

# Propuesta TRABAJO PRÁCTICO

**UNIDAD CURRICULAR:  
DISEÑO HIDROLÓGICO  
CURSO 2024**



INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL (IMFIA)  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

---

# Índice

Objetivo .....	3
1. Análisis exploratorio de datos .....	4
1.1. Precipitación .....	4
1.2. Caudal.....	5
2. Necesidades de agua para riego de los cultivos.....	6
3. Disponibilidad del recurso hídrico superficial .....	7
3.1. Escurrimientos medios.....	7
3.2. Caudal ambiental .....	7
3.3. Balance hídrico al embalse.....	8
4. Régimen hídrico y recomendaciones de gestión del riego .....	9
4.1. Régimen hídrico.....	9
4.2. Gestión del riego.....	9

## Objetivo

El presente trabajo práctico forma parte de la actividad obligatoria requerida para la ganancia del curso correspondiente a la unidad curricular “Diseño Hidrológico”.

Este trabajo es de resolución grupal y tiene como propósito complementar el aprendizaje del manejo de conceptos y herramientas vistos en las clases teóricas, en base a la resolución por parte del estudiante de un caso práctico concreto asociado a una cuenca hidrológica.

En particular, se espera que el estudiante aprenda a analizar la calidad de los datos hidrometeorológicos disponibles, estimar las necesidades de agua para riego de un cultivo y a evaluar la disponibilidad del recurso hídrico en una cuenca, de manera de analizar la garantía de satisfacción de la demanda.

La entrega consiste en un resumen extendido con longitud máxima que se especificará, donde se presente la metodología aplicada en cada una de las partes, los resultados solicitados y la discusión de los mismos.

Una vez entregado el trabajo deberá realizarse la defensa grupal del mismo que consistirá en una presentación oral del trabajo, en dos etapas, a mitad y final del semestre, durante las semanas de primeros y segundos parciales, respectivamente. Dicha defensa es de carácter obligatoria y tendrá una duración aproximada de 30 minutos por grupo.

# 1. Análisis exploratorio de datos

## 1.1. Precipitación

En la Tabla 1 se presentan las estaciones pluviométricas a ser consideradas por cada grupo. Los datos deberán ser descargados de las correspondientes páginas web.

**Tabla 1: Estaciones pluviométricas a considerar por grupo.**

Grupo	Estaciones
A	Treinta y Tres (INIA) y Nico Perez (UTE)
B	La Estanzuela (INIA) y Cardona (UTE)
C	Tacuarembó (INIA) y Paso de Los Cuadrados (UTE)

En la Tabla 2 se presentan las coordenadas geográficas de cada estación.

**Tabla 2: Coordenadas geográficas de las estaciones pluviométricas.**

Estación	Entidad	Longitud	Latitud
Treinta y Tres	INIA	-54,25	-33,23
Nico Perez	UTE	-55,15	-33,48
La Estanzuela	INIA	-57,69	-34,33
Cardona	UTE	-57,37	-33,87
Tacuarembó	INIA	-55,82	-31,71
Paso de Los Cuadrados	UTE	-55,95	-32,17

Para el par de estaciones pluviométricas correspondientes a cada grupo, se pide:

### **1. Diario**

Graficar la serie temporal de precipitación diaria para cada estación. Identificar datos faltantes y eventuales outliers (fuera de rango).

Calcular el porcentaje del número de días de lluvia ( $P > 0$  mm) por estación y realizar una comparación entre estaciones. Si hay diferencias evaluar si las mismas están concentradas en algunos períodos o son uniformes.

Hacer un histograma de montos en los días con lluvia, elegir adecuadamente los rangos.

Analizar la dispersión de los datos entre estaciones mediante la construcción de un diagrama de dispersión (scatterplot) de precipitación diaria para cada par de estaciones considerando: (i) todos los datos, (ii) temporada cálida (Octubre-Marzo) y (iii) temporada fría (Abril-Setiembre).

### **2. Mensual**

Calcular la serie de acumulados mensuales de precipitación para cada estación y graficar la serie temporal resultante. Hacer un histograma de acumulados mensuales.

Analizar la dispersión de los datos entre estaciones mediante la construcción de un scatterplot de precipitación mensual para cada par de estaciones.

Caracterizar la variabilidad interanual en cada mes mediante la construcción de boxplots de precipitación para los 12 meses del año (ciclo anual) para cada estación.

### **3. Anual**

Calcular la serie de acumulados anuales de precipitación para cada estación y graficar la serie temporal resultante.

Evaluar la consistencia de los datos entre las distintas estaciones pluviométricas mediante el método de doble masa.

### **4. Interpretación de resultados**

En función de los análisis realizados anteriormente, y otras exploraciones complementarias que piensen sea útil incorporar, identificar/valorar posibles errores en las series de datos disponibles.

Seleccionar una serie de precipitación diaria para ser utilizada en los próximos pasos del trabajo práctico, más apropiada para la cuenca asignada.

## *1.2. Caudal*

En la Tabla 3 se presentan las coordenadas geográficas del punto de cierre correspondiente a cada grupo. Se deberá identificar la estación hidrométrica más cercana a la zona de estudio y descargar la serie de caudales diarios de la página web de la [DINAGUA](#).

**Tabla 3: Punto de cierre de la cuenca a considerar por grupo.**

Grupo	Curso de agua	Longitud	Latitud
<b>A</b>	Ao. Del Sauce	-54,58°	-33,38°
<b>B</b>	Ao. Del Laurel	-57,67°	-34,14°
<b>C</b>	Ao. Del Sarandí	-55,95°	-32,12°

Para la estación correspondiente a cada grupo, se pide:

1. Graficar la serie temporal de caudales diarios. Identificar datos faltantes y fuera de rango.
2. Hallar la curva de permanencia de caudal (diario y mensual) e interpretar.
3. Explorar la relación P-Q en base a (i) grafica de barras invertidas de lluvia sobre gráfica de caudal y (ii) diagramas de dispersión con frecuencia diaria y mensual en aquellos periodos comunes en los datos.
4. En el caso de registros mensuales, intentar un ajuste entre ambas variables y cuantificar la dispersión.

Analizar y discutir los resultados obtenidos.

## 2. Necesidades de agua para riego de los cultivos

Se cuenta con 1100 ha disponibles para cultivos extensivos bajo riego, en principio con la intención de sembrar 500 ha de maíz para grano y 600 ha de soja.

Los cultivos se regarán con pivotes centrales con una eficiencia de aplicación del 85 %. Se adoptará una frecuencia máxima de riego de día por medio para la fase inicial y riegos diarios para las fases restantes en ambos cultivos. Se recuerda que el pivote central es un método de alta frecuencia que se maneja aplicando láminas de pocos milímetros en forma frecuente, manteniendo el suelo próximo a capacidad de campo.

El maíz se sembrará el 1/10 y la duración de las fases del ciclo del cultivo se estiman en 30/50/50/20 días.

La soja se sembrará el 1/11 y la duración de las fases del ciclo del cultivo se estiman en 20/30/55/40 días.

Para los cálculos que se solicitan a continuación se seguirá la metodología presentada en clase y se emplearán los datos de la estación experimental INIA más cercana a la zona de estudio.

Se pide:

1. Calcular las necesidades hídricas totales expresadas en  $m^3/mes$  para ambos cultivos.
2. Para realizar un cálculo preliminar a nivel de anteproyecto, se desea calcular el volumen de agua a embalsar (correspondiente a la necesidad de riego bruto), a partir de los datos de precipitación y evapotranspiración promedio para la zona.

Para calcular la precipitación efectiva, se deberá tener en cuenta que el riego se manejará con láminas de 7 mm durante la fase inicial y láminas de 14 mm en las fases restantes del ciclo (en ambos cultivos).

3. Los equipos de riego se agruparán de a dos para compartir la unidad de bombeo y un tramo de la tubería principal. Con la finalidad de seleccionar una de las unidades de bombeo y el diámetro de la tubería, calcular el caudal de riego (correspondiente al mes de máxima demanda hídrica) para dos centros pivotes de 50 ha de maíz y 60 ha de soja respectivamente. La jornada se fijó, por motivo de tarifa eléctrica, en 20 horas por día.