

---

## **ANEJO Nº8.- SUPERESTRUCTURA**



**ÍNDICE**

|   |   |
|---|---|
| 1.- Introducción.....   | 1 |
| 1.1.- Objeto.....   | 1 |
| 1.2.- Normativa de aplicación .....   | 1 |
| 1.3.- Tipologías de superestructura. Datos de partida.....                        | 2 |
| 2.- Vía sobre balasto .....   | 2 |
| 2.1.- Dimensionamiento de la plataforma y las capas de asiento ferroviarias ..... | 2 |
| 2.1.1.- Plataforma y capa de forma .....  | 2 |
| 2.1.2.- Capas de asiento .....  | 3 |
| 2.1.2.1.- Determinación del tráfico.....  | 4 |
| 2.1.2.2.- Espesor de la banqueta de balasto .....                                 | 5 |
| 2.1.2.3.- Espesor de la subbase.....  | 5 |
| 3.- Armamento de la vía .....   | 6 |
| 3.1.- Carril.....   | 6 |
| 3.2.- Soldaduras .....  | 6 |
| 3.3.- Traviesas y Sujeciones .....  | 7 |
| 4.- Aparatos de vía .....   | 7 |



## 1.- INTRODUCCIÓN

En este anejo se describen las características principales de la superestructura proyectada, entendiendo por ésta los elementos empleados para transmitir las cargas de los trenes a la plataforma base, entre los que se incluyen carriles, traviesas, balasto y subbalasto, entre otros.

### 1.1.- Objeto

Los objetivos primordiales de los diferentes elementos que constituyen la superestructura de la vía son:

- En primer lugar, servir de guía a los trenes durante su desplazamiento.
- En segundo, transmitir las cargas estáticas y dinámicas que soportan las ruedas a la plataforma, a través del conjunto de sus componentes.

Junto a estas dos funciones principales, debe cumplir con otras de muy diferente condición, como las relacionadas con las instalaciones de seguridad (delimita los cantones en que se divide la línea) o con la electrificación (sirve como vehículo para el retorno de la corriente eléctrica, según el sistema de electrificación elegido).

Su correcta definición y dimensionamiento vienen condicionados por diversos aspectos como pueden ser:

- Situación geográfica.
- Trazado, tanto en planta como en alzado.
- Condiciones geológico-geotécnicas del suelo soporte.
- Sistema de explotación previsto para la línea.
- Presencia de puentes, viaductos, grandes obras de tierra, etc.

- Material rodante previsto en las circulaciones (cargas por eje, velocidades máximas y mínimas, etc.)

### 1.2.- Normativa de aplicación

Los parámetros de diseño se han fijado teniendo en cuenta las especificaciones de ADIF (N.R.V. y N.A.V.) y las Normas UIC:

- NRV 2-1-0.0. Obras de tierra. Calidad de la plataforma. (1982).
- NRV 2-1-0.1. Obras de tierra. Capas de asiento ferroviarias (1983)
- NRV 3-4-0.0. Balasto. Características determinativas de la calidad (1987).
- NRV 3-4-1.0. Balasto. Dimensionamiento de la banqueta (1985).
- Ficha UIC 719-R. Dimensionamiento de las capas de asiento ferroviarias
- Ficha UIC 714. Cálculo del tráfico equivalente

Se han tenido también en cuenta las Instrucciones y Recomendaciones habitualmente empleadas en los Proyectos de Alta Velocidad por Adif (IGP).

Por otra parte, aunque la entrada en vigor de la Orden FOM/1631/2015 por la que se aprueba la *Instrucción para el proyecto y construcción de obras ferroviarias IF-3. Vía sobre balasto. Cálculo de espesores de capas de la sección transversal*, es posterior a la orden de estudio de este Estudio Informativo y, por tanto, no es de obligado cumplimiento, también se ha tenido en cuenta, siendo en último término la empleada para la determinación de los espesores de la plataforma y las capas de asiento ferroviarias en los tramos de vía sobre balasto.

### 1.3.- Tipologías de superestructura. Datos de partida

A lo largo de la traza se han planteado diferentes tipologías de superestructura, atendiendo a tres criterios:

1. Número y Ancho de Vías.
2. Secciones Tipo.

En relación al primer criterio, el tramo objeto de actuación contempla la duplicación de la vía actual en ancho ibérico por lo tanto se implantará una vía en este mismo ancho.

