

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROYECTO FINAL DE GRADO**

**Evaluación estructural del Estadio Ovetenses Unidos  
de la gradería oeste.**

**Autores:**

- Pedro Mathias Paredes Ocampos
- Alvaro Guzmán Britez García

**Tutor:** -MSc. Ing. Fredy Gabriel Ramírez Villanueva

**Cotutor:** -Ing. Esteban Arnaldo Penayo Portillo.

CORONEL OVIEDO, DICIEMBRE 2025



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



Usted es libre de:

- **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

Bajo los siguientes términos:

- **Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniera Civil, aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los siguientes profesores y con la siguiente nota final:

CALIFICACIÓN FINAL: (.....)

ACTA N.º: .....

FECHA: .....

.....  
 Prof. Ing.

.....  
 Prof. Ing.

.....  
 Prof. Ing.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

### **DERECHOS DE AUTOR**

Quienes suscriben, PEDRO MATHIAS PAREDES OCAMPOS y ALVARO GUZMÁN BRITZ GARCÍA, autores del trabajo de investigación titulado “EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL ESTADIO OVETENSES UNIDOS DE LA GRADERIA OESTE”, declaran que voluntariamente ceden a título gratuito en forma pura y simple ilimitada e irrevocablemente a favor de la Facultad de Ciencias y Tecnologías – UNCA, el derecho de autor de contenido patrimonial, que le corresponde sobre el trabajo de referencia. Conforme a lo anteriormente expresado, esta sesión le otorga a la FCyT la Facultad de comunicar la obra divulgarla, publicarla y reproducirla en soportes analógicos o digitales en la oportunidad que así lo estime conveniente. La FCyT deberá indicar qué autoría o creación del trabajo corresponden a nuestra persona y harán la referencia a los autores y a las personas que hayan colaborado en la realización del presente trabajo de investigación. En la ciudad de Coronel Oviedo a los 29 días, del mes de diciembre del año 2025.

.....

Firma

.....

Firma



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios, por permitirnos culminar con éxito tan anhelada carrera y darnos fortaleza en todo momento.

A nuestros amigos, la familia que elegimos tener que nos brindaron sus palabras de aliento, enseñanza y motivación durante las etapas difíciles en todos estos años.

### **DEDICATORIA PEDRO PAREDES**

A mi mamá, Rut Ocampos por su apoyo incondicional en todo este proceso a pesar de las adversidades.

A mis abuelos, Edelmira Martínez y Rafael Ocampos por ser pilares fundamentales en esta larga carrera.

### **DEDICATORIA ALVARO BRITZ**

A mis padres, Oscar Britz y Alicia García, por sus consejos, apoyo incondicional y confianza puesta en mí durante todo este proceso, todo lo que soy y seré, es gracias a ustedes.

A mi hermano Oscar Britz y amigos/as, por las enseñanzas antes y durante la carrera, por los consejos y por ser un motor de crecimiento para mí.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al **Msc. Ing. Fredy Ramírez** y al **Ing. Esteban Penayo**, tutores por sus valiosos consejos durante el proceso de esta tesis, sus orientaciones fueron fundamentales en este proyecto.

Al plantel de la Facultad de Ciencias y Tecnología por brindarnos docentes que impartieron conocimientos de calidad para formarnos en estas áreas.

A nuestros compañeros y amigos quienes nos brindaron conceptos y ayuda en la realización de nuestro proyecto.

También a los compañeros que hicimos durante el camino y en especial al grupo de amigos **“Se pasa todo”** mientras estudiábamos que sin ellos esto no se hubiera logrado y llegamos al último escalón por apoyo de los mismos.

Agradecemos por el tiempo compartido, por las horas estudiadas, por las risas, llantos alegría y frustración que pasamos para poder llegar hasta acá mediante los cuales a día de hoy podemos ser mejores.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **RESUMEN**

En la ciudad de Coronel Oviedo, se encuentra el Estadio Ovetenses Unidos, una infraestructura que originalmente estaba destinada a ser una de las joyas emblemáticas de dicha ciudad, reconocida por ser de carácter deportivo y su ubicación estratégica a nivel nacional.

El presente trabajo tiene la finalidad de evaluar de manera objetiva el comportamiento estructural de la misma y determinar si su desempeño actual cumple con los criterios mínimos de seguridad, confort y servicios establecidos en las normas constructivas vigentes.

La investigación se llevó a cabo debido a la necesidad de conocer el estado real de la estructura y poder tener una información confiable sobre sus posibles fallencias.

Entre los objetivos del proyecto incluyen de identificar las características geotécnicas del terreno en donde se encuentra el estadio, de establecer parámetros físicos y mecánicos de los elementos estructurales evaluados y la comparación entre los resultados que obtenidos de la realidad y lo establecidos por normas.

Para cumplir con estos objetivos, se realizó una combinación de análisis teóricos modelaciones estructurales y mediciones in- situ. Toda la información recopilada fue contrasta con criterios normativos con el fin de establecer comparaciones objetivas y parámetros de referencia.

Los resultados obtenidos permiten identificar con claridad el comportamiento actual de la estructura y además proporcionara una información valiosa para la toma de decisiones de proyectos de rehabilitación o refuerzo estructural contribuyendo así un desempeño seguro y eficiente del estadio.

### **Palabras Clave**

- Evaluación Estructural
- Modelado Estructural.
- Mediciones in- situ
- Confort
- Seguridad.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **ABSTRACT**

The Ovetenses Unidos Stadium is located in the city of Coronel Oviedo, an infrastructure that was originally intended to be one of the city's emblematic works, recognized for its sports character and its strategic national location.

This study aims to objectively evaluate the structural behavior of the stadium and determine whether its current performance meets the minimum safety, comfort, and service criteria established in the applicable construction standards.

The research was carried out due to the need to understand the actual condition of the structure and to obtain reliable information about its possible deficiencies. The project objectives include identifying the geotechnical characteristics of the terrain where the stadium is located, establishing the physical and mechanical parameters of the evaluated structural elements, and comparing the results obtained in reality with those established by the standards.

To achieve these objectives, a combination of theoretical analyses, structural modeling, and in-situ measurements was performed. All the information collected was compared with normative criteria to establish objective comparisons and reliable reference parameters.

The results obtained allow for a clear understanding of the current behavior of the structure and provide valuable information for decision-making in future rehabilitation or structural reinforcement projects, thereby contributing to ensuring a safe and efficient performance of the stadium.

### **Keywords**

- Structural evaluation
- Structural modeling
- In-situ measurements
- Comfort
- Safety.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

### CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1-	Presentación del tema.....	1
1.2-	Planteamiento del problema.....	2
1.3-	Justificación.....	3
1.4-	Objetivos.....	5
1.5-	Antecedentes.....	6

### CAPITULO II: ANALISIS DE LA SITUACIÓN DEL ESTADIO UNIDOS DE LA GRADERIA OESTE.

2.1-	Ubicación del Estadio Ovetenses Unidos, gradería oeste.....	7
2.2-	Análisis de la situación.....	7

### CAPITULO III: METODOLOGÍA Y NORMAS UTILIZADAS

3.1-	Metodología implementada durante el proyecto.....	9
3.2-	Normas utilizadas.....	10

### CAPITULO IV: REALIZACIÓN DEL PROYECTO DE ANALISIS Y EVALUACIÓN

4.1-	Antecedentes de la obra.....	11
4.1.1-	Planos estructurales existentes del proyecto original.....	11
4.1.2-	Estudios de suelo y geotécnico.....	12
4.2-	Procesamiento de datos.....	13
4.2.1-	Ensayo de dureza superficial (Esclerómetro).....	13
4.2.2-	Ensayo dinámico en losa.....	13
4.2.3-	Ensayo de carga.....	14
4.2.4-	Ensayo de extracción y rotura de probetas testigo.....	15
4.2.5-	Modelado estructural.....	16
4.3-	Análisis comparativo y verificación normativa.....	17
4.3.1-	Ensayo de dureza superficial (Esclerómetro).....	17
4.3.2-	Ensayo dinámico en losa.....	18
4.3.3-	Ensayo de carga.....	18
4.3.4-	Ensayo de extracción y rotura de probetas testigo.....	19
4.3.5-	Resultados del modelado estructural.....	19



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

4.3.6- Resumen de los ensayos.....21

**CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1-Conclusiones y recomendaciones.....22

BIBLIOGRAFIA.....23

ANEXOS.....24



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación real del Estadio Ovetenses Unidos.....	7
Ilustración 2: Planta de fundación del proyecto original.....	11
Ilustración 3: Encofrado entre piso del proyecto original.....	11
Ilustración 4: Armadura de losa del proyecto original.....	12
Ilustración 5: Gráfico de frecuencias de losa.....	14
Ilustración 6: Lecturas de flechas en losa.....	15
Ilustración 7: Extracción de probetas testigo.....	15
Ilustración 8: Rotura de probetas testigo.....	16
Ilustración 9: Modelado estructural.....	17
Ilustración 10: Flecha máxima del modelado.....	19
Ilustración 11: Errores en pilares.....	20
Ilustración 12: Errores en vigas transversales.....	20
Ilustración 13: Resumen de los ensayos.....	21
ANEXOS.....	24
Anexo I	
Ilustración A-1: Estudio de suelos.....	24
Ilustración A-2: Estudio de suelos.....	25
Anexo II	
Ilustración B-1: Procesamiento del ensayo de esclerómetro.....	26
Ilustración B-2: Procesamiento del ensayo de esclerómetro.....	27
Ilustración B-3: Procesamiento del ensayo de esclerómetro.....	28
Ilustración B-4: Procesamiento del ensayo de esclerómetro.....	29
Ilustración B-5: Realización del ensayo de esclerómetro.....	29
Ilustración B-6: Realización del ensayo de esclerómetro.....	30
Anexo III	
Código de procesamiento del ensayo dinámico.....	31
Anexo IV	
Ilustración C-1: Realización del ensayo de carga.....	33
Ilustración C-2: Realización del ensayo de carga.....	34
Ilustración C-3: Realización del ensayo de carga.....	34



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

#### Anexo V

Ilustración D-1: Procesamiento del ensayo de rotura de probeta.....	35
Ilustración D-2: Procesamiento del ensayo de rotura de probeta.....	36
Ilustración D-3: Procesamiento del ensayo de rotura de probeta.....	37
Ilustración D-4: Extracción de probetas testigo.....	38
Ilustración D-5: Probetas testigo.....	38
Ilustración D-6: Rotura de probeta testigo.....	39

#### Anexo VI

Ilustración E-1: Armadura de pilar de 80 cm.....	40
Ilustración E-2: Armadura de pilar de 1m.....	40
Ilustración E-3: Armadura de viga inclinada.....	41
Ilustración E-4: Armadura de viga transversal.....	41
Ilustración E-5: Armadura de viga de escalera.....	42
Ilustración E-6: Errores de viga inclinada.....	43
Ilustración E-7: Errores de pilares.....	43
Ilustración E-8: Núcleo de escalera.....	43



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1- Presentación del Tema

En la ciudad de Coronel Oviedo, en el departamento de Caaguazú se encuentra ubicado el Estadio “Ovetenses Unidos”, siendo este un escenario habitual de eventos futbolísticos, deportivos y sociales de gran magnitud. El estadio fue inaugurado el 26 de mayo del 2013 y posee una capacidad para 10.000 personas, aunque inicialmente fueron construidas las graderías este y oeste.

