

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
CI 5601	Construcción de Centrales Hidroeléctricas			
Nombre en Inglés				
Construction of Hydroelectric Plants				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3,0	2,0	5,0
Requisitos			Carácter del Curso	
CI3502 CI4102			Electivo para Estructuras Construcción y Geotecnia; Hidráulica, Sanitaria y Medio Ambiente	
Resultados de Aprendizaje				
<p>Al finalizar el curso el alumno demuestra que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conoce el mercado de la generación eléctrica, la tradición hidroeléctrica de nuestro país y por qué es importante la fuente hídrica para el futuro de Chile. - Conoce proyectos de centrales hidroeléctricas, en forma integral, incluidas todas las etapas de desarrollo del proyecto. - Conoce las etapas de la planificación de un proyecto hidroeléctrico. - Distingue los tipos de centrales hidroeléctricas, tipos de presas, aducciones y de turbinas hidráulicas - Conoce métodos constructivos, de presas, canales y túneles - Conoce las contingencias y riesgos asociados a la construcción de obras como presas y túneles, y formas de abordarlos. - Conoce el contenido de los documentos de licitación para contratar la construcción de obras civiles, procesos de pre – calificación y cotización. - Conoce formas de administración de contratos de construcción. - Conoce formas de resolución de conflictos e imprevistos. - Conoce el contenido de una resolución de calificación ambiental , de los estudios de impacto ambiental y la importancia de su aplicación. - Conoce el contenido de un programa y secuencia de construcción de las obras civiles de centrales hidroeléctricas. - Conoce las herramientas de control y seguimiento, para asegurar cumplimiento de costos y plazos de construcción. 				

Metodología Docente	Evaluación General
<ul style="list-style-type: none"> - Clases expositivas con participación de los alumnos - Dos trabajos grupales, de 3 alumnos por grupo. - Visita a una central hidroeléctrica en construcción y/o en operación 	<ul style="list-style-type: none"> - Dos controles PC: Promedio de dos controles - Dos trabajos grupales con exposición TG: promedio de dos trabajos <p>NP: nota de presentación a examen $NP = PC * 0,7 + TG * 0,3$ Nota Final: $NP * 0,6 + Examen * 0,4$ Eximición con NP 5,5</p>

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Introducción al curso	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • Generalidades sobre el curso y contenido • El mercado de generación eléctrica. La hidroelectricidad en Chile: pasado, presente y futuro • Tipos de Centrales Hidroeléctricas y tipos de turbinas hidráulicas 	Al final de la unidad se espera que el estudiante conozca sobre: <ul style="list-style-type: none"> - El parque generador - El futuro de la hidroelectricidad y los recursos disponibles - Los desafíos para su desarrollo - El mercado laboral asociado a las Centrales Hidroeléctricas - Las disciplinas de ingeniería involucradas - Las bases de una central - Los tipos de centrales hidroeléctricas y tipos de turbinas hidráulicas 	1) 2) 3) 4)
Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Actividades Previas a la Construcción	4
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
2.1 Permisos y autorizaciones 2.2 Diseño básico y/o de detalles 2.3 Organización, planificación y control 2.4 Financiamiento 2.5 Programa, hitos de control 2.6 Constructibilidad, riesgos e imprevistos 2.7 Herramientas de control y administración de contratos 2.8 Precalificación y licitación 2.9 Control de riesgos e imprevistos 2.10 Procesos constructivos 2.11 El entorno	Al final de la unidad se espera que el estudiante conozca: <ul style="list-style-type: none"> - Las condiciones necesarias para construir una central hidroeléctrica. - El contenido de una RCA y su relación con las especificaciones técnicas y contratos. - Organigramas - Herramientas de control - Programas de construcción. - Formas de controlar riesgos e imprevistos 	6) 7) 8) 9) 12) 13)

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Construcción de Obras Preliminares	1
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía

3.1 Accesos y caminos 3.2 Campamentos 3.3 Fuentes de energía y agua	Al final de la unidad se espera que el estudiante conozca una forma de abordar la construcción de centrales, separando lo preliminar de lo esencial. Asimismo conocerá aspectos sobre los tipos de caminos de acceso usados, tipos de campamentos empleados en las obras y otros aspectos logísticos.	11)
Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Construcción de Obras Civiles y Montajes	6
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
4.1 Bocatoma, toma 4.2 Aducción: canal, túnel tubería 4.3 Estanques: desarenadores/acumuladores 4.4 Descargas de seguridad, chimeneas de equilibrio 4.5 La presa: tierra, hormigón, HCR, enrocado/pantalla 4.6 Vertederos y disipadores de energía 4.7 Casa/Caverna de máquinas 4.8 Válvulas 4.9 Turbinas 4.10 Generadores 4.11 Transformadores 4.12 Pozo de bombeo 4.13 Devolución de aguas: canal, tubería, túnel 4.14 Subestaciones eléctricas 4.15 Líneas de transmisión 4.16 Sistema de control y comunicaciones	Al final de la unidad se espera que el estudiante conozca: - Tipos de bocatoma - Tipos de presas - Tipos de aducciones - Detalles de casa de máquinas - Secuencia de montaje de turbinas y generadores - Subestaciones, conexiones y líneas de transmisión - Procesos constructivos y/o productivos - Integración de las obras y objetivos - Aplicación de las herramientas de control y seguimiento - Controles de calidad, trazabilidad de las obras. Y métodos constructivos de presas, bocatomas, túneles y canales.	5) 10) 11) 14) 15)
Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
5	Pruebas y Operación	0,5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía

5.1 Pruebas de las obras civiles 5.2 Pruebas de equipos 5.3 Pruebas de sistemas	Al final de la unidad se espera que el estudiante conozca: <ul style="list-style-type: none"> - La importancia de las pruebas y su relación con la garantía de ejecución - Casos fallidos, consecuencias y remedio 	
Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
6	Contingencias de los Proyectos	1,5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
6.1 Los "imprevistos" más comunes 6.2 Causas de aumento de costos y plazos de los proyectos 6.3 Recomendaciones para afrontar las contingencias	Al final de la unidad se espera que el estudiante conozca: <ul style="list-style-type: none"> - Métodos para prever contingencias - Forma de abordarlas cuando ocurren - Experiencias en resolución de imprevistos - Control de riesgos e imprevistos 	12) 13)

Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> 1) Rol de la hidroelectricidad en Chile. Instituto de Ingenieros. 2017. 2) Hoja de ruta 2050. Hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile. Comité Consultivo de Energía 2050. Septiembre 2015 3) Base para Planificación Territorial en el Desarrollo Hidroeléctrico Futuro (Estudio de Cuencas) 1a Etapa de Abril 2015 y 2a Etapa. Teco Group y Centro UC Cambio Global. 4) Energías renovables en Chile. El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé. Ministerio de Energía – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH. 2014 5) Los recursos hídricos. El rol de los embalses para su regulación y el mayor aprovechamiento. Comisión de recursos hídricos del Instituto de Ingenieros de Chile. 2010. 6) Ley 19.300 Bases Generales del Medio Ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 1994 7) Decreto 40. Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental. Ministerio del Medio Ambiente. 2014. 8) Guía para la evaluación de impacto ambiental de centrales de generación de energía hidroeléctrica de potencia menor a 20 MW. Servicio de evaluación ambiental y Ministerio de Energía. 2012. 9) Estándares internacionales de sustentabilidad para la hidroelectricidad y posibilidades de implementación en Chile. Depto. Ingeniería Civil U. de Concepción. Septiembre 2015.

- 10) Design of Small Dams. United states department of interior. Bureau of reclamation
- 11) Manual de Carreteras. Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas, Chile
- 12) Aplicación de la Evaluación de Riesgos en la Construcción de Túneles para Obras Hidráulicas. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Daniel Ceroni G.
- 13) Administración y Supervisión de Contratos de Construcción Central Pehuenche. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Adolfo Ochoa LL.
- 14) Estudio de métodos alternativos para la construcción del muro en arco de la central Balco. Carlos Hernán Velásquez Mercado. 1993

Vigencia desde:	
Elaborado por:	Adolfo Ochoa Enero 2018
Revisado por:	