En cuanto al segundo criterio se refiere, esto es, a las distintas secciones tipo previstas, se plantean los siguientes tipos de superestructura:

- Vía sobre balasto: empleada con carácter general en las obras de tierra.
- Vía sobre balasto empleada en los viaductos para salvar a desnivel cruces con otras infraestructuras, cauces, etc.

Dentro del tramo objeto del presente Expediente en donde se aprovecha la línea existente duplicando la plataforma, se adosará a la existente ejecutando un escalonado del talud de la plataforma actual sobre el que apoyará la nueva plataforma, para conseguir un comportamiento homogéneo de la vía existente y la nueva vía.

## 2.- VÍA SOBRE BALASTO

### 2.1.- Dimensionamiento de la plataforma y las capas de asiento ferroviarias

#### 2.1.1.- Plataforma y capa de forma

El método establecido en la Instrucción IF-3, basado en la ficha UIC-719, permite definir los espesores y características de las capas de subbalasto y balasto en función de las características de la nueva plataforma, estableciendo el espesor de las capas de asiento en función de:

- La calidad de la plataforma.
- El tráfico soportado, calculado de acuerdo al Anexo 2 de la Instrucción IF-3, basado en la ficha UIC-714.
- El tipo de traviesa.
- La carga máxima por eje
- La velocidad de circulación.

La plataforma tiene como función proporcionar apoyo a las capas de asiento, a la vía y a los dispositivos destinados a controlar el movimiento de los trenes para que la explotación pueda realizarse eficazmente.

Está formada por el propio terreno, cuando se trata de un desmonte, o por suelos de aportación, constituyendo un terraplén en el relleno de una depresión.

La plataforma debe quedar rematada por una capa de terminación, llamada también capa de forma, provista de pendientes transversales para la evacuación de las aguas pluviales.

En los terraplenes, la capa de terminación suele estar constituida por suelos de mejores características que el utilizado para la formación del núcleo teniendo, además, un mayor grado de compactación.

En los desmontes la capa de forma se obtiene por compactación del fondo de la excavación, cuando los suelos son adecuados, o por aportación de suelos de mejor calidad, que los sustituyen en una profundidad mínima de un metro, cuando no lo son.

Sobre esta capa de terminación se disponen las capas de asiento integradas por una subbase y, como remate, la banqueta de balasto.

La clasificación de la plataforma precisa de la estimación de la calidad del suelo que la forma y de la capacidad portante de la misma en su conjunto.

En este sentido, se distinguen cuatro clases de suelos en función de su calidad y capacidad portante:

- QS0: Suelos inadecuados para realizar las capas subyacentes a la de forma. Son suelos difícilmente mejorables y, generalmente, se eliminan.
- QS1: Suelos malos, aceptables solamente cuando se dispone de un buen drenaje. Pueden mejorarse por la adición de otros suelos o de ligantes.
- QS2: Suelos medianos.
- QS3: Suelos buenos.

En función de la calidad del suelo que constituye la capa de forma y del espesor de ésta, se distinguen las siguientes clases de plataforma:

- P1: plataforma de mala capacidad portante (CBR ≥ 2).
- P2: plataforma de capacidad portante media (CBR ≥ 5).
- P3: plataforma de capacidad portante buena (CBR ≥ 17).

El espesor de la capa de forma para obtener una determinada capacidad portante se muestra en la siguiente tabla:

| ESPESOR MÍNIMO DE LA CAPA DE FORMA |  |   |                          |
|------------------------------------|--|---|--------------------------|
| CALIDAD DEL SUELO SOPORTE          | CLASE DE CAPACIDAD DE CARGA EN LA PLATAFORMA | CAPA DE FORMA PARA OBTENER LA CAPACIDAD DE CARGA DE LA PLATAFORMA |                          |
|                                    |  | CALIDAD DEL SUELO   | ESPESOR MÍNIMO EN METROS |
| QS1                                | P2   | QS2   | 0,50                     |
|                                    | P2   | QS3   | 0,35                     |
|                                    | P3   | QS3   | 0,50                     |
| QS2                                | P2   | QS2   | -                        |
|                                    | P3   | QS3   | 0,35                     |
| QS3                                | P3   | QS3   | -                        |

Como criterio general, en el caso de obra nueva, se deberá disponer siempre de una plataforma con capacidad portante alta, clase P3, con objeto de minimizar los espesores necesarios de balasto y subbalasto y de mejorar el comportamiento a largo plazo.

La obtención de una plataforma P3 requerirá pues la disposición de una capa de forma cuyos espesores variarán de 0 cm (para suelo soporte tipo QS3) a 35 cm como mínimo (suelo soporte QS2) o 50 cm como mínimo (para explanada formada por suelo QS1).

Hasta que estudios geotécnicos de mayor detalle a realizar en fases posteriores determinen con precisión los tipos de suelos atravesados por el trazado, se propone una capa de forma de 60 cm constituida por material QS3, quedando así del lado de la seguridad.

#### 2.1.2.- Capas de asiento

Las capas de asiento ferroviarias están formadas por la banqueta de balasto y la subbase. Como norma general, esta última consistirá en una capa de subbalasto

cuyo espesor vendrá dado conjuntamente con el del balasto de acuerdo a la Instrucción IF-3 basada en la ficha UIC-719R a partir del tráfico de diseño calculado según el Anexo 2 de dicha Instrucción redactado en coherencia con la ficha UIC-714.

2.1.2.1.- *Determinación del tráfico*

Para obtener el número de circulaciones máximas previstas habría que considerar la hipótesis de la ejecución completa del tramo Valencia – Alicante, lo cual se produciría en la Fase IV, que queda fuera del objeto de la actuación desarrollada dentro del presente Expediente, siendo en este caso, las indicadas en la siguiente tabla.

| CIRCULACIONES DIARIAS POR TRAMO |                          |                     |                       |                        |
|---------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|
| TRAMO                           | Cercanías C1<br>(UT-447) | Regional<br>(S-120) | Tren Costa<br>(S-120) | AVE<br>(S-100 y S-112) |
| Valencia-Gandía                 | 44                       | 4                   | 5                     |                        |

Las circulaciones del Tren de la Costa se desglosan del siguiente modo:

- Tramo Valencia-Denia: 3 correspondientes a dicho tramo y 2 al recorrido completo entre Valencia y Alicante

A partir de las toneladas por día y sentido de circulación la Instrucción clasifica el tráfico soportado por una línea en diferentes Grupos de Tráfico, definidos por la expresión del tráfico medio diario equivalente,  $T_e$ :

$$T_e = S_v \cdot (T_v + 1,4 \cdot T_{tv}) + S_m \cdot (K_m \cdot T_m + 1,4 \cdot T_{tm})$$

Donde,

- $T_v$  = Tonelaje (cargas acumuladas) medio diario de vehículos remolcados de viajeros (TBR/día). (\*)

- $T_{tv}$  = Tonelaje medio diario de vehículos de tracción en trenes de viajeros (t/día). (\*)
- $T_m$  = Tonelaje medio diario de vehículos remolcados de mercancías (TBR / día).
- $T_{tm}$  = Tonelaje medio diario de vehículos de tracción en trenes de mercancías (t/día)
- $K_m$  = Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la carga y de los ejes de mercancías en la agresividad sobre la vía.
  - 1,15 (valor normal).
  - 1,30 (tráfico con más del 50% de ejes de 20 t o más del 25% de ejes de 22,5 t).
  - 1,45 (tráfico con más del 75% de ejes de 20 t o más del 50% de ejes de 22,5 t).
- $S_v$  y  $S_m$ : son factores de corrección por velocidad de los trenes de viajeros y mercancías, respectivamente, obtenidos de la siguiente tabla.

| V (km/h)           | $S_v$ | $S_m$ |
|--------------------|-------|-------|
| $V \leq 60$        | 1,00  | 1,00  |
| $60 < V \leq 80$   | 1,05  | 1,05  |
| $80 < V \leq 100$  | 1,15  | 1,15  |
| $100 < V \leq 130$ | 1,25  | 1,25  |
| $130 < V \leq 160$ | 1,35  |       |
| $160 < V \leq 200$ | 1,40  |       |
| $200 < V \leq 250$ | 1,45  |       |
| $V > 250$          | 1,50  |       |



(\*) El tonelaje de los automotores de viajeros cuya carga por eje sea  $\leq 17$  t se incluye en Tv. Si es  $> 17$  t se incluye en Ttv.

El valor de los parámetros anteriores por tipo de material móvil se encuentra tabulado en la siguiente tabla.

|     | UT-447 | S-120 | S-112 |
|-----|--------|-------|-------|
| Tv  | -      | -     | 221   |
| Ttv | 216    | 252   | 136   |
| Sv  | 1,25   | 1,40  | 1,40  |

Así, se obtienen los siguientes grupos de tráfico en los distintos tramos:

- Valencia-Gandía: 21.077 t/día → Grupo 4

2.1.2.2.- *Espesor de la banqueta de balasto*

El espesor mínimo de la capa de balasto bajo traviesa  $e_b$ , en función de la velocidad máxima de circulación en la línea ferroviaria, será el siguiente:

| V (km/h)   | $e_b$ (cm) |
|------------|------------|
| $< 120$    | 25         |
| $\geq 120$ | 30         |

Así pues, se toma un espesor de balasto de 30 cm en todos los tramos en tierra a lo largo del corredor.

Por su parte, en los túneles de longitud menor de 1.500 metros y en los tramos en viaducto, se dispondrá un espesor de balasto bajo traviesa de 40 cm sobre la solera o contrabóveda de los túneles o el tablero de hormigón de los viaductos.

2.1.2.3.- *Espesor de la subbase*

En el caso que nos ocupa, dado que la plataforma adoptada es P3, la subbase está constituida por una única capa de subbalasto, cuyo espesor se obtiene de la fórmula propuesta en la Instrucción IF-3.

$$e_{sb} = E + a + b + c + d + f - e_b$$

donde:

- $e_{sb}$  = espesor de la capa de subbase, en m.
- $e_b$  = espesor de la base o banqueta de de balasto bajo traviesa, en m.
- a, b, c, d, e y f son parámetros cuyos valores se presentan en la siguiente tabla.

| FACTOR CORRECTOR                | VALOR DEL FACTOR CORRECTOR | CONDICIONES DE APLICACIÓN   |
|---------------------------------|----------------------------|---|
| E (por clase de plataforma)     | 0,70 m<br>0,55 m<br>0,45 m | Para plataformas P1<br>Para plataformas P2<br>Para plataformas P3   |
| a (por grupo de tráfico)        | 0 m<br>-0,10 m             | Para los grupos 1 a 4<br>Para los grupos 5 y 6  |
| b (por tipo de traviesa)        | 0<br>(2,5-L)/2             | Para traviesas de madera de $L \geq 2,6$ m<br>Para traviesas de hormigón de longitud L<br>(b y L en m; $b < 0$ si $L > 2,50$ m)   |
| c (por dificultad de ejecución) | 0 m<br>-0,10 m             | Para situación normal<br>Para condiciones de trabajo difíciles en líneas existentes   |
| d (por cargas máx. por eje)     | 0 m<br>0,05 m<br>0,12 m    | Carga máx. por eje vehículos remolcados $\leq 200$ kN<br>Carga máx. por eje vehículos remolcados $\leq 225$ kN<br>Carga máx. por eje vehículos remolcados $\leq 250$ kN |
| f (por capa de forma)           | 0<br>geotextil             | (sin geotextil) cuando la capa de forma es de QS3<br>Con geotextil cuando la capa de forma es QS1 ó QS2.  |

En nuestro caso,

- $E = 0,45$  m
- $a = -0,10$  m (0 m para tráfico del grupo G4)
- $b = -0,05$  m

Para el espesor de balasto calculado en el apartado anterior, que es de 30 cm, el espesor de subbalasto obtenido de los cálculos sería 0,10 m en el caso de tráfico del grupo G4 y 0 m para tráfico de los grupos G5 y G6. En cualquier caso, el espesor de la capa de subbase será siempre mayor o igual a 15 cm, por exigencias de puesta en obra.

En concreto se ejecutará una capa de subbalasto de 30 cm.

### 3.- ARMAMENTO DE LA VÍA

#### 3.1.- Carril

Las funciones que deben desempeñar los carriles dentro del conjunto de la vía son, principalmente, las siguientes:

- Absorber, resistir y transmitir a las traviesas los esfuerzos recibidos del material motor y móvil al igual que los de origen térmico.
- Servir de guía al material circulante con la máxima continuidad.
- Servir de elemento conductor para el retorno de la corriente en líneas explotadas con tracción eléctrica.
- Delimitar los cantones en que se divide la vía

Las vías sobre balasto se proyectan con carril UIC-60 E1.

El acero de los carriles será del tipo 90 Dureza Natural, montado en barra elemental de 90 m aportado en barras de 270 m soldadas en taller.

#### 3.2.- Soldaduras

Las barras de carril de 270 metros de longitud se unirán unas a otras durante el proceso de montaje de la vía, realizándose "in situ" mediante el empleo de soldaduras de tipo aluminotérmico. Su ejecución tendrá en cuenta las consideraciones recogidas en las normas N.R.V. 3-3-2.1, 3-3-2.2, 3-3-2.3, 3-3-2.4 y 3-3-2.5.

Para ello se empleará un molde específico al efecto y una carga de material fundente adecuada para el tipo de carril a unir (composición química y resistencia del acero), el tipo de proceso de calentamiento previo a la soldadura (normal o corto) y al espacio o cala dispuesto entre las caras de los carriles a unir (normal o ancha).

En general se tendrán en cuenta, entre otras, las siguientes consideraciones:

- Se emplearán procedimientos de calentamiento normal.
- No estará permitida la realización de soldaduras de cala ancha. La cala dispuesta para la realización de las soldaduras será, en principio, de  $23 \pm 2$  mm, debiendo verificarse este valor según el proceso finalmente homologado.
- La distancia mínima entre soldaduras consecutivas en un carril será de 8 metros. Excepcionalmente se podrá reducir a 6 metros si así lo estima conveniente la Dirección Facultativa de la Obra.
- Se emplearán una carga de tipo 900 (habitualmente suministrada en bolsas herméticas de color marrón).

### 3.3.- Traviesas y Sujeciones

La actuación supone la continuidad del servicio de cercanías que actualmente termina en Gandía, lo que implica que este tramo se proyecte en ancho ibérico, por lo que la traviesa a emplear será la de tipo polivalente PR-01.

La traviesa polivalente PR-01 se construye en hormigón pretensado monobloque con un peso de entre 295 y 315 kg y una longitud de 2,60 m. Tiene una anchura de 30 cm en ambas cabezas y una altura de 24 cm bajo el patín del carril. La fijación del carril consiste en una sujeción elástica con clip SKL-1, tirafondo AV-1, vaina antigiro extraíble, placa elástica de asiento PAE de 7 mm de espesor y placas acodadas ligeras A2.

Por su parte, las traviesas AI-04 son igualmente traviesas monobloque de hormigón pretensado de 2,60 m de anchura. Las sujeciones serán VM formadas por clip elástico SKL-1, placas acodadas ligeras A2-1/60 y A2-E/60, placa elástica de asiento PAE-2, tornillos T2 y vainas V2 con tapón VM.

En ambos casos se contará con la dotación habitual de 1.666 traviesas por kilómetro (una traviesa cada 60 cm).

### 4.- APARATOS DE VÍA

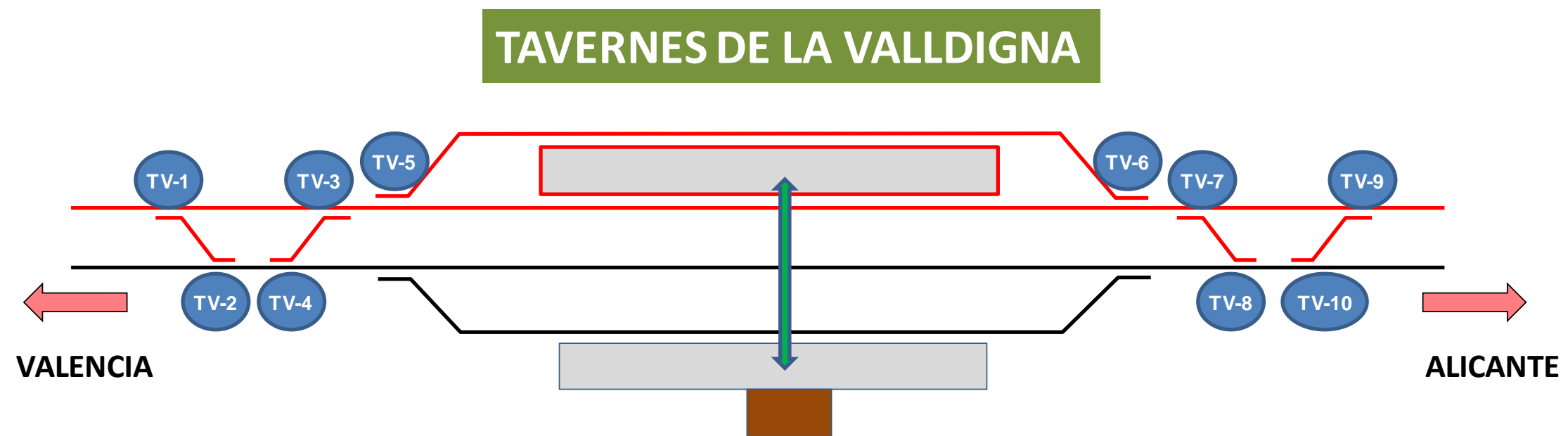
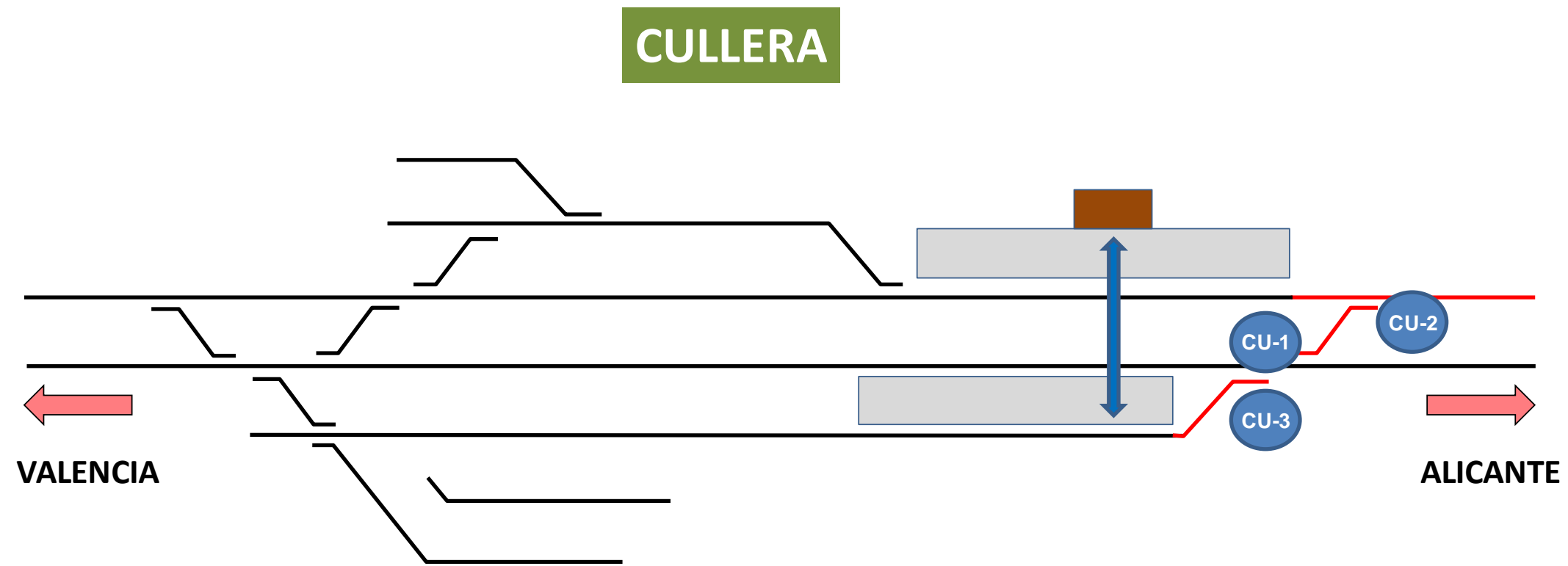
Los aspectos considerados en la definición de los aparatos previstos en las alternativas estudiadas han sido los siguientes:

- En todas las alternativas de los tramos comprendidos entre Valencia y Gandía, donde se montará vía de ancho ibérico, se proponen aparatos que permiten velocidades de 200 km/h por vía directa y la máxima posible compatible con el trazado por vía desviada. Las longitudes disponibles para cada aparato en las distintas alternativas permiten que se alcancen velocidades por vía desviada de 60 km/h en los aparatos de tangente 0,071 y radio 500 metros y de 50 km/h en los de tangente 0,09 y radio 318 m. Estos últimos serán de tangente 0,11 en los desvíos de la estación provisional de Gandía prevista en la Alternativa 1A y en los que dan

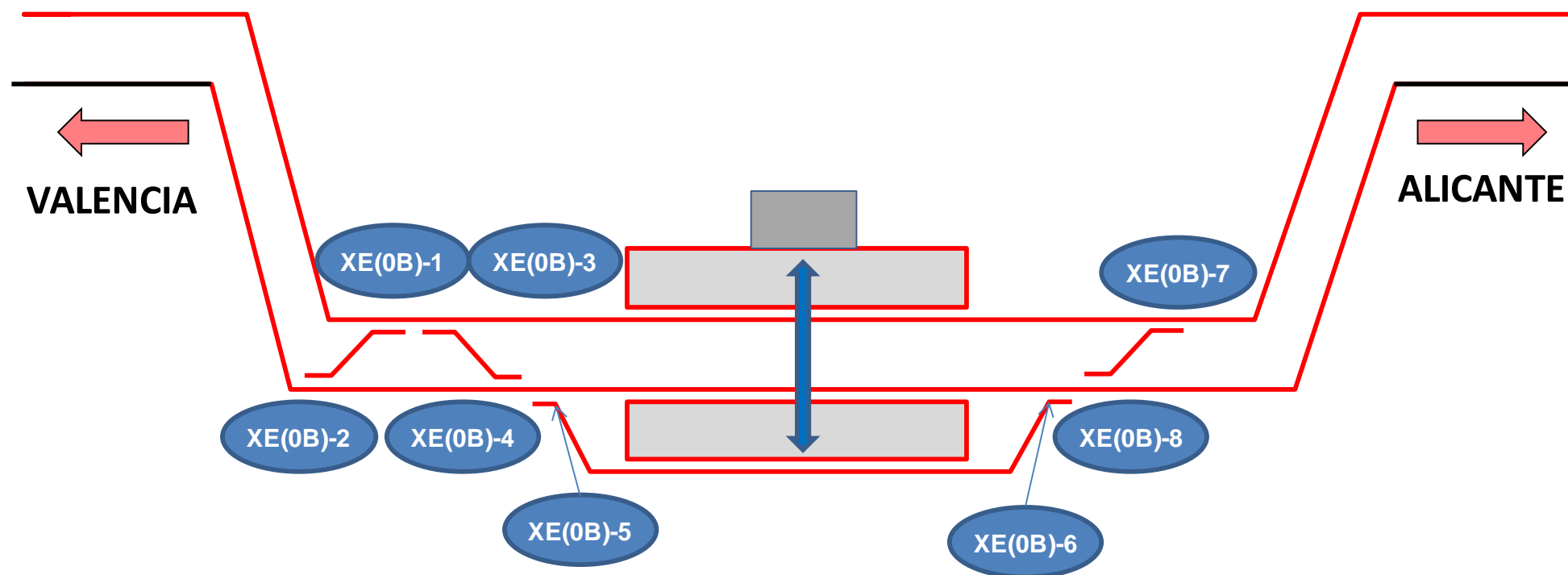
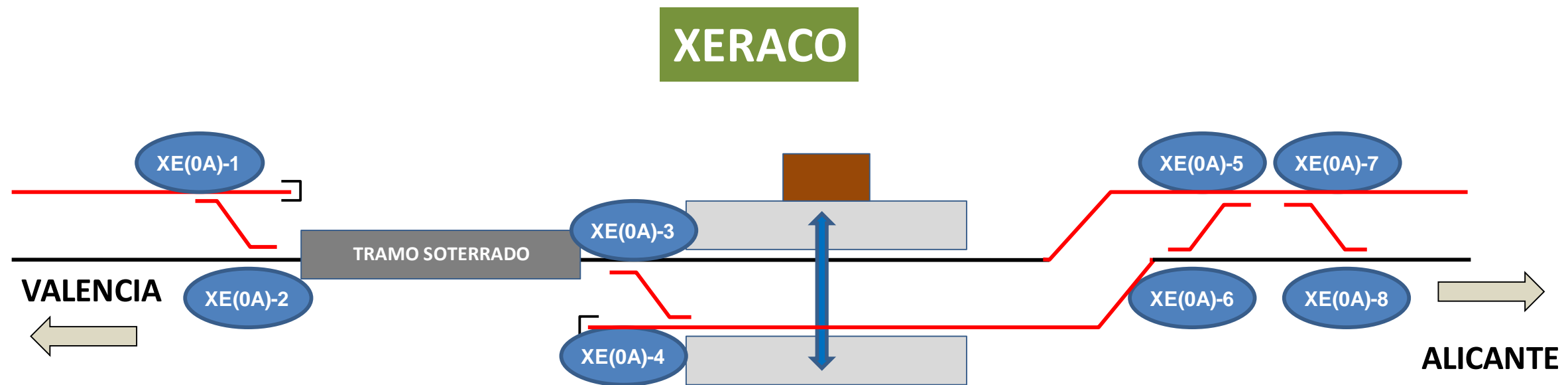
acceso a las vías de apartado de la estación de Oliva propuesta en la Alternativa 2A.

- Todos los desvíos anteriores serán polivalentes y tendrán corazón recto, salvo los de tangente 0,11 en los que el corazón será curvo.

La relación de todos los aparatos previstos se presenta a continuación, tabulada por alternativas.



| TRAMO 0 - ESTACIONES EXISTENTES - ESTACIÓN DE CULLERA                  |                       |                           |                            |
|--|-----------------------|---------------------------|----------------------------|
| DENOMINACIÓN   | TIPO DE APARATO       | VELOCIDAD POR VÍA DIRECTA | VELOCIDAD POR VÍA DESVIADA |
| CU-1   | DSH-P-60-318-0,09-CR  | 200                       | 50                         |
| CU-2   | DSH-P-60-318-0,09-CR  | 200                       | 50                         |
| CU-3   | DSH-P-60-318-0,11-CC  | 200                       | 50                         |
| TRAMO 0 - ESTACIONES EXISTENTES - ESTACIÓN DE TAVERNES DE LA VALLDIGNA |                       |                           |                            |
| NUMERO   | TIPO DE APARATO       | VELOCIDAD POR VÍA DIRECTA | VELOCIDAD POR VÍA DESVIADA |
| TV-1   | DSH-P-60-318-0,09-CR  | 200                       | 50                         |
| TV-2   | DSH-P-60-318-0,09-CR  | 200                       | 50                         |
| TV-3   | DSH-P-60-318-0,09-CR  | 200                       | 50                         |
| TV-4   | DSH-P-60-318-0,09-CR  | 200                       | 50                         |
| TV-5   | DSH-P-60-500-0,071-CR | 200                       | 60                         |
| TV-6   | DSH-P-60-500-0,071-CR | 200                       | 60                         |
| TV-7   | DSH-P-60-318-0,09-CR  | 200                       | 50                         |
| TV-8   | DSH-P-60-318-0,09-CR  | 200                       | 50                         |
| TV-9   | DSH-P-60-318-0,09-CR  | 200                       | 50                         |
| TV-10  | DSH-P-60-318-0,09-CR  | 200                       | 50                         |



| TRAMO 0 - ALTERNATIVA 0A |                        |                           |                            |
|--------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|
| NUMERO                   | TIPO DE APARATO        | VELOCIDAD POR VÍA DIRECTA | VELOCIDAD POR VÍA DESVIADA |
| XE(0A)-1                 | DSH-P-60-1500-0,042-CR | 200                       | 100                        |
| XE(0A)-2                 | DSH-P-60-1500-0,042-CR | 200                       | 100                        |
| XE(0A)-3                 | DSH-P-60-1500-0,042-CR | 200                       | 100                        |
| XE(0A)-4                 | DSH-P-60-1500-0,042-CR | 200                       | 100                        |
| XE(0A)-5                 | DSH-P-60-318-0,09-CR   | 200                       | 50                         |
| XE(0A)-6                 | DSH-P-60-318-0,09-CR   | 200                       | 50                         |
| XE(0A)-7                 | DSH-P-60-318-0,09-CR   | 200                       | 50                         |
| XE(0A)-8                 | DSH-P-60-318-0,09-CR   | 200                       | 50                         |

| TRAMO 0 - ALTERNATIVA 0B |                      |                           |                            |
|--------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|
| NUMERO                   | TIPO DE APARATO      | VELOCIDAD POR VÍA DIRECTA | VELOCIDAD POR VÍA DESVIADA |
| XE(0B)-1                 | DSH-P-60-318-0,09-CR | 200                       | 50                         |
| XE(0B)-2                 | DSH-P-60-318-0,09-CR | 200                       | 50                         |
| XE(0B)-3                 | DSH-P-60-318-0,09-CR | 200                       | 50                         |
| XE(0B)-4                 | DSH-P-60-318-0,09-CR | 200                       | 50                         |
| XE(0B)-5                 | DSH-P-60-318-0,09-CR | 200                       | 50                         |
| XE(0B)-6                 | DSH-P-60-318-0,09-CR | 200                       | 50                         |
| XE(0B)-7                 | DSH-P-60-318-0,09-CR | 200                       | 50                         |
| XE(0B)-8                 | DSH-P-60-318-0,09-CR | 200                       | 50                         |