

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

OBRAS HIDRÁULICAS – CI457

Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Misiones

Responsables: Ing. José A. Serra y Dr. Ing. Darío T. Rodriguez

1. INTRODUCCIÓN

El Trabajo Práctico Integrador de **Obras Hidráulicas (CI457)** constituye la **continuación directa del Trabajo Práctico Integrador desarrollado en Hidráulica Aplicada (CI453)**.

En CI453 los estudiantes realizaron el análisis preliminar de un aprovechamiento hidroeléctrico de pequeña o micro escala, considerando la selección del sitio, identificación del curso de agua, delimitación de cuenca, evaluación del recurso hídrico, demanda energética, selección preliminar del equipamiento y definición del esquema general de obras.

El caso modelo evidencia esta secuencia: selección del curso y población a servir; análisis mediante MDE, QGIS y Civil3D; definición preliminar del azud y sala de máquinas; evaluación hidrológica; selección del esquema de obras y finalmente definición preliminar del equipamiento electromecánico.

En **CI457 no se reinicia el proyecto**. El trabajo aprobado en CI453 constituye el **Antecedente de Proyecto** sobre el cual cada grupo deberá continuar trabajando.

El propósito será avanzar desde el **anteproyecto hidráulico** hacia el **dimensionamiento y definición técnica de las principales obras hidráulicas**, incorporando verificaciones, memoria de cálculo, criterios de diseño, detalles constructivos y procedimientos de ejecución.

2. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el proyecto integrado de las principales obras hidráulicas que conforman una **Pequeña/Micro Central Hidroeléctrica de pasada (PCH/MCH)**, partiendo del anteproyecto realizado en Hidráulica Aplicada (CI453), aplicando los conocimientos adquiridos en Obras Hidráulicas (CI457).

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

El estudiante deberá demostrar capacidad para **dimensionar, verificar, representar y justificar técnicamente** cada componente, comprendiendo además la interacción entre las distintas obras del aprovechamiento.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El estudiante deberá ser capaz de:

- recuperar y evaluar críticamente los antecedentes desarrollados en CI453;
- identificar datos válidos, hipótesis y aspectos que requieren revisión;
- establecer los parámetros hidráulicos y geométricos de diseño;
- dimensionar las distintas obras que integran el aprovechamiento;
- verificar hidráulica y estructuralmente los componentes dentro del alcance de CI457;
- analizar la compatibilidad entre niveles, cotas, caudales y dimensiones;
- cuantificar pérdidas de carga y sus efectos sobre el aprovechamiento;
- definir materiales y soluciones constructivas;
- desarrollar detalles constructivos;
- establecer procedimientos y secuencias de construcción;
- identificar condicionantes topográficos, hidráulicos, geotécnicos y constructivos;
- comparar alternativas y justificar las decisiones adoptadas;
- integrar las distintas obras en un único proyecto técnicamente coherente;
- elaborar documentación técnica y defender oralmente las decisiones de ingeniería.

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

4. PRINCIPIO FUNDAMENTAL DEL TP

Todo resultado deberá estar técnicamente justificado.

No será suficiente indicar una dimensión, sección, diámetro, cota o solución constructiva.

Para cada elemento deberá presentarse, según corresponda:

Datos → hipótesis → criterios → ecuaciones → cálculo → unidades → verificaciones → alternativas → valor adoptado → representación gráfica → procedimiento constructivo.

Cuando un valor provenga de CI453 deberá identificarse como **Antecedente CI453**.

Cuando dicho valor sea recalculado deberá indicarse:

Antecedente CI453 → Verificación CI457 → Valor adoptado CI457.

Si el desarrollo detallado demuestra que una decisión previa debe modificarse, **podrá y deberá modificarse**, justificándolo técnicamente.

5. CARÁCTER ITERATIVO DEL PROYECTO

El TP no debe entenderse como una sucesión independiente de ejercicios.

Los hitos son **etapas acumulativas de un único proyecto**.

Por lo tanto, una decisión tomada en un hito podrá obligar a revisar resultados anteriores.

Por ejemplo:

cota del azud → nivel de derivación → canal → cámara de carga → pérdidas → salto neto → tubería forzada → turbina → restitución.

La coherencia entre componentes será parte de la evaluación.

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

6. HITO 1 — 24/08/2026

CONSIGNAS, OBJETIVOS Y REVISIÓN DEL ANTEPROYECTO

Objetivo

Establecer formalmente el punto de partida del proyecto CI457.

Actividades

Cada grupo deberá recuperar el TP Integrador aprobado en CI453 y elaborar una **Ficha de Antecedentes del Proyecto**, sintetizando como mínimo:

- ubicación;
- curso de agua;
- cuenca;
- área;
- topografía;
- población/demanda considerada;
- caudales característicos;
- caudal de diseño;
- caudal ecológico;
- salto bruto;
- esquema general de obras;
- ubicación preliminar de cada componente;
- turbina seleccionada;

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

- potencia prevista;
- niveles y cotas disponibles;
- cartografía, perfiles y secciones existentes.

