

PROGRAMA DE CURSO

TALLER DE PROYECTOS TECNOLÓGICOS

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Eléctrica (DIE)					
Nombre del curso	Taller de proyectos tecnológicos	Código	EL6101	Créditos	12	
Nombre del curso en inglés	<i>Technological projects workshop</i>					
Horas semanales	Docencia	4	Auxiliares	2	Trabajo personal y laboratorio	10
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	EL4203: Programación avanzada/EL4204: Formulación y evaluación de proyectos					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que el estudiantado trabaje y desarrolle un proyecto que consiste en un estudio de ingeniería y/o desarrollo de producto, cuyo objetivo y estándar sea definido por el cuerpo académico, en conformidad con los y las estudiantes o, por los y las estudiantes y sea aceptado por los y las académicos/as.

El objetivo del proyecto puede situarse en alguna de las siguientes etapas, según línea o tipo de proyecto: *Ingeniería conceptual, anteproyecto, estudio de factibilidad, ingeniería básica e ingeniería de detalle.*

Los y las estudiantes entregarán avances del estudio de ingeniería y/o diseño de un producto, realizando ajustes, según las indicaciones derivadas de las revisiones y sugerencias del cuerpo académico.

Líneas de trabajo para el estudio de ingeniería y/o desarrollo de un producto:

Las líneas de trabajo para el proyecto tecnológico se relacionan con las diferentes especialidades que ofrece la carrera de Ingeniería Civil Eléctrica de la Universidad de Chile; a modo de ejemplo se pueden mencionar: Energía, TICS, Control, Instrumentación, Inteligencia computacional y Robótica.

Modalidad para el desarrollo del taller de proyecto tecnológico

La modalidad de trabajo es grupal. Los equipos deberán estar constituidos por un mínimo de tres integrantes. Con esta metodología se pretende emular la forma de trabajo en un proyecto real, y se evaluará la interacción entre los integrantes, respecto de sus responsabilidades, liderazgos, organización, comunicación y relaciones humanas. Se trabajará como si fuese una oficina de ingeniería donde el equipo de especialistas (estudiantado) debe cumplir con la actividad, en un plazo determinado y con un presupuesto limitado.

La modalidad de trabajo y desarrollo deberá incluir al menos los siguientes puntos:

- Preparar y presentar un plan de trabajo.
- Definición y alcance del proyecto a desarrollar (recogida de antecedentes). En esta etapa se debe diferenciar lo que es diseño y lo que es proyecto.
- Desarrollo del proyecto al nivel que se defina: de ingeniería conceptual, anteproyecto, ingeniería básica o de detalle o desarrollo de un producto mínimo viable.
- Criterios de diseño y funcionalidades requeridas por el estudio de ingeniería y/o desarrollo del producto.
- Requerimientos medioambientales.
- Estudio de alternativas de solución.
- Definición de los “entregables”.
- Elaboración de especificaciones técnicas, planos y análisis de costos.
- Consideraciones para la construcción y montaje de equipos.
- Pruebas finales, puesta en servicio, prototipado, recepción de las obras del proyecto si corresponde.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE4: Concebir, diseñar y evaluar, dispositivos, sistemas y desarrollos científico- tecnológicos para la solución de problemas en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, considerando especificaciones técnicas, así como requerimientos económicos, ambientales, sociales y éticos.

CE5: Resolver problemas y optimizar soluciones en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica utilizando conceptos, enfoques y metodologías apropiadas.

CE6: Identificar necesidades presentes y futuras de la sociedad relacionadas con el ámbito de la Ingeniería Eléctrica y emprender en la gestión de proyectos tecnológicos que den respuesta a dichas necesidades.

CE7: Concebir, implementar y gestionar proyectos tecnológicos en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, considerando para tal efecto requerimientos técnicos, económicos, ambientales, sociales y éticos.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

CG6: Innovación

Concebir ideas viables y novedosas que generen valor para resolver necesidades latentes, materializadas en productos, servicios o en mejoras a procesos dentro de un sistema u organización, considerando el contexto sociocultural y económico y los beneficios para el usuario.

CG7: Emprendimiento

Identificar y evaluar oportunidades aprovechables para crear e introducir nuevos servicios o productos con valor económico y social, a partir de la toma de decisiones en un contexto complejo de incertidumbre, demostrando motivación e iniciativa en su quehacer.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE4, CE7 CG5	RA1: Elabora un proyecto en el ámbito de la Ingeniería eléctrica, conforme a los requerimientos correspondientes a cada una de las etapas de este, considerando especificaciones técnicas, normativas, protocolos, así como requerimientos económicos, ambientales, sociales y éticos.
CE5, CE6 CG6	RA2: Diseña y proyecta una solución a un problema, utilizando metodologías ágiles para productos, ingeniería de proyecto de innovación y de integración, y para proyectos tradicionales, a fin de agregar valor a un sistema o proceso que permita mejoras al bienestar humano.
CE4, CE5 CG7	RA3: Evalúa tiempos, costos de procesos productivos de piezas y componentes eléctricos, considerando tecnologías y procesos de manufactura disponibles, diseño de prototipos, experimentos e información de mercado, etc., para proponer opciones de mejora.
CE4, CE7, CG7	RA4: Evalúa la factibilidad económica de cada etapa del estudio de ingeniería y/o el desarrollo de un producto, considerando las condiciones de mercado y licitaciones posibles y sugiriendo mejoras de ser necesario.
CE4, CE7	RA5: Elabora documentación técnica, planos y memorias de cálculo, considerando rigurosidad en el manejo de estándares y buenas prácticas asociadas a la ética profesional en ingeniería, los que integra a la propuesta de proyecto en cada una de las áreas de especialidad.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	<p>RA6: Redacta, de manera clara y eficaz, informes de avance y final del proyecto, considerando dominio conceptual y una fundamentación rigurosa sobre las decisiones de diseño, planos, especificaciones técnicas, desarrollo de prototipos, procesos de manufactura, selección óptima de materiales y cumplimiento de normativas vigentes.</p> <p>RA7: Expone, en forma oral, sobre la solución dada a un problema de ingeniería, a partir de argumentos técnico-disciplinarios que sustenten la propuesta, evidenciando en su discurso claridad, uso de un lenguaje variado y precisión conceptual.</p>

CG4	RA8: Trabaja en equipo en un proyecto tecnológico, donde se definen roles, se planifica y organiza cada actividad con su entregables comprometido, estableciendo una comunicación efectiva, manejo de conflicto para concordar acuerdos que favorezcan la toma de decisiones.
-----	---

D.Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA3, RA4, RA5, RA8	Aspectos generales para el desarrollo de un proyecto de ingeniería y/o desarrollo de un producto	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>1.1. Problemas de ingeniería de diseño e ingeniería de proyectos: ejemplos reales. Clasificación y/o tipos de proyectos asociados a Ingeniería Eléctrica. Por ejemplo, para proyectos de carácter tecnológico considerar escala TRL (<i>Technology Readiness Level</i>).</p> <p>1.2. Problemas de desarrollo de productos y/o estudios de ingeniería.</p> <p>1.3. Ejemplos de proyectos reales de ingeniería entregados y/o explicados por el cuerpo académico, en particular: documentación, planos o blueprint, presupuestos, entregables, informes, prototipos, memorias de cálculo, costo de las obras, pruebas finales de aceptación, entre otros</p> <p>1.4. Ejemplos de desarrollo de productos, en el contexto de proyectos tradicionales y producto mínimo viable en la resolución de un problema (innovación tecnológica).</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica y analiza diferentes problemas de ingeniería de diseño de productos e ingeniería de proyectos eléctricos, considerando tipo de documentación, entregables, según requerimientos. 2. Organiza con su equipo las tareas involucradas en el trabajo, considerando organigrama, la comunicación organizacional, roles (revisor, ejecutor o scrum manager, product owner, entre otros) y plazos. 3. Selecciona el estudio de ingeniería y/o desarrollo de producto, según problema de la especialidad (por ejemplo, subestación eléctrica, línea de transmisión, central hidráulica, planta, desarrollo de ML, solución de conectividad, etc.). 4. Utiliza base de datos y bibliotecas digitales para recopilar información sobre estimación de horas persona, por especialidad, tarifa por jerarquías, curva "S" o para selección de materiales, tipos de equipo con sus precios, proveedores, software. 5. Define los alcances de un estudio de ingeniería y/o desarrollo de un producto a desarrollar. 6. Construye una curva "S" conforme al progreso del proyecto y/o desarrollo del producto, reportando antecedentes sobre horas persona, tareas y/o costos, entre otros. 	

<p>1.5. Antecedentes: acopio de información (en el caso de estudios de ingeniería: estimación de horas persona por especialidad y tarifa por jerarquías, curva “S”) y su búsqueda en base de datos y bibliotecas digitales para selección de materiales, tipos de equipo con sus precios, proveedores, software.</p> <p>1.6. Definición y alcances del proyecto a desarrollar, por ejemplo:</p> <p>a) ingeniería conceptual, anteproyecto, estudio de factibilidad, ingeniería básica e ingeniería de detalle.</p> <p>b) alcances para el desarrollo de productos (identificación del dolor o problema, necesidad a resolver, desarrollo de prototipos o producto mínimo viable).</p> <p>1.7. Evaluación económica del proyecto y/o puesta en el mercado del producto, determinación del punto de equilibrio, relación costo/beneficio, entre otros.</p> <p>1.8. Proceso de licitación: importancia de este proceso para los estudios de ingeniería.</p> <p>1.9. Comunicación en la organización; liderazgo para el cumplimiento de plazos y ejecución de las etapas de estudio de ingeniería y/o desarrollo de un producto.</p>	<p>7. Identifica las etapas de un proceso de licitación para el desarrollo de un proyecto.</p> <p>8. Produce informes de avances parciales de las actividades realizadas para el estudio de ingeniería y/o desarrollo de un producto, considerando claridad y precisión en el desarrollo de sus ideas.</p>
--	--

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA3, RA4, RA5	Definición y planteamiento de un problema de ingeniería	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Definición y alcances del estudio de ingeniería y/o desarrollo de un producto.</p> <p>2.2. Herramientas de software de aplicación, <i>scrum board</i>, carta Gantt para evaluar, de forma continua, el cumplimiento de las metas</p> <p>2.3. Aspectos generales de las especificaciones técnicas de un estudio de ingeniería (por ejemplo: de montaje, de ingeniería, para la obra, para adquisición equipos, pruebas finales, puesta en servicio) y/o desarrollo de un producto (por ejemplo, requerimientos funcionales, atributos de productos, prueba de concepto, prueba valor).</p> <p>2.4. Tipificación de planos en ingeniería eléctrica.</p> <p>2.5. Consideraciones o condiciones para elaborar un presupuesto estimado (costos, cubicaciones, precios FOB, CIF, DDP); existencia de los componentes en el mercado local o internacional.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Formula un anteproyecto inicial que le permita analizar su propuesta de diseño, a partir del dimensionamiento de equipos, costos, consumos de energía y tiempos de ejecución, proyectando los resultados esperados a la implementación del proyecto. 2. Diseña procedimiento de gestión para un estudio de ingeniería y/o desarrollo de un producto, mediante distintas herramientas como software de aplicación, <i>scrum board</i>, carta Gantt, con las cuales evalúa en forma continua el cumplimiento de las metas. 3. Analiza especificaciones técnicas, diferenciando los tipos de planos para el estudio de ingeniería y/o desarrollo de un producto. 4. Elabora documentación técnica como planos, especificaciones, presupuestos, (costos, cubicaciones, precios FOB, CIF, DDP), considerando la existencia de los componentes en el mercado local o internacional. 	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA8	Metodologías de desarrollo y gestión de proyectos	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Metodología general tradicional de proyecto; etapas desde la ingeniería conceptual hasta la etapa de pruebas finales y entrega del proyecto.</p> <p>3.2. Aplicación de metodologías de gestión de proyecto, según naturaleza de este.</p> <p>3.3. Ejemplos de metodologías de desarrollo de proyectos y gestión de proyectos orientadas a:</p> <p>a) proyecto de innovación (metodologías ágiles, canvas, scrum).</p> <p>b) proyectos tradicionales (metodologías en cascada).</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Selecciona metodologías aplicables al objetivo y tipo de proyecto (tradicionales o proyectos de innovación). 2. Diseña y aplica técnicas tradicionales y de innovación para recoger e interpretar información del usuario, contexto y necesidad. 3. Toma decisiones sobre el tipo de estrategia elegida, evaluando cuándo es aplicable o no. 4. Utiliza metodologías propias de proyectos de estudios de ingeniería y metodologías ágiles, para desarrollar la solución, que incluye una evaluación técnico-económica. 	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA5, RA6, RA8	Desarrollo del proyecto de estudio de ingeniería y/o diseño de un producto con su respectiva solución técnica/económica y óptima	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1. Consideraciones y criterios generales para el diseño de productos y/o desarrollo de proyecto:</p> <p>4.1.1. Normas técnicas (según el caso)</p> <p>4.1.2. Normas nacionales de Proyectos</p> <p>4.1.3. Normas internacionales de equipos y diseños (ANSI/IEEE, ETC, IEC, VDE, etc.).</p> <p>4.1.4. Normas de seguridad, Normas Medioambientales.</p> <p>4.1.5. Exigencias SEC para el caso de proyectos de energía</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseña una solución, considerando diversas normas técnicas aplicables a proyectos. 2. Cumple con el alcance y los objetivos declarados al inicio del proyecto, considerando ajustes de ser necesario y posibles alternativas de solución. 3. Planifica la implementación de su modelo y plan de trabajo para comparar cuantitativamente el desempeño de la situación base y la solución propuesta, demostrando así su potencial efecto. 4. Trabaja en proyectos, diseñando prototipos y /o experimentos para proponer el concepto, a través de esquemas, modelos 3D, fotografías, videos. 	

<p>(Superintendencia de Electricidad y Combustibles) para la presentación de un proyecto eléctrico a la SEC y obtener la aprobación de la autoridad.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 5. Elabora documentación técnica del proyecto como planos, especificaciones, cálculos, memoria descriptiva y otros afines. 6. Evalúa la viabilidad técnica y financiera de la propuesta, considerando la determinación del punto de equilibrio, relación costo/beneficio, su aporte social o factibilidad y eficacia. 7. Integra normativas y regulaciones aplicables, tanto nacionales e internacionales (ANSI/IEEE, ETC, IEC, VDE, etc.) a las metas y procedimientos de proyectos y/o desarrollo de productos, en el contexto de proyectos eléctricos. 8. Integra las exigencias SEC al estudio de ingeniería y/o desarrollo de un producto.
--	--

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA7, RA8	Defensa del proyecto: en el rol de oferente del proyecto de ingeniería y/o desarrollo de producto	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>5.1. Condiciones finales del proyecto y propuesta de solución.</p> <p>5.2. Posición del oferente al momento de presentar un estudio de ingeniería y/o el desarrollo de un producto.</p> <p>5.3. Control de calidad del proyecto y/o producto: límites racionales, planos con sus dimensiones, requerimientos regulatorios, uso de simbología.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Expone, en forma oral y/o escrita, la solución dada a un problema de ingeniería, elaborando argumentos técnico-disciplinarios para sustentar la propuesta, donde se evidencie claridad, uso de un lenguaje variado y precisión conceptual. 2. Verifica si su proyecto cumple o no con los mínimos exigibles y entregables, realizando un control de calidad respecto del diseño. 3. Elabora la documentación técnica del proyecto, respetando en sus escritos y documentos normas ortográficas y gramaticales. 4. Evalúa, con su equipo, el cumplimiento de las metas, en un proceso de reflexión y de mejora continua. 5. Reflexiona, mediante argumentos, que efectivamente se alcanzaron los objetivos del trabajo, considerando las acciones de planificación y monitoreo que favorecieron esta tarea. 	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso se estructura en base a distintas metodologías de enseñanza y aprendizaje que incluyen principalmente:

-Clases expositivas: se presentan conceptos sobre desarrollo y elaboración de proyectos de ingeniería, ya sea de estudios de ingeniería y/o desarrollo de productos y que se aplican a todas las especialidades o líneas consideradas en la malla curricular de la carrera de Ingeniería Civil Eléctrica de la Universidad de Chile.

-Aprendizaje basado en proyecto: los y las estudiantes se organizan en grupos de trabajo y fijan objetivos, estándares, documentos entregables y metas de un proyecto, aplicando conceptos disciplinares señalados por el cuerpo académico.

El estudiantado trabaja en un estudio de ingeniería y/o desarrollo de producto como entregables; esta tarea se ejecuta en un nivel de complejidad creciente en el tiempo y es desarrollado por los equipos. En cada una de estas fases se incluye información más detallada y precisa respecto del trabajo y sus avances hasta obtener el producto o proyecto final.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera diversas instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
Entrega de Informes parciales según avance del proyecto. Evaluación de los informes según sus contenidos técnicos y presentación de la información.	El estudiantado identifica y comprende el alcance y los objetivos del proyecto a desarrollar. Evalúa RA1, RA3, RA4, RA5, RA8.
Presentación y defensa del proyecto utilizando medios audiovisuales (PPT), por grupo de trabajo, cuya duración es máximo 30 minutos. Se evalúa la exposición y por aprendizajes de los contenidos técnicos del estudio de ingeniería y/o desarrollo de un producto. Notas Informe de avance, informe final y presentación con misma ponderación.	El estudiantado demuestra un conocimiento cabal del proyecto desarrollado y expone en forma fluida y segura los aspectos técnicos y económicos del trabajo realizado por el grupo. Evalúa RA1, RA2, RA6, RA7.
Entrega informe final del proyecto con planos, especificaciones técnicas, presupuestos, carta Gantt y los “entregables declarados” en los objetivos del proyecto. Evaluación del informe final, según sus contenidos técnicos-económicos, su redacción y cumplimiento de los objetivos y alcances del proyecto.	El estudiantado trabaja en las etapas de un proyecto, la documentación técnica que corresponde a dicha etapa, las normas aplicables y elabora Informes técnico-económicos, según normativas vigentes. Evalúa RA6, RA8, RA9.

Para evaluar el trabajo en equipo se considerarán avances, revisión de estado, según plan de trabajo y coevaluaciones entre los integrantes.

Evalúa RA7.

Al inicio de cada semestre el académico o académica informará al y la estudiante sobre los tipos y cantidad de evaluaciones, así como las ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

I. Bibliografía obligatoria:

- [1] Cross, N. *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*, Fifth edition, 2021.
- [2] ARCHER E. KNOWLTON: *Standard Handbook for Electrical Engineers-Mc.Graw Hill-2008.*

II. Bibliografía complementaria:

- [3] Normas Internacionales (IEC, ANSI/IEEE):

- IEC (International Electrotechnical Commission): *Pub. ROTATING ELEC.MACHINE 34-9-2003*
- IEC 60617-6 *GRAPHICAL SYMBOLS FOR electrical DIAGRAMS and Drawings-2005.*
- IEC 62271 -100 *HIGH VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR-2003.*
- IEC 60076 *POWER TRANSFORMER erection procedure -2009.*

- [4] Normas Técnicas Eléctricas Nacionales:

- CNE. Comisión Nacional de Energía: *Norma Técnica de Seguridad y Calidad del Servicio -2021.*
- CNE. Normativa Chilena: *Pliegos Técnicos Normativos RIC, nros N 01 al N 19.- 2022.*
- CNE. Norma Técnica: *Conexión y Operación de PMGD en Instalaciones de Media Tension-2007.*

- [5] J. CÓRDOVA PEREZ: *Distribución Industrial de la Energía Eléctrica – Cocesa-1994.*

- [6] ASIMOV, M.: *Introducción al Proyecto.* Segunda Edición. Centro Regional de Ayuda Tec.Mexico-1970.

- [7] KRICK, EDWARD V.: *Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería- México Limusa 1973.*

- [8] "The Design Thinking Playbook: Mindful Digital Transformation of Teams, Products, Services, Businesses and Ecosystems.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño 2023
Elaborado por:	Patricio Eduardo Valenzuela, Andrés Caba Rutte, Iván Castro, Arturo Otto, Francisco Casado, Martín Cádiz
Validado por:	Revisión académicos par: CTD ampliado Eléctrica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular