



# SEMINARIO DE HIDRÁULICA DE PUENTES

Facultad de Ingeniería, Departamento de Hidráulica

07 de Octubre – Clase 1: Introducción a Hidráulica de Puentes



Ing. Adolfo Guitelman  
Ing. Agustín Rigou

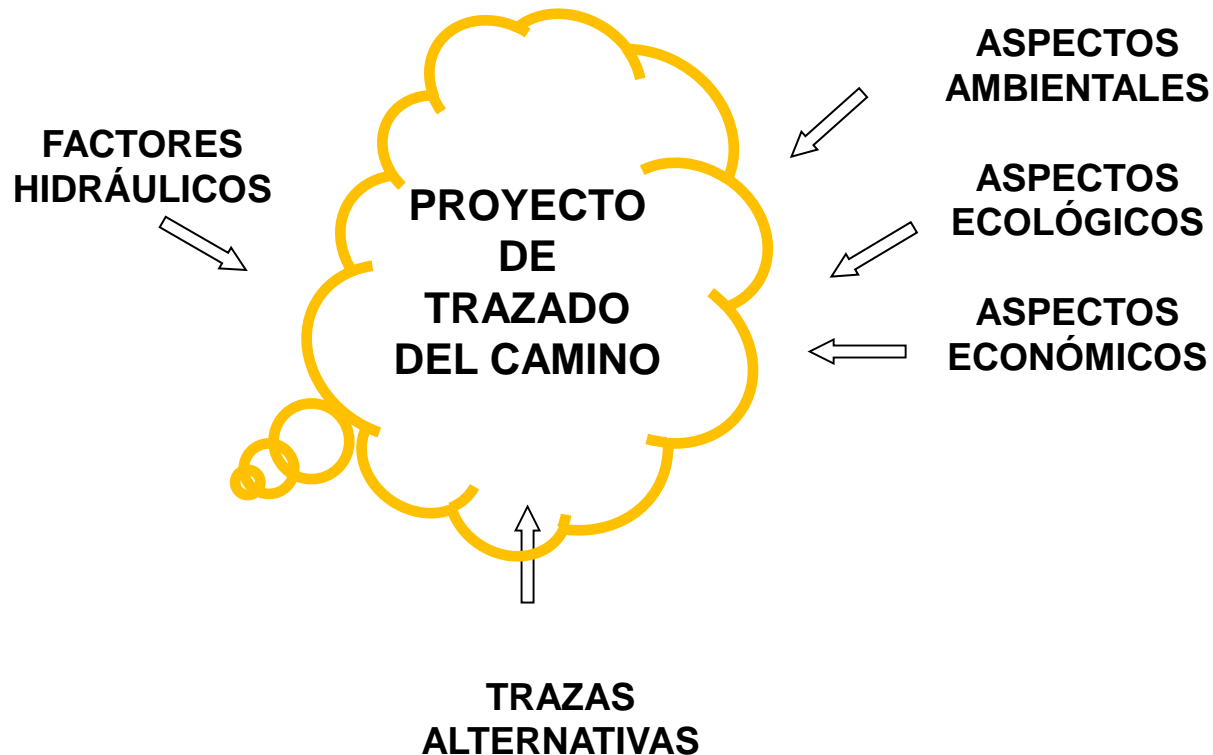


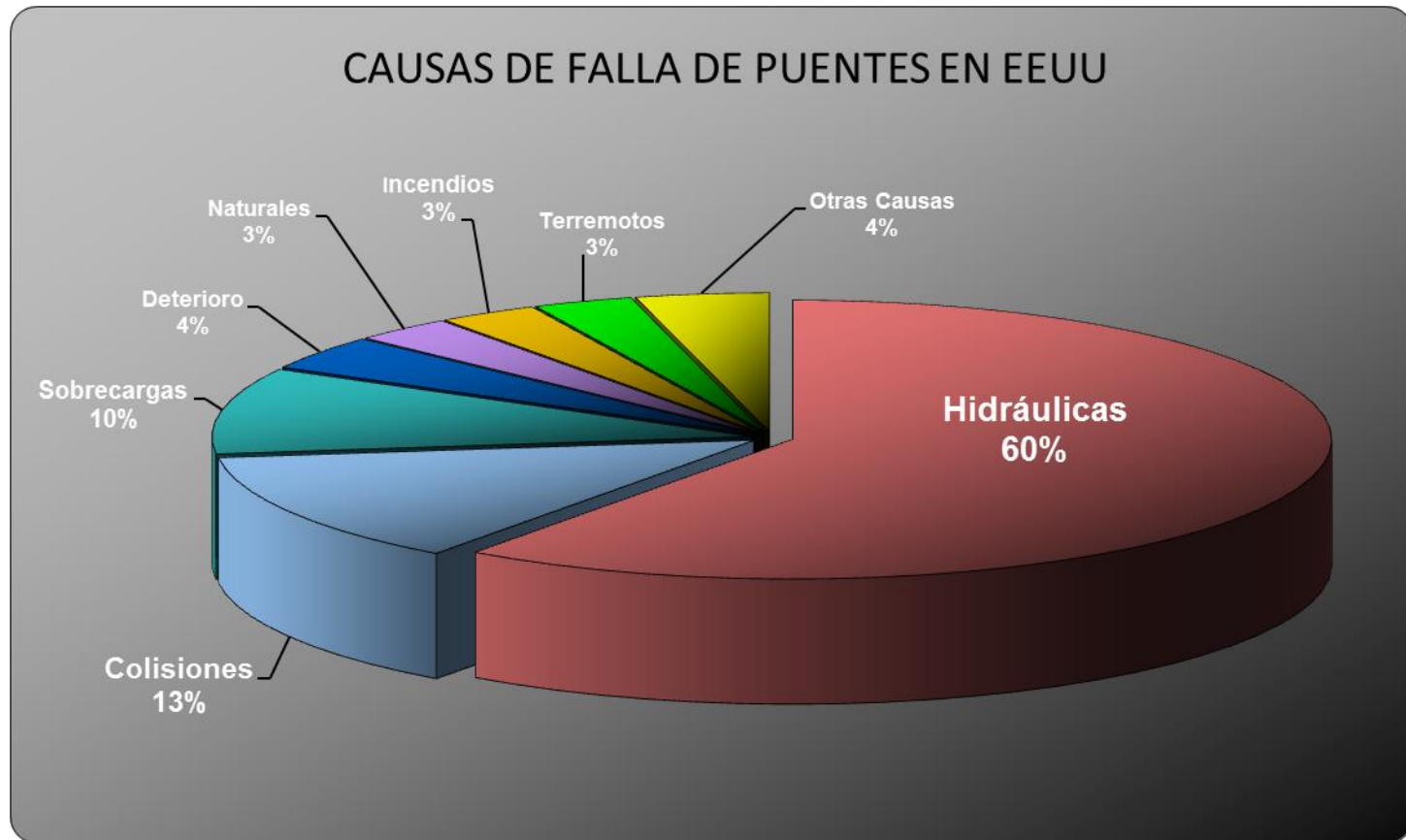
# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica SEMINARIO 2025 HIDRAULICA DE PUENTES



**¿Hay o  
no hay  
problema?**

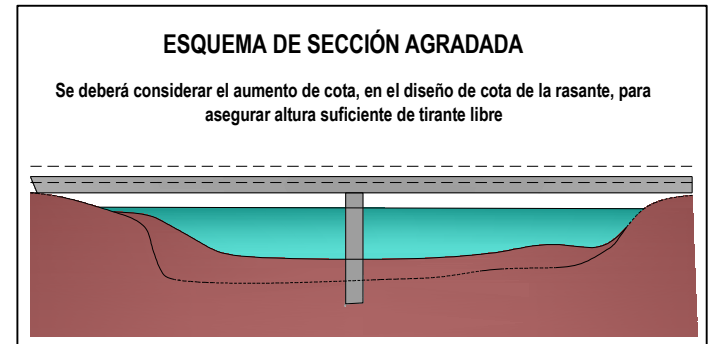
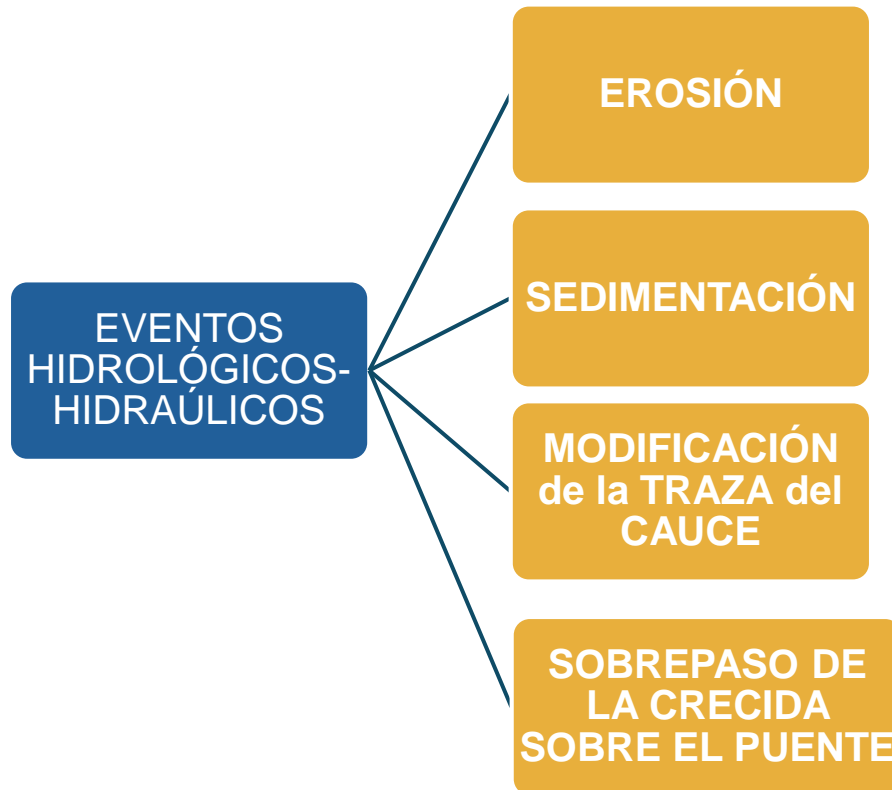
## ¿QUÉ FACTORES ESTÁN INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO VIAL?





... y las Hidraulicas son a veces el 70 % y mas tambien .

