



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Proyecto de Fin de Carrera

Proyecto de Diseño *Capstone*

Los procesos modernos de formación profesional en ingeniería consideran un Plan de Estudios que incluye uno o dos cursos terminales donde los alumnos desarrollan un proyecto de diseño en el que se plantea una solución de ingeniería a un problema real considerando restricciones económicas, sociales, ambientales, legales, entre otras limitaciones.

El proyecto de diseño, conocido también como proyecto de fin de carrera o proyecto capstone, tiene por finalidad que el estudiante, trabajando de manera grupal, integre todos los conocimientos y habilidades adquiridas a lo largo de los estudios para crear un producto, bien, proceso o servicio que constituye la solución adecuada, práctica y realizable a un problema de ingeniería del mundo real.

El proceso de acreditación ABET considera que toda Escuela de Ingeniería debe dar al estudiante la oportunidad de desarrollar un proyecto completo de diseño utilizando herramientas modernas de la ingeniería y que culmine con un producto final demostrable. ABET lo llama como *proyecto de diseño capstone* y debe desarrollarse en el último año del Plan de Estudios.

Diseño en Ingeniería

Se entiende por diseño el proceso a través del cual se crea un componente, sistema o proceso que satisface necesidades, así como requerimientos y limitaciones dadas. El diseño es un proceso iterativo de toma de decisiones que involucra las siguientes etapas:

- Identificación de la necesidad o problema a resolver.
- Formulación de los objetivos e identificación de restricciones.
- Definición de las especificaciones técnicas.
- Propuesta de alternativas de solución.
- Formulación de métricas técnicas y económicas para la comparación de alternativas.
- Selección de la alternativa óptima que satisface los requerimientos y reformulación de las especificaciones si fuese necesario.
- Desarrollo detallado de la solución incluyendo simulaciones y análisis de resultados.
- Descripción de la solución a través de planos y diagramas.
- Propuesta de implementación de la solución planteada incluyendo presupuesto estimado.

Todas estas actividades deben desarrollarse de manera ordenada, estructurada y según un cronograma que permita completar el proyecto en el tiempo asignado.

El diseño es el foco de la ingeniería. Es arte y ciencia y requiere imaginación, creatividad, conocimiento y habilidades técnicas, pensamiento crítico y analítico, orden y disciplina, y una actitud orientada al logro de metas y objetivos.

El diseño en ingeniería se considera como un *problema de solución abierta (open-ended problem)* para el cual no existe una solución única, sino que se pueden formular diversas soluciones todas ellas satisfaciendo las especificaciones y requerimientos. Es así que, para un problema de diseño dado, cada ingeniero puede proponer una solución distinta que cumple con los objetivos planteados.

Los *proyectos de diseño capstone* deben desarrollarse de manera dinámica y proactiva con intensiva participación de los alumnos bajo la orientación del asesor-docente del curso quien propondrá los lineamientos generales y guiará a los alumnos para completar el proyecto en los plazos asignados.

El proyecto de diseño debe concluir con un producto final demostrable y exhibible, así como un informe (expediente) final donde se presenta el problema, se detalla el proceso de solución y se presenta el producto o resultado final a través de planos, simulaciones, diagramas, maquetas u otras evidencias que describan la solución al problema original.

Competencias y Proyecto Capstone

Los proyectos de diseño en Ingeniería se plantean como el desarrollo de soluciones a problemas que consideran la integración óptima de, entre otros, recursos materiales, humanos, económicos, energéticos, de tiempo y de infraestructura que permiten el diseño, construcción y operación de sistemas ingenieriles de manera óptima, eficiente y sostenible.

De acuerdo a los requerimientos de ABET, en el *proyecto de diseño capstone* se deben desarrollar y lograr la mayoría de los Resultados del Estudiante que se han planteado para la Escuela Profesional. Se entiende por Resultados del Estudiante las competencias profesionales que deben lograr los alumnos al momento de culminar sus estudios. Para las Escuelas de Ingeniería se han planteado los siguientes trece Resultados del Estudiante:

- Diseño en Ingeniería
- Solución de Problemas
- Aplicación de las Ciencias
- Experimentación y Pruebas
- Práctica de la Ingeniería Moderna
- Impacto de la Ingeniería
- Gestión de Proyectos
- Conciencia Ambiental
- Aprendizaje Continuo
- Conocimiento de Asuntos Contemporáneos
- Responsabilidad Ética y Profesional
- Comunicación Oral y Escrita
- Trabajo en Equipo

Informe del Proyecto Capstone

Los proyectos de diseño capstone deben culminar con la presentación oral del proyecto y la entrega de un informe final que describe el trabajo realizado incluyendo cálculos, diagramas, gráficos, planos, costos y cronogramas.

Si bien cada docente puede plantear un contenido particular, el índice sugerido para el informe final del proyecto capstone es:

- Presentación de problema o necesidad a resolver. Características, ubicación, restricciones técnicas, sociales, económicas, ambientales, etc.
- Análisis de posibles soluciones y selección justificada de la alternativa más adecuada.
- Desarrollo detallado de la solución seleccionada. Cálculos, aplicación de normas y estándares, determinación de parámetros, selección e integración de equipos, etc. Se deben incluir diagramas de bloque, diagramas de flujo.
- Análisis de la solución, ventajas, desventajas y limitaciones.
- Planos de la solución desarrollada. Descripción gráfica de la solución.
- Determinación de las actividades para el desarrollo del proyecto. Formulación del cronograma del proyecto (no requiere ser muy detallado).
- Estimación del costo del proyecto (no requiere ser muy detallado).
- Conclusiones.