Se considera de gran relevancia conocer el estado actual de su estructura portante y la seguridad que esta ofrece a los usuarios. En años recientes, se realizaron proyectos de remodelación que incluyeron la construcción de graderías norte y sur, instalación de torres de iluminación, modernización de cabinas, vestuarios y sanitarios, así como adecuaciones del drenaje y empastado.

La presente tesis tiene como objetivo principal **realizar la evaluación estructural del Estadio Ovetenses Unidos de la gradería oeste** mediante la aplicación de métodos técnicos de inspección, ensayos de campo, análisis numérico y verificación conforme a las normativas estructurales vigentes.

A través de este estudio se busca comprobar el comportamiento real de los elementos estructurales, identificar los posibles deterioros en materiales de hormigón armado y acero, y apreciar la capacidad resistente actual de la estructura en relación con las exigencias de seguridad y servicio.

El trabajo se desarrollará a partir de un relevamiento detallado del estadio, abarcando tanto la superestructura de la gradería oeste (graderías, vigas, columnas, losas y escaleras), como la infraestructura. Posteriormente se procederá a la realización de ensayos no destructivos, destructivos y a la elaboración de un modelo estructural representativo, que permita comparar el desempeño teórico con las condiciones reales observadas.

La evaluación estructural del Estadio Ovetenses Unidos no busca proponer una intervención, sino determinar su condición actual desde un punto de vista técnico, proporcionando información



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ**  
Sede Coronel Oviedo  
*Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.*  
**FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.**  
Coronel Oviedo – Paraguay



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

confiable que pueda servir de base para futuros reacondicionamientos, refuerzos o ampliación del mismo.

Asimismo, el estudio pretende contribuir al conocimiento local sobre la evaluación de estructuras existentes, tema de creciente importancia dentro de la ingeniería civil moderno.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **1.2-Planteamiento del Problema**

En la Ciudad de Coronel Oviedo del departamento de Caaguazú, se encuentra el Estadio Ovetenses Unidos, que tendría que haber sido una de las joyas de la infraestructura que presenta dicha ciudad, que se caracteriza por ser una de las ciudades más deportivas a nivel nacional.

Sin embargo, con el paso del tiempo, se ha observado un deterioro progresivo, en diversas partes del estadio y que estas vendrían a afectar la seguridad de las personas y la eficiencia operativa de la misma.

El estadio presenta problemas estructurales que comprometen su confort y su seguridad estructural para los asistentes. Entre los principales problemas que se encuentran serian: Fisuras en los pilares y vigas, armaduras expuestas y corroídas, la losa presenta la filtración de aguas en épocas de lluvia, entre otros aspectos.

Este trabajo tiene como objetivo principal de identificar y evaluar los problemas estructurales presentes en la gradería oeste del Estadio Ovetenses Unidos, con el fin de determinar su condición actual y generar información confiable que sirva como base para futuras decisiones de mantenimiento o refuerzo.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

### **1.3- Justificación**

Dado que Coronel Oviedo, es una ciudad central y estratégicamente ubicada en el Paraguay, su infraestructura debe estar equipada para poder albergar grandes eventos que atraigan a personas de nivel local, regional e inclusive a nivel internacional.

El Estadio Ovetenses Unidos destinado a albergar hasta 10.000 espectadores es un foco importante para el deporte en el interior del país, el estudio y peritaje pertinente de la obra ofrecerá una garantía y conocimiento del desempeño actual de los elementos estructurales que lo conforman.

Los resultados obtenidos ayudaran a la proyección de futuros acondicionamientos del mismo, sirviendo como parámetro para llevar a cabo rediseños o refuerzos de ser necesarios.

Así también ayudara a mejorar la toma de decisiones a la hora de llevar a cabo dichos procedimientos, además de ofrecer un panorama más claro dando paso a soluciones más eficientes.

La presencia de problemas estructurales visibles, como fisuras en elementos estructurales, armaduras expuestas con signos de corrosión y filtraciones en losas, justifica plenamente la ejecución de un diagnóstico detallado que permita tomar decisiones fundadas para su recuperación. Además, el alcance del estudio es factible desde el punto de vista técnico y académico, ya que se disponen de los conocimientos, herramientas y normativa vigente necesaria para llevar a cabo un análisis estructural integral, lo cual garantizará un mejor panorama para futuros proyectos de intervención cuyas soluciones sean seguras, funcionales y económicamente viables.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## 1.4- Objetivos

### Objetivo general:

- 1- Definir el estado actual de la obra existente del Estadio Ovetenses Unidos de la gradería oeste conforme a los resultados del análisis estructural para futuros reacondicionamientos.

### Objetivos Específicos:

- 1- Identificar las características geotécnicas en el terreno de la obra.
- 2- Establecer los parámetros físicos de los elementos estudiados mediante un análisis previo.
- 3- Evaluar la correspondencia entre los resultados de los análisis previos y los requisitos de las normas estructurales vigentes, con el propósito de identificar posibles discrepancias de la estructura existente.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## 1.5 -Antecedentes

- Martínez y Elizabet [1] se presenta un diagnóstico técnico de manifestaciones patológicas en edificios históricos de Asunción, Paraguay. La autora propone una metodología basada en MIVES (Metodología de Valoración Integrada de Sostenibilidad) junto con el método AHP (Proceso Analítico Jerárquico), permitiendo jerarquizar los daños según su impacto estético, estructural y social. A través de funciones de valor, se establece un índice global que cuantifica el nivel de deterioro en seis edificaciones patrimoniales. Este enfoque integrador facilita la toma de decisiones respecto a la conservación del patrimonio construido, ofreciendo una herramienta objetiva y sistemática para priorizar intervenciones.
- Martínez, Melo y Pérez, en [2] realizaron un estudio patológico detallado del Edificio de Oficinas de la Corporación Minuto de Dios, ubicado en Bogotá. La edificación, construida en 1974, presentaba lesiones estructurales como grietas, fisuras, humedades y asentamientos diferenciales. Para su evaluación se aplicaron ensayos destructivos (extracción de núcleos, regatas) y no destructivos (esclerometría, fisurómetros), junto con análisis de suelos y simulaciones estructurales. El diagnóstico evidenció una pérdida de capacidad resistente, atribuida a modificaciones no contempladas en el diseño original, desecamiento del terreno por vegetación cercana y falta de mantenimiento. El estudio propuso intervenciones estructurales como la incorporación de pórticos de concreto reforzado y reforzamiento de elementos críticos, orientadas a recuperar la estabilidad del edificio y mitigar el riesgo sísmico
- Quintana, Duré y Lischuk [3] realizaron un estudio sobre el estado estructural del hormigón armado en edificaciones con más de cinco años de antigüedad en la ciudad de Encarnación, Paraguay. Mediante ensayos no destructivos (esclerometría, ultrasonido y prueba de carbonatación con fenolftaleína) y destructivos (extracción de núcleos para compresión), evaluaron la resistencia y durabilidad del concreto en cuatro obras. Los resultados evidenciaron resistencias por debajo del valor mínimo exigido por la norma CIRSOC 2005 (20 MPa), presencia de carbonatación significativa y heterogeneidades en la masa de hormigón. El estudio resalta la importancia de complementar ambos tipos de ensayos para obtener un diagnóstico estructural confiable y la necesidad de un adecuado mantenimiento.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## Capítulo II- ANALISIS DE LA SITUACIÓN DEL ESTADIO OVETENSES UNIDOS DE LA GRADERIA OESTE.

### 2.1- Ubicación del Estadio Ovetenses Unidos de la gradería oeste.

El Estadio Ovetenses Unidos se encuentra ubicado en la Ciudad de coronel Oviedo del departamento de Caaguazú. Está ubicado en la zona sur de la ciudad, sobre la ruta 8 “Blas Garay” a unos **4 km aproximadamente** de la rotonda de la ruta 8 “Blas Garay” y la ruta 2 “ Mariscal Estigarribia”, en el cual la estructura presente debía presentar el rol de albergar eventos deportivos y sociales de gran magnitud.

En la ilustración 1, se observa la ubicación real del estadio.

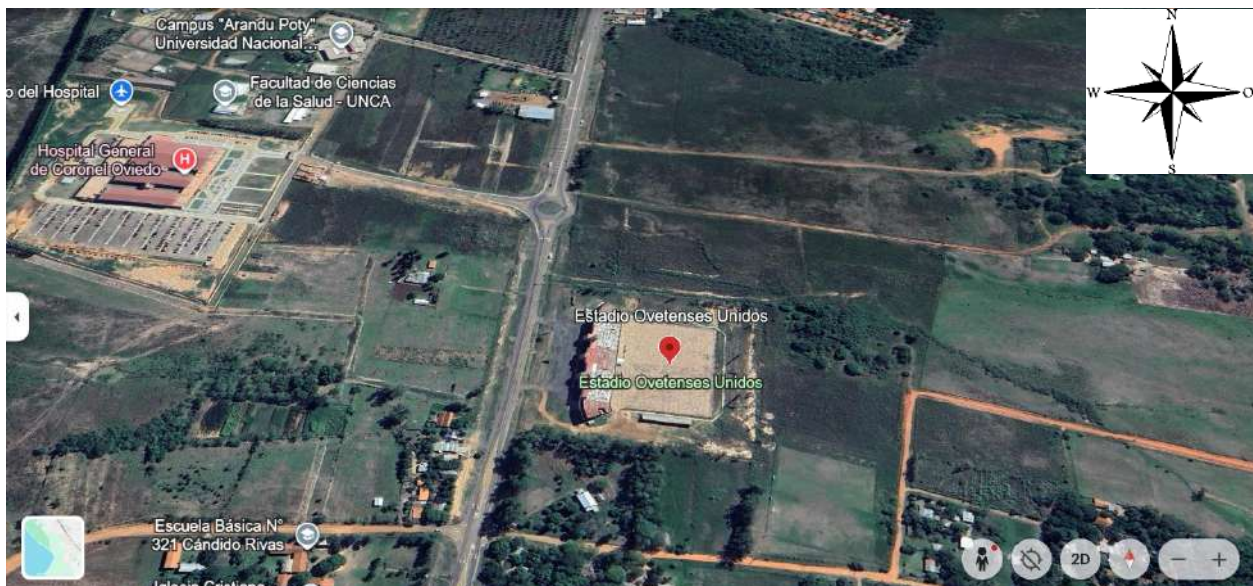


Ilustración 1: Ubicación real del Estadio Ovetenses Unidos- Fuente: Google Earth 2025.