## ¿CUÁLES SON LAS CAUSAS HIDRAULICAS QUE PROVOCAN FALLAS?





## ¿QUÉ CARACTERÍSTICAS ESTÁN INVOLUCRADAS EN LOS FENÓMENOS HIDRÁULICOS?

PRECIPITACIONES

VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO

**CONDICIONAMIENTOS DEL ENTORNO A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE LA OBRA VIAL**

TOPOGRAFÍA

CUENCA

CAUDALES

PERFIL TRANSVERSAL

PENDIENTE DEL CURSO

GEOMORFOLOGÍA



## ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE UN PROYECTO VIAL



## ¿SOBRE QUÉ SE DECIDE CUÁNDO SE PROYECTA UN PUENTE ?





# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES

## Tener en cuenta para:

### UBICACIÓN EN EL VALLE

Sinuosidad del curso en el sector del cruce: Preferentemente tramo RECTO

Ancho de la sección transversal del curso en el sector del cruce, incluyendo el valle de inundación = CONTRACCIÓN DEL FLUJO

Pendiente del cauce = RETENCIÓN DE SEDIMENTOS

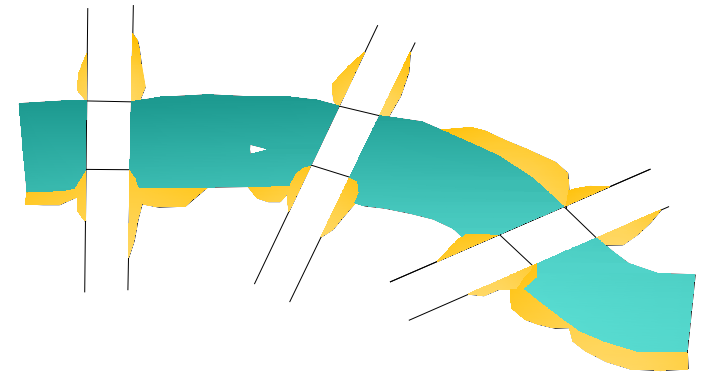
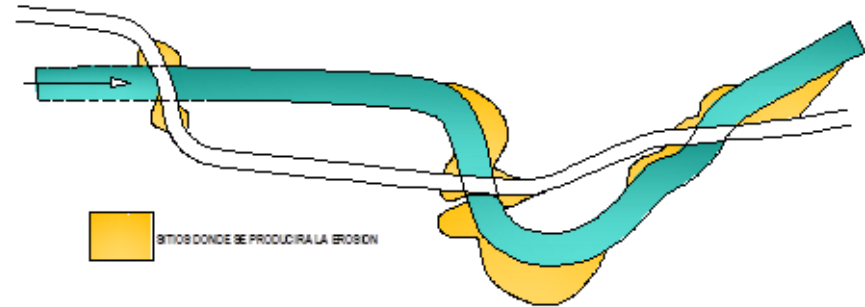
En Ríos de Montaña, verificar la posición de los conos de eyección = COLMATACIÓN DEL LECHO

## EN QUÉ INFLUYE:

### ÁNGULO DE CRUCE

Cruces a  $90^\circ$  con la dirección del flujo en crecida, para evitar que la corriente impacte en forma inclinada sobre la protección de los estribos y las pilas de los puentes

Naturalmente un curso de agua tiende a recostar su thalweg hacia el exterior de la curva, en un proceso progresivo y permanente, que la presencia del puente puede acelerar, y la degradación provoque que el estribo que se encuentra en la margen exterior de la curva pierda parte del terreno que lo sustenta





## EN QUÉ INFLUYE:

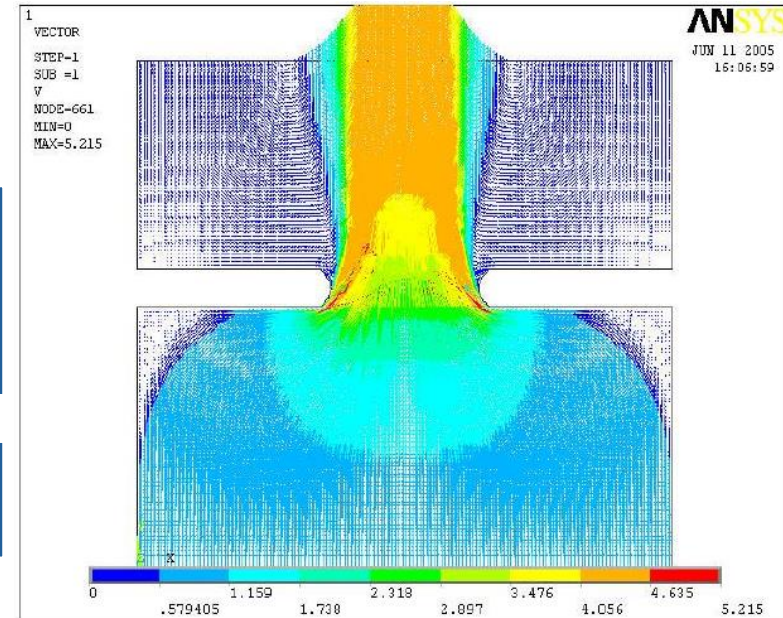


## EN QUÉ INFLUYE CADA UNO DE ELLOS:

**POSICIÓN  
DEL  
ESTRIBO  
RESPECTO  
DEL CAUCE**

De acuerdo a la posición respecto al cauce será la intensidad de la erosión causada y las zonas afectadas, estribo, terraplén y lecho

Invadiendo el flujo en crecida = INCREMENTO DE VELOCIDADES





# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES

## CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR:

### COTA DE FONDO DE VIGA DE TABLERO

Permitir el paso del flujo, en crecida, por lo que debe estar por encima de la cota del tirante de agua en esa situación

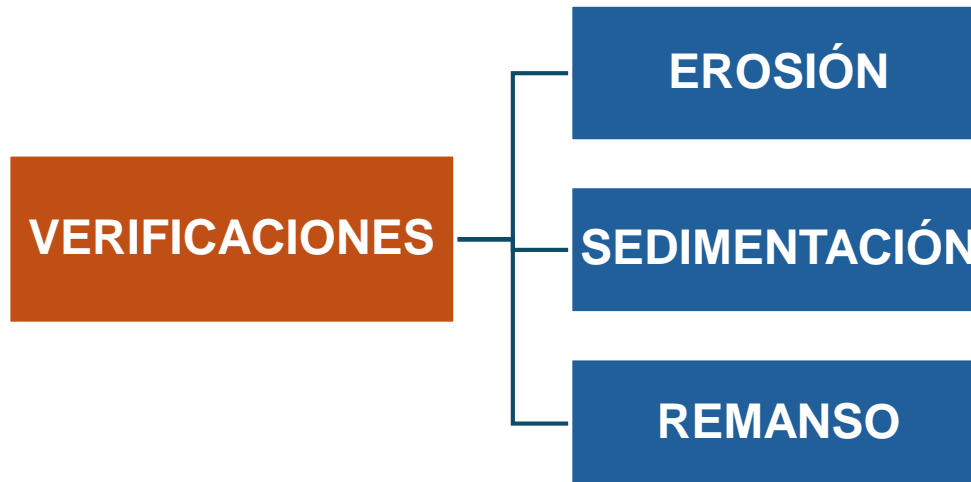
Considerarse una revancha para contemplar el remanso causado por la contracción del flujo + arrastres flotantes

Altura adicional de tirante de "aire", libre para que en crecida, el caudal no se ahogue por debajo del puente no sobrepase el tablero del puente.

En los cauces en que pueda producirse la sedimentación, es fundamental considerar además la pérdida de tirante por acumulación de sedimentos y arrastres de crecida



## UNA VEZ GENERADO EL PROYECTO ¿QUÉ COSAS DEBEMOS VERIFICAR DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDRÁULICO?





# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES

Los cambios que la presencia de un puente impone a la corriente son principalmente los siguientes:

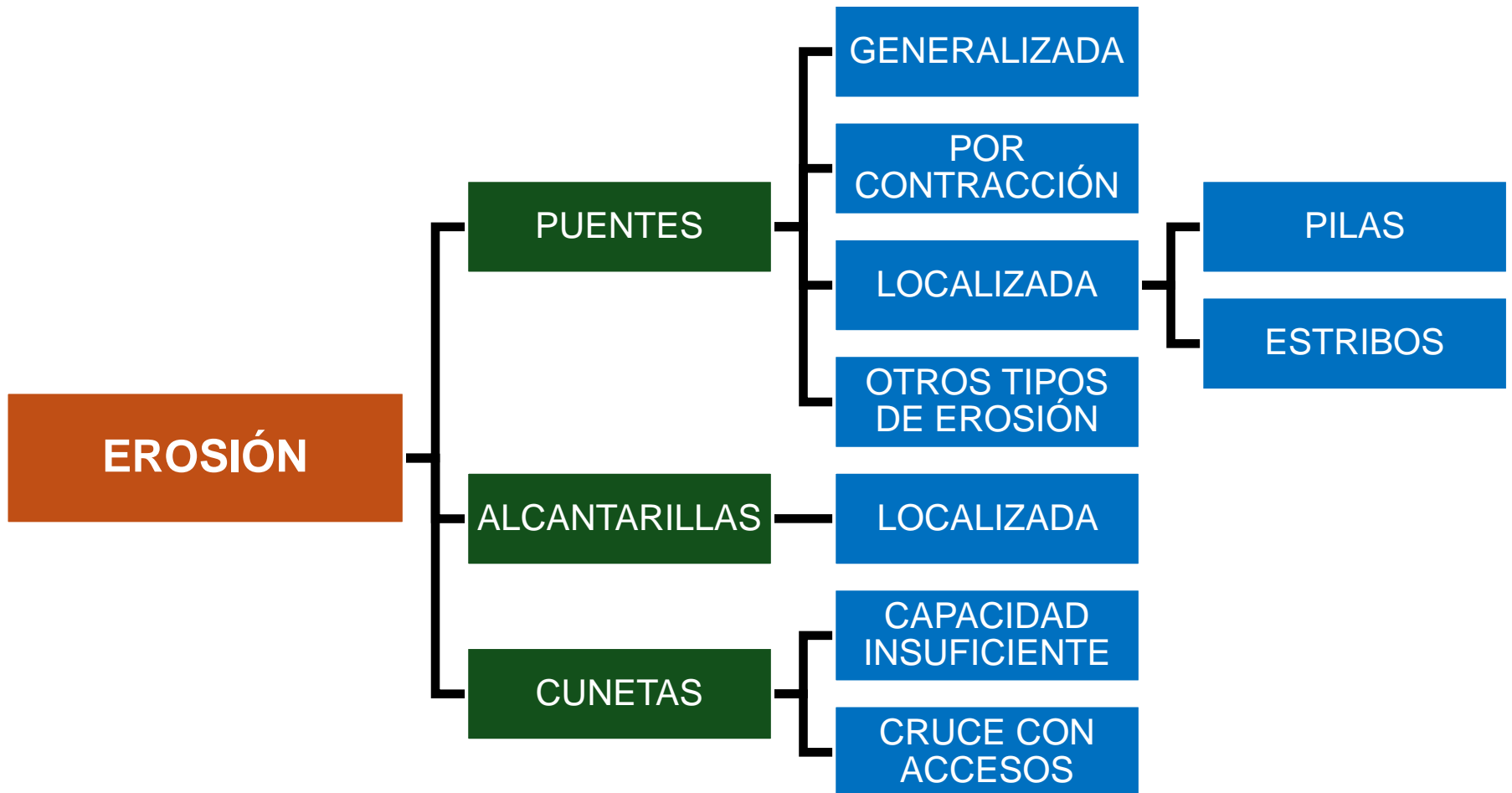
1. Cambio de la velocidad del escurrimiento del agua en el cauce principal y en el de las avenidas.
2. Cambio en la pendiente de la superficie libre del agua, hacia arriba y hacia abajo del puente. Cuando ocurre una avenida, aumenta la velocidad y, como consecuencia, la capacidad de transportar sedimentos. Esto origina un mayor arrastre del material del fondo en la sección del cruce y, cuando ello es posible, un ensanchamiento del cauce, hasta que este aumento en el área hidráulica asemeje otra vez la sección del cruce con cualquier otra del río y restablezca el equilibrio de la corriente. Como a veces la presencia de los terraplenes de acceso al puente, en ocasiones protegidos, no hace posible que la sección del cruce gane área hidráulica por ensanchamiento, se deduce que la presencia del puente es, de por sí, un incentivo a la socavación de fondo, por lo menos hasta que la corriente restablezca el equilibrio.



# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES





# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES

## EROSIÓN EN PUENTES:

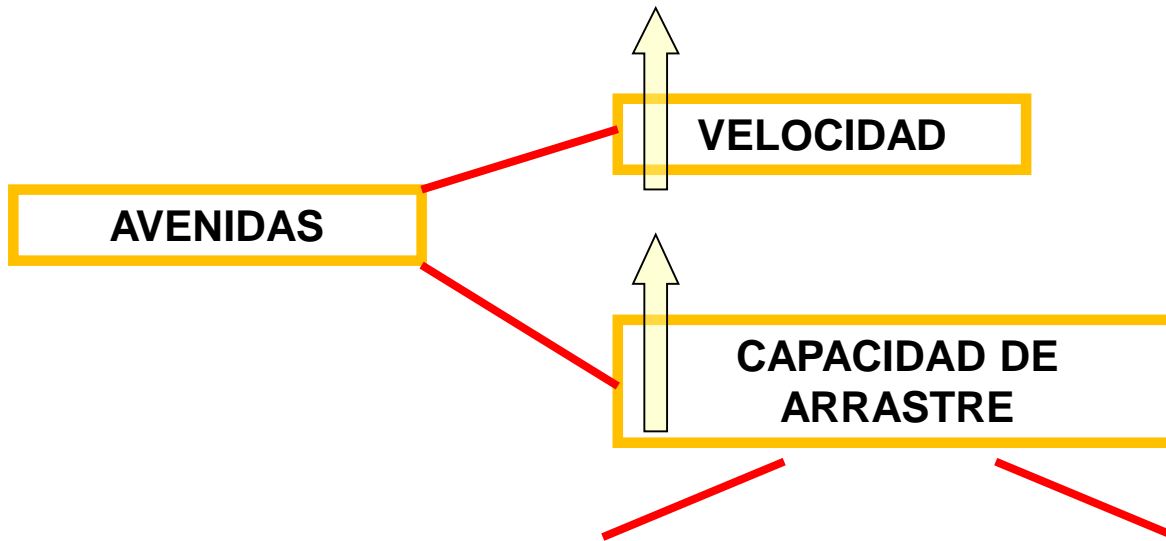
Todos los procesos fluviales que llevan involucrados la alteración de las condiciones naturales de un curso de agua, por la implantación de una obra, producen una serie de modificaciones en el escurrimiento. Dichas modificaciones involucran:

- $\Delta h$ : Variación de los niveles del río.
- $\Delta U$ : Cambios en el perfil de velocidades del río.
- Generación de corrientes secundarias y torbellinos.



Cambia la capacidad de transporte de sedimentos de la corriente.

## EROSIÓN GENERALIZADA EN SITUACIÓN SIN PUENTE



**Velocidad media de la corriente:**

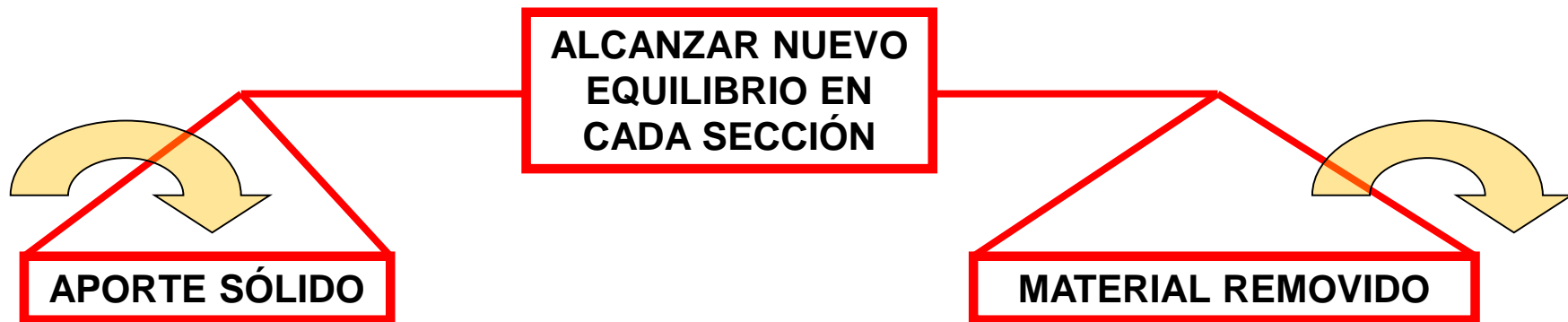
- Pendiente del fondo
- Rugosidad
- Tirante

**Velocidad de erosión:**

- Material del fondo
- Tirante

## EROSIÓN GENERALIZADA:

Descenso del lecho del río que se produce al presentarse una creciente debido al aumento de la capacidad de arrastre de material sólido que en ese momento adquiere la corriente, en virtud de su mayor velocidad.





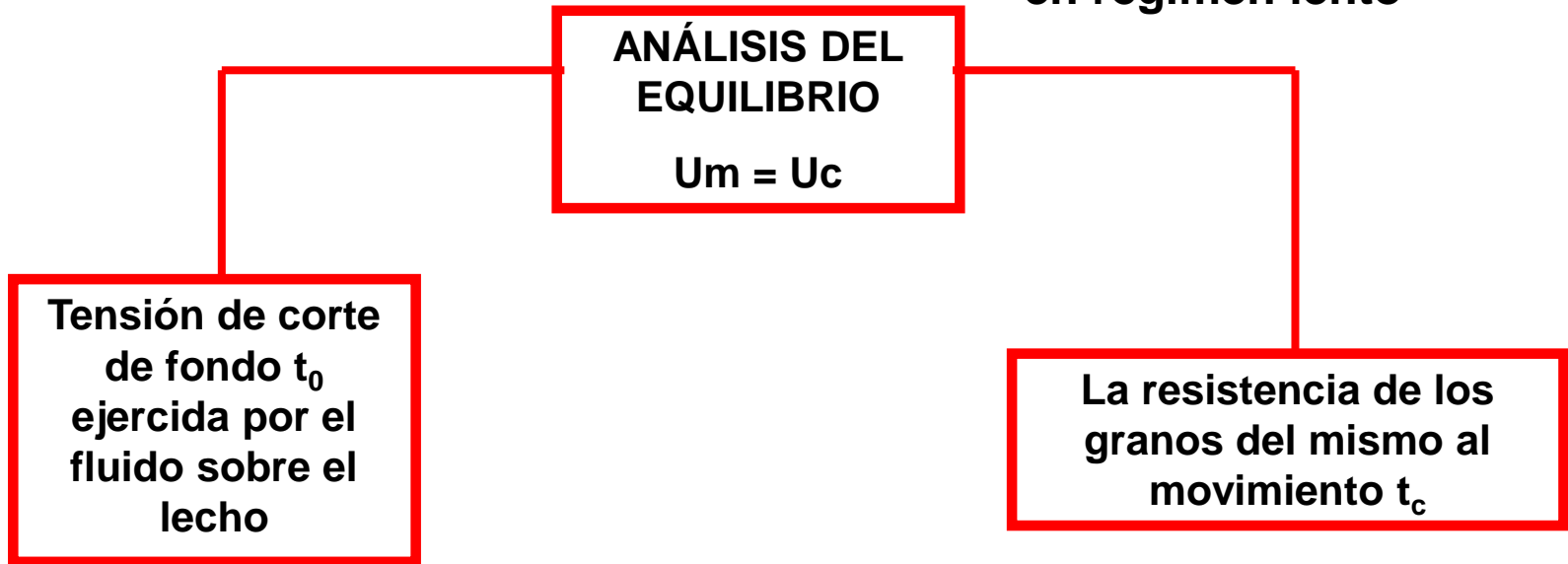
# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES

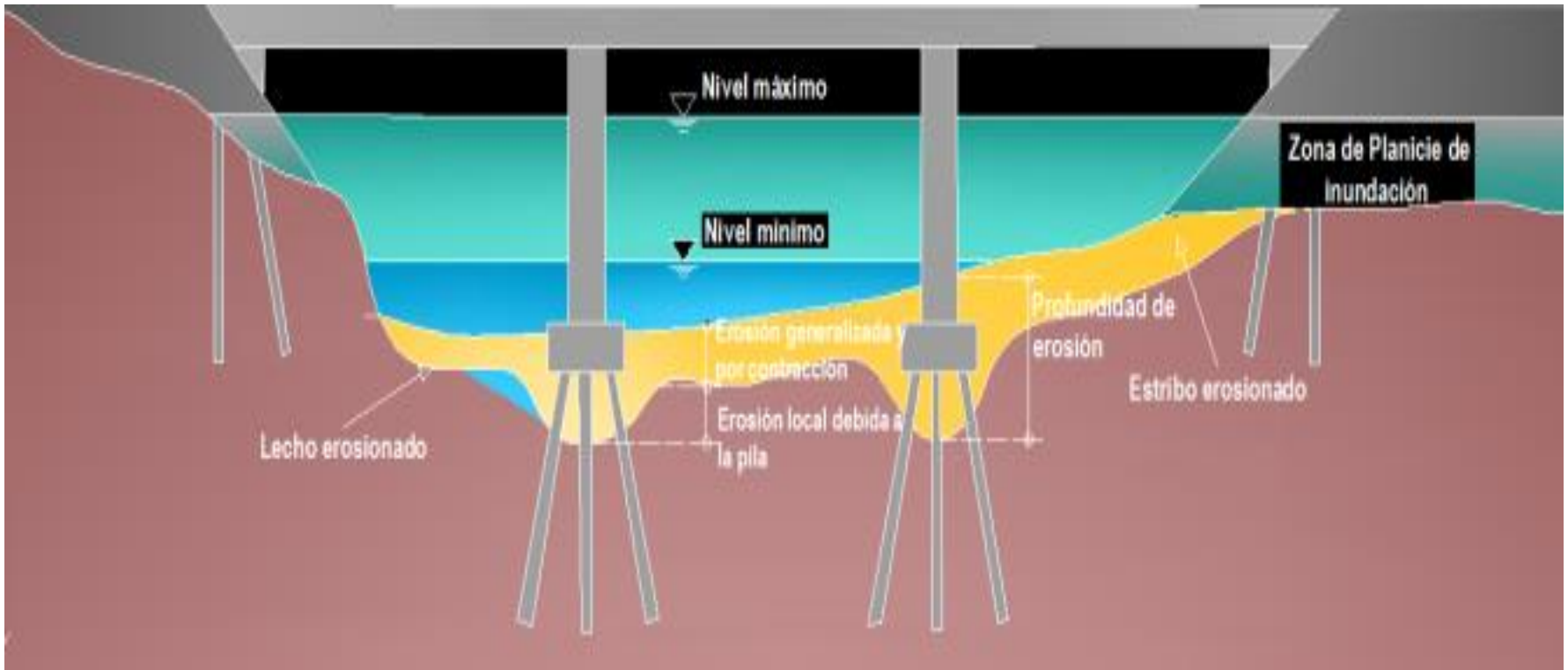
**TEORÍA DE RÉGIMEN: Lischtván-Levediev**

