

| | | | |
|--|---------------------|---------------------------|------------------------|
| Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo | | | |
| P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA | | | |
| Asignatura: TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN | | | |
| Docente Responsable: Prof. Titular Ing. Maximiliano Segerer | | | |
| Carrera: Civil | | | |
| Año: 2023 | Semestre: 5º | Horas Semestre: 60 | Horas Semana: 5 |

DOCENTES DE LA ASIGNATURA

Profesor Titular: Ing. Maximiliano José Segerer

Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Carlos Aluz

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general es que el alumno se interiorice sobre los materiales componentes del hormigón, su valoración y posterior aplicación para conformar este material. Se propone estudiar los materiales constitutivos y sus propiedades, los estados del hormigón, su problemática particular, el control de calidad tanto en el estado fresco como en el endurecido, para finalmente estudiar los hormigones especiales. Se pretende integrar conocimientos, habilidades y destrezas, actitudes y valores alineados con el perfil del egresado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ♦ Conocer los conceptos básicos de la tecnología del hormigón teórica y aplicada a obras civiles de nuestro medio y de otras regiones.
- ♦ Demostrar habilidad para especificar, realizar control de calidad e interpretar resultados de ensayos en obras de hormigón; como así también dirimir responsabilidades en situaciones potencialmente conflictivas.
- ♦ Manifestar actitud proactiva por el desarrollo tecnológico y control de calidad apropiado en obras de ingeniería civil, conociendo las nuevas metodologías constructivas y hormigones especiales.
- ♦ Introducir en los conceptos básicos de normas y control de medio ambiente en lo que concierne a fabricación, uso y reciclado de materiales.

CONTENIDOS

UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN E IMPACTO AMBIENTAL

- **1.A. Introducción e impacto ambiental.** Importancia del Hormigón como material de construcción. Definiciones. Tendencias modernas. Consumo y proyecciones. Impacto ambiental del Hormigón. Reglamento CIRSOC 201-05 y Normas IRAM. Principios generales para establecer un Sistema de Gestión Ambiental en plantas de hormigón.
- **1.B. Historia del hormigón.** Conceptos y definiciones. Evolución histórica del hormigón y otros materiales de construcción. Línea de tiempo y avances. Industria del hormigón elaborado. Interacción del hormigón y las grandes obras y la ingeniería civil moderna.

UNIDAD 2: AGREGADOS PARA HORMIGONES

- **2.A. Definición, clasificación y propiedades de agregados.** Introducción general y definiciones. Importancia y funciones. Agregados naturales, artificiales y reciclados. Propiedades, calidad, características propias y adquiridas. Estados de humedad.

Sustancias nocivas. Disposiciones CIRSOC 201-05 y normas IRAM. Producción, acopio y manejo. Sistema de gestión ambiental en el acopio y manejo de agregados.

- **2.B. Granulometría.** Importancia. Conceptos generales. Tamaño máximo nominal. Análisis granulométrico y pasa tamiz #200. Curva granulométrica y módulo de fineza. Curvas ideales y zonas granulométricas de Agregado fino, grueso y total. Curva Mezcla. Disposiciones CIRSOC 201-05. Agregados empleados en el país. Especificaciones por performance y tendencias reglamentarias.
- **2.C. Métodos de ensayo y Normas IRAM.**

UNIDAD 3: AGLOMERANTES

- **3.A. Definición, clasificación y propiedades.** Introducción general y definiciones. Clasificación y propiedades. Ejemplos de aglomerantes en obras civiles
- **3.B. Cales y Yesos.** Clasificación general de aglomerantes. Propiedades y aplicaciones. Módulo de hidráulica. Cales aéreas e hidráulicas y yesos. Fabricación y clasificación de cales y yesos. Ensayos físicos y mecánicos. Especificaciones. Comercialización
- **3.C. Grouts y morteros comerciales.** Diferentes tipologías y productos comerciales. Grouts cementíceos y epoxídicos. Morteros de reparación y similares. Morteros de altas prestaciones. Comercialización y oferta. Especificación y técnicas constructivas.

UNIDAD 4: CEMENTOS

- **4.A. Definiciones, clasificación general y componentes.** Reseña histórica. Cemento Pórtland. Componentes principales del clinker y sus propiedades. Finura. Composición química y potencial. Cementos adicionados. Normas IRAM 50.000 y 50.001. Tipo, categoría, propiedades especiales y aplicaciones de los cementos fabricados en el país. Comunidad Europea y de Estados Unidos. Elección del tipo de cemento. Disposiciones CIRSOC 201-05. Interpretación de protocolos de cemento.
- **4.B. Hidratación y fragüe:** Hidratación de los diferentes componentes. Conceptos aplicados. Fraguado del cemento Portland. Variaciones dimensionales. Rol de los diferentes componentes. Composición de la pasta cementícea endurecida.
- **4.C. Fabricación y comercialización.** Diferentes etapas en la fabricación. Evolución y tendencias en la industria. Fundamentos de fabricación y reacciones. Provisión y almacenamiento del cemento Pórtland. Sistema de gestión ambiental, higiene y seguridad para el acopio y manipuleo del cemento. Fábricas y tipos de cemento producidos en el país. Comercialización y disponibilidad regional de cementos.
- **4.D. Especificaciones del Cemento Portland.** Ensayos químicos, físicos y mecánicos.

UNIDAD 5: AGUA EN LA INDUSTRIA DEL HORMIGÓN

- **5.A. Funciones del agua de amasado y curado.** Usos del agua en la industria del hormigón. Impacto ambiental y tendencias. Disponibilidades para grandes obras. Efectos de aguas nocivas. Agua de amasado. Relación agua / cemento. Materias perjudiciales. Agua de lavado de áridos y curado. Disponibilidad del agua. Sistema de gestión ambiental en el manejo de agua. Reciclado y recuperación del agua de lavado.
- **5.B. Norma IRAM 1601.** Requerimientos químicos y mecánicos. Ensayos. Disposiciones reglamentarias. Evaluación de diferentes tipos de agua acorde la magnitud de la obra.

UNIDAD 6: ADITIVOS, ADICIONES Y FIBRAS

- **6.A. Materiales adicionales del hormigón.** Cualidades y debilidades del hormigón. Introducción a Hormigones Especiales. Definición y función de aditivos y adiciones.
- **6.B. Aditivos.** Efectos en el hormigón. Precauciones para su empleo. Clasificación general: incorporadores de aire, reductores de agua de distintos rangos, retardadores, acelerantes, superfluidificantes, misceláneos y productos auxiliares. Aditivos disponibles en el país. Norma IRAM 1663. Ejemplos de especificaciones de aditivos para diferentes casos. Precauciones en el uso de aditivos en planta y obra. Interpretación fichas técnicas.
- **6.C. Adiciones.** Escuelas americana y europea. Situación en la Argentina. Sistema trinario. Clasificación general: puzolanas naturales, escorias de alto horno, filler calcáreo, cenizas volantes, microsílíce y otra adiciones. Adiciones normalizadas en nuestro país. Adiciones para hormigones de alta performance o características especiales.
- **6.D. Fibras.** Fibras de refuerzo. Diferentes tipos de fibras y aplicaciones. Fibras plásticas, recomendaciones, usos, dosificación, aplicaciones. Fibras metálicas, usos y aplicaciones. Casos de obra con aplicación. Especificación de fibras.

UNIDAD 7: HORMIGONES Y CONTROL DE CALIDAD

- **7.A. Propiedades generales del hormigón:** Rol de los materiales componentes. Clasificación y diseño por resistencia. Importancia de la Economía. Estado fresco y estado endurecido. Trabajabilidad y homogeneidad. Resistencia. Propiedades mecánicas. Estabilidad volumétrica. Durabilidad. Hormigones Convencionales: simple, armado, pretensado, masa, ciclópeo, prefabricado, bombeado, elaborado
- **7.B. Ensayos sobre hormigones.** Ensayos sobre el hormigón fresco y caracterización de sus propiedades. Ensayos de hormigón endurecido para medir resistencia, durabilidad, variaciones volumétricas. Ensayos no destructivos, aplicaciones, casos de estudio, limitaciones, usos. Evaluación de estructuras existentes. Ensayos de carga. Extracción de testigos. Normas IRAM de ensayo. Ejemplos prácticos de ensayos.
- **7.C. Dosificación de hormigones.** Métodos de dosificación. Parámetros determinantes. Método de dosificación del ACI con experiencias locales. Método paso a paso con ejemplos. Uso de aditivos. Especificaciones por performance en la dosificación de hormigones. Hormigones de características especiales. Disposiciones CIRSOC 201-05. Ejemplos varios.
- **7.D. Criterios de control de calidad.** Principios estadísticos. Resistencia característica y especificada. Criterios de aceptación. Disposiciones del CIRSOC 201-05 sobre aceptación y rechazo. Norma ISO 9.001, Plantas en Modo 1 y Modo 2. Certificación de calidad. Control de producción del Hormigón elaborado. Ejemplos prácticos de aceptación y rechazo de hormigón fresco y endurecido. Medidas a tomar en caso de no alcanzar los resultados deseados. Caminos a seguir. Responsabilidades.

UNIDAD 8: PATOLOGÍAS DEL HORMIGÓN Y DURABILIDAD

- **8.A. Nociones de durabilidad.** Vida útil de una estructura. Tendencias actuales. Clasificación general de patologías. Diseño por durabilidad. Porosidad y permeabilidad. Fisuración del hormigón fresco y endurecido. Clasificación de ambientes.

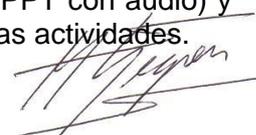
- **8.B. Patologías del hormigón.** Ataques físicos: resistencia a la congelación y deshielo, resistencia al fuego, resistencia a la abrasión, erosión y cavitación. Ataques químicos internos: reacción álcali-agregado, ataque interno de sulfatos. Ataques químicos externos: ataque externo de sulfatos, obras en ambiente marino, acción de las aguas naturales, ataques ácidos y biológicos. Corrosión de las armaduras de refuerzo. Experiencias.
- **8.C. Fisuración en estructuras de hormigón.** Fisuración en estado fresco y endurecido. Ejemplos de diagnóstico e intervención. Causas y responsabilidades.
- **8.D. Métodos de diagnóstico, reparación y refuerzo de estructuras.** Auscultación de obras. Métodos de reparación y refuerzo de obras existentes.

UNIDAD 9: ELABORACIÓN Y PUESTA EN OBRA

- **9.A. Dosificación, mezclado y hormigón elaborado.** Acopio de los materiales componentes. Medición. Dosificación. Mezclado. Elaboración en plantas centrales. Consideraciones generales e importancia del hormigón elaborado. Norma IRAM 1666. Disposiciones CIRSOC 201-05. Sistema de gestión ambiental de plantas elaboradoras.
- **9.B. Transporte y colocación del hormigón.** Propiedades del hormigón fresco. Ámbitos de consistencia. Métodos de transporte. Métodos de distribución y moldeo del hormigón fresco. Hormigón bombeado. Características de mezclas. Disposiciones CIRSOC 201-05. Ventajas competitivas del hormigón elaborado.
- **9.C. Compactación, protección y curado del hormigón.** Densificación del hormigón. Terminación de superficies. Superficies y juntas de construcción. Protección y curado del Hormigón. Métodos. Disposiciones CIRSOC 201-05. Casos de aplicación.
- **9.D. Hormigonado en condiciones adversas.** Hormigonado en tiempo frío. Hormigonado en tiempo caluroso. Hormigonado bajo agua. Hormigón masivo.
- **9.E. Higiene y seguridad en tareas de elaboración y puesta en obra**

UNIDAD 10: HORMIGONES ESPECIALES

- **10.A. Clasificación moderna de hormigones.** Hormigones especiales. Desarrollo histórico y tecnológico. Últimos desarrollos en el mundo.
 - **10.B. Hormigones de Alta Performance y Hormigones Autocompactantes.** Definición. Aplicaciones. Características y especificaciones de los materiales componentes. Métodos de ensayo. Métodos de dosificación. Propiedades y características. Economía. Elaboración y puesta en obra. Obras en país y en el mundo.
 - **10.C. Otros hormigones especiales.** Hormigón pesado. Hormigón liviano estructural y no estructural. Hormigón compactado con rodillo. Hormigón proyectado. Hormigón de contracción compensada. Hormigón reforzado con fibras. Hormigón verde. Hormigón coloreado. Hormigón traslúcido. Hormigón reciclado. Hormigones permeables. Rellenos de densidad controlada. Hormigones arquitectónicos. Propiedades y aplicaciones de cada tipo de hormigón.
- Todas las UNIDADES se ha realizará el dictado de clases grabadas (PPT con audio) y están subidas al AULA ABIERTA de la facultad, donde constan todas las actividades.



GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS Y TRABAJO FINAL

- Trabajo Práctico N° 1: RECONOCIMIENTO DE OBRAS DE HORMIGÓN
- Trabajo Práctico N° 2: MUESTREO DE AGREGADOS PARA HORMIGONES
- Trabajo Práctico N° 3: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS
- Trabajo Práctico N° 4: CURVAS IDEALES Y CURVA MEZCLA DE AGREGADOS
- Trabajo Práctico N° 5: PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
- Trabajo Práctico N° 6: ENSAYOS Y ESPECIFICACIONES DE CEMENTOS
- Trabajo Práctico N° 7: DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES
- Trabajo Práctico N° 8: CONTROL DE CALIDAD Y HORMIGÓN ELABORADO
- Trabajo Práctico N° 9: ESPECIFICACIONES PARA OBRAS CIVILES
- Trabajo Práctico N° 10: ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO Y END
- Trabajo FINAL Integrador: ESPECIFICACIONES DE OBRAS CIVILES (a exponer)

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

- **Clases teóricas:** explicación con medios audiovisuales (clases PPT con audio muy valoradas por los alumnos) en bloques de 25 a 35 minutos subidas al Aula Abierta, con apoyo de clases presenciales. Los apuntes están actualizados y totalmente renovados del año 2020. Se realizarán consultas a todo momento mediante grupo de Whatsapp que integran todos los alumnos y todos los docentes de la cátedra, lo que ha demostrado una buena recepción por parte de los alumnos el año anterior con metodología similar. También se cumplirán los horarios de consulta exigibles.
- **Clases teórico-prácticas:** se intercalan ejercicios y observaciones prácticas y explicación de los métodos de ensayo de manera presencial. Se brindan indicaciones y responden consultas en todo momento mediante grupo de Whatsapp que integran todos los alumnos y todos los docentes de la cátedra, como así también en los horarios de consulta. Estas clases de integración teórico-prácticos sumados a la consulta nos permiten formar competencias profesionales y la resolución de situaciones potencialmente conflictivas con casos de estudio en evaluaciones grupales.
- **Clases prácticas:** se dictarán de forma presencial con soporte en por plataforma Aula Abierta con diferentes formatos, incluyendo consultas por videoconferencia pactada en horarios de cursado, en las cuales se evacúan las dudas necesarias. Se asegura con la adecuación de los TPs (guías nuevas, artículos especializados, videos) para comprender la operación de equipos, diseño de mezclas, toma de muestras y análisis de resultados. Esto se afirma ya que debido a las evaluaciones tomadas en el 2020 se han comprendido los conceptos.
- **Visitas:** se procurará realizar visitas a obras de envergadura y plantas elaboradoras de hormigón. Se incluyen además videos para el correcto aprendizaje. Todas estas pautas formarán parte de la carpeta de trabajos prácticos entregadas.
- **Trabajo final integrador:** se darán las pautas, pero será un trabajo de articulación horizontal y vertical no solo en la materia sino con otras asignaturas, promoviendo la integración de conceptos en especificaciones completas desde el proyecto hasta la ejecución de una obra a escoger por lo alumnos y exponer en la última clase. Es novedoso para el año 2023 para el mejor seguimiento individual de los alumnos durante el año y su aprendizaje.

| Actividad | Carga horaria por semestre |
|---|----------------------------|
| Teoría y resolución de ejercicios simples | 45 |
| Formación práctica | |
| Formación Experimental | 15 |
| Formación Experimental - Trabajo de campo | 0 |
| Resolución de problemas de ingeniería | 0 |
| Proyecto y diseño | 0 |
| Total | 60 |

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

| Autor | Título | Editorial | Año | Ejemplares en biblioteca |
|---|---|-------------|-----------|---------------------------|
| Apuntes Cátedra TDH | Apuntes TDH UNC – Totalmente actualizados y renovados | - | 2020 | Se envían por mail |
| Maximiliano Segerer | Artículos revista HORMIGONAR | AAHE | 2015/2020 | Se envía e-book |
| Maximiliano Segerer | Manual de Fisuración | AAHE | 2018 | 2 |
| Curso de Actualización de Tecnología del hormigón | Maximiliano Segerer | - | 2008 | 2 |
| Tecnología del Concreto | Adam Neville | Trillas | 1998 | 2 |
| Diseño y control de mezclas de concreto – 4ta edición | Portland Cement Association | PCA | 2004 | Se envía e-book |
| Significance of testst and properties of Concrete and Concrete making materials | ASTM Joseph Lamnod – James Pielert | ASTM | 2006 | Se envía e-book al alumno |
| Concrete: Microstructure, properties and materials – 3 Ed. | Kumar Mehta – Paulo Monteiro | McGraw Hill | 2006 | Se envía e-book |
| Soluciones prácticas en obra para los inconvenientes... | Maximiliano Segerer | AAHE | 2010 | 2 |
| Tecnología del Hormigón | Pinazo Sitjas | Kliczkowski | 1994 | 4 |

Bibliografía complementaria

| Autor | Título | Editorial | Año | Ejemplares en biblioteca |
|--------------------------------------|--|-----------------|--------|--------------------------|
| Reglamento CIRSOC 201-05 | Inst. Nac. de Tecnología Industrial | INTI | 2005 | 1 |
| Normas IRAM | Instituto Argentino de Normalización y Certificación | IRAM | Varios | 1 |
| Normas ASTM | American Standard Test. Materials | ASTM | Varios | 1 |
| Patología y Terapéutica del hormigón | M. Fernández Canovas | Ing. de Caminos | 1994 | 2 |
| Ciencia de los materiales | Keyser, C.A. | Limusa | 1993 | 2 |

EVALUACIONES

El dictado de la cátedra incluye las siguientes actividades:

- Dictado de clases teórico-prácticas de cada una de las Unidades, de acuerdo al cronograma puesto a consideración de los alumnos. El cronograma de actividades no tiene cambios de relevancia respecto a años anteriores (2021-2022), habiendo dictado la misma cantidad de contenidos en forma presencial y en años con clases no presenciales.

- Realización de actividades prácticas específicas, relacionadas con las distintas unidades.
- Evaluaciones parciales de los conocimientos teóricos y prácticos de los alumnos. Se realizan evaluaciones individuales y grupales preponderando la presencialidad siempre que sea posible. Podrán ser escritas, orales o grupales. Existe la posibilidad de realizar coloquios previos a las evaluaciones.
- Trabajo final sobre especificaciones en todas las etapas, el cual es novedoso para 2023 como integrador y articulación horizontal y vertical.
- Consulta de los alumnos con el profesor titular y Jefe de Trabajos Prácticos, de los diversos temas relacionados con la asignatura. Existen medios por videoconferencia y por grupo de Whastapp con respuesta permanente y amplia participación de los alumnos. También se incluyen horarios de consulta específicos por plataforma google meet.

No se establece ningún régimen especial o estrategia para alumnos recursantes.

