y alcanzan una altura de 9.5 metros aproximadamente. La Tribuna Italia presenta un desarrollo en altura de 15.95 m.



Figura 6. Vista interior del Estadio desde la Tribuna Oficial. Octubre de 2022

El acceso a las plateas de las Tribunas Norte y Sur se realiza mediante escaleras internas de hormigón armado, ubicadas en los extremos bajo las gradas. A la Tribuna Italia se accede a través de circulaciones intermedias y de dos volúmenes de escalera independientes, ubicados en los extremos, que se conectan con ella a través de una pasarela. En el caso de los tramos adicionales a la Tribuna Oficial, a estos se accede a través de las circulaciones preexistentes de la tribuna original.

En las Tribunas Norte y Sur se ubican a nivel de cancha, con acceso por las calles exteriores circundantes, locales con servicios variados.

La estructura de los nuevos tramos también es de hormigón armado y está formada por losas, vigas y pórticos (Figura 7). Según los planos originales, la cimentación consiste en pilotes con cabezales. Los cerramientos verticales observados son mayoritariamente de mampostería de ticholos cerámicos. En las gradas se emplearon elementos prefabricados como vigas y losas, ejecutadas a pie de obra. Algunas de las losas, las escaleras y los pórticos fueron llenados in situ (Figura 8). La terminación de todos los elementos estructurales es de hormigón visto.

La evacuación de pluviales se resuelve igual que en la Tribuna Oficial, por gravedad hasta puntos de evacuación ubicados en las barandas. Se pudo constatar que la resolución original generaba problemas de empozamiento, lo que llevó a que se realizaran “canaletas” en las gradas y se colocaran pequeños caños en la línea contigua a las escaleras y en las barandas laterales, a efectos de mejorar la circulación.



Figura 7. Proceso de construcción de la Tribuna Italia. Fuente: Ing. Lima, 1994

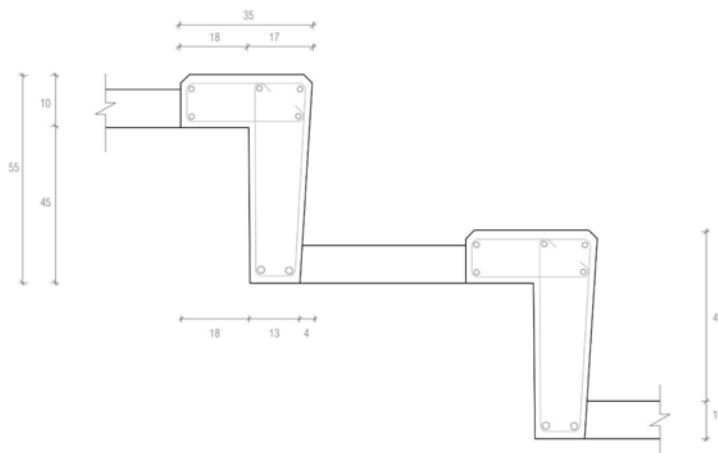


Figura 8. Detalle de gradas de los tramos de 1994; vigas prefabricadas y losas. Extraído de plano n° 168. Obra de ampliación de 1994 (unidades en centímetros). Fuente: Intendencia de Rivera y redibujo de elaboración propia

3.2. Identificación y mapeo de lesiones

A partir de las inspecciones oculares se pudieron constatar las siguientes manifestaciones patológicas: fisuras y grietas, craquelados, desprendimientos, armadura expuesta, manchas de corrosión, discontinuidad de encofrado, coqueras, eflorescencias, presencia de agua, acumulación de agua, manchas negras y biodeterioro (Figura 9). Este último incluye colonización animal (insectos, arañas o aves), vegetal (como bacterias, líquenes y plantas) y hongos.

La actividad de identificación tuvo especial interés en el registro de aquellas manifestaciones patológicas que pudieran incidir en el desempeño estructural.

Todas ellas fueron graficadas en plantas, fachadas y cortes de gradas, losas y pórticos.

Los mapeos resultaron de gran utilidad a los efectos de constatar las lesiones más recurrentes, ubicaciones características y situaciones atípicas. Estos gráficos, acompañados de imágenes debidamente referenciadas, constituyen un registro actualizado del estado de situación y una herramienta para la determinación de causas, el monitoreo de la evolución en el tiempo de las lesiones o la evaluación de futuras reparaciones (Figura 10).