El esquema general deberá identificar, según corresponda:

presa/azud → obra de toma → desarenador → canal de derivación → cámara de carga → conducción forzada → sala de máquinas → restitución.

El modelo de CI453 ya presenta esta lógica general de obras y constituye un buen ejemplo del tipo de información antecedente que deberá recuperarse.

Revisión crítica

Clasificar los datos en:

- A. Datos consolidados de CI453.**
- B. Datos que requieren verificación en CI457.**
- C. Datos faltantes.**
- D. Hipótesis necesarias para continuar el proyecto.**

Producto del Hito 1

Un **Documento Base del Proyecto CI457**, que será utilizado durante todo el semestre.

7. HITO 2 — 09/09/2026

CANAL DE DERIVACIÓN Y CÁMARA DE CARGA

Canal de derivación

Dimensionar y verificar:

- caudal de diseño;
- tipología y sección;

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

- pendiente longitudinal;
- revestimiento/material;
- rugosidad;
- tirante;
- velocidad;
- régimen hidráulico;
- número de Froude cuando corresponda;
- revancha;
- pérdidas;
- transiciones;
- condiciones de ingreso y salida.

Comparar alternativas cuando corresponda y justificar la sección adoptada.

Cámara de carga

Definir:

- función;
- ubicación;
- niveles característicos;
- geometría;
- dimensiones;
- volumen;
- conexión canal–cámara;

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

- ingreso a tubería forzada;
- rejas;
- dispositivos de control;
- aliviadero o sistema de excedencias cuando corresponda;
- vaciado y mantenimiento.

Documentación gráfica

Presentar:

- planta;
- perfil longitudinal;
- secciones transversales;
- detalle del canal;
- detalle de cámara de carga;
- cotas;
- niveles hidráulicos;
- dimensiones;
- materiales.

El modelo de CI453 presenta ya esquemas preliminares de canal y cámara de carga; en CI457 deberán evolucionar hacia documentación técnica dimensionada.

Construcción

Describir:

- replanteo;

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

- excavaciones;
- preparación de fundación;
- ejecución del canal;
- revestimientos;
- hormigonado;
- drenajes;
- juntas;
- secuencia constructiva;
- controles principales.

8. HITO 3 — 07/10/2026

PRESA / AZUD

Objetivo

Pasar de la ubicación y tipología preliminar de CI453 al **dimensionamiento de la obra de cierre/captación.**

Desarrollo

Definir y justificar:

presa o azud;

- función dentro del sistema;
- tipo adoptado;
- implantación;

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

- cota de coronamiento;
- niveles hidráulicos;
- altura;
- geometría;
- materiales;
- fundación;
- estabilidad;
- filtración cuando corresponda;
- tratamiento de fundación;
- protecciones;
- vinculación con la toma;
- mantenimiento del caudal ecológico.

Cuando corresponda al tipo de obra, verificar:

- deslizamiento;
- vuelco;
- tensiones;
- subpresión;
- filtración;
- erosión;
- estabilidad hidráulica.

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

Documentación

Incluir planta, perfiles, secciones tipo, detalles de fundación, encuentros con márgenes, toma, elementos de control y cotas principales.

Construcción

Desarrollar especialmente:

- desvío temporal del cauce;
- ataguías;
- excavaciones;
- agotamiento;
- preparación de fundación;
- ejecución por etapas;
- hormigonado o colocación/compactación de materiales;
- restitución del cauce.

9. HITO 4 — 28/10/2026

OBRAS DE DESAGÜE Y DISIPACIÓN

Dimensionar las obras necesarias para evacuar de manera segura los caudales previstos.

Analizar:

- caudal de proyecto;
- niveles;
- capacidad de descarga;

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

- vertedero/aliviadero cuando corresponda;
- compuertas;
- descargas;
- canal de descarga;
- disipación de energía;
- cuenco disipador o solución equivalente;
- salto hidráulico cuando corresponda;
- restitución al cauce;
- protección contra erosión.

Presentar curvas, perfiles hidráulicos y verificaciones necesarias.

Documentación gráfica

Planta, perfil, secciones, niveles, detalles de vertedero/desagüe, disipador y restitución.

Construcción

Describir excavaciones, fundaciones, hormigonado, protecciones, montaje de elementos hidromecánicos y secuencia de ejecución.

10. HITO 5 — 18/11/2026

CONDUCCIÓN FORZADA, ANCLAJES Y SALA DE MÁQUINAS

Tubería forzada

Dimensionar:

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

- caudal;
- trazado;
- longitud;
- diámetro;
- velocidad;
- pérdidas distribuidas;
- pérdidas localizadas;
- salto bruto;
- pérdidas totales;
- salto neto;
- presión estática;
- presión de servicio;
- espesor requerido;
- material;
- diámetro y espesor adoptados.

Analizar las acciones hidráulicas transitorias dentro del alcance establecido por la cátedra.

Apoyos y anclajes

Identificar:

- cambios de dirección;
- puntos singulares;
- esfuerzos principales;

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

- bloques de anclaje;
- apoyos;
- disposición constructiva.

Dimensionar los elementos exigidos por la cátedra y representar sus detalles.

Sala de máquinas

Definir:

- ubicación;
- cota;
- ingreso de la tubería;
- turbina;
- generador;
- elementos auxiliares;
- espacio de operación;
- mantenimiento;
- accesibilidad;
- restitución.

La solución deberá ser compatible con el equipamiento seleccionado previamente en CI453, verificando si las nuevas condiciones hidráulicas mantienen válida aquella selección.

Construcción

Describir:

- excavación;

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

- fundaciones;
- montaje de tubería;
- soldaduras/uniones;
- protección;
- anclajes;
- montaje electromecánico;
- edificio;
- restitución.

11. HITO 6 — 02/12/2026

EXPOSICIÓN FINAL EVALUATIVA

La última instancia no consistirá simplemente en mostrar el trabajo realizado.

Será una **defensa técnica integral del proyecto**.

Cada grupo deberá demostrar la coherencia completa del aprovechamiento:

Recurso hídrico → Captación → Derivación → Cámara de carga → Presa/Azud → Desagües → Conducción forzada → Generación → Restitución.

Deberán justificar:

- decisiones adoptadas;
- hipótesis;
- criterios;
- dimensiones;
- materiales;

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

- niveles;
- pérdidas;
- verificaciones;
- procedimientos constructivos;
- modificaciones respecto del proyecto CI453.

Los integrantes deberán estar en condiciones de responder individualmente preguntas sobre **cualquier componente del proyecto**, no únicamente sobre la parte que hayan desarrollado personalmente.

12. ENTREGABLE FINAL

El proyecto deberá quedar integrado, como mínimo, por:

1. **Memoria descriptiva.**
2. **Antecedentes provenientes de CI453.**
3. **Memoria de cálculo.**
4. **Criterios e hipótesis de diseño.**
5. **Planillas y resultados.**
6. **Plantas generales.**
7. **Perfil longitudinal general del aprovechamiento.**
8. **Secciones y detalles de las obras.**
9. **Esquemas hidráulicos.**
10. **Detalles constructivos.**
11. **Procedimientos constructivos.**
12. **Conclusiones y evaluación crítica de la solución.**

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

13. Presentación para defensa final.

13. TRAZABILIDAD DE LOS CÁLCULOS

Este punto lo incorporaría expresamente porque puede elevar mucho la calidad de los trabajos.

Todo cálculo deberá ser reproducible.

Cada resultado deberá permitir identificar:

origen del dato → ecuación utilizada → variables → unidades → resultado → verificación → valor adoptado.

Las planillas de cálculo, software hidráulico, CAD, GIS u otras herramientas **no sustituyen la explicación del procedimiento.**

Cuando se utilice software deberá indicarse:

- qué se calculó;
- datos ingresados;
- hipótesis;
- resultados obtenidos;
- interpretación;
- verificación independiente cuando corresponda.

14. CRITERIO DE DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

Los esquemas conceptuales utilizados en CI453 serán aceptados como **antecedentes**, pero no como documentación final de CI457.

El proyecto final deberá evolucionar hacia documentación de ingeniería que permita reconocer:

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

- geometría;
- dimensiones;
- cotas;
- niveles de agua;
- pendientes;
- materiales;
- espesores;
- componentes;
- referencias;
- sentido del flujo;
- detalles singulares.

En el caso modelo, por ejemplo, las páginas finales ya muestran planta general, perfil longitudinal, canal, obra de toma, cámara de carga y sala de máquinas; CI457 deberá transformar ese esquema preliminar en documentación técnicamente dimensionada.

15. FILOSOFÍA DE EVALUACIÓN

El TP Integrador no evaluará únicamente que "**el número sea correcto**".

Se evaluará especialmente la capacidad del estudiante para responder:

¿Por qué? → ¿Cómo? → ¿Con qué criterio? → ¿Qué alternativa existía? → ¿Por qué se adoptó esta? → ¿Es compatible con el resto del proyecto? → ¿Cómo se construye?

Por lo tanto, deberán valorarse cinco dimensiones:

fundamento teórico + cálculo + criterio ingenieril + representación técnica + constructibilidad.

Y agregaría una sexta: **integración.**

CATEDRA DE OBRAS HIDRÁULICAS (CI457)
Carrera de Ingeniería Civil
Plan 2013

TP INTEGRADOR – AÑO 2026

Una obra individual correctamente calculada pero incompatible con el resto del aprovechamiento **no constituye una solución correcta de proyecto.**

Hito	Fecha	Entrega
1	24/08/26	Consignas + revisión crítica CI453 + Documento Base
2	09/09/26	Canal de derivación + Cámara de carga + Construcción
3	07/10/26	Presa/Azud + Detalles + Construcción
4	28/10/26	Obras de desagüe + Disipación + Construcción
5	18/11/26	Tubería forzada + Anclajes + Sala de máquinas + Construcción
6	02/12/26	Proyecto completo + Exposición y Defensa Evaluativa