



## Programa

### INTRODUCCIÓN A LA CORROSIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO

#### 1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

#### INTRODUCCIÓN A LA CORROSIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO

Código Bedelía: 2375

#### 2. CRÉDITOS

8 créditos

#### 3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

Formar en los estudiantes una base de conocimientos general sobre los principales aspectos relacionados al fenómeno de la corrosión de las armaduras en el hormigón armado. Para ello se verán: las bases teóricas generales del fenómeno físico (electroquímico) de la corrosión, las causas que la produce y contribuyen a desarrollarse, técnicas de inspección, evaluación diagnóstico y pronóstico de estructuras afectadas, las consecuencias del problema; los recursos de diseño y conservación tendientes a su reducción, técnicas de reparación de estructuras afectadas y durabilidad de las mismas (proyecto y evaluación de la vida útil).

#### 4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El curso será semestral a razón de dos clases semanales teóricas de 2:00 hs., que incluirá la realización intercalada de cuatro clases prácticas de laboratorio de 2:00hs., que permitan mediante la realización de experiencias, medidas de magnitudes y ensayos, en general normalizados, consolidar y vincular la aplicación de los contenidos teóricos del curso.

También se solicitará a los estudiantes la realización de trabajos a domicilio sencillos, complementarios a efecto de poner en práctica la aplicación de los contenidos teóricos vistos, y la preparación y procesamiento de los resultados experimentales de los ensayos realizados. La presentación de estos trabajos será mediante informes.



Carga horaria :

- Clases (teórico): 50 hs.
- Clases (taller laboratorio): 10 hs.  
Subtotal de actividades con docente: 60 hs.
  
- Estudio ( teórico y prácticas de laboratorio ): 40 hs.
- Realización de ejercicios prácticos: 10 hs.
- Realización de informes de laboratorio: 10 hs.  
Subtotal de horas de tareas en domicilio: 60 hs.

Dedicación total del estudiante: 120 hs.

## 5. TEMARIO

### **Contenido teórico:**

- Introducción al problema de la corrosión en las estructuras de hormigón armado. (alcance y magnitud del problema, consecuencias económicas y sociales),
- Corrosión de la armadura en el hormigón. (fenómeno termodinámico y electroquímico, diferentes tipos de corrosión, velocidad de corrosión, evaluación de daños en la armadura y el hormigón).
- Factores y causas y que desencadenan la corrosión de las armaduras (características fisicoquímicas del hormigón, sustancias agresivas, fisuración, incidencia de los parámetros ambientales),
- Medida de los factores y las causas que generan la corrosión (ensayos de laboratorio y de campo),
- Procedimientos de inspección de estructuras afectadas por corrosión (fases, metodología, extracción de muestras),
- Diagnóstico de la corrosión en las estructuras (causas, caracterización y valoración de los daños, seguridad y riesgo estructural),
- Pronóstico y evaluación de la durabilidad de las estructuras (predicción del avance de la corrosión por la presencia de agentes agresivos, modelos de degradación de las estructuras, evaluación de la urgencia de intervención),
- Protección, reparación y rehabilitación de las estructuras (protección física y electroquímica contra el fenómeno de la corrosión, saneado de estructuras contaminadas, técnicas y procedimientos de reparación),
- Proyecto de las estructuras de hormigón armado teniendo en cuenta criterios de durabilidad (marco normativo, últimas tendencias).



### **Talleres laboratorio:**

- Ensayo de Fagherlund, absorción capilar de agua en el hormigón,
- Medida de difusión forzada de iones cloruros en el hormigón,
- Medida del potencial de corrosión de las armaduras,
- Detección de la profundidad de carbonatación,
- Ensayo para la determinación de resistividad del hormigón,
- Ensayo para la determinación de la velocidad de corrosión de las armaduras,
- Procedimiento de extracción de polvo de hormigón para la determinación de los perfiles de concentración de iones cloruro en su masa,
- Presentación de recolectores de muestra para la determinación de contaminantes atmosféricos (iones cloruros, anhídrido carbónico y sulfatos).

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

A continuación se detallan publicaciones básicas y complementarias adecuadas para el buen seguimiento del curso.

Tema	Básica	Complementaria
Introducción al problema de la corrosión en las estructuras de hormigón armado	(2)	(9)
Corrosión de la armadura en el hormigón	(5), (6)	(7)
Factores y causas que desencadenan la corrosión de las armaduras	(6)	(8)
Medida de los factores y las causas que generan la corrosión	(6), (4)	(9)
Procedimientos de inspección de estructuras afectadas por corrosión	(1), (4)	(9)
Diagnóstico de la corrosión en las estructuras	(1), (4)	(9)
Pronóstico y evaluación de la durabilidad de las estructuras	(4)	(8)
Protección, reparación y rehabilitación de las estructuras	(1), (6)	(9)
Proyecto de las estructuras de hormigón armado teniendo en cuenta criterios de durabilidad	(3)	(8)

## 6.1 Básica

- 1) Feliu, S.; Andrade, C. “Manual de Inspección de Obras Dañadas por Corrosión de Armaduras”. Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción, (1988),
- 2) Fontana, M. G. “Corrosion Engineering”. Third ed. Mac Graw Hill, Publishing Compani, (1967),
- 3) “Instrucción Española del Hormigón Estructural”. EHE 2008., (2008)
- 4) J. Rodríguez (a), J. Aragoncillo (a), C. Andrade (b) y D. Izquierdo (b), “Manual de evaluación de estructuras afectadas por corrosión de la armadura”, (a) Geotécnica y Cimientos S.A., (b) Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja” del CSIC, Proyecto de Innovación Comunidad Europea CONTECVET-IN 309021, (2000),
- 5) Pourbaix, M. “Lecciones de Corrosión Electroquímica”. Instituto Español de la Corrosión, (1987),
- 6) 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),

## 6.2 Complementaria

- 7) Andrade, C.; Alonso, C. “Corrosion rate monitoring in the laboratory and on-site”. Construction and Building Materials, Vol. 10, nro. 5, pag. 315–328, (1996),
- 8) Irassar, E. F. “Durabilidad del Hormigón Estructural”. Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, (2001),
- 9) Broomfield, J. P. Corrosion of Steel in Concrete. Gran Bretaña: Taylor & Francis e-Library, (2007).
- 10) “Codigo Estructural”, Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática, Gobierno de España, Real Decreto 470/2021, BOE-A-2021-13681, (29/06/21),

## 7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

### 7.1 Conocimientos Previos Exigidos:

Serán exigidos conocimientos básicos de química, electromagnetismo y materiales, los cuales son adquiridos en el grupo de formación básica, áreas: “Química” y “Física” y en el grupo de formación tecnológica específica, área: “Tecnología de Materiales” que se



imparten en la formación previa a esta unidad curricular para la carrera de Ingeniería Civil.

## **7.2 Conocimientos Previos Recomendados**

Se recomienda conocimientos básicos complementarios los cuales son adquiridos en el grupo de formación tecnológica específica, área: "Tecnología de Materiales"



## ANEXO A Para todas las Carreras

Esta primera parte del anexo incluye aspectos complementarios que son generales de la unidad curricular.

### A1) INSTITUTO

Instituto de Estructuras y Transporte "Prof. Julio Ricaldoni"

### A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Cronograma tentativo de avance semanal con detalle de las horas de clase asignadas a cada tema.

Semana	Tema
1	Introducción al problema de la corrosión en las estructuras de hormigón armado (4:00hs.)
2	Corrosión de la armadura en el hormigón (4:00hs.)
3	Corrosión de la armadura en el hormigón (4:00hs.)
4	Corrosión de la armadura en el hormigón (2:00hs.) Factores y causas que desencadenan la corrosión de las armaduras (2:00hs.)
5	Factores y causas que desencadenan la corrosión de las armaduras (2:00hs.) <b>Laboratorio I</b> (ensayo potencial eléctrico y vel. corrosión) (2:00hs.)
6	Medida de los factores y las causas que generan la corrosión (4:00hs.)
7	Medida de los factores y las causas que generan la corrosión (4:00hs.)
8	<b>Laboratorio II</b> (resistividad eléctrica y absorción capilar) (2:00hs.) Medida de los factores y las causas que generan la corrosión (2:00hs.)
9	Medida de los factores y las causas que generan la corrosión (2:00hs.) Procedimientos de inspección de estructuras afectadas por corrosión (2:00hs.)
10	Diagnóstico de la corrosión en las estructuras (2:00hs.) <b>Laboratorio III</b> (ensayo de difusión forzada de ión cloruro) (2:00hs.)
11	Pronóstico y evaluación de la durabilidad de las estructuras (4:00hs.)
12	Protección, reparación y rehabilitación de las estructuras (4:00hs.)
13	<b>Laboratorio IV</b> (detección de armaduras y contaminación del hormigón con CO <sub>2</sub> e ión Cl <sup>-</sup> ) (2:00hs.) Protección, reparación y rehabilitación de las estructuras (2:00hs.)
14	Proyecto de las estructuras de hormigón armado teniendo en cuenta criterios de durabilidad (4:00hs.)
15	Proyecto de las estructuras de hormigón armado teniendo en cuenta criterios de durabilidad (4:00hs.)



### **A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

Para la aprobación de la unidad curricular se requerirá la ganancia del curso y de un examen final. A continuación se detallan las exigencias para cada una de estas instancias.

#### ***Ganancia del curso:***

Se exigirá:

- asistencia superior al 80% del total de los talleres laboratorio.
- aprobación de los informes correspondientes a los talleres laboratorio con un puntaje, promedio general mínimo de 60% y no menor en cada informe al 35%, referido al desempeño máximo esperado.

En caso de no cumplirse alguna de dichas exigencias, se reprobará la unidad curricular debiendo cursarse nuevamente.

#### ***Aprobación del examen final:***

Se exigirá la aprobación de un examen final oral donde se evaluarán aspectos prácticos y teóricos de la unidad curricular. Para su aprobación, se deberá alcanzar un desempeño mínimo del 60% sobre el máximo esperado, al cual corresponderá la calificación mínima de aprobación establecida por Bedelía de la Facultad.

### **A4) CALIDAD DE LIBRE**

No tiene Calidad de Libre.

### **A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Cupo mínimo: 2 estudiantes

Cupo máximo: 20 estudiantes