### 2.2- Análisis de la situación.

Para la realización del proyecto de análisis estructural, se procedió inicialmente a recopilar los datos relevados, que se había desarrollado en un proyecto anterior, impulsado por la Facultad de Ciencias y Tecnología en el año 2024, en el cual se obtuvieron las medidas reales del Estadio Ovetenses Unidos.

Y en el año 2025 se llevó a cabo una entrevista al presidente de la Federación Ovetenses de Fútbol, quien expuso su punto de vista y manifestó de la necesidad de su utilización.

Posteriormente se realizó la visita e inspección visual del elemento estructural, durante la cual se constató la existencia de residentes en el lugar y se aprovechó para la realizar entrevistas adicionales con el fin de recabar más información sobre el estado de la estructura.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Con la información obtenida y a la inspección visual, se identificaron las siguientes problemáticas en el elemento estructural.

- Exposición de las armaduras de los elementos estructurales.
- Exposición de las juntas de dilatación de los elementos.
- Armaduras corroídas.
- Fisuras en pilares y vigas.
- Filtración de agua en épocas de lluvias
- Existencia de coqueas en elementos estructurales (vigas y pilares)
- Variación de las dimensiones in- situ, con las documentaciones existentes.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## CAPITULO III- METODOLOGIA Y NORMAS REFERENTES AL PROYECTO.

### 3.1- Metodología implementada durante el proyecto.

A partir de la información recabada en el capítulo II, se realizó un bosquejo teniendo en cuentas las principales problemáticas detectadas con la finalidad de realizar un proyecto de evaluación estructural.

El orden que viene dado el proyecto viene dado de la siguiente manera.

1. **Utilización de los datos previos:** Se utilizaron datos previos del proyecto inicial y del peritaje obtenidos en el proyecto extensión del año 2024.
2. **Entrevistas:** Se realizaron entrevistas al presidente de la Federación Ovetenses de Futbol y los residentes locales del estadio con el fin de recabar información adicional sobre la estructura y su utilización.
3. **Inspección visual:** Se llevo a cabo una inspección visual para poder determinar las principales problemáticas y planificar un cronograma óptimo para afrontar la evaluación del elemento estructural.
4. **Ensayos in – situ:** Se realizaron los ensayos in- situ, ensayo de dureza superficial(esclerómetro), ensayo dinámico de losa, ensayo de carga, extracción y rotura de probetas, destinados a determinar sus propiedades mecánicas y funcionales
5. **Análisis de resultados:** Se analizaron los resultados obtenidos de los ensayos in- situ mencionados anteriormente con el objetivo de evaluar las condiciones generales de dicho elemento.
6. **Modelado estructural:** Se procedió al modelado estructural de la gradería oeste utilizando el software Cype, con el fin de determinar el comportamiento del elemento estructural con los datos obtenidos anteriormente e identificar los grupos de elementos estructurales más afectados.
7. **Presentación de resultados:** Finalmente se presentan los hallazgos obtenidos con los resultados y el modelado. Los resultados se comparan con las dimensiones documentadas y con las normativas vigentes, para evaluar si la estructura cumple con los requisitos mínimos de seguridad y confort. Además, se identificarán los elementos estructurales más críticos de la gradería oeste del Estadio Ovetenses Unidos.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

### 3.2- Normas utilizadas

En este apartado se hace referencia a las normativas técnicas aplicables en ingeniería civil y diseño estructural. Las normas citadas establecen la guía para la evaluación de los elementos de concretos, aceros y otros componentes estructurales.

- Para el ensayo de dureza superficial se utilizó la norma **ASTM C805**. [4].
- Para el ensayo dinámico en losa, se realizó tomando como referencia el libro “**Vibrations Problems in Structures**” [5] de H. Bachmann y siguiendo este marco conceptual, se aplicó un método empírico de bajo costo, consistente en registrar las aceleraciones de las losas con un smartphone y luego calcular la frecuencia natural de la losa con la **Transformada de Fourier**, según el método descrito por Agudelo Zapata [6]. Este enfoque permite obtener una estimación aproximada de las vibraciones frecuencias fundamentales.
- Para el ensayo de carga de losa, se utilizó la norma **ACI 437-2** [7], para poder determinar las deflexiones de la losa al aplicar una carga determinada y para determinar las deflexiones máximas admisibles se utilizó la norma **ACI 318** [8].
- Para el ensayo de compresión de elementos extraídos de la estructura existente se utilizó la norma **ASTM C42/C42 M** [9], la cual establece los procedimientos para la extracción, preparación y ensayos de núcleos de concreto provenientes de elementos construidos.
- Para el modelado de hormigón se utilizó la norma **CIRSOC 201-2005** [10] y para los aceros conformado se utilizó la norma **AISI S100-2016** [11]

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## CAPITULO IV- REALIZACIÓN DEL PROYECTO DE ANALISIS Y EVALUACIÓN.

### 4.1- Antecedentes de la obra.

#### 4.1.1- Planos estructurales existentes del proyecto original.

Para llevar a cabo el análisis y evaluación estructural del Estadio Ovetenses Unidos, se recopilaron los datos de los planos existentes relevados los cuales constituyen la **fente primaria** de información sobre la geometría, dimensiones y disposición de los elementos estructurales.

En la documentación original del proyecto se especifica que la estructura fue diseñada con un **F'c de 21 Mpa.** según los planos, valor utilizado como referencia inicial para la construcción del mismo.

En la ilustración **2,3 y 4** se observan la planta de fundación, encofrado entre piso y la armadura de losas.

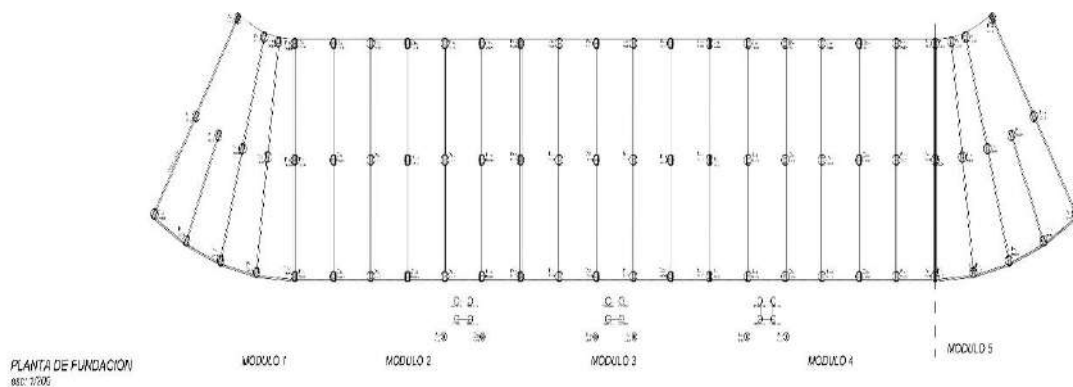


Ilustración 2: Planta de fundación del proyecto original. - Fuente: Proyecto original.

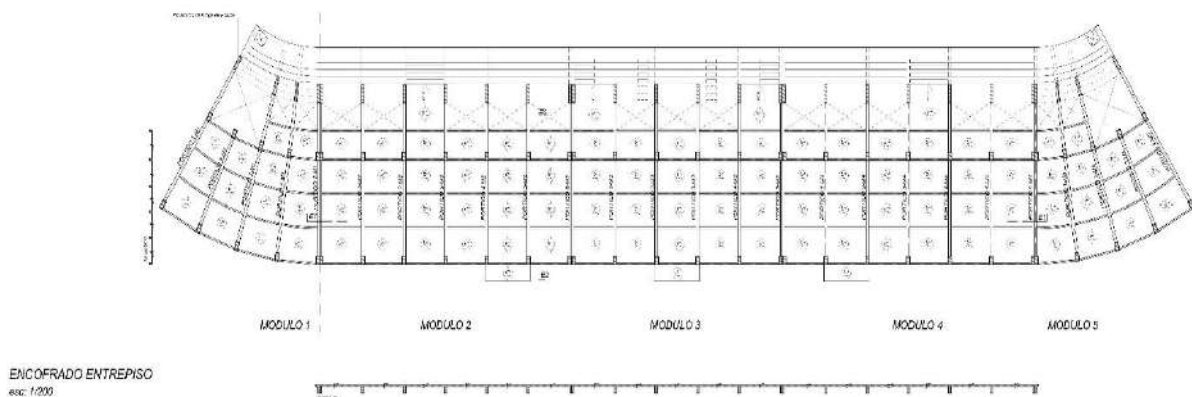


Ilustración 3: Encofrado entre piso del proyecto original-Fuente: Proyecto original

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

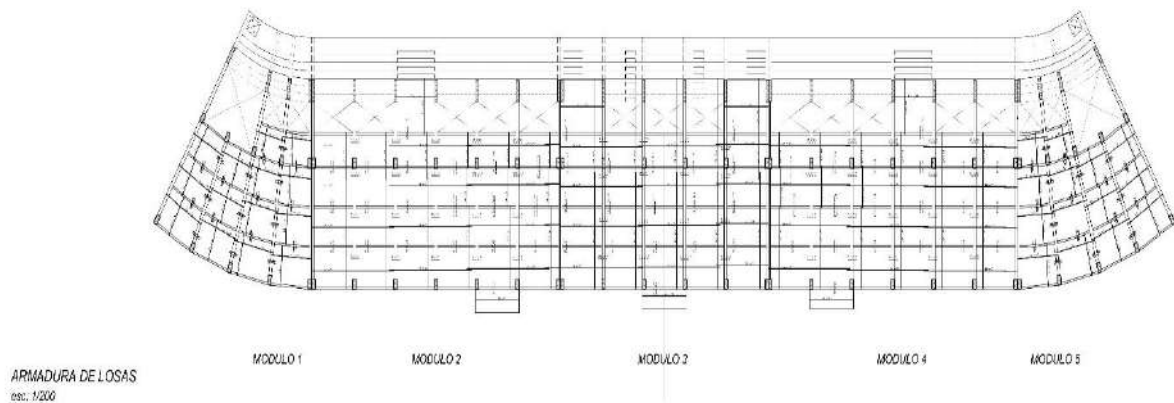


Ilustración 4: Armadura de losas del proyecto original- Fuente: Proyecto original.

Durante la revisión de los planos estructurales existentes, se constató que no se dispone de los planos de detalle de armado de vigas y pilares, ni las especificaciones técnicas del mismo. Esta información es relevante para la definición precisa de armaduras y resistencia de los elementos, por lo que se consideró el relevamiento en campo.

Los planos originales del proyecto, podrán ser visualizados en el **Anexo I**.

#### 4.1.2- Estudios de suelo y geotécnicos.

En este análisis se toma como base el estudio de suelo efectuado para la construcción del proyecto original el cual fue realizado por el **Ing. Carlos R. Bellassai S.** [12] en el año 2010. Dado que **no se registraron movimientos de suelo de gran envergadura, intervenciones masivas, excavaciones profundas ni modificaciones relevantes en el entorno inmediato del proyecto desde la fecha del estudio original se considera técnicamente válido utilizar el estudio de suelo realizado en el año 2010.**

Dicho informe constato ciertos factores importantes para la realización de la fundación de dicha estructura.

Los puntos importantes de dicho estudio fueron:

- Se realizaron **5 sondeos de percusión** de profundidades diferentes, realizando ensayos de penetración estándar (SPT)
- Agua subterránea: Se detecto la presencia de un nivel freático a los 0,90 m de profundidad en el sondeo P2.
- Se detecto una **arcilla limo arenosa de color gris amarillento**, con manchas negras, concreciones y de consistencia dura.

Las recomendaciones para la fundación fueron las siguientes.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

- Tubulones: Apoyados a una profundidad de **6 m**. El ensanche de base se dimensionará con una capacidad portante del terreno de  $25 U/m^2$
- Pilotes: Preferentemente llenados in- situ del tipo **Strauss**. La longitud estimada es de 6 m. La capacidad de carga dependerá del diámetro adoptado.

La fundación adoptada fue de **Tubulones a 7 m de profundidad**, los diámetros adoptados se encuentran en la planta de fundación, anexados en la **Ilustración 2**.

## 4.2- Procesamiento de datos.

En esta sección se describen y se procesan los datos obtenidos de los ensayos realizados sobre la estructura existente, con el objetivo de determinar las propiedades mecánicas de los elementos estructurales.

### 4.2.1- Ensayo de dureza superficial (Esclerómetro).

El ensayo de esclerómetro se realizó sobre elementos representativos de la estructura existente, principalmente sobre pilares, vigas y losas. Las mediciones se realizaron de acuerdo a la norma **ASTM C805** [4], tomando múltiples impactos en cada elemento estructural para poder obtener el índice de rebote.

Los datos obtenidos fueron tabulados y se calcularon los promedios de cada zona evaluada mediante hojas de cálculo en Excel. Esto permitió obtener la primera aproximación del estado de la estructura, identificando variaciones de dureza del material entre los distintos sectores.

Con el resultado del procesamiento la resistencia estimada del hormigón a partir del esclerómetro fue una **resistencia promedio de 19 Mpa**.

Los cálculos detallados y correcciones utilizadas se presentarán en el **Anexo II**.

### 4.2.2- Ensayo dinámico en losa.

Para la evaluación del comportamiento vibratorio de la losa se empleó un enfoque empírico basado en las mediciones de aceleraciones por medio de un smartphone siguiendo la metodología explicada por Agudelo Zapata [6]. Los registros se obtuvieron a través de aceleraciones en los ejes X, Y y Z.

El análisis se realizó a los criterios del libro “Vibrations Problems in Structures” [5] de H. Bachmann, el cual permite evaluar los niveles de vibración y establecer los límites aceptables en estructuras.

Los datos recopilados fueron procesados en Google Colab, empleando un total de 4096 muestras

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

de aceleraciones en los ejes X y Z para cada registro. A partir de estos se datos se aplicó la Transformada de Fourier lo que permitió identificar con precisión los picos de frecuencias asociados a los niveles de vibración predominante de la losa.

Con ello se determinó la frecuencia dominante de la losa el cual es de **1,97 Hz**

Los cálculos, gráficos y resultados pueden visualizarse en el **Anexo III**.

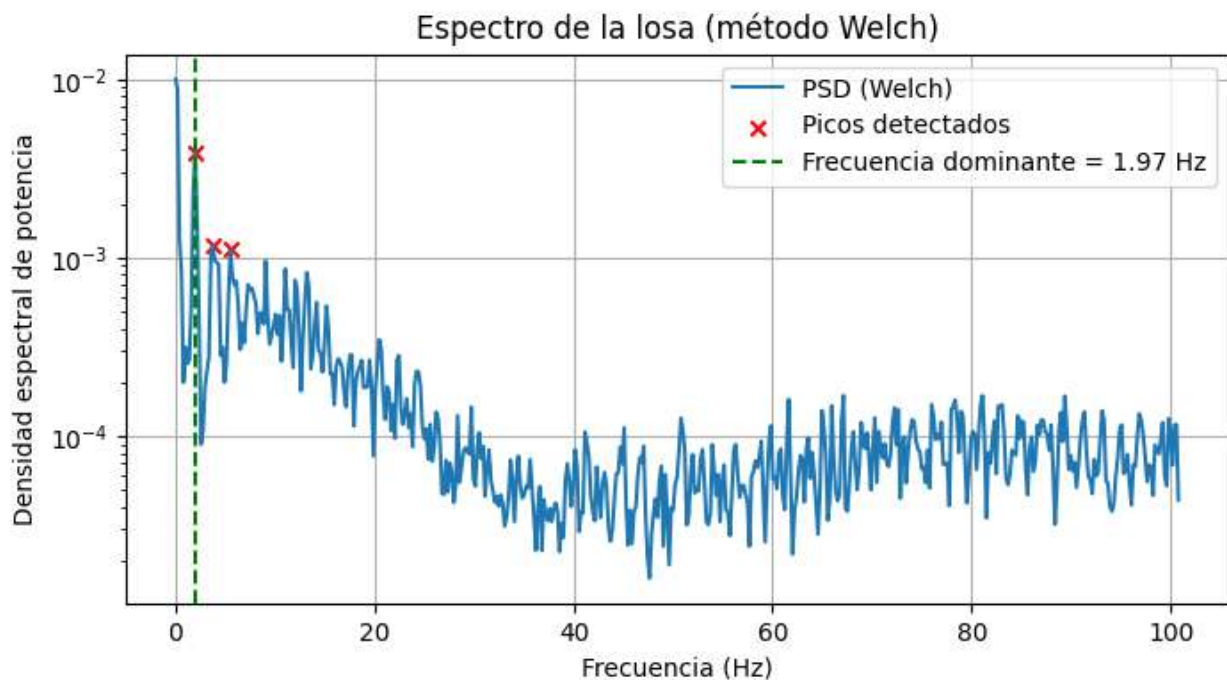


Ilustración 5: Gráfico de frecuencias de la losa- Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.3-Ensayo de Carga.

Para estructurar adecuadamente la metodología del ensayo se tomó como referencia el procedimiento indicado por la norma **ACI 437-2** [7] lo cual establece los lineamientos para el ensayo de carga estática y criterios de aceptación.

Se adopto un método de carga mediante el llenado de una piscina sobre la superficie del elemento estructural. En primer lugar, se realizó la medición de la cota inicial de la losa el cual fue de **4,363 m**, sin carga con el fin de establecer el nivel base del mismo. Posteriormente se realizó el cargado de la piscina de modo de lograr una carga de **5 kN/m<sup>2</sup>** el cual es una sobre carga de uso según la **norma CIRSOC 101** [10], en donde el nivel alcanzado fue de **52 cm** para poder llegar a tener esa presión sobre la estructura y se dejó reposar por 24 hs. para realizar la siguiente medición el cual dio una cota de **4,337 m**. A continuación, se realizó el descargado de las losas y se dejó reposar

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

por otras 24 hs para poder tomar la última medición y la cota fue de **4,348 m.**

Ensayo de Carga Parcial- Estadio Ovetenses Unidos- Coronel Oviedo				
Carga: 5 KN				
Día	Estado	Hora	Lectura (m)	Diferencia (cm)
01/11/2025	Antes de la carga	3:10	4,363	0
02/11/2025	Cargado	4:16	4,337	2,6
03/11/2025	Descargado	5:10	4,348	1,5

*Ilustración 6: Lecturas de flechas en losa. - Fuente: Elaboración propia.*

Los cálculos y detalles del análisis, se visualizarán en el **Anexo IV.**

#### **4.2.4- Ensayo de extracción y rotura de probetas testigo.**

Para la evaluación de la resistencia del hormigón se procedió a la extracción de probetas cilíndricas directamente de la estructura existente, siguiendo las pautas de la norma **ASTM C42/C42M.**

Se identificaron zonas significativas de la estructura, de modo a poder tener una cantidad igual de testigos en cada zona. La extracción se realizó con una perforadora de hormigón con una corona diamantada de 110 mm. con refrigeración con agua de modo a evitar fisuras o daños adicionales en las probetas. En total se extrajeron 15 probetas, con un diámetro de 100 mm y las longitudes varían dependiendo del ancho del elemento estructural.



*Ilustración 7: Extracción de probetas testigo- Fuente: Elaboración propia*

Posteriormente, se midieron y registraron las dimensiones de los testigos y se prepararon los

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

extremos para poder tener superficies planas y perpendiculares al eje longitudinal. Los testigos se ensayaron “as received” es decir sin someterlos a una saturación en agua. Cada probeta se colocó en la prensa centrada y alineada sin que posea excentricidad y en los extremos se le colocó una almohadilla de neopreno de modo a poder distribuir mejor la fuerza aplicada.



Ilustración 8: Rotura de probetas testigo- Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se consignaron los resultados de cada probeta, atendiendo las dimensiones de **alto y ancho** de cada una, ya que la resistencia obtenida debe corregirse por su factor.

El resultado general obtenido de la resistencia fue de **18,33 Mpa**.

Los detalles del cálculo y procesamiento se podrán visualizar en el **Anexo V**.

#### **4.2.5- Modelado estructural.**

Para el desarrollo del modelado estructural de la edificación se utilizó el programa CypeCad en su versión campus el cual fue otorgado a nosotros por un convenio realizado por la FCyT y CypeCad el cual nos dio la posibilidad de utilizarlo de manera gratuita. Además, la bibliografía utilizada fue el de **CIRSOC 201-2005** [10] para el hormigón y para los aceros conformados se utilizó la norma **AISI S100-2016** [11].

Para el modelado se integraron los resultados obtenidos de laboratorio como la información recopilada de campo y el análisis de documentos existentes de dicho elemento. En primer lugar, la determinación de las propiedades mecánicas del hormigón utilizadas en el modelado, fueron determinadas a partir del “ensayo de extracción y rotura de las probetas testigo” el cual se

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

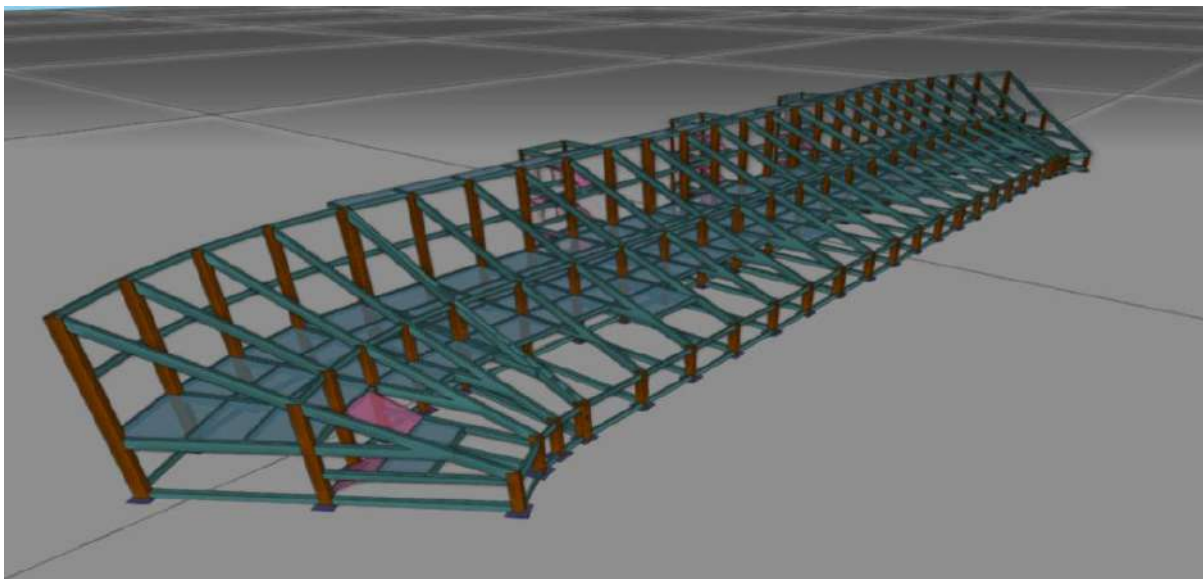
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

adoptó una resistencia  $f_c$  de **18 MPa**.

Por otra parte, el armado de los elementos estructurales se llevó a cabo de dos fuentes principales.

- Observación in situ: Para el armado de las vigas y pilares se recurrió a la observación in situ de los mismos, considerando diámetros, espaciamientos entre varillas, estribos y la configuración entre las mismas.
- Documentación del proyecto original: Para el armado de las losas se utilizaron los planos existentes del mismo, utilizándose como referencia para contrastar el diseño de los elementos.

Por otra parte, las dimensiones de la estructura fueron corroboradas y adoptadas del proyecto de extensión del año 2024. La combinación de estas fuentes permitió establecer un modelo estructural coherente con las condiciones reales de la estructura.



*Ilustración 9: Modelado estructural- Fuente: Elaboración propia*

Los detalles de las vigas, pilares y escaleras se visualizarán en el **Anexo VI**.

### **4.3- Análisis comparativo y verificación normativa.**

#### **4.3.1- Ensayo de dureza superficial (Esclerómetro).**

El índice de rebote promedio registrado en los elementos evaluados corresponde a una resistencia estimada de **19 MPa**, según las correlaciones establecidas en el procesamiento de datos.

De acuerdo a la documentación del proyecto original la resistencia característica del hormigón es de **21 MPa**.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

El valor estimado de  $f'c$  es **menor** del proyecto original, indicando una disminución respecto a la resistencia requerida originalmente.

Conforme a la **ASTM C805** [4] el ensayo de esclerómetro constituye un método indirecto sujeto a variaciones de carácter superficial, pudiendo subestimar o sobreestimar la resistencia real del hormigón.

Considerando la comparación realizada podemos decir que el parámetro evaluado **no cumple** con la resistencia especificada del proyecto original. Dado también las desviaciones significativas que presenta el ensayo, esta condición puede ser confirmada con el ensayo de extracción y roturas de probetas testigo los cuales proporcionan la verificación  $f'c$  real de la estructura.

#### **4.3.2- Ensayo dinámico en losa.**

El resultado obtenido del análisis de la vibración de la losa del estadio fue de **1,97 Hz**.

Según H. Bachman [5], para pisos o losas sometidas a movimientos dinámicos intensos los niveles de frecuencia mínima recomendada suelen ser de **4 a 8 Hz**.

La vibración medida se encuentra por **debajo del rango recomendado** indicando que la losa podría experimentar vibraciones perceptibles durante su ocupación y actividades con movimientos rítmicos de gran magnitud.

#### **4.3.3- Ensayo de Carga.**

La máxima deflexión medida en la losa cargada de la estructura fue de **2,6 cm**. Según el modelo estructural desarrollado con los datos obtenidos in- situ y del proyecto original, nos da que la deflexión máxima teórica es de **2,125 cm**.

Y la deflexión máxima por norma se rige por la norma de **ACI 318** [8], el cual es de **1,71 cm**.

La deflexión experimental es ligeramente superior a la deflexión teórica del modelado y la deflexión máxima por norma, esto debe de ser debido a la variación de rigidez del elemento estructural, por efectos constructivos entre otros aspectos.

Por ende, podemos asumir que la deflexión en campo **no cumple** con la deflexión admisible por norma y la deflexión máxima del modelado.

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

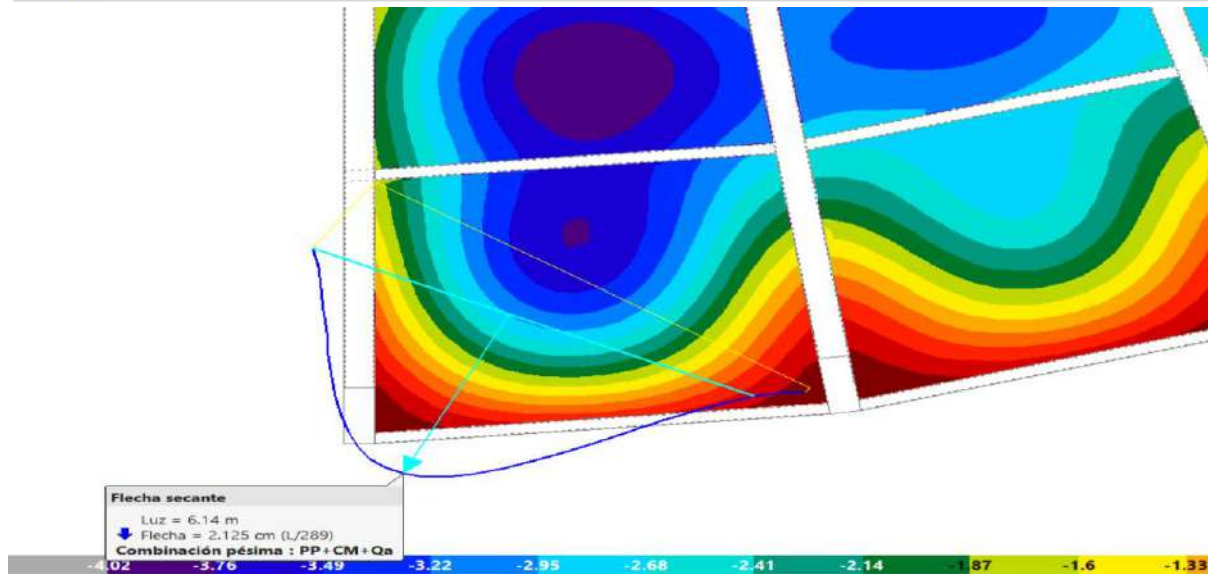


Ilustración 10: Flecha máxima del modelado- Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.4- Ensayo de extracción y rotura de probetas testigo.

Las probetas testigos extraídas y ensayadas dieron un  $f'c$  promedio de **18,33 MPa**. Y el valor de  $f'c$  previsto en el proyecto original de la estructura es de **21 MPa**.

Al comparar ambos resultados vemos que el  $f'c$  del ensayo **es menor** al del proyecto original. Esta discrepancia puede deberse a variaciones de los materiales, el curado del hormigón, entre otros factores.

Por lo tanto, el  $f'c$  del ensayo **no cumple** con la resistencia original del proyecto.

#### 4.3.5- Resultados del modelo estructural.

En el modelado se encontraron ciertas problemáticas en los distintos componentes de la estructura de acuerdo a las condiciones asumidas.

Las cuáles serán detalladas mejor para comprender los aspectos críticos del modelado.

- Los pilares más desfavorables presentan los errores más comunes.
  - Agotamiento por cortante
  - Separación mínima entre estribos
  - Límite de agotamiento frente a solicitaciones normales
- Las vigas más desfavorables presentan los errores más comunes
  - Límite de agotamiento por cortante
  - Límite de agotamiento por solicitaciones normales
  - Flecha activa



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

- Falla por cortante
- Núcleo de escaleras
  - Falla por cortante
- Losas
  - Falla por punzonamiento

**Armadura mínima y máxima (CIRSOC 201-2005, Artículo 10.9.1)**

El área de armadura longitudinal,  $A_{st}$ , para elementos comprimidos no compuestos, debe ser (Artículo 10.9.1):

$$A_{st} \geq 0.01 \cdot A_c$$

$$37.70 \text{ cm}^2 \geq 40.00 \text{ cm}^2 \quad \times$$

$$A_{st} \leq 0.08 \cdot A_c$$

$$37.70 \text{ cm}^2 \leq 320.00 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

$A_c$ : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{4000.00} \text{ cm}^2$$

Ilustración 11: Errores en pilares. -Fuente: Elaboración propia.

**Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (CIRSOC 201-2005, Artículo 11)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{1.659} \quad \times$$

Donde:

$V_{u,y}$ : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{u,y} : \underline{381.81} \text{ kN}$$

$\phi \cdot V_{n,y}$ : Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

$$\phi \cdot V_{n,y} : \underline{230.08} \text{ kN}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '10.399 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa".

Ilustración 12: Errores en vigas transversales. - Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración **11** y **12** se anexaron algunos de los errores más puntuales identificados. No se incluyeron las demás anomalías existentes, sino aquellos que fueron considerados más relevantes. En el modelado estructural **no se incorporó del análisis de las fundaciones** debido a que no se disponía de **información confiable sobre su condición y comportamiento real**. Obtener estos datos requería la realización de estudios específicos que no fueron ejecutados en esta etapa del trabajo por limitaciones técnicas, logísticas y operativas, pues implican intervenciones invasivas en la estructura existente, el uso de equipos especializados y coordinaciones operativas que exceden las posibilidades del presente análisis.

Ante la ausencia de información verificable, cualquier intento de incluir las fundaciones en el modelo habría dependido de **suposiciones no comprobables**, lo que distorsionaría el comportamiento real de la superestructura y podría conducir a interpretaciones estructurales



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

incorrectas.

Las problemáticas identificadas en el modelado estructural destacan los puntos que requieren atención sirviendo como base para el análisis de los errores y su impacto.

#### **4.3.6- Resumen de los ensayos.**

En este apartado se presentan de manera sintetizada los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el estadio. Se muestran los valores medidos, su comparación con las normas referentes o con los valores mínimos necesarios para su verificación.

Evaluación Estructural del Estadio Ovetenses Unidos - Coronel Oviedo			
Ensayos realizados	Resultados	Criterio/referencia	Verificación
Ensayo de dureza superficial	19 MPa.	21 MPa.	NO VERIFICA
Ensayo dinámico.	2 Hz	4 Hz a 8 Hz.	NO VERIFICA
Ensayo de Carga (Norma)	2,6 cm	1,71 cm	NO VERIFICA
Ensayo de Carga (Modelado)	2,6 cm	2,125 cm	NO VERIFICA
Ensayo de extracción y rotura de testigos.	18,33 MPa	21 MPa.	NO VERIFICA

*Ilustración 13: Resumen de los ensayos. - Fuente: Elaboración propia.*

Esta síntesis permite visualizar de forma clara y rápida el comportamiento general de la estructura.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 5.1- Conclusiones y recomendaciones

El análisis estructural del Estadio Ovetenses Unidos de la gradería oeste, basado en la documentación sistemática de los resultados de ensayos de campo y laboratorio, ha permitido establecer el comportamiento real de los elementos estructurales. La comparación de los valores obtenidos con los valores del proyecto original y los criterios normativos arroja las siguientes conclusiones

1. **Incumplimiento estructural:** Los resultados obtenidos del análisis de la estructura **no verifican** con los parámetros establecidos por normas y valores mínimos. Esta situación indica un riesgo estructural y puede atribuirse a factores humanos y constructivos inherentes al proceso de edificación.
2. **Resistencia inferior al diseño:** Se demostró que la resistencia real del hormigón ( $f'c$ ) de la gradería oeste **es menor** al valor de diseño establecido en el proyecto original.
3. **Deflexiones excesivas:** Se identificó la aparición de flechas excesivas las cuales **son superiores** a las permitidas por la norma y a las predichas por el modelo teórico (modelado)
4. **Vibración de losa:** Se constató que la vibración de losa **es menor** a las vibraciones mínimas comparadas.

Con esta información tenemos una perspectiva de las áreas donde la estructura posee desviaciones respecto a lo proyectado originalmente y proporciona una base confiable y sistemática del estado actual del estadio para la toma de decisiones.

**Se recomienda**, un análisis técnico-económico que permita evaluar la factibilidad y la viabilidad del reacondicionamiento o refuerzo de la estructura del Estadio Ovetenses Unidos de la gradería oeste.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## Bibliografía

- [1] Iglesia Martinez y Gloria Elizabet, Diagnóstico de Manifestaciones Patológica en Edificios Históricos de Asunción, Asunción, 2023.
- [2] A. L. P. M. Q. y. I. A. P. C. Arq. Yovani Martinez Espejo, Estudio Patologico- Estudio de oficinas corporación minuto de Dios, Bogota, 2018.
- [3] S. D. y. I. L. Carmen Quintan, Estado estructural del hormigón armado en edificaciones de distintas edades en estado de servicio de la ciudad de Encarnación, Encarnación, 2023.
- [4] A. International, «ASTM C805/C805M-18: Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete,» ASTM International, West Conshohocken, PA, USA., 2018.
- [5] H. Bachmann, C. Ammann, B. Böisinger, P. Huber, y C. Müller, ibration Problems in Structures: Practical Guidelines, Switzerland: Birkhäuser: 3.<sup>a</sup> ed. Basel, 1995.
- [6] J. A. A. Zapata, «Cómo obtener las frecuencias fundamentales de una estructura con tu Smartphone,» 23 Jun 2024. [En línea]. Available: <https://estructurando.net/2014/06/23/como-obtener-las-frecuencias-fundamentales-de-una-estructura-con-tu-smartphone/>.
- [7] A. 437-2, «Code Requirements for Load Testing of Existing Concrete Structures and Commentary,» American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, USA,, 2014.
- [8] A. C. Institute, «Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary,» ACI, Farmington Hills, MI, USA, 2019.
- [9] C. ASTM, «Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete,» ASTM International, West Conshohocken, PA, USA, 2020.
- [10] C. (. d. I. d. I. R. N. d. S. p. I. O. Civiles), «REGLAMENTO ARGENTINO DE CARGAS PERMANENTES Y SOBRECARGAS MÍNIMAS DE DISEÑO PARA EDIFICIOS Y OTRAS ESTRUCTURAS,» Reglamento CIRSOC 101, Buenos Aires, Arg., 2005.
- [11] A. I. a. S. I. (AISI), «North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members (AISI S100-2016),» AISI, Washington, DC, USA , 2016.
- [12] C. R. Bellasai S., «Estudio de Suelos - Obra: Estadio Coronel Oviedo,» Coronel Oviedo- Paraguay, 2010.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## ANEXOS

### Anexo I: Documentos originales del proyecto.

. Observación: Los planos originales del proyecto podrán visualizarse en el pdf “**Planos originales del Estadio Ovetenses Unidos**” para mejor visualización.

#### 5. RESULTADOS OBTENIDOS

En las láminas del Anexo I se presentan en forma detallada los resultados de los ensayos de penetración estando los mismos graficados conforme con la escala superior horizontal y numerada de 0 a 50. Para valores de penetración superiores a 50 los resultados se presentan en la columna de la derecha en forma de número fraccionario indicando el numerador la cantidad de golpes necesarios para que el sacamuestras penetre la longitud indicada en el denominador del ensayo correspondiente.

Como podemos observar en los perfiles geotécnicos del Anexo I, desde superficie y hasta aproximadamente 0,6 m de profundidad se ha detectado arena limosa de color gris. Subyacente y hasta profundidades que varían entre 6 m y 7 m se han observado capas entrecruzadas de arcilla limo arenosa de color gris amarillento, en algunos casos con manchas negras y concreciones. A partir de allí y hasta el final de los sondeos se ha detectado arcilla limo arenosa de color gris amarillento, con manchas negras y concreciones, dura.

Las perforaciones de los sondeos P1, P2 y P4 han sido detenidas al detectar valores de números de golpes "N" del ensayo de penetración estándar superiores a 50.

#### 6. RECOMENDACIONES

Atendiendo a los resultados obtenidos y al tipo de obra proyectada, se presentan las siguientes recomendaciones de fundación:

- Fundación utilizando tubulones apoyados a una profundidad de 6 m. El ensanche de base de dichos tubulones será dimensionado con una capacidad portante del terreno de  $25 \text{ Um}^2$ .
- Fundación utilizando pilotes preferentemente llenados in situ del tipo Strauss. La longitud estimada de dichos pilotes será de 6 m. La capacidad de carga admisible dependerá del diámetro adoptado.

Piribebuy - N° 621 casi 15 de Agosto, Asunción -  
Teléfono-Fáx: 443.998 • 445.130  
carlosbellassi@tigo.com.py

Ilustración A- 1: Estudio de Suelos. - Fuente: Proyecto original.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

*(Cubos: IR. U3e1/assafS  
 Im: (i)llf -4 (;cn/coüen*

*L:~N/ijj), (c;ij)ñccmcc0  
 In/bmte... i:(uu7)0*

(Cabe mencionar que todas las recomendaciones del presente informe están basadas en las informaciones contenidas en los perfiles de suelo obtenidos en lugares puntuales, por lo que en algunos casos pueden presentarse durante la ejecución de las fundaciones situaciones diferentes a la de los sondeos. En caso de producirse esta situación, será necesaria la participación de un ingeniero especialista en fundaciones a fin de definir los criterios a ser adoptados para dichos casos.

Asunción, 27 de enero de 2010

  
**Carlos R. Bellasari Sisa**  
 Ing. Civil-Geotécnico

*Ilustración A- 2: Estudio de Suelos. - Fuente: Proyecto Original.*



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

**Anexos II: Ensayo de Dureza Superficial (Esclerómetro)**

Ensayo de esclerometría - Estadio Ovetenses Unidos, gradería Oeste - Coronel Oviedo								
N°	Elemento	Áng	Índice de rebote	Resistencia	Mediana	Dif.	Accept / rechazo	
1	Pilar 2	0°	23	14	17	4	Aceptado	Si más del 20% de todas las lecturas difieren de la mediana en más de 6 unidades, se descartará la totalidad de las lecturas
			25	16		1		
			25	16		1		
			22	12		5		
			24	15		2		
			26	18		-1		
			35	32		-15		
			27	19		-2		
			25	16		1		
			27	19		-2		
			33	29		-12		
2	Pilar 5	0°	34	30	31	1	Aceptado	
			36	34		-2		
			30	24		7		
			37	35		-4		
			26	18		13		
			35	32		-1		
			34	30		1		
			35	32		-1		
			31	25		6		
			37	35		-4		
			30	24		7		
42	44	-13						
3	Viga Inclínada 12	0°	31	25	25	0	Aceptado	
			31	25		0		
			33	29		-3		
			23	14		12		
			32	27		-2		
			29	22		3		
			34	30		-5		
			23	14		12		
			26	18		8		
			32	27		-2		
			25	16		9		
32	27	-2						
			37	35	34	-2	Aceptado	
			40	40		-7		
			44	48		-14		
			27	19		14		
			36	34		0		

Ilustración B- 1: Procesamiento del ensayo de esclerómetro. - Fuente: Elaboración propia.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

4	Viga 12	0°	30	24		10	
			31	25		8	
			36	34		0	
			37	35		-2	
			38	37		-3	
			34	30		3	
			34	30		3	
5	Losa mediana	270°	24	15	14	19	Aceptado
			24	15		19	
			21	11		23	
			23	14		20	
			32	27		7	
			20	9		24	
			26	18		16	
			22	12		21	
			22	12		21	
			24	15		19	
6	Pilar 25	0°	36	34	31	0	Aceptado
			37	35		-2	
			34	30		3	
			28	21		13	
			37	35		-2	
			35	32		2	
			36	34		0	
			34	30		3	
			34	30		3	
			32	27		7	
7	Viga inclinada 25	0°	23	14	19	20	Aceptado
			27	19		14	
			28	21		13	
			25	16		17	
			24	15		19	
			27	19		14	
			33	29		5	
			34	30		3	
			26	18		16	
			20	9		24	
27	19	14					
33	29	5					
			26	18		16	
			30	24		10	
			29	22		11	
			32	27		7	

Ilustración B- 2: Procesamiento del ensayo de esclerómetro. - Fuente: Elaboración propia.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

8	Viga inclinada 14	0°	25	16	21	17	Aceptado
			26	18		16	
			31	25		8	
			24	15		19	
			28	21		13	
			28	21		13	
			36	34		0	
			24	15		19	
9	Viga 16	90°	32	27	30	7	Aceptado
			38	37		-3	
			36	34		0	
			34	30		3	
			35	32		2	
			38	37		-3	
			24	15		19	
			24	15		19	
			34	30		3	
			31	25		8	
			31	25		8	
			35	32		2	
10	Pilar 16	0°	28	21	22	13	Aceptado
			27	19		14	
			31	25		8	
			32	27		7	
			27	19		14	
			23	14		20	
			29	22		11	
			29	22		11	
			32	27		7	
			28	21		13	
			29	22		11	
			28	21		13	
11	Pilar 17	0°	28	21	22	13	Aceptado
			37	35		-2	
			31	25		8	
			29	22		11	
			22	12		21	
			35	32		2	
			34	30		3	
			27	19		14	
			29	22		11	
			25	16		17	
			32	27		7	
			20	9		24	
			27	19		14	
			32	27		7	
			27	19		14	

*Ilustración B- 3: Procesamiento del ensayo de esclerómetro. - Fuente: Elaboración propia.*

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

12	Losas de escalera	0°	38	37	23	-3	Aceptado
			26	18		16	
			26	18		16	
			25	16		17	
			28	21		13	
			36	34		0	
			31	25		8	
			35	32		2	
			36	34		0	

Resistencia promedio en probeta cúbica (kg/cm <sup>2</sup> )	24
Resistencia promedio en probeta cilíndrica (Mpa)	19

Se adopta: **19 Mpa**

*Ilustración B- 4: Procesamiento del ensayo de esclerómetro. - Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración B- 5: Realización del ensayo de esclerómetro. - Fuente: Elaboración propia.*



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



*Ilustración B- 6: Realización del ensayo de esclerómetro. - Fuente: Elaboración propia.*



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

### Anexo III: Procesamiento del ensayo dinámico.

```
# ANALISIS DE FRECUENCIA A PARTIR DE ACELERACION (EJES X Y Z)

# --- ◇ CONFIGURACIÓN INICIAL ---
# Subí tu archivo Excel (con columnas: tiempo, ax, az)
# Te pedirá seleccionar el archivo desde tu PC
from google.colab import files
uploaded = files.upload()

# Nombre de tu archivo (ajústalo según el nombre real)
file_name = list(uploaded.keys())[0]
df = pd.read_excel(file_name)

# --- ◇ NOMBRES DE COLUMNAS ---
# Ajusta si tus columnas tienen otros nombres
t = df.iloc[:,0].values # Tiempo [s]
ax = df.iloc[:,1].values # Aceleración eje X
az = df.iloc[:,2].values # Aceleración eje Z

# --- ◇ FRECUENCIA DE MUESTREO ---
dt = np.median(np.diff(t))
fs = 1.0 / dt
print(f"Frecuencia de muestreo estimada: {fs:.2f} Hz")

# --- ◇ PREPROCESADO ---
ax = detrend(ax - np.mean(ax))
az = detrend(az - np.mean(az))
amag = np.sqrt(ax**2 + az**2) # Magnitud combinada

# --- ◇ ESPECTRO POR METODO DE WELCH ---
f, Pxx = welch(amag, fs=fs, window='hann', nperseg=min(1024, len(amag)))
```



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

```
# --- ◇ DETECCION DE PICOS ---
peaks, props = find_peaks(Pxx, height=np.max(Pxx)*0.1)
if len(peaks) > 0:
    dominant_freq = f[peaks[np.argmax(props['peak_heights'])]]
    print(f"\nFrecuencia dominante detectada: {dominant_freq:.3f}
    Hz")
else:
    print("\nNo se detectaron picos significativos. Revisa tus datos
    o el umbral.")
# --- ◇ GRAFICO ---
plt.figure(figsize=(8,4))
plt.semilogy(f, Pxx, label='PSD (Welch)')
if len(peaks) > 0:
    plt.scatter(f[peaks], Pxx[peaks], color='red', marker='x',
    label='Picos detectados')
    plt.axvline(dominant_freq, color='green', linestyle='--',
    label=f'Frecuencia dominante = {dominant_freq:.2f} Hz')
plt.xlabel('Frecuencia (Hz)')
plt.ylabel('Densidad espectral de potencia')
plt.title('Espectro de la losa (método Welch)')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()
```

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

#### **Anexo IV: Procesamiento del ensayo de Carga.**

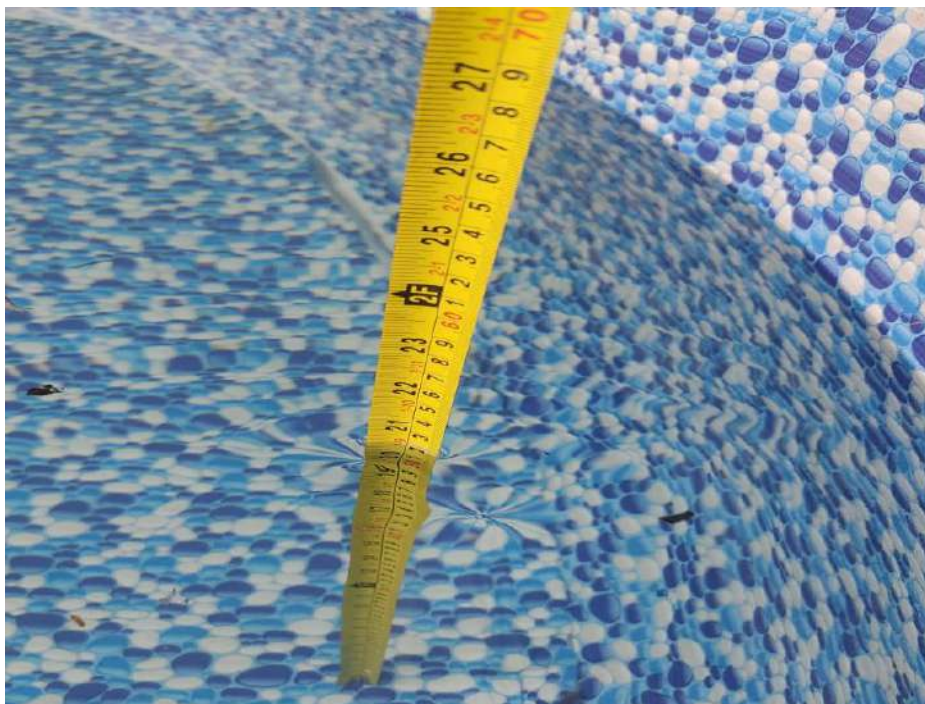


*Ilustración C- 1: Realización del ensayo de carga. - Fuente: Elaboración propia.*

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



*Ilustración C- 2: Realización del ensayo de carga. - Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración C- 3: Realización del ensayo de carga. - Fuente: Elaboración propia.*



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## Anexo V: Realización del ensayo de extracción y rotura de probetas testigo.

### Determinación de la Resistencia Característica del Hormigón In Situ

#### 1. Introducción

En el presente estudio se evalúa la resistencia característica del hormigón in situ del Estadio Ovetenses Unidos. La investigación se enmarca en el contexto de una evaluación estructural integral del estadio, en la cual se realizó la extracción de 15 probetas testigo cilíndricas distribuidas en cinco sectores representativos de la estructura. Cada sector comprendió tres muestras obtenidas de elementos estructurales diferentes tales como pilares, vigas y muros. Los ensayos fueron realizados conforme a las disposiciones de la norma UNE 83-302/84, la cual establece los procedimientos para la determinación de la resistencia a compresión del hormigón mediante probetas testigo extraídas de estructuras existentes.

#### 2. Metodología

Las probetas fueron extraídas con una broca diamantada, curadas y ensayadas a compresión a los 14 días posteriores a la extracción. Las dimensiones promedio de las muestras fueron de 100 mm de diámetro y 300 mm de altura. La resistencia a compresión se determinó a partir de la carga máxima de rotura obtenida durante el ensayo, expresada en toneladas (t). Para convertir esta carga en una tensión equivalente, se empleó la siguiente relación:

- $f = (P * 9,81) / A$
- Donde:
- $f$  = resistencia a compresión (MPa)
- $P$  = carga de rotura (t)
- $A$  = área de la sección transversal de la probeta ( $m^2$ )

#### 3. Correcciones y Criterios según UNE 83-302/84

La norma UNE 83-302/84 establece una serie de correcciones aplicables a las probetas testigo, incluyendo factores por relación de esbeltez ( $h/d$ ), presencia o ausencia de fresado, y tiempo transcurrido entre la extracción y el ensayo. En este estudio se aplicaron las siguientes consideraciones:

- No se aplicó corrección por fresado, ya que las muestras no fueron mecanizadas.
- Se aplicó una corrección temporal por ensayo a los 14 días de extracción, de acuerdo con el factor de madurez indicado en la norma.
- Se descartó la muestra 3.1 correspondiente al Pilar C3 debido a daño visible previo al ensayo.

#### 4. Resultados Experimentales

Los resultados obtenidos se agrupan por sectores, calculando el promedio de resistencia para cada uno de ellos. Posteriormente, la resistencia característica del hormigón se adoptó como el promedio general de los cinco sectores analizados.

*Ilustración D- 1: Procesamiento del ensayo de rotura de probeta. - Fuente: Elaboración propia*



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Los resultados de los ensayos (en MPa) se presentan a continuación:

Sector	Elemento	f (MPa)
1	Pilar A1	10.08
1	Viga A1	12.18
1	Pilar A1	8.80
2	Pilar B2	12.58
2	Muro B2	13.73
2	Viga B2	14.05
3	Pilar C3	— (descartada)
3	Viga C3	18.00
3	Viga C3	14.43
4	Pilar D4	9.11
4	Muro D4	16.30
4	Viga D4	15.09
5	Pilar E5	22.50
5	Pilar E5	11.26
5	Viga E5	10.40

*Ilustración D- 2: Procesamiento del ensayo de rotura de probeta. - Fuente: Elaboración propia*



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

- Sector 1 (3 muestras válidas):

$$f_{c,28,S1}^- = \frac{13.54 + 16.36 + 11.82}{3} = 13.91 \text{ MPa}$$

- Sector 2 (3 muestras válidas):

$$f_{c,28,S2}^- = \frac{16.88 + 18.44 + 18.87}{3} = 18.06 \text{ MPa}$$

- Sector 3 (2 muestras válidas, 1 descartada):

$$f_{c,28,S3}^- = \frac{24.17 + 19.37}{2} = 21.77 \text{ MPa}$$

- Sector 4 (3 muestras válidas):

$$f_{c,28,S4}^- = \frac{12.24 + 21.89 + 20.27}{3} = 18.13 \text{ MPa}$$

- Sector 5 (3 muestras válidas):

$$f_{c,28,S5}^- = \frac{30.22 + 15.12 + 13.97}{3} = 19.77 \text{ MPa}$$

Finalmente, siguiendo el criterio acordado en el anteproyecto (promedio aritmético de las medias sectoriales), la **resistencia adoptada para el modelado** en CYPECAD es:

$$f_{\text{adoptada}} = \frac{13.91 + 18.06 + 21.77 + 18.13 + 19.77}{5} = 18.33 \text{ MPa}$$

A partir de estos valores, el promedio por sector y la resistencia característica adoptada se determinan conforme a los criterios de dispersión establecidos por la UNE 83-302/84. El valor final de resistencia característica del hormigón in situ se estimó en aproximadamente 18,33 MPa, el cual fue utilizado en el modelado estructural en Cypecad.

## 5. Conclusiones

El procedimiento aplicado permitió determinar con fiabilidad la resistencia característica del hormigón del Estadio Ovetenses Unidos, siguiendo los lineamientos de la norma UNE 83-302/84. El valor obtenido se considera representativo del estado actual de la estructura, constituyendo un parámetro esencial para la evaluación y modelado estructural posterior.

*Ilustración D- 3: Procesamiento del ensayo de rotura de probeta. - Fuente: Elaboración propia.*

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



*Ilustración D- 4: Extracción de probeta testigo. - Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración D- 5: Probetas testigo. - Fuente: Elaboración propia.*

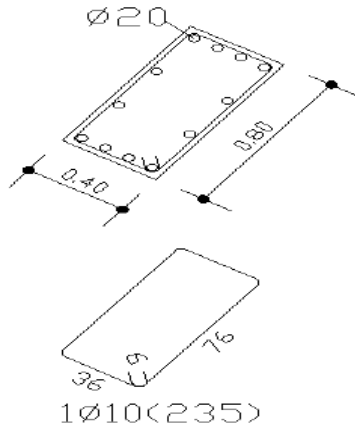
**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



*Ilustración D- 6: Rotura de probeta testigo. - Fuente: Elaboración propia.*

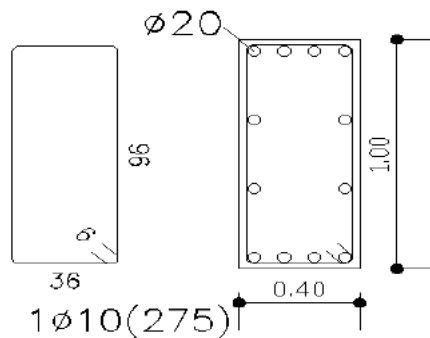
**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

**Anexo VI- Modelado Estructural.**



Arm. Long.: 12Ø20		
Estribos: Ø10		
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)
0 a 234	12	20

*Ilustración E- 1: Armadura de pilar de 80 cm.- Fuente: Elaboración propia.*

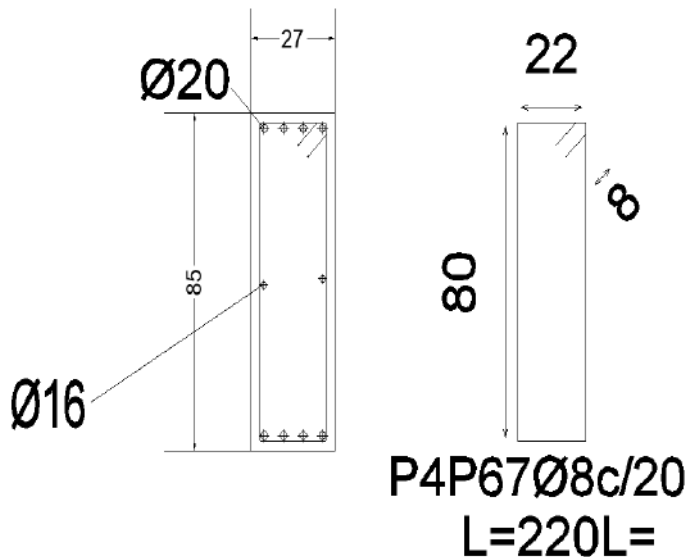


Arm. Long.: 12Ø20		
Estribos: Ø10		
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)
0 a 60	3	20
Arranque	3	-

*Ilustración E- 2: Armadura de pilar de 1m.- Fuente: Elaboración propia.*

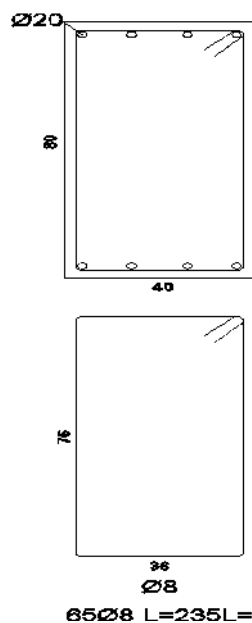
**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

### Viga Inclinada 27x85



*Ilustración E- 3: Armadura de viga inclinada. - Fuente: Elaboración propia.*

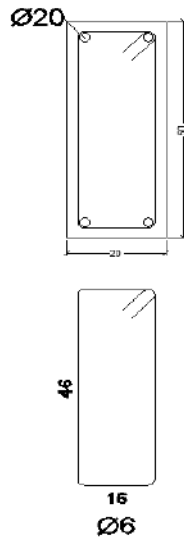
### Viga Sección 40x80



*Ilustración E- 4: Armadura de viga transversal. - Fuente: Elaboración propia.*

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## Viga Sección 20x50



**101Ø6 L=135L=**

*Ilustración E- 5: Armadura de viga de esclera. - Fuente: Elaboración propia.*

Resistencia a cortante dirección Z: - Situaciones persistentes: <i>Capítulo 11.1 (norma CIRSOC 201-05)</i>	Máximo: 235.9 kN Calculado: 530 kN	No cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Flectores positivos:	Calculado: 0.33 mm	No cumple
- Flectores negativos:	Calculado: 0.33 mm	No cumple
Resistencia a flexión:		No cumple

*Ilustración E- 6: Errores de viga inclinada. - Fuente: Elaboración propia.*

**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

**Separación de las armaduras transversales**

Cortante en la dirección X:

La separación de la armadura de corte ubicada en forma perpendicular al eje del elemento debe ser  $s_{max}$  (Artículo 11.5.5):

$$s \leq s_{max}$$

Donde:

$s_{max}$  : Valor mínimo de  $s_1, s_2$ .

$$s_1 = d/2$$

$$s_2 = 400 \text{ mm}$$

Siendo:

$d$  : Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, notesa.

$$200 \text{ mm} \leq 140 \text{ mm} \quad \times$$

$$s_{max} : \underline{140} \text{ mm}$$

$$s_1 : \underline{140} \text{ mm}$$

$$s_2 : \underline{400} \text{ mm}$$

$$d : \underline{280} \text{ mm}$$

Ilustración E- 7: Errores de pilares. - Fuente: Elaboración propia.

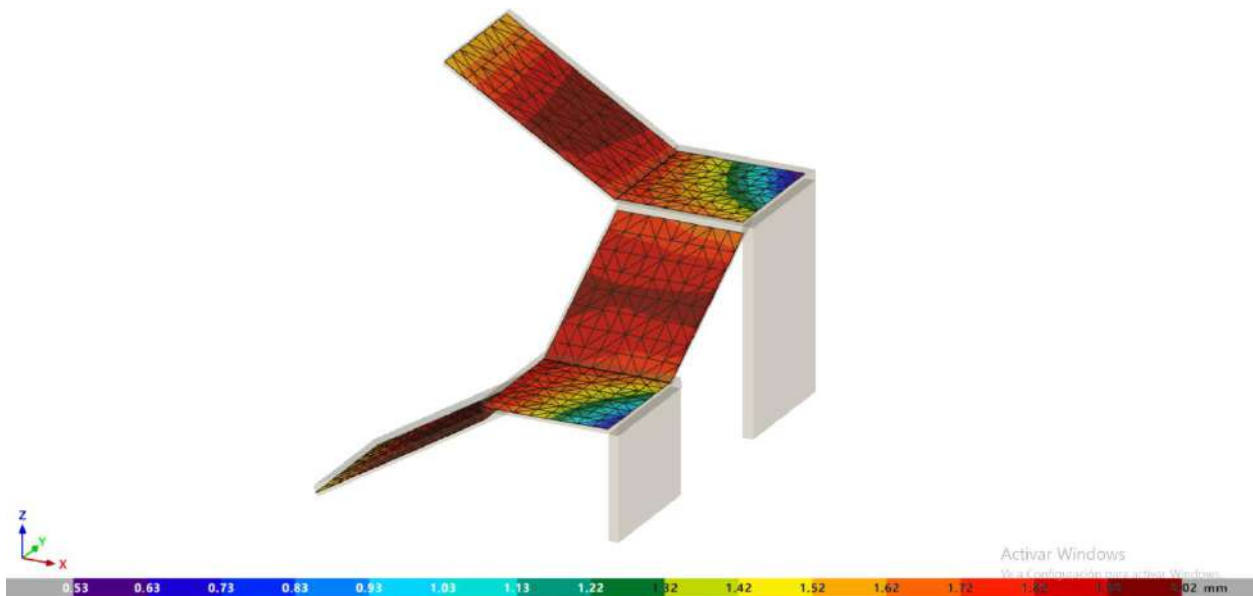


Ilustración E- 8: Núcleo de escalera. - Fuente: Elaboración propia.