AGUAS, CRECIDAS Y CARRETERAS

CURSO DE INGENIERIA Y SOCIEDAD

13 de julio de 2001

Dr. Justo Borrajo Sebastián

INSTRUCCIÓN DE DRENAJE SUPERFICIAL

- **Recogida y evacuación de las aguas procedentes de la plataforma y sus márgenes**
  - **La velocidad del agua no producirá erosión ni aterramiento y se fija según naturaleza de la superficie: Arena, Vegetación, roca, etc.**
  - **Resguardo mínimo de 50 cm bajo superficie de plataforma**
  - **Períodos de retorno mínimos de 50 años para pasos inferiores, 25 años para drenaje superficial y 100 años para drenaje transversal.**
- **La pendiente de la plataforma asegurará el drenaje del agua que caiga sobre la calzada y arcenes: En rectas, pendientes más elevadas y en curvas cuidado con transiciones de peralte.**
- **Elementos: Cauces, Cunetas, Sumideros e imbornables, Colectores Arquetas y Bajantes**

RIESGO DE OBSTRUCCIÓN Y DAÑOS

- **Es especialmente acusado en sumideros y colectores enterrados por vegetación y basura.**
- **Si el riesgo es alto resguardo mínimo en drenaje transversal 1,5 m durante 12 m. Si el riesgo es medio las cifras anteriores podrán reducirse a la mitad.**
- **Los daños a terceros por inundación de las zonas aledañas pueden ser catastróficos (si existe riesgo de pérdida de vidas humanas o graves daños personales, o afecciones a núcleos poblados) o no. Los primeros deben evitarse.**

DAÑOS NO CATASTRÓFICOS

- **Se admiten inundaciones inducidas siempre que**
  - **La sobreelevación del nivel de la corriente provocada por la carretera no exceda de 50 cm**

    Ó
  - **La superficie afectada por la diferencia de inundación no exceda la dada por : S = K.L, donde L es la luz total de la obra de drenaje transversal y K un coeficiente entre 0,3 y 0,025 según valor de daños (0,1 valor normal).**

CÁLCULO DE CAUDALES

- **Dependen de tamaño y naturaleza de la cuenca aportante**
- **<u>Cuencas pequeñas:</u> (Tiempo de concentración < 6 horas) métodos hidrometeorológicos basados en intensidad de precipitación, superficie cuenca y coeficiente de escorrentía.**
- **<u>Cuencas grandes:</u> Suele disponerse de información estadística directa sobre niveles o caudales de avenidas.**
- **<u>Casos especiales:</u> Zonas urbanas, planas inundables, presencia de lagos o embalses.**

CÁLCULO DE CAUDALES

- **Q = C. A. I / K donde :**

  Q: Caudal de referencia

  C: Coeficiente medio de escorrentía

  A: Superficie cuenca

  I: Intensidad media de precipitación en el período de retorno y a un intervalo igual al tiempo de concentración

  K: Coeficiente que depende de unidades de A y Q, y que incluye un D 20% para efecto puntas

- $(I_t/I_d) = \frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1} = I_1/I_d$ **donde:**

  $I_d = P_d/24$ = **Intensidad media diaria de precipitación en el período de retorno.**

  P_d = **Precipitación total diaria en el período de retorno**

  I_1 = **Intensidad horaria de precipitación (I_1/I_d figura 2.2. Instr.)**

  t = **Tiempo de concentración**

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

- $T = 0{,}3 \left[\frac{L}{J^{0,25}} \right]^{0,76}$ En <u>cuencas donde predominen los flujos canalizados</u> por una red de cauces definidos

  siendo L: longitud (km) del cauce principal
  J: pendiente media

- En <u>flujo difuso</u> (plataforma y márgenes)

En <u>plataformas</u> si el recorrido del agua es

- < 30 min ⟶ T = 5 min
- entre 30 min y 150 min ⟶ T = 10 min

En <u>márgenes</u> ábaco en función de recorrido, cobertura del terreno y pendiente media

ESCORRENTÍA

- **Coeficiente de escorrentía (C) es la proporción de la precipitación de intensidad I que discurre superficialmente, y depende de la razón entre la precipitación diaria (P_d) y el umbral de escorrentía (P_o).**

- **El umbral de escorrentía (P_o) depende de uso de la tierra, pendiente, características hidrológicas y grupo de suelo. Se mayora con coeficiente corrector (2 a 4) para tener en cuenta humedad habitual al comienzo de aguaceros y simplificaciones del método hidrometeorológico.**

DRENAJE DE LA PLATAFORMA Y MÁRGENES

- **Deberá proyectarse una red que recoja la escorrentía superficial, y en algunos casos las aguas subterráneas, y las conduzca a un desagüe.**
- **Se desaguará la red siempre que sea posible para disminuir caudales y costes. En zona urbana sumideros y colectores. En campo abierto a cauces naturales, o infiltración en terreno permeable, con cunetas y cauces.**
- **Inclinación mínima en plataforma para evitar hidroplaneo 0,5 por 100. En aceras pendientes entre 2,5 y 3 por 100 hacia calzada.**
- **En autovías con mediana estricta deberá pavimentarse y disponer un caz junto a barrera o bordillo.**

OBRAS DE PASO, MUROS Y TÚNELES

- **No se proyectarán pasos inferiores donde sea difícil el desagüe por gravedad (llanuras castellanas y paisaje).**
- **El agua de la plataforma se desaguará antes de alcanzar la obra de paso mediante un sumidero y/o una bajante a la cuneta de la calzada inferior o al cauce.**
- **Los colectores deberán poder ser limpiados fácilmente (arquetas) y no tendrán puntos más bajos que los desagües. El Æ mínimo será de 15 cm.**
- **En muros y estribos hay que evitar que el agua se infiltre por su trasdós, asegurando su evacuación con colectores que se deben limpiar regularmente con agua a presión.**
- **En túneles caces con sumideros a colectores, con arquetas separadas < 50 m y tapas que no podrán situarse en la calzada**

CUNETAS Y CAUCES

- **Mejor y más baratos que dispositivos enterrados: sumideros y colectores**
- **Se suelen disponer en pie de taludes de desmonte y como cunetas de guarda (con bajantes). En terraplenes se suele poner un caz de coronación con bordillo montable (< 10 cm)**
- **La inclinación de los taludes de las cunetas será inferior a 1/6 con aristas redondeadas y si no criterios figura 3.11.**
- **Serán revestidas cuando la velocidad sea elevada o muy baja (< 1 por 100)**

CAPACIDAD DE DESAGÜE

- **Hay que distinguir entre elementos lineales (cauces, cunetas y colectores) y elementos puntuales (sumideros e imbornales).**
- **Elementos lineales: resulta determinante el rozamiento con las paredes y se aplica la fórmula de Manning-Strickler.**
- **La capacidad de desagüe de sumideros o imbornales situados en un punto bajo debe ser superior al doble del caudal de referencia. Si están situados en rasante inclinada su capacidad se debe mayorar con 1/1+15.J, donde J es la pendiente longitudinal.**

DRENAJE TRANSVERSAL

- **El objetivo es restituir la continuidad del drenaje natural del terreno.**
- **Dos grupos**
  - **<u>Pequeñas obras de drenaje:</u> Su sección es determinante para el desagüe. Suelen tener solera.**
  - **<u>Puentes y viaductos:</u> Su sección no es determinante para el desagüe, pero pueden presentar problemas de sobreelevaciones, erosiones, etc. No suelen tener solera.**
- **Una obra única suele ser preferible a un conjunto de obras más pequeñas, que aumentan la sobreelevación y las posibilidades de obstrucción.**
- **En planas inundables hay que realizar estudios especiales, que pueden llevar a realizar la carretera en viaducto en longitudes grandes, o deprimirla creando puntos bajos para concentrar y evacuar las aguas.**

PEQUEÑAS OBRAS DE DRENAJE

- **Por problemas ambientales no suelen admitirse modificaciones de los cauces naturales (cortas y desvíos) por lo que, en general, el cauce será sensiblemente perpendicular a la carretera y su pendiente no será modificada.**

- **Para reducir la velocidad a la salida del paso se pueden utilizar tubos corrugados o soleras escalonadas, así como dispositivos de frenado en la salida.**

- **Sección mínima en función de longitud y se procurará respetar las dimensiones del cauce natural.**

- **Las embocaduras en terraplenes deben acoplarse al talud con muro de acompañamiento o aletas.**

SOBREELEVACIÓN DEL NIVEL DEL AGUA

- **Depende de una curva característica que relaciona el caudal que desagua con la cota que alcanza la lámina de agua sobre la solera a la entrada. La Instrucción dá las curvas características para pasos circulares y rectangulares con diferentes embocaduras.**

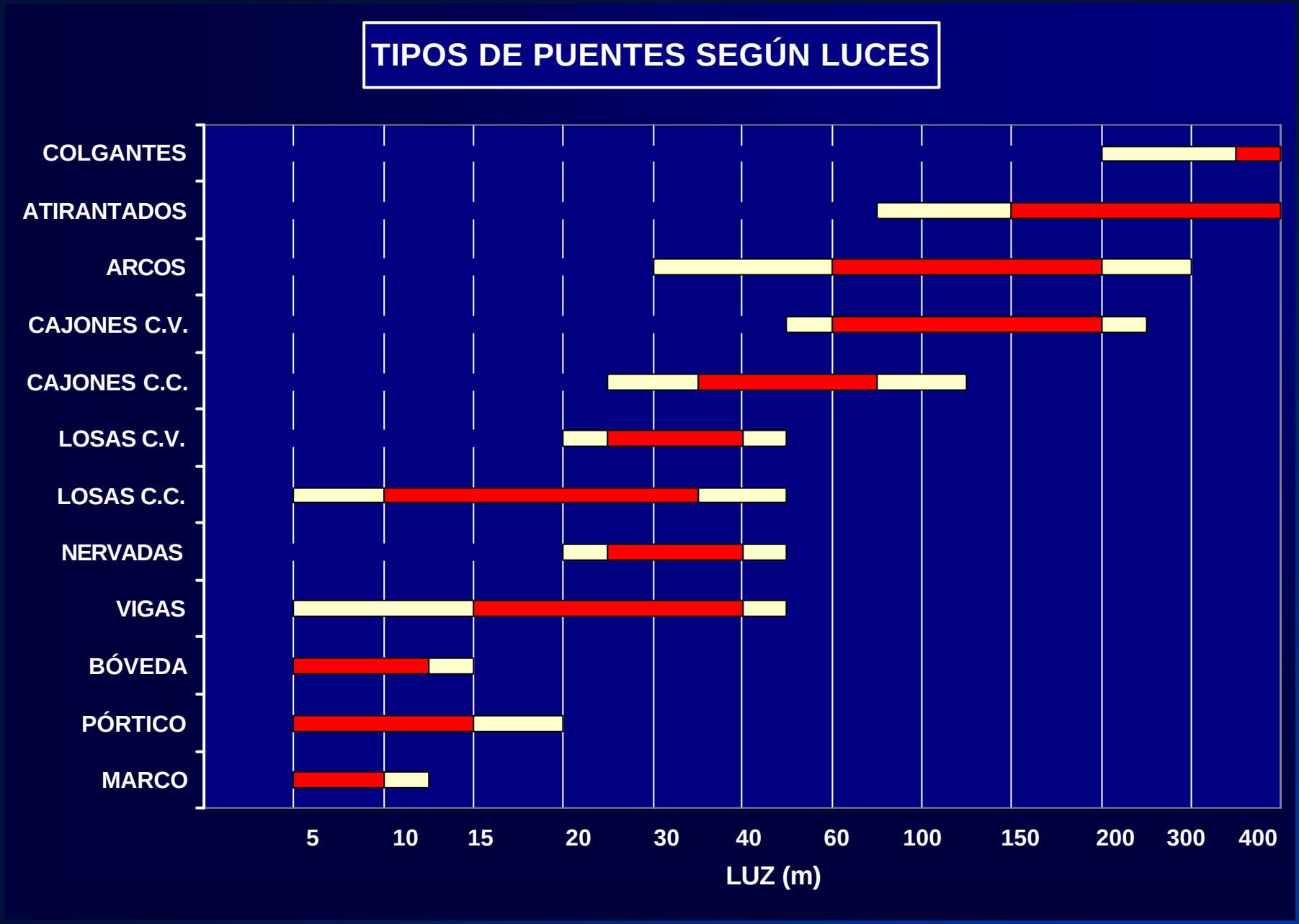
- **Si los niveles del agua en el cauce a la salida, o las características del conducto, influyen en los niveles aguas arriba, se necesitan tamaños superiores.**

ATERRAMIENTOS Y EROSIONES

1) **Por modificación del cauce independiente de la carretera**
2) **Localizados e influidos por el trazado.**

- **<u>Aterramientos</u>**
  1) **Evitarlos modificando trazado, construir balsas de retención, o sobredimensionar la obra de drenaje.**
  2) **Respetar cota, pendiente y anchura del cauce natural.**
- **<u>Erosiones</u>**
  1) **Controlarla con franjas de escollera**
  2) **Rastrillos verticales con solera de hormigón que eviten descalces, o mantos de escollera.**

TIPOS DE PUENTES SEGÚN LUCES



TIPOLOGÍA DE ESTRUCTURAS MAS FRECUENTES: PUENTES Y VIADUCTOS

- **Condicionantes funcionales, de trazado, geológicos y geotécnicos, constructivos, económicos, estéticos y ambientales.**
- **Para luces de 45-50 m con altura media de pilas de 20 m y 400 m de longitud**
  - **Vigas prefabricadas más baratas y construcción sencilla pero feas (60.000 pta/m^2)**
  - **Autocimbras facilitan losa o cajón de hormigón pretensado**

    Losa: más esbelta (1,00 a 1,10 de solución vigas)

    Cajón: economía de materiales (1,10 a 1,15 solución vigas)

    Mixtas: más caras (1,20 a 1,30 solución vigas)
- **Máximo 160.000-180.000 pta/m^2**
- **En general huir de grandes luces**
- **En autovías no mantener el tablero en la mediana, aunque se haga un solo tablero**

CONSERVACIÓN DEL DRENAJE

- **Los areneros y balsas de retención de sedimentos deben limpiarse periódicamente.**
- **Después de temporales deben vigilarse todos los elementos de drenaje**
- **Cuando se comprueben insuficiencias de drenaje se mejorará o construirán nuevos elementos**
- **Los elementos enterrados se limpiarán periódicamente con agua a presión.**
- **Se evitará el estancamiento de las aguas en la plataforma, corrigiendo lo que sea necesario.**
- **Se repondrán las capas vegetales perdidas en cunetas, bermas o taludes.**
- **Las cunetas revestidas o sin vegetación se limpiarán al menos una vez al año.**

CRITERIOS AMBIENTALES Y CAUCES

La Introducción de criterios ambientales, sobre todo en terrenos con morfología irregular, puede llevar a la necesidad de implantar viaductos, independientemente de los condicionamientos hidráulicos.

¿En qué casos y porqué?

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES A CONSIDERAR EN CRUCE DE CAUCES

Características ambientales a considerar para establecer la forma de cruce más adecuada

- **Vegetación**
- **Cultivos**
- **Hidrología**
- **Fauna**
- **Paisaje**

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES A CONSIDERAR EN CRUCE DE CAUCES

Vegetación: Viaducto si el valle es suficientemente profundo para salvar la vegetación de ribera que sea de cierta cobertura e interés.

Cultivos: La existencia de cultivos de regadío y alta productividad puede llevar a alargar los viaductos.

Hidrología: En general, para desaguar el caudal para un período de retorno de 100 años no suelen ser necesarios grandes viaductos.

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES A CONSIDERAR EN CRUCE DE CAUCES

Fauna: Viaducto si existe un corredor faunístico preferente, normalmente relacionado con la existencia de un bosque galería.

Paisaje: Viaducto si la vaguada es de grandes dimensiones o se cruza cortando cuencas visuales.

Existen vaguadas no visibles, ideales para ubicar vertederos y equilibrar tierras.

CONDICIONANTES DE LAS D.I.A.

Protección del Sistema Hidrológico

- **Los estribos de los puentes estarán situados fuera del dominio público hidráulico (5 m)**

- **Se garantizará la evacuación de caudales y el paso de sólidos de arrastre mediante las obras de drenaje transversal pertinentes.**

- **No se localizarán canteras ni préstamos, ni se verterán materiales, ni se ubicarán instalaciones auxiliares de obras en zonas donde directamente, por escorrentía o por erosión se puedan afectar cursos de agua o acuíferos asociados.**

PROTECCIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO

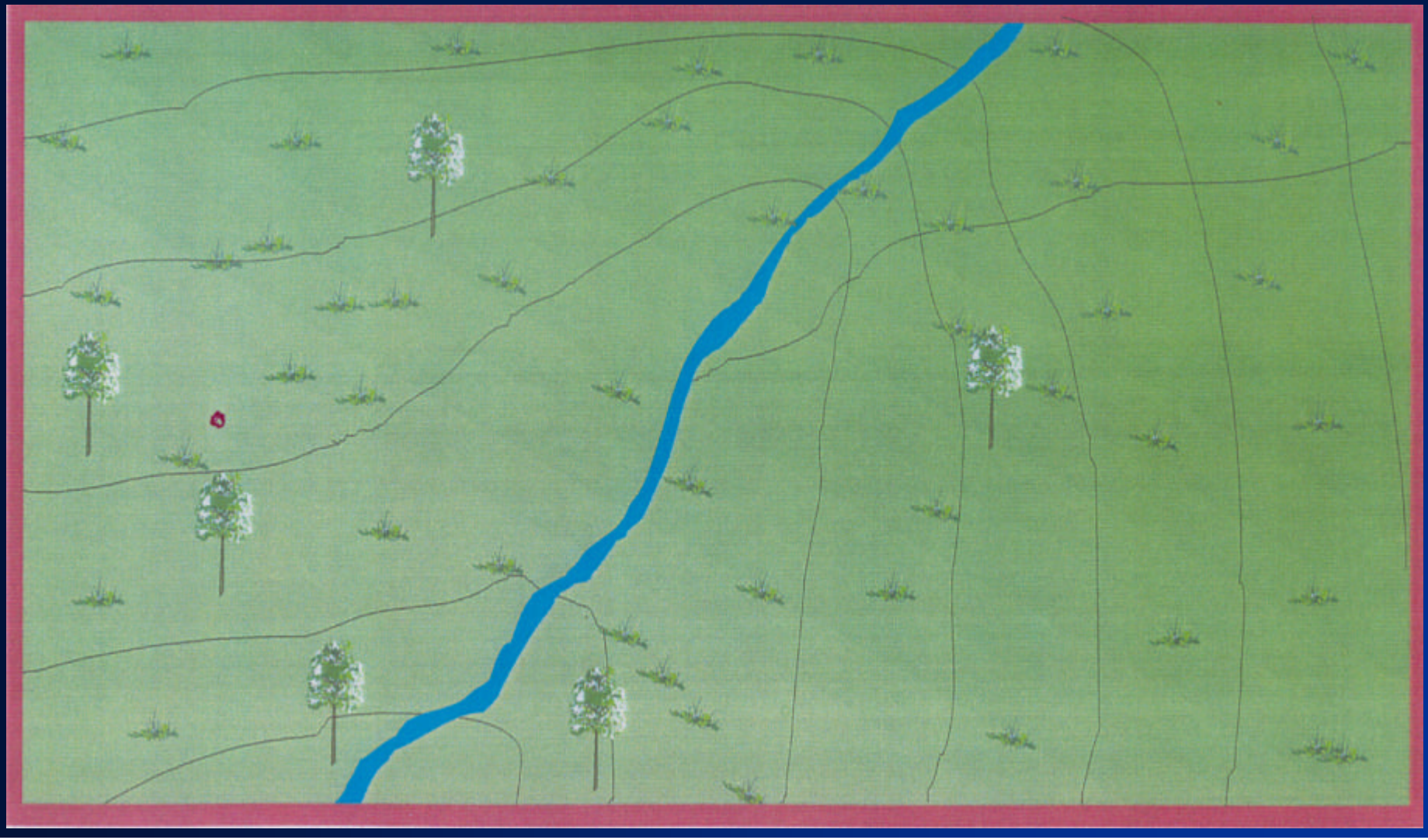
- **Se recomienda la utilización de parapetos, entramados vegetales o balsas de contención para evitar procesos erosivos en las obras de paso, cursos de agua o barrancos.**

- **Se evitará que los vertidos de sustancias contaminantes durante la obra o la explotación, puedan afectar a los acuíferos o a la red de drenaje natural: Balsas de decantación y contención.**

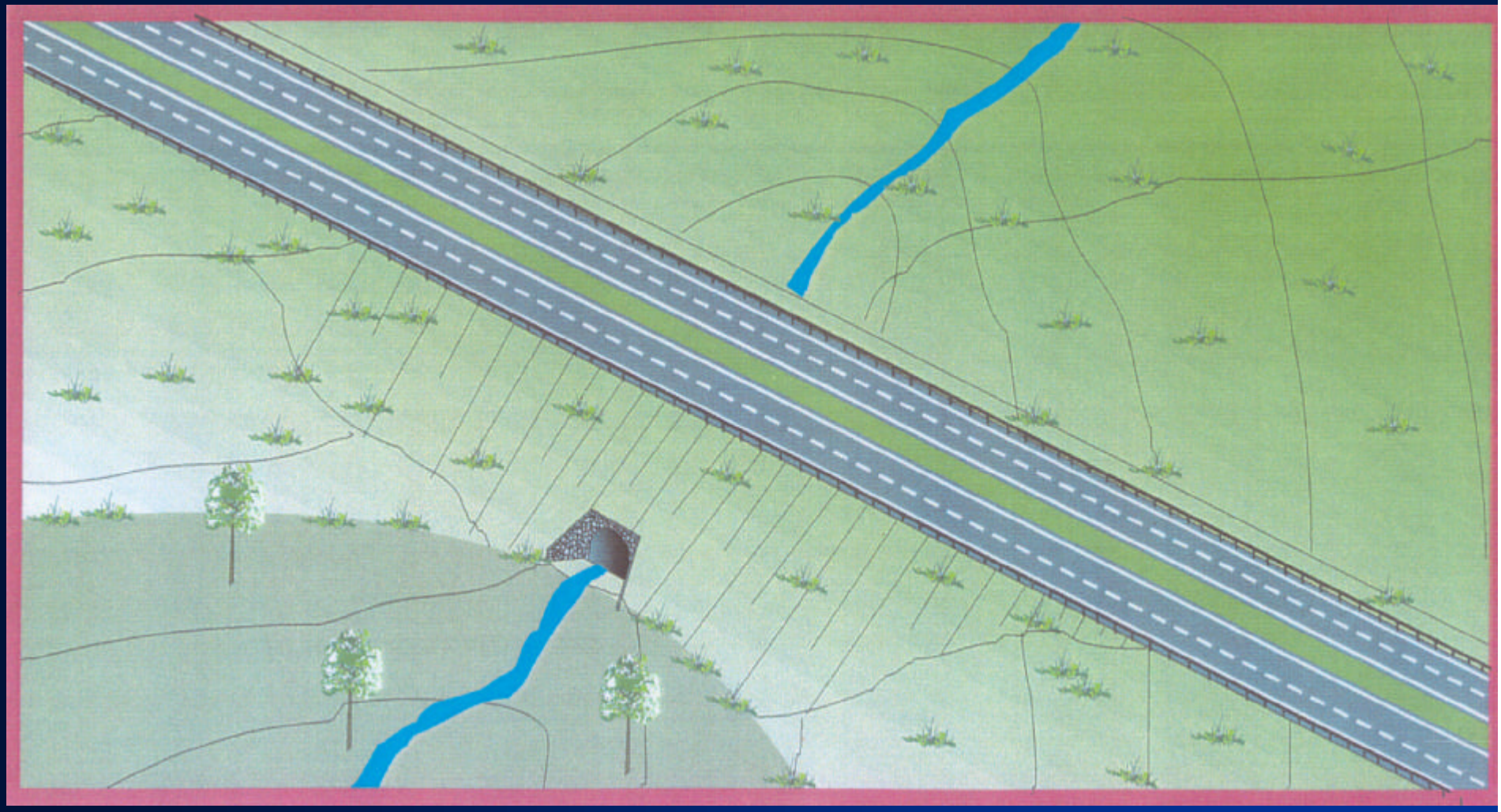
- **En ocasiones imponen aumentar la longitud del viaducto o de los vanos, llegando a impedir la colocación de pilas en los cauces.**

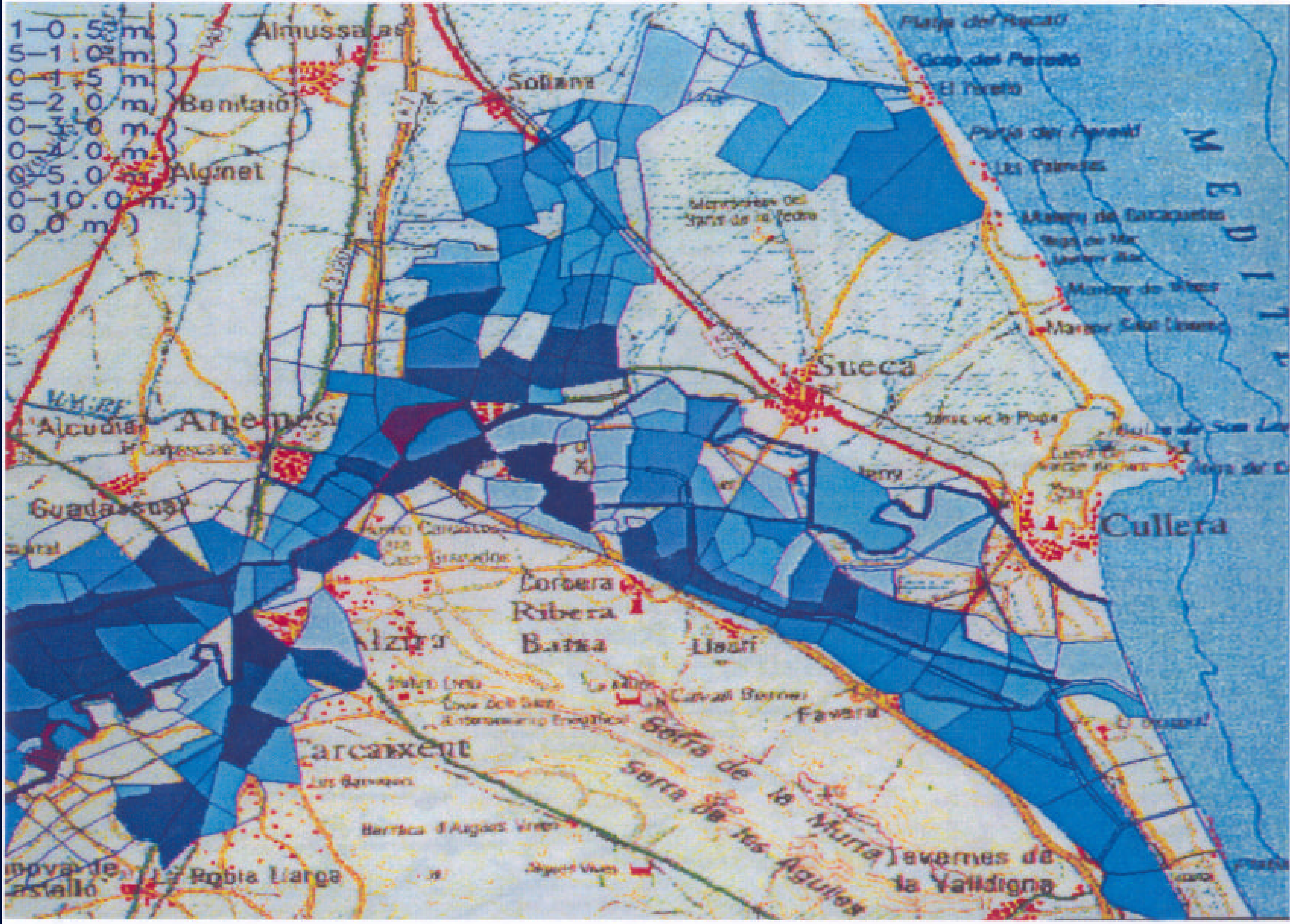
RAMBLA LEBOR
(Aguas Abajo)

CABECERA DE VAGUADA
ESTADO NATURAL

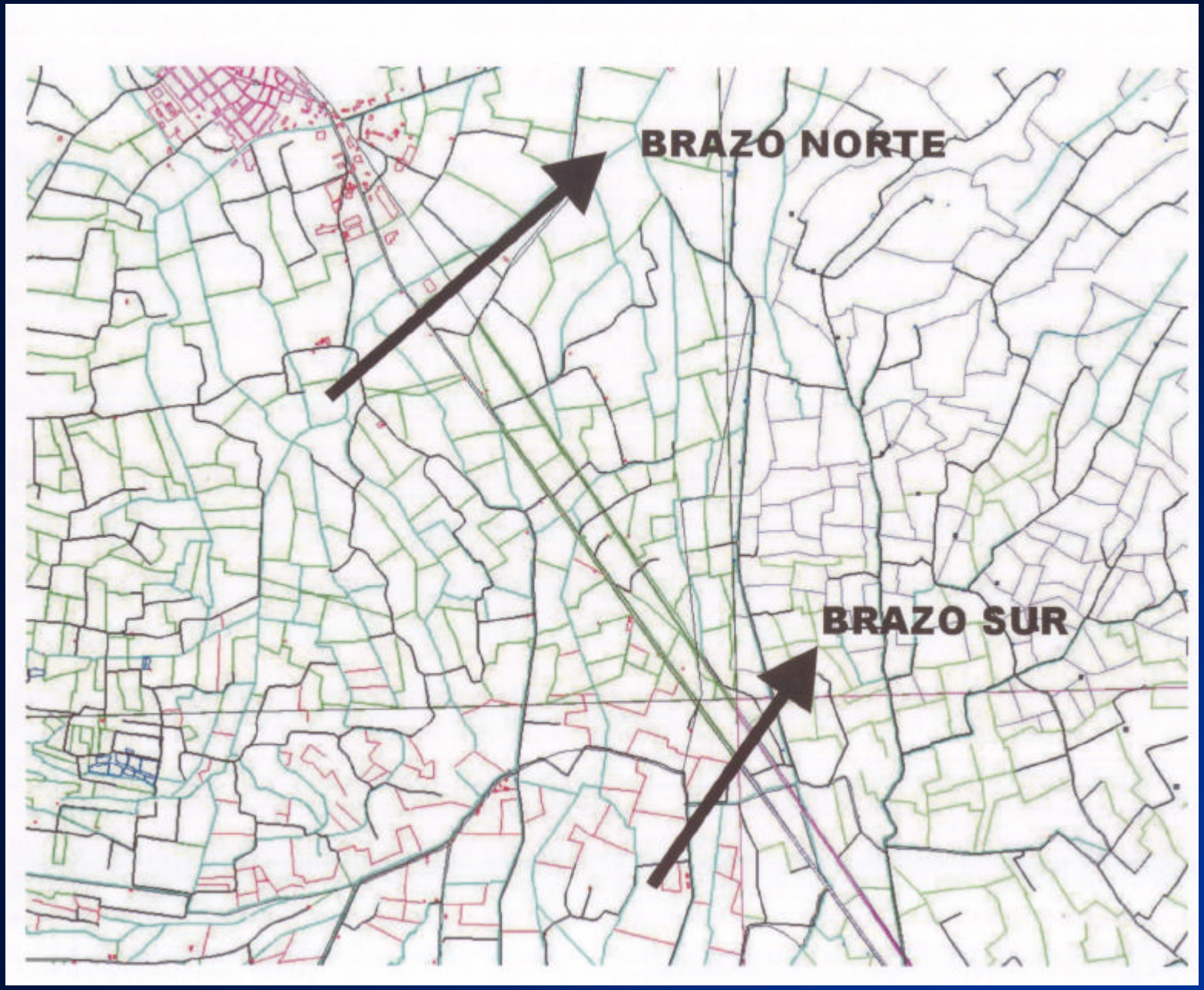


CABECERA DE VAGUADA
ACTUACIÓN PROPUESTA





Almussafes
Sollana
Benifaió
Alginet
Sueca
Alcudia
Algemesí
Guadassuar
Cullera
Corbera
Ribera
Baixa
Alzira
Llaurí
Carcaixent
Serra de la Murta
Serra de les Aguilas
Tavernes de
la Valldigna
La Robla Llarga


BRAZO NORTE
BRAZO SUR

ARCO CARLOS LLINÁS

AUTOVÍA DEL NOROESTE N-VI
TRAMO: AMBASMESTAS-CASTRO/LAMAS

AUTOVÍA DEL NOROESTE N-VI
TRAMO: AMBASMESTAS-CASTRO/LAMAS

OBRA DE DRENAJE Y PASO DE FAUNA