Figura 9. Lesiones y problemas constructivos observados en los relevamientos realizados en el Estadio. Años 2022 y 2023

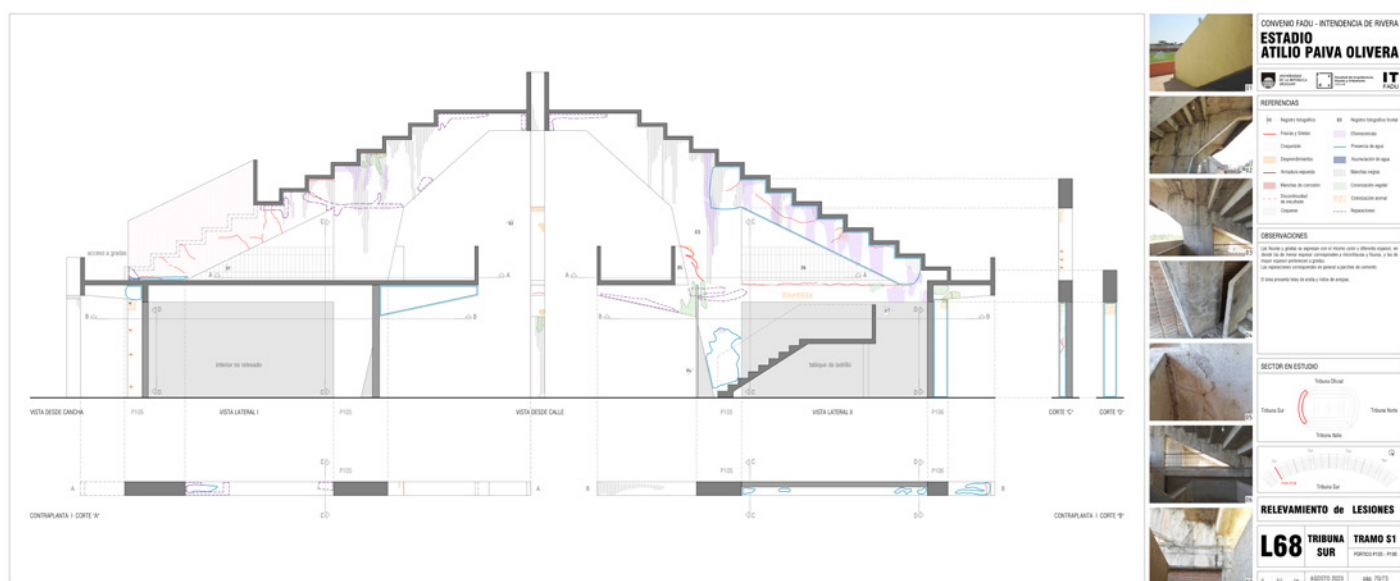


Figura 10. Mapeo de lesiones del tramo 01 de tribuna Sur. Pórtico P105-P106

De las inspecciones oculares y el posterior procesamiento de los mapeos, surgieron algunas constataciones. Como era previsible, se reconocen diferencias asociadas a la ejecución entre la tribuna Oficial y las tribunas más nuevas, así por ejemplo en la primera se observan discontinuidades de encofrado, diferencias o resaltos en planos de elementos de hormigón provenientes de las tablas de encofrado y en las otras, entre chapones o en juntas de hormigonado. En las últimas aparecen también los remanentes de los anclajes pasantes que aseguraban los chapones. Por lo general, tanto los resaltos como los huecos motivaron reparaciones posteriores al desencofrado a los efectos de regularizar la superficie. Estas situaciones generan, a su vez, matices en la coloración y en las texturas del hormigón y en algunos casos, las reparaciones provocaron fisuraciones.

En las tribunas inauguradas en el año 1995 se destacan la fisuración y las filtraciones de agua que se producen en las uniones entre las piezas prefabricadas y las llenadas in situ. Con frecuencia, se observan coqueas, huecos en la superficie del hormigón, donde se constata concentración de agregados gruesos poco aglomerados, probablemente causados por problemas originados durante el llenado como por ejemplo por escaso vibrado. Dentro de las zonas relevadas, se localizan principalmente en los pórticos y barandas de la tribuna Sur.

Otros problemas identificados, de forma general, refieren a la falta de impermeabilidad de los distintos elementos, así como a la presencia de juntas de trabajo abiertas o defectuosas que habilitan el pasaje de agua. Esta situación se registra especialmente en el encuentro entre las gradas y pórticos y se manifiestan en manchados que revelan trayectorias de escurrimiento de agua, generando sectores oscuros correspondientes a zonas húmedas y sectores blanquecinos, probablemente debido a depósitos del carbonato de calcio. Estos se suman a las escasas o nulas pendientes en las gradas y circulaciones que permiten el depósito y acumulación de agua en sus superficies horizontales.

En zonas asociadas a las áreas de barandas se registró la presencia de craquelados, un tipo de fisuración superficial en forma de mapa asociada a la retracción hidráulica, a la falta de hidratación inicial del material, al exceso de árido fino, a relaciones agua/cemento altas, o a falta de curado, entre otras.

Asimismo, se pudo constatar en todas las tribunas sectores con recubrimientos inferiores a los especificados en los antecedentes (en el caso de las tribunas nuevas) y a los recomendados en la normativa nacional para el caso de la Oficial.

Todos estos aspectos vinculados al diseño del proyecto y de la estructura, a la calidad de los hormigones empleados y a los procesos de ejecución resultan indicativos de los problemas que presentan los componentes estructurales.

En lo que refiere a las lesiones estructurales, cabe señalar que no se han visualizado a simple vista deformaciones, ni desplomes. Adicionalmente, sí fueron registradas fisuras de variados andamientos y espesor variable, así como también manchados por corrosión y varillas de acero expuestas y corroídas, asociadas a zonas con escaso recubrimiento o fisuradas. Las manchas por corrosión se observan como rastros de color óxido en forma de chorreados o siguiendo la dirección de las barras de acero que componen pórticos específicos o gradas de todos los tramos estudiados, destacándose la tribuna Italia donde la lesión se presenta en una mayor cantidad de localizaciones.

En vínculo directo con las lesiones anteriormente descritas, se advierte la presencia de desprendimientos de fragmentos pertenecientes al hormigón de recubrimiento, el cual se manifiesta de forma superficial y en pequeñas dimensiones, en todos los tramos estudiados.

Si bien resulta difícil hacer una valoración al respecto, se puede señalar que, salvo sectores excepcionales de la tribuna Oficial, no se han constatado barras delaminadas con disminución importante de sección.

Por último, corresponde señalar un conjunto de lesiones que se encuentran especialmente en las tribunas de 1995, tales como humedad por filtración, eflorescencias, biodeterioro y manchados negruzcos, que afectan significativamente a los pórticos y a los planos inferiores de las gradas, evidenciando la falta de estanqueidad al agua antes mencionada. Las eflorescencias, generadas por la cristalización de sales solubles que son arrastradas por el agua hacia la superficie exterior del hormigón, se localizaron en planos horizontales inferiores y a lo largo de fisuras y grietas. En zonas puntuales también se observan estalactitas, concreciones verticales y oblongas.

En cuanto al biodeterioro, este se registra en forma generalizada en pórticos, cara inferior de gradas y particularmente en las juntas de trabajo abiertas. Se constata una falta de limpieza lo que junto a las condiciones ambientales a las que se encuentran expuestos dichos elementos, favorece el desarrollo de estos organismos.

Los manchados negruzcos expresan una acumulación de material por depósito de partículas de suciedad o presencia de hongos y se vinculan directamente con el arrastre de partículas por efecto de filtraciones de agua que las transportan. Estos se localizan en los pórticos de las tribunas Norte, Sur e Italia, especialmente en sectores de encuentro con las gradas.

3.3. Actividades experimentales

Las determinaciones de propiedades efectuadas *in situ* (Figura 11) y en laboratorio (Figura 12) tuvieron como objeto conocer las características y comportamiento de los hormigones de las cuatro tribunas. Los ensayos se realizaron siguiendo procedimientos normativos o previstos en la bibliografía especializada [3-10], y los resultados obtenidos se describen en las Tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1. Ensayos *in situ*

Elemento Estructural	Pórticos				Gradas				Norma o procedimiento
	Italia	Norte	Sur	Oficial	Italia	Norte	Sur	Oficial	
Extracción De Testigos (cantidad)	2	-	-	4	1	-	-	1	UNIT-ISO 1920-6:2019
Resistencia Superficial (número de rebote)	58	57,2	57,5	52,5	46,3	42,0	53,4	42,8	UNIT-ISO 1920-7:2004
Permeabilidad al agua (ml/min) 10min	0,16	0,16	0,16	0,17	0,33	0,33	0,33	-	UNE-EN 16302:2016
Profundidad pérdida alcalinidad en perforaciones (mm)	-	2,7	8,3	31,6	-	28,8	2,5	30,7	Manual DURAR, 2000

Tabla 2. Ensayos *in situ*. Potencial corrosión (mV - Cu / CuSO₄)

Estribos N°	1	2	3	4	5	Ubicación	Norma
Tramo vertical. Medición superior	40	73	36	60	72	Tribuna Norte Tramo 2 (viga L de grada 27 - 25)	ASTM C876-99
Tramo vertical. Medición media	-3	7	-4	25	50		
Tramo vertical. Medición inferior	-23	-31	-45	-6	23		
Cruce con armadura longitudinal inferior	-62	-87	-100	-62	-56		

Tabla 3. Ensayos en laboratorio.

Elemento Estructural	Pórticos				Gradas				Norma o procedimiento
	Italia	Norte	Sur	Oficial	Italia	Norte	Sur	Oficial	
Profundidad pérdida de alcalinidad en testigos (mm)	6,15	-	-	42,8	33,4	-	-	4,6	Manual DURAR, 2000
Resistencia a la compresión (MPa)	43,05	-	-	16,03	22,58	-	-	-	UNIT-ISO 1920-6:2019
Resistividad Eléctrica (Ohm x m)	110	-	-	128	165	-	-	291	UNE 83988-1:2008
Ión Cloruro (Cl- / cemento)	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001	-	-	-	Rilem Tc 178-Tmc
Densidad hormigón (kg/m ³) saturado.	2370,8	-	-	2429,8	2452	-	-	2496	UNIT-ISO 1920-5:2018

Acerca de las determinaciones realizadas, pueden hacerse algunas consideraciones.

Como se observa en la Tabla 1, los valores de resistencia superficial obtenidos en los pórticos de todas las tribunas son superiores a los de las gradas. En el caso de las tribunas Norte, Sur e Italia esta relación se corresponde con los valores de rotura a la compresión de probetas informados por la dirección de obra [11], así como también los indicados en los recaudos del proyecto estructural y con los valores de resistencia a la compresión expresados en la Tabla 3. Se observa, además, que la relación entre valores de resistencia superficial y resistencia a la compresión de testigos en pórticos es de 1,3 para la tribuna Italia y de 3,3 en la Oficial.

Con respecto a la tribuna Oficial, los valores de rotura a la compresión obtenidos son orientativos dado que no cumplen con algunos de los requisitos establecidos en la norma aplicable. Esto refiere a que no se pudieron extraer cantidades suficientes de especímenes y a que la relación entre el diámetro del testigo y el tamaño del agregado es mayor a tres. En el caso de la grada estudiada, el testigo fue descartado porque la altura era menor al diámetro.

Los valores de profundidad de carbonatación en pórticos, determinados tanto *in situ* como en los testigos extraídos, señalan que la pérdida de alcalinidad es superior en la tribuna Oficial que, en las tribunas inauguradas en 1995, en correspondencia con las edades de los hormigones.

El estudio del desempeño del hormigón frente a la permeabilidad al agua bajo presión concluyó que, para todas las tribunas, éste es peor en gradas que en pórticos. Las determinaciones se obtuvieron en superficies no pintadas o luego de retirada la capa de pintura.

Adicionalmente, se informa que en la tribuna Oficial los valores son menores en aquellas superficies que están pintadas.



Figura 11. Ensayos realizados *in situ*

La técnica electroquímica aplicada para conocer el estado de corrosión de las armaduras (Tabla 2), realizada en cinco estribos, mostró valores inferiores a -200 mV. En todos los casos, estos valores van decreciendo hacia la zona inferior de la viga. Según la norma ASTM C876, los valores obtenidos indican una probabilidad del 90% de que exista corrosión. Los resultados son coherentes con lo observado *in situ*, ya que la cara inferior de la viga presentaba fisuración y eflorescencias.



Figura 12. Ensayos realizados en laboratorio sobre testigos cilíndricos

3.4. Simulación estructural

A efectos de analizar y evaluar el funcionamiento teórico de la estructura del edificio y de obtener una aproximación numérica a sus deformaciones, tensiones, cuantías y fisuraciones, se realizaron una serie de modelos de cálculo con el programa RFEM 5.23.02 de la compañía Dlubal Software GmbH, capaz de calcular modelos estructurales espaciales por el método de elementos finitos.

El análisis de estos modelos permitió identificar, en todos los tramos estudiados (Figura 13), aquellos elementos que se encuentran más comprometidos desde el punto de vista estructural de acuerdo a las hipótesis planteadas. El cálculo estructural de los estados límite últimos y de servicio fue realizado siguiendo los procedimientos de los Eurocódigos [12-14].

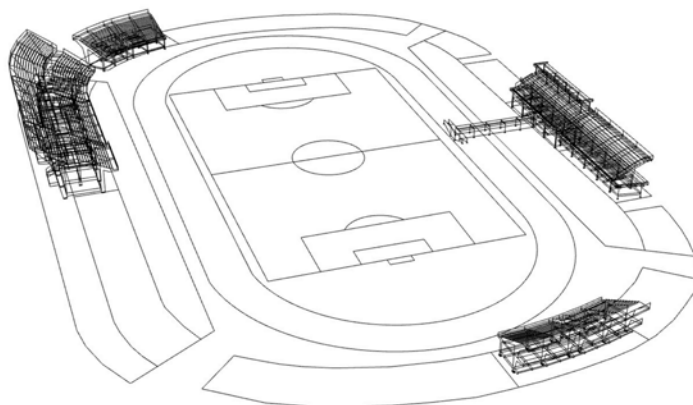


Figura 13. Sectores del Estadio modelizados

Se informa que en las tribunas Norte, Sur e Italia se asignó un hormigón de calidad C20, con una resistencia característica a la compresión (f_{ck}) en probeta cilíndrica de $2,0 \text{ kN/cm}^2$ a los elementos prefabricados de las gradas, en tanto que a las vigas y pórticos se les asignó un hormigón de calidad C30, con una f_{ck} en probeta cilíndrica de $3,0 \text{ kN/cm}^2$. Estos valores se corresponden con los resultados obtenidos en los ensayos de rotura a la compresión de testigos extraídos del edificio, los valores informados por la dirección de obra [11] y los de proyecto. En la tribuna Oficial se consideró, para todos los elementos, un hormigón de calidad C12, en correspondencia con el valor de resistencia a la compresión obtenido a través de los ensayos de rotura.

De los modelos realizados surge que, las máximas tensiones de compresión en los tramos estudiados de las tribunas Norte, Sur e Italia, alcanzan los $1,64 \text{ kN/cm}^2$ en las gradas y los $1,99 \text{ kN/cm}^2$ en los pórticos, valores que resultan menores a la resistencia a la compresión considerada. Situación diferente se registra en la tribuna Oficial, donde las máximas tensiones de compresión alcanzan los $2,44 \text{ kN/cm}^2$ en los pórticos, valor que supera la resistencia media obtenida en los ensayos a compresión de los testigos extraídos. Se debe señalar que el valor de resistencia a la compresión adoptado surge de un ensayo que presenta las limitaciones expuestas en 3.3 y que dicho valor se encuentra por debajo de los usuales para la época de construcción del edificio.

En todos los tramos estudiados, las deformaciones máximas y fisuraciones teóricas se encuentran dentro de los límites admisibles de acuerdo a la normativa de referencia, aún considerando un hormigón de calidad C12 para la tribuna Oficial (Figuras 14 y 15). En cuanto al análisis comparativo entre el estado de fisuración obtenido a partir de la modelización y las fisuras observadas *in situ*, no se ha encontrado correspondencia que permita relacionar las causas de las mismas con el desempeño estructural.

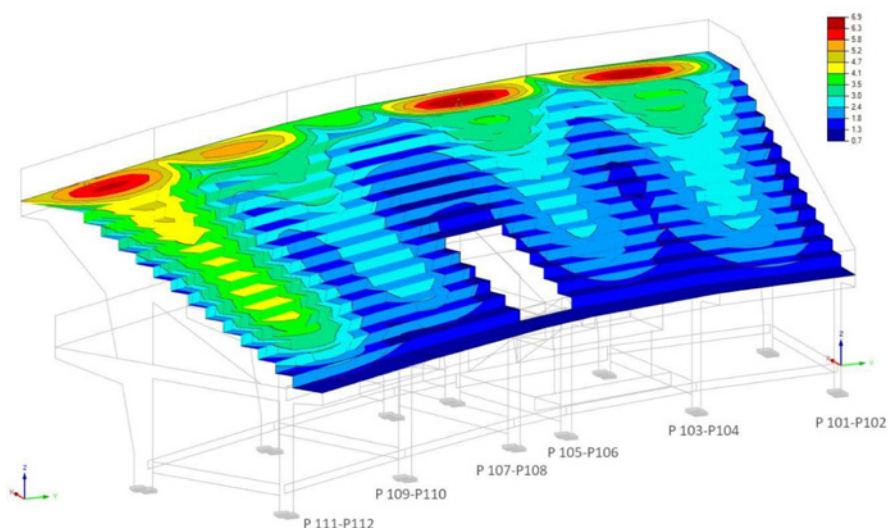


Figura 14. Deformaciones iniciales (mm) de las gradas del tramo 01 de Tribuna Sur, para Estados Límites de Servicio en combinación característica de resultados

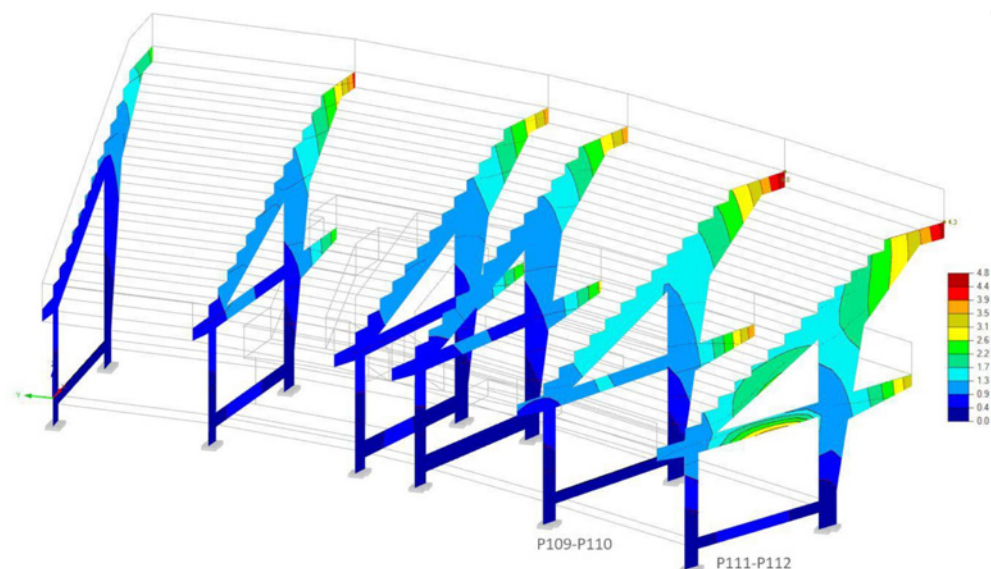


Figura 15. Deformaciones iniciales (en mm) del sistema de pórticos, para Estados Límites de Servicio en combinación característica de resultados. Tramo 01 de la Tribuna Sur

4. DIAGNÓSTICO

En función de la información recabada durante el proceso de trabajo y del análisis integral realizado sobre la situación actual, se pudieron establecer las principales causas que dan origen a los procesos patológicos registrados.

Las causas directas refieren, principalmente, al ambiente en que se encuentra el estadio; los agentes climáticos son severos en esta zona, en comparación con el resto del país, en lo que refiere a lluvias, radiación solar, amplitud térmica y humedad relativa. Estos factores, actuando en forma aislada o conjunta, son determinantes en la aparición de patologías, en la medida que atentan contra la durabilidad de las estructuras de hormigón armado. Con relación al uso, además de las cargas permanentes y dinámicas, se debe atender a las condiciones particulares de los locales destinados a duchas u otros servicios, que registran elevada producción de vapor de agua.

En términos generales, corresponde señalar que la mayoría de las lesiones son atribuibles a causas indirectas [15]. Entre otras, pueden destacarse la falta de diseño o defectos en la instalación sanitaria (principalmente vinculados a la evacuación de aguas pluviales), las fallas constructivas en la resolución de juntas de trabajo, los problemas en la ejecución de hormigones o los escasos recubrimientos observados. El poco o nulo mantenimiento registrado en las tribunas Norte, Sur e Italia, sin dudas, constituye un agravante. Es evidente que estas condiciones, sumadas a las lluvias que se registran durante todo el año, propician la aparición de gran parte de las lesiones observadas (Figura 16).

A continuación, se detalla el diagnóstico de algunas lesiones que, por sus características, podrían tener una incidencia mayor en la durabilidad y seguridad estructural del estadio.

4.1. Fisuras y grietas

En cuanto a las fisuras, en la mayor parte de los casos son consecuencia de tensiones por variaciones higrotérmicas, retracción térmica o hidráulica, esfuerzos localizados o concentración de armaduras. Asimismo, es necesario aclarar que las fisuras y grietas siempre representan un potencial riesgo desde el punto de vista de la durabilidad en la medida que habilitan el ingreso de agua, anhídrido carbónico u otros agentes.

4.2. Corrosión de elementos metálicos ferrosos

En reiteradas ocasiones se observaron armaduras expuestas acompañadas de fisuras, grietas o desprendimientos, una sintomatología frecuente considerando que la corrosión provoca que el acero aumente de volumen generando tensiones en el hormigón que acaban por fracturarlo. Los mecanismos que dan inicio a la corrosión son variados pero una vez que ocurre, la presencia de fisuras, cualquiera sea su causa, así como la exposición a ciclos de humedad y secado, se constituyen en agravantes.

4.3. Presencia y acumulación de agua

Esta patología es notoria en los tramos estudiados y sin dudas constituye un problema grave que afecta a todas las Tribunas, y en particular a la Norte, Sur e Italia. La causa indirecta tiene que ver con la falta de estanqueidad de las superficies, las discontinuidades entre los elementos estructurales y defectos en la instalación sanitaria, vinculados a la evacuación de aguas pluviales. Se pudieron constatar pendientes insuficientes, escasos puntos de evacuación, ausencia de desbordes de emergencia y otros aspectos vinculados a la falta de mantenimiento. Esta situación provoca retenciones de agua en zonas de circulación y filtraciones que se canalizan por fisuras, encuentros entre elementos estructurales o que atraviesan distintos elementos como las losas.

El ingreso de agua en los elementos de hormigón armado no solo agrava la condición de las armaduras frente a la corrosión, como se mencionó anteriormente, sino que provoca nuevas lesiones, como las eflorescencias, y favorece otras como la colonización vegetal y animal.



Figura 16. Pasaje de agua entre los elementos de hormigón armado y comienzo de acumulación en planos horizontales a partir del inicio de una tormenta de lluvia y vientos intensos

5. CONCLUSIONES

En primer lugar, cabe señalar que, a pesar de las limitaciones expuestas al inicio del artículo, la metodología aplicada y los resultados obtenidos permitieron establecer un diagnóstico preliminar del estado de conservación del estadio. Asimismo, se considera necesario profundizar en la caracterización de los materiales, los elementos constructivos y las patologías identificadas. Para ello, resulta pertinente incorporar técnicas complementarias tales como ultrasonidos, georradar, entre otras y, especialmente, incrementar el número de muestras, testigos y puntos de muestreo, con el propósito de fortalecer la confiabilidad de los ensayos, tanto *in situ* como en laboratorio.

Con relación a las conclusiones alcanzadas, el informe realizado permite afirmar que no existen evidencias de problemas que comprometan la seguridad estructural en condiciones de uso debidamente explicitadas y controladas. Sin embargo, algunas fisuras, recubrimientos escasos, pérdida de alcalinidad en el hormigón en profundidades variables o la presencia de acero expuesto y corroído, advierten sobre procesos patológicos que inciden directamente en la durabilidad y que podrían llegar a afectar la seguridad estructural a mediano o largo plazo.

La edad del estadio, las exigencias constructivas y estructurales, las condiciones ambientales a las que se encuentra expuesto y el escaso o nulo mantenimiento, son factores determinantes de su estado actual.

Por lo expuesto, se entiende necesario tomar acciones que permitan revertir los procesos patológicos a los efectos de detener el deterioro que ellos ocasionan y prolongar la vida útil del bien.

Respecto a las patologías observadas, se deben eliminar las causas que ocasionan las diversas lesiones para posteriormente proceder a la reparación, asegurando que no se generen nuevos daños por problemas de incompatibilidad entre materiales, mala ejecución, u otros.

De la misma manera, se considera primordial implementar medidas que apunten a proteger todos los elementos estructurales de hormigón armado existentes de la incidencia directa de agentes climáticos y, especialmente, de la lluvia. Las superficies horizontales deben garantizar la evacuación de aguas pluviales de forma rápida, evitando estancamientos y chorreados por juntas de trabajo o entre elementos estructurales. Para ello, es necesario rectificar pendientes, verificar las áreas de las superficies a desaguar, la cantidad de puntos de desagües y sus diámetros. Se debe considerar el diseño integral de estos planos, contemplando una correcta estanqueidad y protección frente al agua (para evitar filtraciones y humedades), la incidencia de la radiación solar (por movimientos térmicos), así como la resistencia al desgaste ocasionado por el tránsito de las personas, entre otros. En este sentido, se debe garantizar el correcto desempeño de las juntas de trabajo existentes entre los elementos de hormigón, para que permitan el movimiento de los elementos estructurales y a su vez, impidan el paso del agua. Asimismo, se entiende necesario aplicar en las superficies verticales e inclinadas una protección hidrorrepelente. En todos los casos, se recomienda el empleo de productos permeables al vapor de agua.

Con relación al uso, se recomienda limitar la sobrecarga de uso y no incrementar la carga permanente, así como dotar de protecciones especiales, a aquellas zonas del edificio con alto tránsito, previniendo el desgaste acelerado.

Finalmente, se recomienda inspeccionar (Figura 17) y monitorear de forma periódica y sistemática el estado de los componentes estructurales a fin de identificar precozmente la posible aparición de nuevas patologías y actuar en consecuencia. Estos monitoreos también deberán registrar las reparaciones efectuadas, a los efectos de verificar los resultados de las terapéuticas aplicadas, así como también controlar su desempeño y realizar las tareas de mantenimiento que correspondan.



Figura 17. Inspección de elementos estructurales pertenecientes al Estadio

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los entrevistados, al Dr. Eduardo Palermo, a los arquitectos Luis Rodríguez Tellado, María Esther Fernández, Graciela Mussio, Diego Pelaéz y al ingeniero Ernesto Lima por el tiempo destinado a brindar los antecedentes del estadio. Asimismo, a los técnicos y funcionarios de la Intendencia de Rivera que colaboraron con las actividades desarrolladas por el equipo docente en el estadio.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los/as autores/as de este artículo declaran no tener conflictos de intereses financieros, profesionales o personales que pudieran haber influido de manera inapropiada en este trabajo.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Trabajo realizado en el marco del convenio firmado entre la Intendencia de Rivera, Uruguay y la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de la República, financiado por la Intendencia de Rivera.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Gianella Mussio: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Gestión, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Juan José Fontana: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Gestión, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Laura Bozzo: Conceptualización, Investigación, Revisión y edición.

Karen Crosa: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Redacción – borrador original, Visualización, Redacción – revisión y edición.

Marcia Ferreira: Análisis formal, Investigación, Metodología, Visualización.

Leticia Olivera Morixe: Análisis formal, Investigación, Metodología, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Noelia Ramos Borello: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Gestión, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Mariana Saura: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Guillermo Zubeldía: Análisis formal, Investigación, Metodología, Redacción – borrador original.

REFERENCIAS

- [1] Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (1999). Aislamiento térmico de edificios. Zonificación climática. (UNIT-ISO 1026:1999).
- [2] “Características climáticas”. Instituto Uruguayo de Meteorología. Montevideo, Uruguay. Acceso: Nov. 1, 2024. [Online.] Disponible: <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/caracteristicas-climaticas/>
- [3] Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2019). Ensayos de hormigón - Parte 6: Muestreo, preparación y ensayo de testigos de hormigón. (UNIT-ISO 1920-6:2019).
- [4] Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2004). Ensayos de hormigón - Parte 7: Ensayos no destructivos sobre hormigón endurecido. (UNIT-ISO 1920-7:2004).
- [5] American Society for Testing Materials. ASTM C876-99. Standard Test Methods for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete. (1999).
- [6] Asociación Española de Normalización. (2016). Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Medición de la absorción de agua por el método de la pipeta. (UNE-EN 16302:2016).

- [7] Asociación Española de Normalización. (2008). Durabilidad del hormigón. Métodos de ensayo. Determinación de la resistividad eléctrica. Parte 1: Método directo (método de referencia). (UNE 83988-1:2008).
- [8] Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2018). Ensayos de hormigón - Parte 5: Densidad y profundidad de penetración del agua. (UNIT-ISO 1920-5:2018).
- [9] International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures. (1997) Testing and modelling chloride penetration in concrete. (Rilem Tc 178-Tmc).
- [10] T. De Rincón, O.; DURAR NETWORK MEMBERS. Manual for inspecting, evaluating and diagnosing corrosion in reinforced concrete structures. Maracaibo, Venezuela: CYTED (1997/1998/2001) (1st ed., 2nd ed., and 3rd ed. In Spanish), 2000 (1st. ed. in English).
- [11] Lima, E. (1995). Control de calidad del hormigón estructural en el estadio municipal de Rivera. XXVII Jornadas latinoamericanas de ingeniería estructural, Tucumán, Argentina.
- [12] Asociación Española de Normalización. (2019). Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras. (UNE-EN 1990:2019).
- [13] Asociación Española de Normalización. (2019). Eurocódigo 1. Acciones en estructuras. Parte 1-1: Acciones generales. Pesos específicos, pesos propios y sobrecargas de uso en edificios. (UNE-EN 1991-1-1:2019).
- [14] Asociación Española de Normalización. (2020). Eurocódigo 2. Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-2. Reglas generales y reglas para edificación. (UNE-EN 1992-1-1: 2013).
- [15] Monjo Carrió, J. (2010). Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos. Madrid, España; Munilla-Lería.