Criterios para regularizar la materia

Para obtener la regularidad de la materia, se deberán cumplir todos y cada uno, de los siguientes requisitos:

- Aprobar al menos 4 (cuatro) de las 5 (cinco) evaluaciones parciales, con una nota igual o superior al 50%. En caso de no aprobar una o más de ellas, podrán ser recuperadas para regularizar, en las fechas fijadas en el cronograma adjunto. Las evaluaciones y recuperatorios respectivos se realizarán de forma presencial.
- En caso de no aprobar uno o más de los recuperatorios existirá un coloquio global de la materia como instancia final para su posible regularización.
- Aprobar nota conceptual por parte de los Profesores de la Cátedra y su participación en las consultas por diferentes medios disponibles (presencialidad, teleconferencias y grupo Whatsapp). También se cumplirán horarios de consulta obligatorios y previamente publicados.
- Aprobar la Carpeta de Trabajos Prácticos en tiempo y forma, según cronograma de actividades. La entrega se realiza por Aulaabierta de los diferentes grupos conformados; con las fechas previamente definidas.

Cumplidos estos requisitos, se otorgará al alumno la constancia de regularidad de la materia. Dicha regularidad tendrá la vigencia que fija el Reglamento de Estudios. Los alumnos no cumplan algunos de los incisos anteriores, deberán volver a cursar la materia.

Criterios para promocionar la materia

Para obtener la promoción directa de la materia, se deberán cumplir todos y cada uno, de los siguientes requisitos:

- Aprobar las 5 (cinco) evaluaciones parciales (1 grupal y 4 individuales), con una nota igual o superior al 60%. Además de lo anterior, el promedio de las evaluaciones deberá ser mayor o igual al 75%. Sólo podrán recuperarse hasta 2 (dos) evaluaciones en las fechas fijadas para poder proseguir con los criterios para promocionar la materia. Las evaluaciones y recuperatorios respectivos se realizarán de forma presencial.
- En el caso de pre-evaluaciones, pre-prácticos y coloquios previos establecidos o durante las clases prácticas, también se fijarán criterios de aprobación que los alumnos deberán cumplimentar para la promoción de la materia.

- En caso de no cumplir las condiciones anteriores, se aplicarán las condiciones para obtener la condición de regularidad y rendir posteriormente el examen final en forma presencial o a distancia, habiendo aceptado formalmente la cátedra ambas modalidades de examen.
- Aprobar nota conceptual por parte de los Profesores de la Cátedra y su participación en las consultas por diferentes medios disponibles (presencialidad, teleconferencias y grupo Whatsapp).
- Aprobar la Carpeta de Trabajos Prácticos en tiempo y forma, según cronograma de actividades. La entrega se realiza por Aulaabierta de los diferentes grupos conformados; con las fechas previamente definidas.
- Aprobar el TRABAJO FINAL INTEGRADOR, tanto en presentaciones como exposición final en grupos.
- La cátedra se reserva el derecho de realizar coloquios grupales o ciertos alumnos que por su gran desempeño en todas las áreas (evaluaciones, actitudes, presentación de trabajos prácticos, inquietudes, consultas, etc.).

Cumplidos estos requisitos, se otorgará al alumno la promoción directa como lo establece Reglamento de Estudios vigentes. Los alumnos no cumplan algunos de los incisos anteriores, podrán entrar en la condición de regular o de libre (recursar la materia ya que no se admite rendir examen final para alumnos libres).

Programa de examen final

| | |
|------------|-------------------|
| Bolilla 1: | Temas: 1 – 10 – 2 |
| Bolilla 2: | Temas: 2 – 8 – 5 |
| Bolilla 3: | Temas: 3 – 6 – 9 |
| Bolilla 4: | Temas: 4 – 10 – 9 |
| Bolilla 5: | Temas: 5 – 6 – 10 |
| Bolilla 6: | Temas: 6 – 7 – 1 |
| Bolilla 7: | Temas: 7 – 4 – 5 |
| Bolilla 8: | Temas: 8 – 3 – 4 |
| Bolilla 9: | Temas: 9 – 2 – 7 |

- Según Ordenanza 002-2021-CDH y por aval del Director de Carreras, la cátedra NO ACEPTA que los alumnos LIBRES rindan examen final (cualquiera sea la causa o categoría de las 4 enunciadas en la ordenanza citada). Por ello, no se establece una metodología para estos exámenes.



Ms. Ing. Maximiliano SEGERER

17 de febrero de 2023