**VALIDEZ:  $F < 1$ . Es decir en régimen lento**

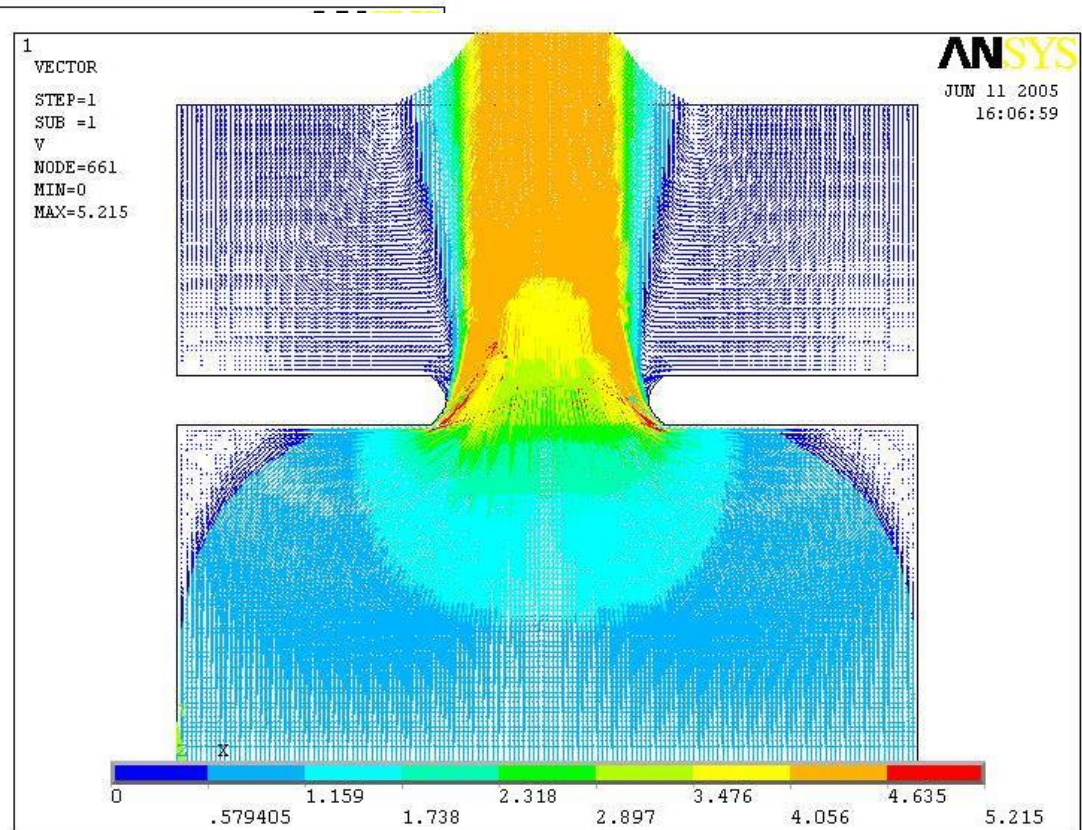
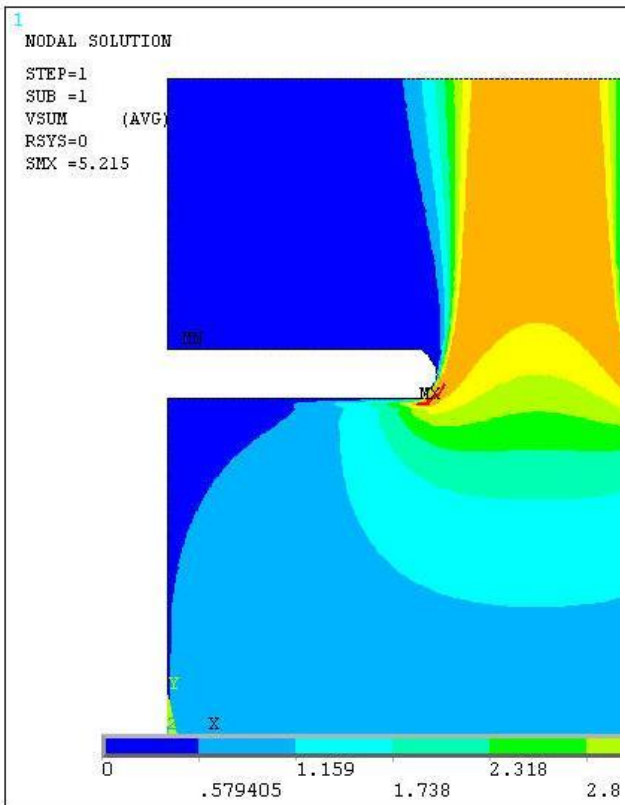


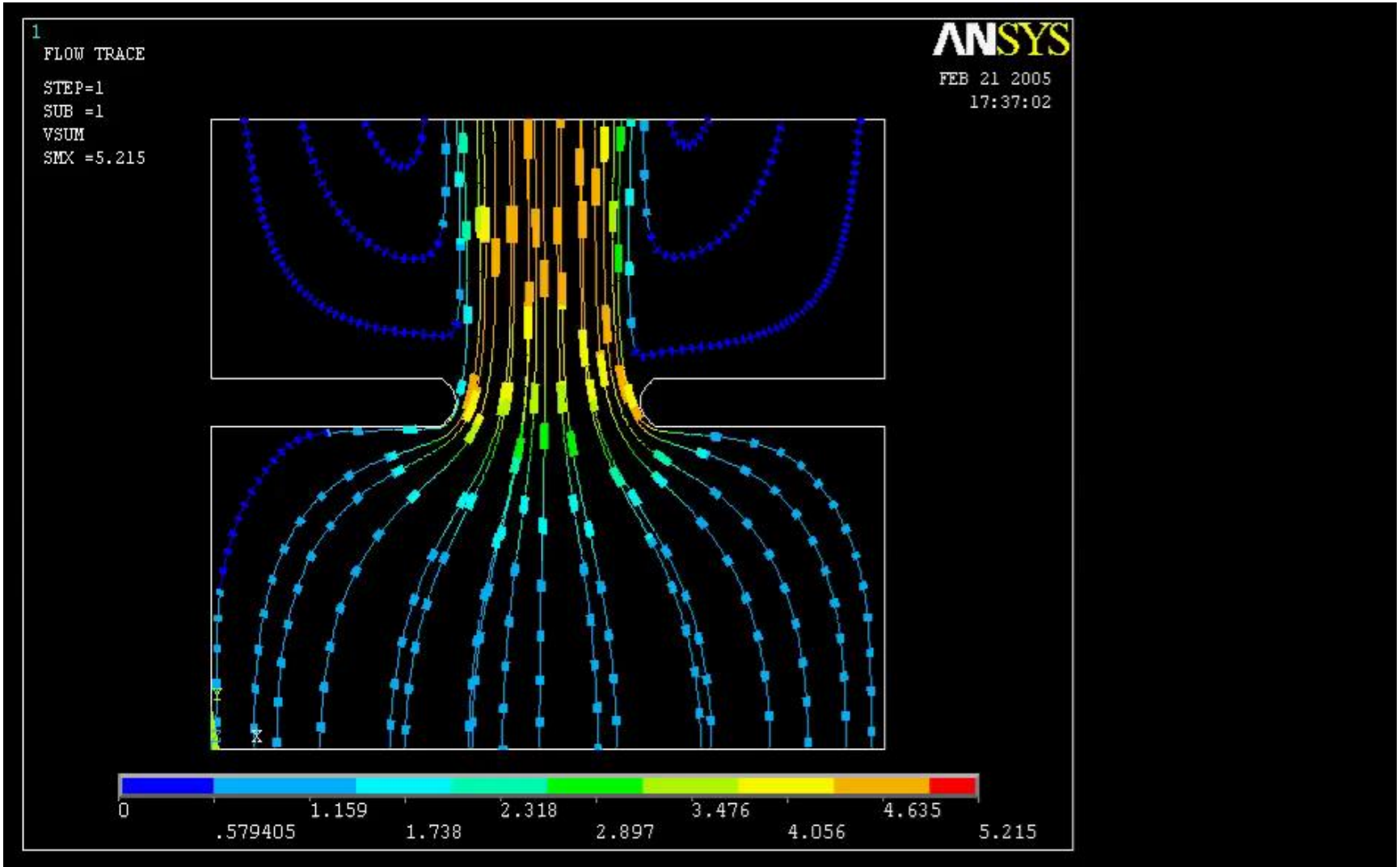
Donde:

- $U_m$  es la velocidad media real del escurrimiento en una vertical dada.
- $U_c$  es la velocidad media que necesita el escurrimiento para comenzar a erosionar un material de fondo determinado



La contracción del flujo causa una pérdida de energía, la mayor parte ocurre en la re-expansión de aguas abajo:





## EROSIÓN POR CONTRACCIÓN:

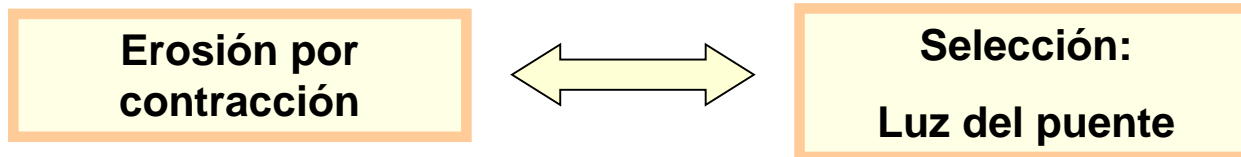
Se entiende por Erosión por Contracción a la que se produce por el aumento en la capacidad de arrastre de sólidos que adquiere una corriente cuando su velocidad aumenta por efecto de una reducción más o menos brusca de área hidráulica en su cauce.

El efecto es muy importante en puentes, donde, por lo común y por razones de economía, suelen ocurrir las mencionadas reducciones.

### VERIFICACIÓN DE PUENTE CONSTRUIDO:

Verificar que durante el paso de la crecida de diseño seleccionada se cumpla  $U \leq 3,0$  m/s , sino estamos ante un problema ,  
( Oportunamente veremos la Formula de Charlton )

### PROYECTO EXISTENTE:



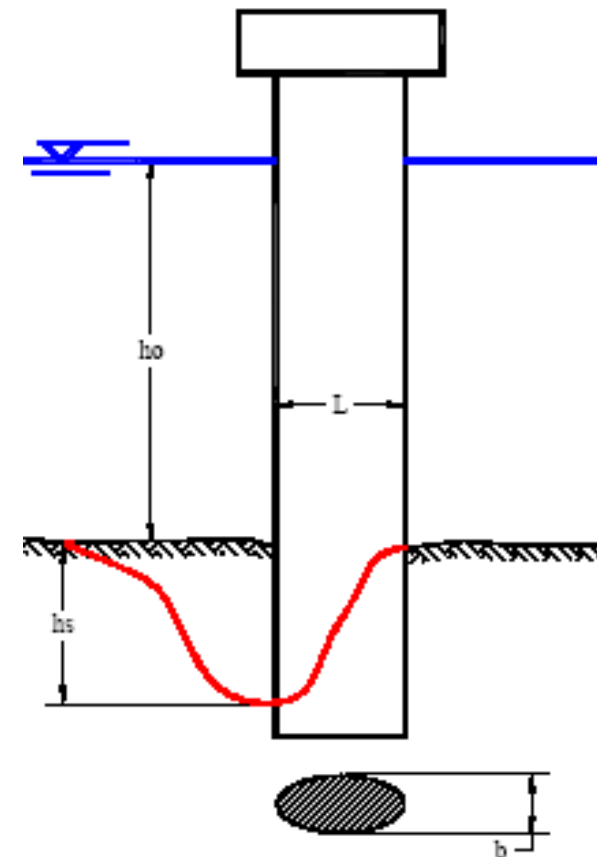
## EROSIÓN LOCALIZADA EN PILAS DE PUENTES

La erosión local es el descenso abrupto en el lecho fluvial alrededor de una pila, debido a la remoción del material de fondo, ocasionado por un escurrimiento de acción localizada, inducido por la presencia de la misma pila.

### Importancia en el diseño de cimentaciones poco profundas

Aún suponiendo una pila cilíndrica de forma circular perfectamente vertical fundada en un lecho de granulometría uniforme no cohesivo, decepcionante por su sencillez, el tema continúa desafiando hoy la obtención de una solución racional.

En todo lo que sigue nos referiremos a pilas cilíndricas (de cualquier forma), material granular no cohesivo de diámetro uniforme, lecho plano sin formas de fondo y corriente unidireccional sin influencia de olas ni mareas.





Río Francolí en Tarragona (1994)



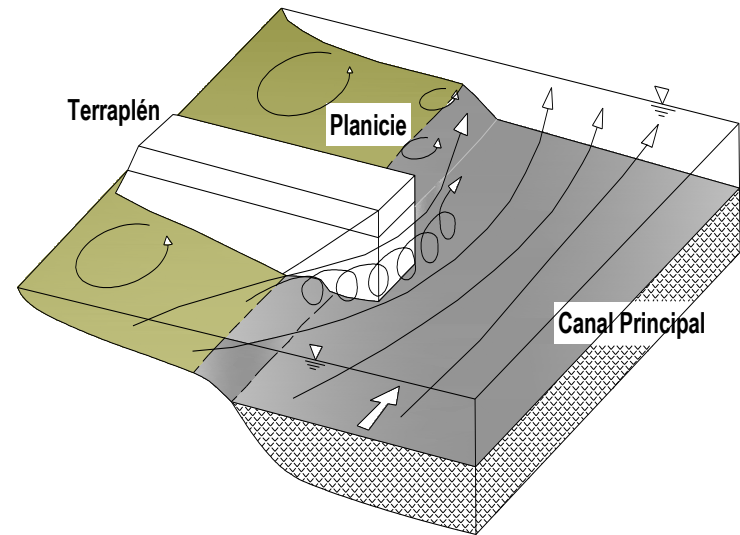
# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica SEMINARIO 2025 HIDRAULICA DE PUENTES



Río Mapocho en Santiago de Chile (Foto Luis Ayala).

## EROSIÓN LOCALIZADA EN ESTRIBOS:

Tal como en el caso de las pilas del puente, el lecho fluvial sufre en las proximidades de los estribos una erosión local atribuible a los vórtices que se generan debido a los cambios de dirección de las líneas de corriente en la contracción. Desde un punto de vista teórico, éste es un complejo problema tridimensional en fondo móvil.



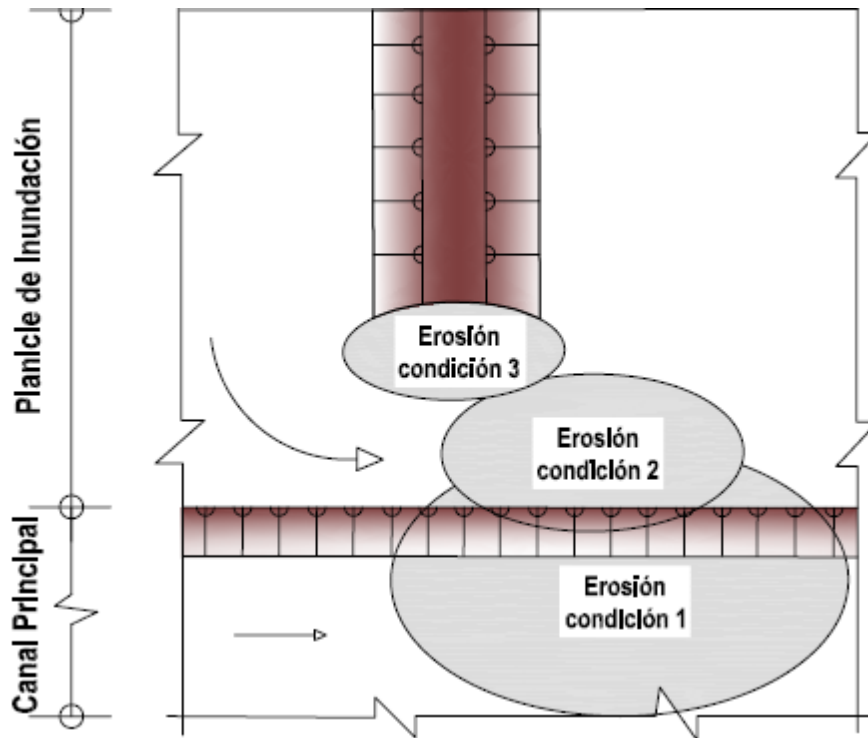
## MÉTODOS DE CÁLCULO

Para proceder a analizar el problema, se sigue la misma metodología que la empleada en el caso de pilas

**Formulaciones más aceptadas en el ámbito  
para evaluar la profundidad de erosión.**

**Método de Laursen**

**Fórmula de Artamonov**



En el caso de erosión en estribos, existen tres posibles zonas de erosión, cuyo desarrollo depende de la disposición del estribo respecto del campo de flujo, de la capacidad erosiva del sedimento en el sitio del puente, y consecuentemente de las velocidades alcanzadas en el sector que rodea al estribo, estas zonas son:

- 1- En el propio estribo.
- 2- A corta distancia aguas abajo del estribo
- 3- En el canal principal en la cercanía del estribo.

La erosión en estas ubicaciones puede ocurrir por diferentes razones, y pueden diferir en la máxima profundidad alcanzada, en concordancia con el campo del flujo, y las condiciones del suelo. Si la erosión es suficientemente profunda, en cada ubicación puede causar la falla por estabilidad de la pendiente del terraplén adyacente al estribo.

Puentes sobre Río Gualeguaycito, Brazo Mandisoví, durante la construcción del nuevo puente.





## OTROS TIPOS DE EROSIÓN

### EROSIÓN EN CURVAS

Cuando un río describe una curva existe una tendencia en los filetes líquidos situados más lejos del centro de curvatura a caminar más aprisa que los situados más hacia el interior. Como consecuencia, la capacidad de arrastre de sólidos de los primeros es mayor que la de los segundos y la profundidad de erosión es mayor en la parte del cauce exterior a la curva que en la interior.

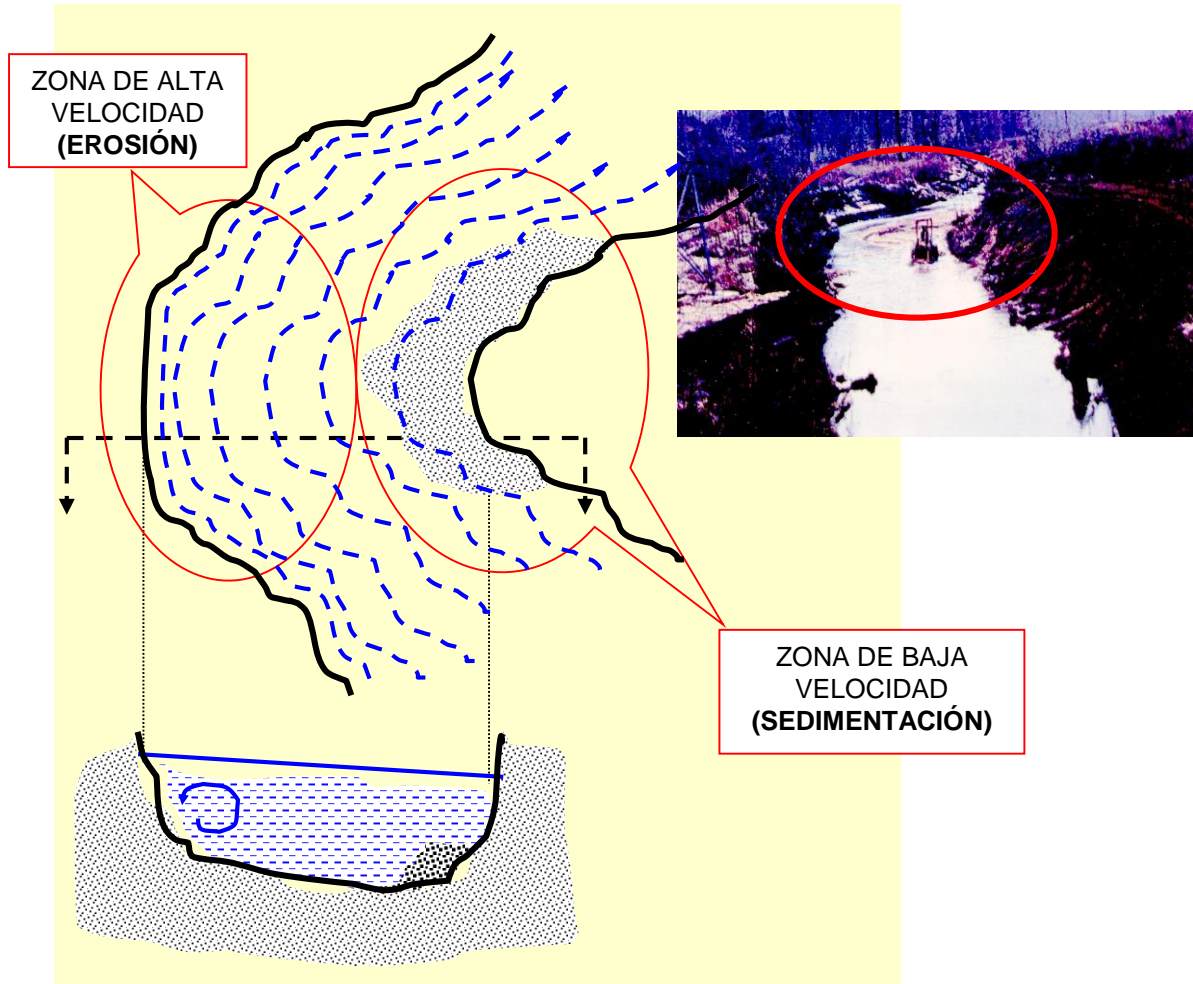
El efecto es importante y ha de ser tenido en cuenta en la construcción de puentes en curvas de río o en el diseño de enrocamientos de protección en los mismos lugares. Además, tiene gran influencia en la divagación de corrientes pues, al disminuir la velocidad en el intradós de la curva aumenta el depósito en esta zona y, por ello, disminuye la zona útil para el escurrimiento del agua. Por otro lado, en el extradós, al aumentar la profundidad y el área hidráulica, aumenta el gasto.

## OTROS TIPOS DE EROSIÓN

### EROSIÓN EN CURVAS

Profundidad media :

$$h_c = 1,9 \left( \frac{B}{r} \right)^{0,244} \cdot h_{rm}$$







# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

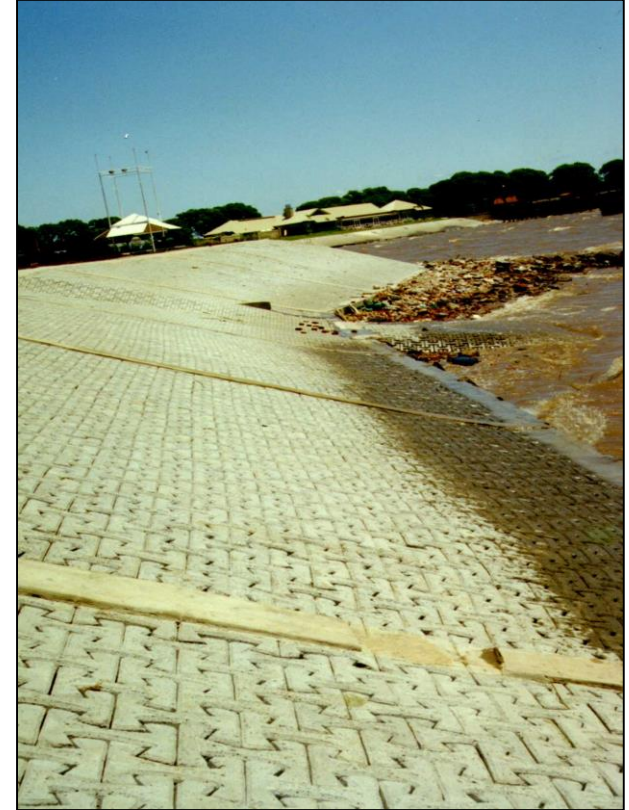
### HIDRAULICA DE PUENTES

## **EROSIÓN EN MÁRGENES**

Es la erosión que las aguas de una corriente producen en los materiales térreos deleznable o solubles que forman sus orillas. El efecto es especialmente peligroso en crecientes, por el aumento de poder erosivo de la corriente a causa de su mayor velocidad.

La erosión de márgenes es causa de divagación y, si el ataque se produce en estratos susceptibles situados bajo otros que no lo son, producirá embovedamientos causantes de inestabilidades en los taludes de la propia margen.

El fenómeno se presenta en ríos encañonados y también en las corrientes marinas que bordean zonas costeras altas.

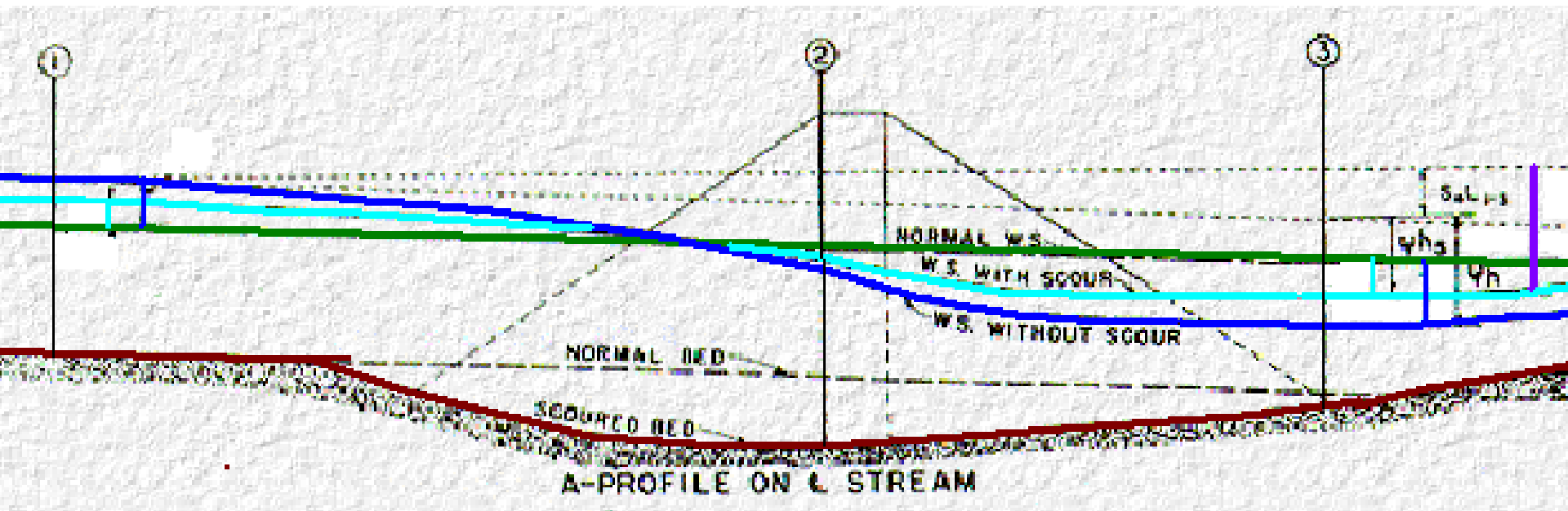




## EFFECTOS DE LA EROSIÓN EN REMANSOS

La Erosión ya ha sido definida previamente

Durante inundaciones:





# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES

**Contracción**



**Remanso de crecida**

**Incremento de energía potencial**



**Incremento de velocidad en la contracción**

---

**A mayores velocidades**



**Incremento de la capacidad de transporte del caudal**



**Erosión del lecho en la vecindad de la contracción**



**Incremento del área bajo el puente**



**La velocidad y la resistencia del flujo decrece**



**DISMINUYE EL REMANSO**

## ALCANTARILLAS

Son conductos cerrados que dan continuidad a un cauce definido, o una línea de puntos bajos, o a una cuneta, cuando encuentran una barrera artificial como es el terraplén del camino o una vía férrea, o el acceso a un camino.

En general la luz de las alcantarillas no excede de 5 a 6 m, pero puede ser de varias luces en cuyo caso se las llama alcantarillas múltiples.



## Elementos del diseño:

Factores para la selección de **embocaduras**:

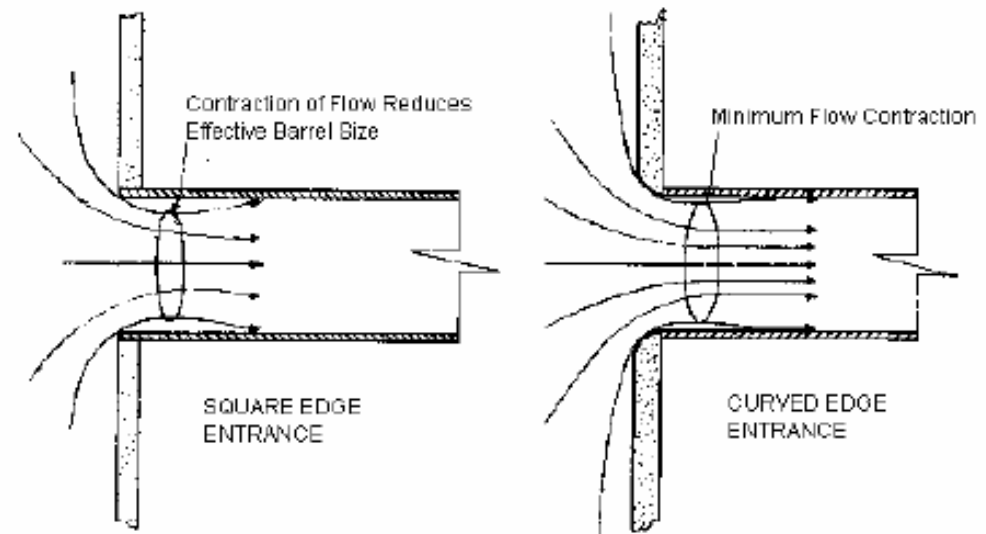
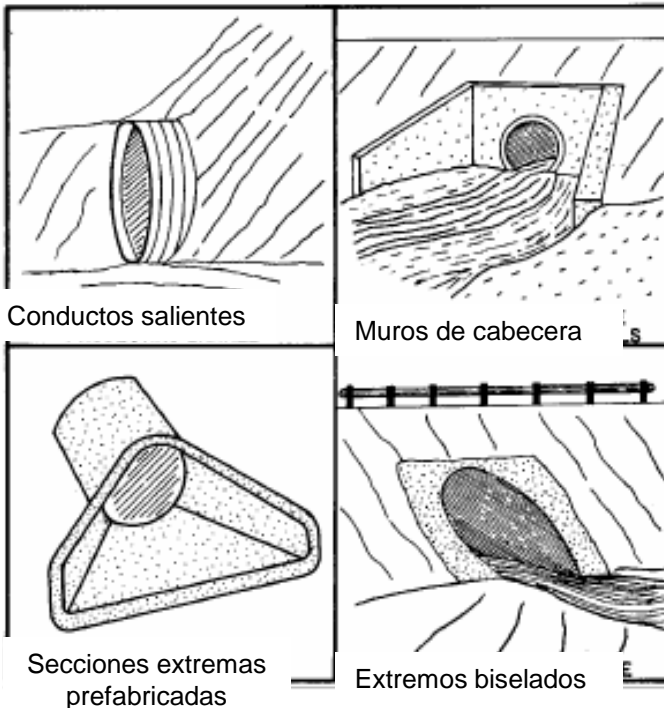


**PROVOCAN  
CONTRACCIÓN**

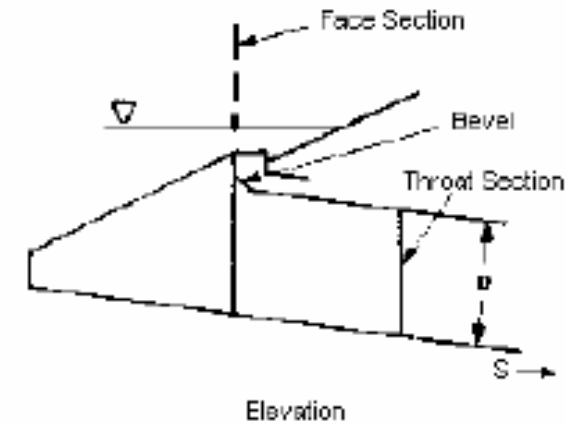


**CAPACIDAD HIDRÁULICA**

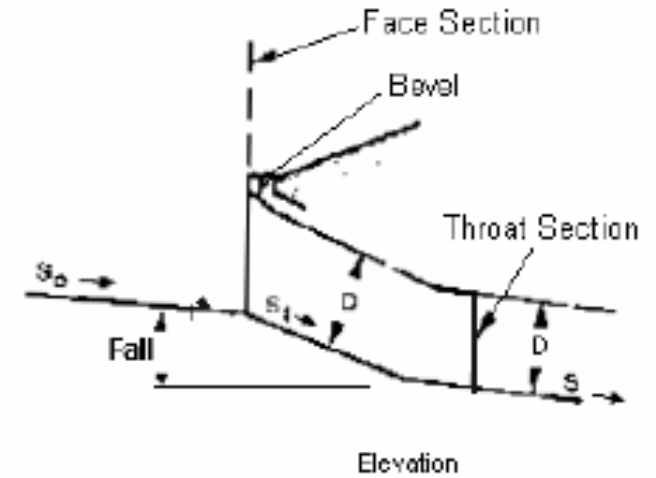
- Estabilidad estructural
- Control de la erosión
- Retención del terraplén



#### ENTRADA DE LADOS ABOCINADOS



#### ENTRADA DE PENDIENTE ABOCINADA



Reducen más la contracción del escurrimiento

Aumentan la carga efectiva sobre la sección de control



# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES

#### **Velocidad a la salida:**

Dado que una alcantarilla provoca una contracción en el flujo, es de esperar que las velocidades se vean aumentadas.

Debe limitarse el **máximo de velocidad** probable, de forma tal de evitar la erosión del lecho y la erosión de las orillas en la vecindad de la salida de la alcantarilla. Los problemas menores pueden evitarse mediante el aumento de la rugosidad del conducto.

Para evitar la erosión excesiva se utilizan disipadores de energía y dispositivos de protección de la salida.



Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica  
SEMINARIO 2025  
HIDRAULICA DE PUENTES

**INTERVALO**



# EJEMPLOS



## EJEMPLOS

### EROSIÓN EN ALCANTARILLAS

### EN PUENTES

- Ejemplo 1: Puente sobre RN 7 sobre el Río Salado – Provincia de Buenos Aires
- Ejemplo 2: Puente sobre RN 95 sobre el Río Bermejo – Provincia de Chaco
- Ejemplo 3: Puente sobre RN 150 sobre el Río Bermejo – Provincia de San Juan
- Ejemplo 4: Puente sobre el Río Tartagal – Provincia de Salta
- Ejemplo 5: Puente sobre el Río Seco – Provincia de Salta
- Ejemplo 6 : Variacion estacional de los caudales

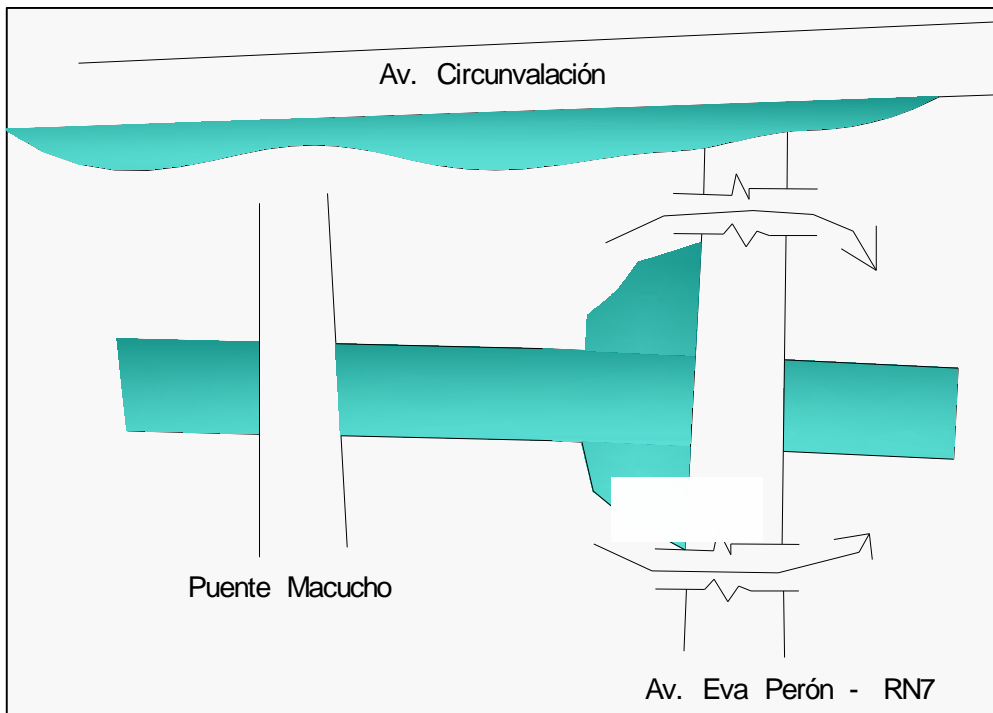
CIERRE: VIDEO DE CRECIDA EN EL RÍO IRUYA

## EJEMPLOS: "EROSIÓN EN ALCANTARILLAS"



## EJEMPLO 1:

- Tirante libre insuficiente
- Luz insuficiente (  $\sim 20$  m )
- Cota de rasante de traza elevada que corta las líneas de escurrimiento
- A pocos km otro puente de luz 60 m sobre la misma RN .
- Puente Macucho de igual o menor luz libre, construido parte en mampostería en 1940 MOP.





# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES





# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica SEMINARIO 2025 HIDRAULICA DE PUENTES



**JUNÍN - RN 7**

## **EJEMPLO 2:**

- Ubicación del puente en el valle de inundación
- Río meandroso, modificado por la presencia del puente.
- Luz insuficiente
- Río Bermejo Chaco – Identificado como uno de los 5 ríos con la hidráulica fluvial, más complicado del Mundo
- Acarreo enorme de sedimentos (Caudal líquido + Caudal sólido)
- Gran variación de caudal a lo largo del año.



*Imagen satelital en que se observa la conformación del río y el cruce con la RN 95*



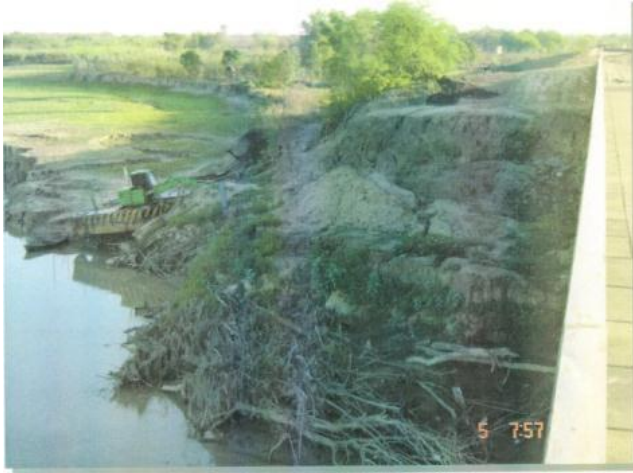
*Imagen satelital en la que se observa cómo el meandro se recuesta sobre la margen derecha. Imagen del año 2004*



*Se observa el estribo socavado, y el otro extremo del primer tramo del puente apoyado sobre dos pilas circulares cuando el resto del puente es de pilas rectangulares, se debe a que en ese lugar estaba el antiguo estribo que fue socavado y por el que debió agregarse un tramo más de puente.*



*En este caso la imagen muestra el nuevo estribo totalmente socavado con los pilotes a la vista, y con un puente temporal completando la luz del puente.*



*En la primer foto, del lado derecho se ve el puente y se muestra la erosión de margen izquierda inmediatamente aguas arriba del estribo, con acumulación de ramas, etc. Y en la segunda, se ve como el thalweg se está recostando y curvando hacia esa margen.*

*Estas imágenes son de la misma margen pero hacia aguas abajo del puente, se observa la socavación que está sufriendo por detrás del muro del estribo, formándose un foso.*





# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES

## **EJEMPLO 3:**

### ***Otro Río Bermejo – San Juan***

- Puente ubicado en el cono de deyección de sedimentos de los cerros laterales.
- Luz de puente insuficiente
- Cota de fondo de viga insuficiente
- Tirante de Aire insuficiente
- Modificación de la pendiente de fondo del lecho
- Contracción por invasión de la planicie de inundación



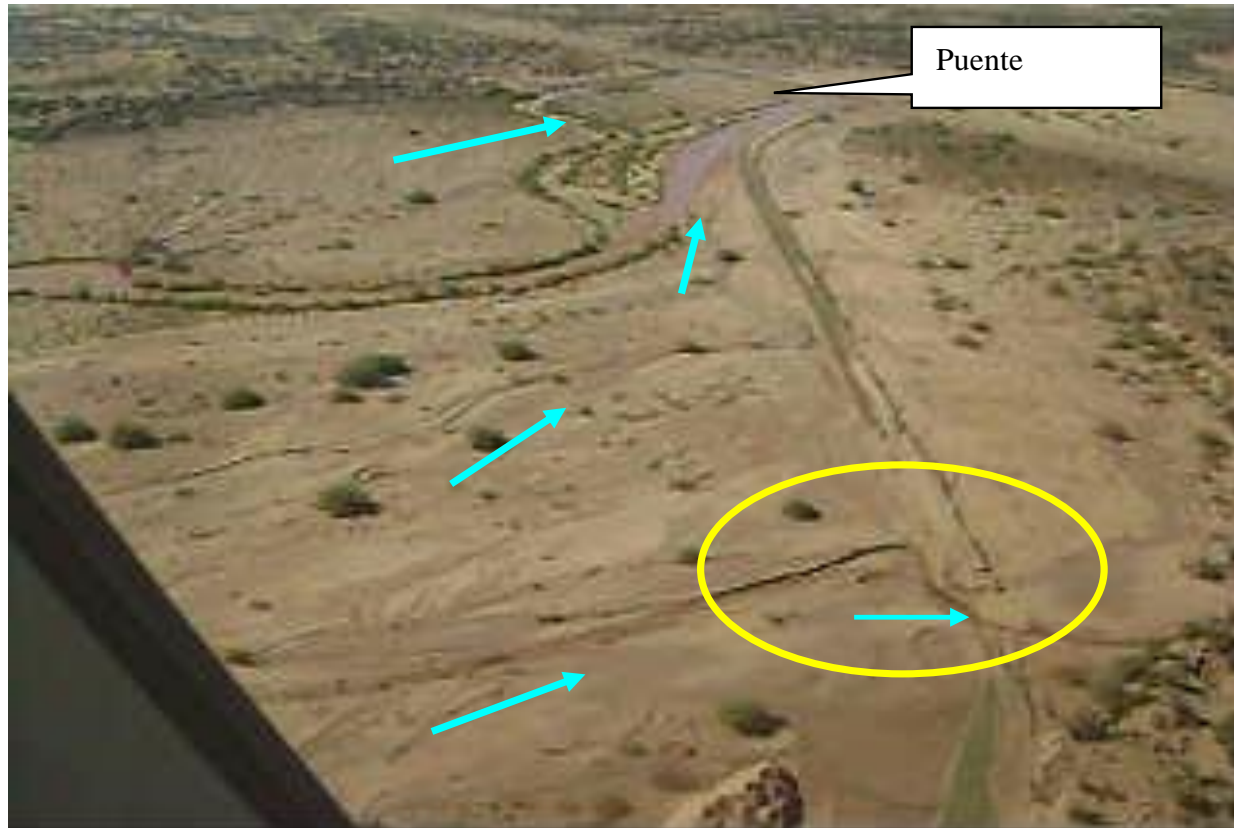
*Imagen satelital de la zona de implantación del puente, indicando en amarillo el lugar del cruce*



*En esta imagen, las líneas verdes indican los límites de la planicie de inundación o ancho en el que río se mueve, dependiendo del nivel de caudal y de la carga de sedimentos, la línea roja muestra el cruce inclinado respecto del cauce, y en una línea arqueada el terraplén de encauzamiento que se construyó.*



*Imagen en la que se observa durante la construcción, el movimiento de suelo y la modificación de la cota de fondo en distintos sectores del lecho del río en la zona de implantación del puente, el camino de servicio para la construcción cruza transversalmente el curso generando un represamiento, y la elevación del tirante cuando el curso transporta caudal de crecida*



*Las flechas indican el sentido del flujo y el círculo amarillo la zona en la que el muro de encauzamiento fue sobrepasado y las aguas avanzaron sobre la parte posterior del mismo, socavando*



*En la imagen puede observarse la altura libre por debajo del tablero en distintas etapas de la construcción, incluso la diferencia entre ambas fotos tomadas con 4 meses de diferencia en el año 2010*



# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica SEMINARIO 2025 HIDRAULICA DE PUENTES

## **EJEMPLOS: “CRECIDA DICIEMBRE 2011”**

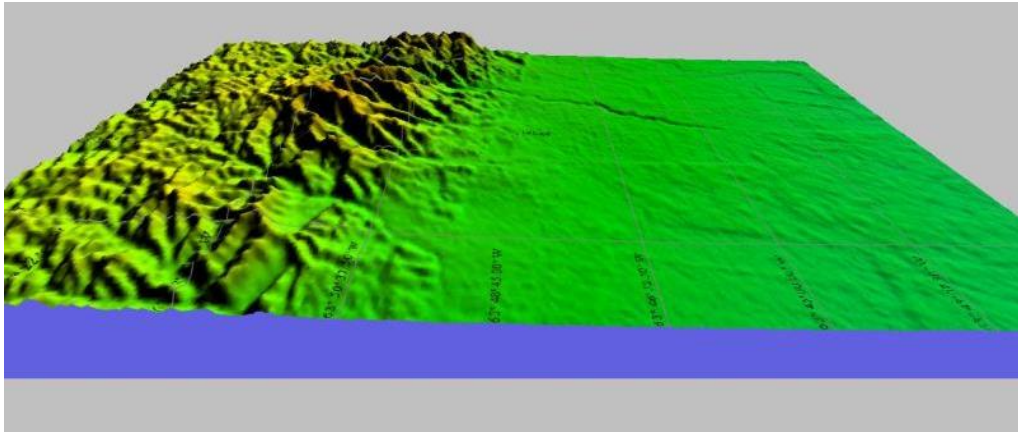




*esta fotografía puede verse la pérdida total del tirante libre por sedimentación, la primera imagen es de marzo de 2011 y la segunda de abril de 2012*

## **EJEMPLO 4:**

- Río de montaña, que en la alta cuenca ha sufrido modificación del uso del suelo y por consiguiente ha cambiado su respuesta a las precipitaciones, aumentando su caudal pico.
- Ángulo cerrado entre el puente y el cauce



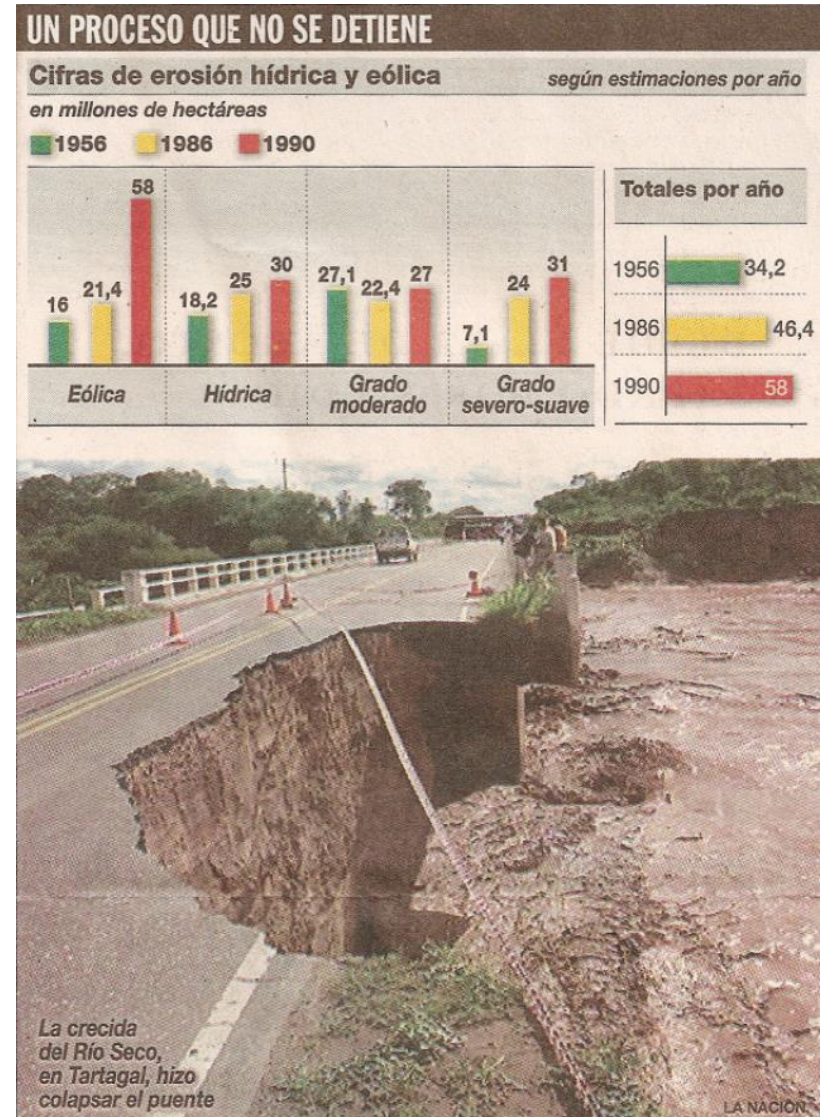
*Imagen digital que representa el terreno de la cuenca del Río Tartagal, puede notarse el gran cambio de pendiente en su recorrido*



*Río Tartagal, en el ingreso a la Ciudad de Tartagal, observe la acumulación de sedimentos aguas arriba del cruce con el puente ferroviario, y Av. Packam.*

## EJEMPLO 5:

- Ángulo de cruce inconveniente
- 2 vanos quedaron inactivos
- Ataque sobre margen izquierda
- Ver Puente Ferroviario 2 km aguas abajo.





# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES

## EJEMPLOS: "RÍO SECO"





*Inicio del proceso erosivo de socavación sobre la margen izquierda, por pérdida del terraplén de aproximación.*



*En la imagen puede observarse como el ángulo cerrado sobre margen izquierda provocó que la erosión se concentrara en esa margen, con la pérdida total del estribo y la caída del puente.*



*Nótese que sobre margen derecha el puente tiene dos vanos libres de caudal, sin daños, puesto que la creciente se recostó sobre la margen izquierda*



*Se observa aguas abajo la implantación de un Puente Bailey para el cruce del río en una sección más estrecha. (En el siguiente pico de crecida, desapareció el Bailey.)*



*Imágenes del puente provisorio colocado aguas abajo del principal, para el cruce temporal*



*El río en una nueva creciente ha eliminado y arrastrado, el puente provisorio, también en la fotografía puede verse aguas abajo un puente ferroviario, ubicado en forma perpendicular al río que ha permanecido intacto en ambas crecidas.*

#### **EJEMPLO 6:**

Sólo es para mostrar como es la variación estacional de los caudales , que modifica totalmente las condiciones de funcionamiento del puente, ambas situaciones extremas deben tenerse en cuenta durante el diseño del puente



*Puente de grandes luces que abarca el total del ancho probable de circulación de caudal, sin muros de encauzamiento, ni estrechamiento de la sección mojada, que pueda provocar contracciones.*



# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES



*El mismo puente con un incremento de caudal que utiliza todo el ancho disponible pero aún con poco tirante.*



*El río caudaloso, con el tirante útil totalmente colmado, pero nótese el tirante de aire aún libre que permite que el caudal no se ahogue y modifique las condiciones de escurrimiento, aumentando velocidades, etc.*



# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES

## CONCLUSIONES

**El hombre puede forzar al Río hacia una condición no natural, pero el Río intentará nuevamente volver a aquella condición. Entre más fuerte sea la modificación, mayor es la reacción o respuesta del río.**

Por este motivo, no podemos dejar de mencionar :

- Un buen Pliego que exija los tópicos a cumplir por un estudio hidráulico, adecuado a la importancia de la obra, **RECORDANDO QUE LA OBRA CORTA EL FLUJO DEL AGUA Y DE LOS SEDIMENTOS** . Una visita al sitio es **IMPRESINDIBLE** , **debemos conocer EL RIO** .
- Una buena Guía de Prácticas para la Inspección y el Mantenimiento de las obras.
- Un registro detallado y actualizado de los problemas con sus eventuales soluciones, con fotografías, videos y mediciones
- Mejorar la base de datos de las Vialidades, en un trabajo a mediano y largo plazo que involucre a la **SSRH** nacional y también a las provincias. (lo cual requiere inevitablemente de los recursos), como así también **MODERNIZAR LOS METODOS DE PROTECCIÓN TENIENDO EN CUENTA LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES**.
- Una guía de tópicos **mínimos** que deben ser revisados y controlados, por medio de una metodología completa y abarcativa.
- El proyecto vial debe ser una relación interdisciplinaria dinámica, que incluya la estructura, la hidráulica , el ambiente y la geotecnia, y no una superposición de proyectos parciales.

**VERIFICACIONES**

EROSIÓN

SEDIMENTACIÓN

REMANSO



Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica  
SEMINARIO 2025  
HIDRAULICA DE PUENTES

*EL HOMBRE QUE DESCUIDE EL AGUA BAJO EL PUENTE , ENCONTRARÁ EL PUENTE BAJO EL AGUA*

Anonimo



# ***PREGUNTAS ?***



# Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica

## SEMINARIO 2025

### HIDRAULICA DE PUENTES

## **BIBLIOGRAFÍA**

- "Erosión Local alrededor de Pilas de Puente" - Ing. Raúl Antonio LOPARDO - Abril de 1982.
- "Control de la Erosión Fluvial en Puentes" - Textos de la Dirección General de Carreteras - Ing. José Ramón TÉMEZ PELÁEZ - Septiembre de 1988.
- "Control de Erosión y Sedimentos (En Obras de Ingeniería y Ambiente) -Erosión General y Protección de Márgenes" - Mario I. SCHREIDER - Noviembre de 1994.
- "Erosion Control"- Journal for Erosion & Sediment Control Professionals.
- Federal Highway – HEC 18

HDS5 – Hydraulic Design of Highway Culverts: