



ANEJO 5: TRAZADO GEOMÉTRICO



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	TRAZADO EN PLANTA.....	3
2.1	Actuaciones	5
2.1.1	Tronco vía colectora-distribuidora de la N-332.....	5
2.1.2	Ramales 1 y 4.....	6
2.1.3	Tronco de la obra de paso superior de la CV-725.....	7
3	TRAZADO EN ALZADO.....	8
4	SECCIÓN TRANSVERSAL	9
4.1	Tramo vía colectora distribuidora sentido Alicante de la N-332.....	9
4.2	Tramo CV-725 hasta el enlace con la AP-7	10
4.3	Ramales de enlace	10
5	DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIÓN ADOPTADA.....	10
6	FUENTES EXTERNAS CONSULTADAS	12

1 INTRODUCCIÓN

En el siguiente anejo se define el trazado geométrico para el enlace y conexiones entre las carreteras AP-7, N-332 y CV-725. Para ello, primeramente, se establecen los parámetros de diseño del trazado y posteriormente se define la solución para la conexión. Para la elaboración del trazado geométrico se hace uso de la herramienta *Autocad Civil 3D* que permite el diseño del trazado en planta y alzado, además se siguen las recomendaciones establecidas en la Norma 3.1 IC. “Trazado” y la Guía de nudos viarios, Orden Circular 32/2012.

2 TRAZADO EN PLANTA

Primeramente, se deben analizar y tener en cuenta los condicionantes y los mínimos y máximos establecidos en la Norma 3.1 IC “Trazado” para plantear una solución a las modificaciones del enlace existente.

Al iniciar cualquier diseño de carreteras debe establecerse la velocidad de proyecto (V_p) que, según normativa, esta representa la menor de las velocidades específicas de un tramo. En el caso en estudio existen distintas velocidades de proyecto ya que están involucradas varias tipologías de viales.

En la zona de estudio existen diferentes tipos de velocidades que varían entre ramales y viales del enlace que conectan con las carreteras involucradas. A continuación, se muestran las distintas velocidades presentes.

Además, se muestra un esquema con los viales presentes en la zona de estudio y se identifican los viales modificados en el presente proyecto.

Velocidades de proyecto (km/h)	
Vía C-D N-332	70
Tramo CV-725 entre N-332 y AP-7	70
Ramal 1	60
Ramal 4	50

Figura 1. Velocidades existentes en el proyecto. Elaboración propia.



Figura 2. Esquema de viales a disponer en la zona de estudio. Elaboración propia a partir de Google Maps.

La descripción del trazado en planta se refiere a un eje el cual va a depender del tipo de carretera. La zona en estudio presenta la carretera N-332 de calzada única, y doble sentido de circulación, dicha carretera tiene vías colectoras-distribuidoras en su extremo derecho en cada sentido de circulación. Específicamente la vía colectora sentido Alicante (trazo amarillo de la figura 2) será la que se verá afectada en este proyecto básico, estableciendo como eje de trazado el lado izquierdo del carril. Adicionalmente existen otros tipos de vías, los ramales de enlace y el tronco del paso superior de la CV-725, en cuanto a los primeros se aprecia que actualmente están diseñados con una calzada y sentido únicos de circulación, respecto al paso superior en la actualidad consta de un carril por sentido de circulación y un carril de espera de cruce a la izquierda en uno de sus sentidos. Para el diseño de los ramales 1 y 4 (gris y verde respectivamente de la figura 2) se decide que los ejes del trazado serán el margen que separa el carril del arcén izquierdo. En cuando al tronco superior su eje será el centro que divide ambos sentidos. (naranja y azul de la figura 2).

El emplazamiento del eje de la carretera N-332 se mantiene, así como el eje del tramo del paso superior. Las acciones por ejecutar en la zona de estudio mantendrán la homogeneidad con la obra ya existente para aprovechar al máximo lo que ya está disponible.

Para la disposición de las diferentes alineaciones se siguen las pautas establecidas en la Norma 3.1 IC "Trazado" la cual establece que, con el objetivo de evitar discontinuidades, la conexión dentro de una curvatura de trazado debe constituirse de recta, curvas de transición del tipo clotoide y curva circular.

En el capítulo 4 de la Norma mencionada anteriormente se establecen los radios mínimos y peralte máximo permitidos para cada velocidad de proyecto correspondiente.

Relaciones mínimas y máximas			
	Vp (km/h)	R _{min} (m)	P _{max} (%)
Vía C-D N-332	70	190	7,00
Tramo CV-725	70	190	7,00

Figura 3. Relación velocidad de proyecto-radio mínimo-peralte máximo. Fuente: tabla 4.4
Capítulo 4 de la Norma 3.1 IC "Trazado".

2.1 Actuaciones

El objetivo de la solución a trazar es completar el enlace tipo trébol, el cual en su cuadrante noroeste no dispone de un ramal tipo lazo que permita la salida de forma directa hacia la N-332 sentido Alicante. Además, se busca ensanchar el paso superior de la CV-725 para así disponer de carriles de trenzado que ofrezcan mayor seguridad y fluidez a los movimientos que se producen en dicho nudo.

2.1.1 Tronco vía colectora-distribuidora de la N-332

En la actualidad la vía colectora se constituye de un carril y arcenes a ambos lados, al introducir el ramal 4 de entrada (tipo lazo) es necesaria la existencia de un trenzado con el ramal siguiente existente de salida, el cual deberá estar a un mínimo de 125 m de distancia con respecto a la entrada antes mencionada, así recomienda la norma 3.1 IC en su capítulo 9 *Conexiones y accesos a las carreteras*, donde especifica que, si las salidas y entradas pertenecen a un mismo nudo y además a una vía colectora distribuidora, como es el presente caso, la distancia puede reducirse a un valor mínimo de 125 m entre secciones características de 1,00 m.

En el caso de este estudio se ha tenido que adoptar una decisión de compromiso en cuanto a la distancia entre secciones de la vía colectora puesto que en la zona de emplazamiento del enlace ya existen infraestructuras muy consolidadas, esto quiere decir que la distancia se verá comprometida siendo menor a 125 m. Para ejecutar esta actuación se considera que en el tramo debajo del puente (figura 4) la separación física de la vía colectora tiene un ancho de 9 m aproximadamente, teniendo en cuenta la existencia de las pilas, puede reducirse tanto la tercia como los arcenes para así ganar espacio e introducir el carril de trenzado entre ramales entrada y salida contiguos.

También es importante destacar que el Ministerio de Fomento ya se encuentra ejecutando modificaciones en el ramal de salida de la vía colectora distribuidora con el tronco de la N-332 del P.K.196,3 Ondara y Pedreguer.



Figura 4.1. Tramo debajo del puente, vía colectora de la N-332. Fuente: Google Maps.



Figura 4.2. Vista actual en planta de la separación física (sombreado en amarillo) de la vía colectora de la N-332. Fuente: Google Maps.

2.1.2 Ramales 1 y 4

Se ubican los ramales de salida 1 tipo ramal directo y de entrada 4 tipo lazo, en el cuadrante noroeste del enlace tipo trébol, los mismos se unirán al tronco de la vía colectora de la carretera N-332 mediante carriles de deceleración y aceleración respectivamente, de la misma manera se conectarán con la CV-725 en su tramo de paso superior. Las longitudes y radios de estos nuevos ramales tratarán en lo posible de ser simétricos a sus análogos en el cuadrante suroeste respetando el centro comercial que se encuentra cercano a este enlace.

El ramal de salida de la vía colectora de la N-332 sentido Alicante se ejecuta acercando su salida al PK 197 m y ciñendo su alineación al ramal en lazo 4 previsto en este estudio. El mismo sale del tronco con un carril de deceleración que en este caso es de tipo cuña reducida, de estos tipos de carriles la Norma 3.1 IC hace mención en su apartado 8.2.2.4 y son aquellos que pueden permitirse en caso de cumplir con lo establecido en la Tabla 9.1 que para la tipología y la IMD presente en esta conexión se puede disponer de este tipo de carril de deceleración. La longitud que

corresponde a lo previamente mencionado es la mitad de las establecidas para las cuñas de cambio de velocidad (Tabla 8.3 de la Norma 3.1 IC) la cual en este caso será de 40 m de longitud.

Así mismo, el ramal 4 hará su entrada a la vía colectora distribuidora a través de una cuña reducida de aceleración de 40 m de longitud contenida en el carril de trenzado.

2.1.3 Tronco de la obra de paso superior de la CV-725

Al trazado en planta de la obra de paso superior se le incorpora un carril por el lado norte por medio de la adición de un puente cuyo estudio no se contempla en este trabajo, con el objetivo de crear trenzado en él y así dar seguridad a los usuarios que hagan uso de cualquiera de los ramales tipo lazo dispuestos en el enlace. Para componer los trenzados en ambos sentidos del tronco de la obra de paso superior se coge el carril de espera de cruce a izquierdas actual como carril sentido AP-7 – Denia y el carril actual que permite este movimiento se deja como trenzado para los lazos de este lado del puente; en cuanto al sentido contrario de circulación se deja el carril actual Denia – AP-7 y con la adición del puente por el lado norte se logra el carril de trenzado para los lazos existentes en este sentido.

La prolongación de este tramo con sentido hacia la autopista AP-7 también se verá afectado, debido a que el ramal de entrada 1 debe mover su PK final hacia la AP-7 se reduce la distancia entre esta entrada al tronco y la salida hacia Valencia del enlace tipo trompeta dispuesto sobre la AP-7, en cuanto a esta distancia la Norma 3.1 IC “Trazado” establece un mínimo de 1.000 m entre entradas y salidas con carril de trenzado (figura 5) pero debido al emplazamiento de los nudos involucrados en este estudio esta distancia será menor. Buscando siempre lograr la mayor longitud entre estos ramales de distintos enlaces, se define un carril de trenzado entre el ramal 1 de entrada (desde la N-332) hacia el ramal de salida hacia la AP-7 para lograr una seguridad vial sentando como prioridad los efectos que puedan repercutir sobre la AP-7 las modificaciones a ejecutar, es decir, se decide comprometer una distancia menor a 125 m entre los ramales entrada/salida de la vía colectora de la N-332 para permitir una longitud mayor entre ramales del tronco de la obra superior de la CV-725. Finalmente queda una calzada única con un carril por sentido de circulación con sus respectivos tramos de trenzado en cada sentido. Con respecto a la isla de peaje de Ondara y al cruce indirecto a izquierdas ambos serán eliminados y repintados.

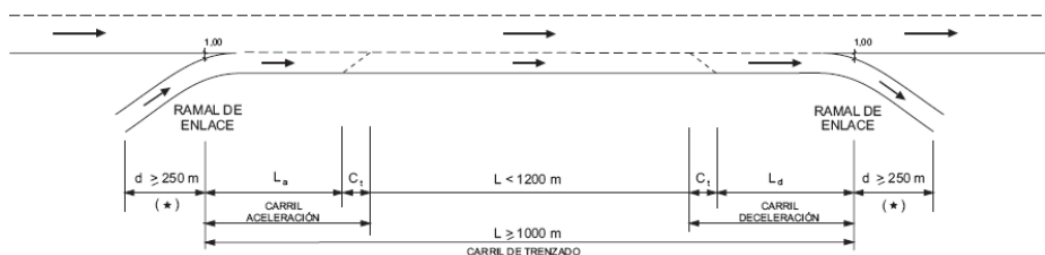


Figura 5. Distancias entre entradas y salidas de ramales de enlace. Fuente: Imagen 9.1.b de la Norma 3.1 I.C. “Trazado”.

En cuanto a los carriles de cambio de velocidad estos estarán incluidos dentro de los respectivos carriles de trenzado como se muestra en la figura 5. Para la situación del tramo de este apartado, la norma recomienda en el capítulo 9. “*Conexiones y accesos a las carreteras*” en su tabla 9.1 que para una carretera C-70 y una IMD superior a 3000 debe disponerse un carril de cambio de velocidad y no cuñas reducidas como en el caso del apartado anterior, por ello las longitudes de cambio de velocidad a disponer para el tronco de la carretera CV-725 (obra de paso superior) vendrán dadas por lo establecido en el capítulo 8 de la norma ya mencionada, específicamente en el 8.2.1.2 “*Dimensiones*”. Quedando, por lo tanto, para las conexiones de los distintos tipos de ramal con el tronco de la CV-725 las longitudes de la figura 6. Sin embargo, como se ha decidido reiteradamente a lo largo de este anejo, debido a la situación consolidada de la zona en estudio no es posible disponer las longitudes como exige la norma (figura 5), por lo tanto, se dispondrá en el diseño una situación de compromiso al establecer al máximo posible las longitudes mínimas requeridas.

Longitudes de carriles de cambio de velocidad (m)		
	Aceleración	Deceleración
Ramal Lazo	50	55
Ramal Directo	40	43

Figura 6. Longitudes de carriles de cambio de velocidad para las conexiones ramales – tronco CV-725. Fuente: elaboración propia a partir de la interpolación de los valores de la tabla 8.2 de la Norma 3.1 I.C. “*Trazado*”.

3 TRAZADO EN ALZADO

El eje del trazado en alzado se corresponde con el eje del trazado en planta, este está constituido por rasantes y acuerdos verticales. Al diseñarlo siempre se considera lo establecido en la Norma 3.1 específicamente en el capítulo 5, el cual define diversas características a cumplir.

La inclinación de las rasantes debe estar comprendida entre valores máximos y mínimos. El valor mínimo de la pendiente longitudinal es de 0,5 %. En cuanto a los valores máximos de la inclinación de la rasante de las carreteras estos dependen de su velocidad de proyecto. Al diseñar el trazado siempre se cumple con el rango permitido de inclinación tanto máxima como mínima.

Vp (km/h)	Inclinación Máx (%)	Inclinación excepcional (%)
70 y 60	6	8
50	7	10

Figura 7. Valores máximos de inclinación de la rasante en rampas en función de la velocidad de proyecto. Fuente: tabla 5.2 capítulo 5 Norma 3.1 IC “*Trazado*”.

Los acuerdos verticales también se ven definidos según la velocidad de proyecto del trazado. Para dar al usuario una correcta sensación de circulación se cumple, al diseñar la modificación en

la zona de estudio, con los parámetros (Kv) mínimos que exige la normativa según sea el acuerdo cóncavo o convexo.

Vp (km/h)	Acuerdos Convexos		Acuerdos Cóncavos	
	Kv (m) Parada	Kv (m) Adelantam.	Kv (m) Parada	Kv (m) Adelantam.
70	1400	2000	2300	4400
60	800	1200	1650	3600
50	450	650	1160	3000

Figura 8. Parámetros mínimos de los acuerdos verticales. Fuente: tabla 5.3 capítulo 5 Norma 3.1 IC "Trazado".

Además, considerando la percepción visual y condición estética de la normativa se cumple con que la longitud del acuerdo vertical siempre cumple que es mayor a la velocidad de proyecto del tramo.

En cuanto a la coordinación del trazado en planta y alzado para aportar seguridad al conductor la norma establece ciertos criterios que han sido cumplidos en el diseño desarrollado en este proyecto básico. Una de las condiciones acatada es la siguiente:

-Los puntos de tangencia de todo acuerdo vertical que coincidan con una curva circular deben estar ubicados dentro de la clotoide en planta y lo más alejado del tramo de recta en planta.

La normativa en su capítulo 5 presta cierta consideración a las longitudes y parámetros de acuerdo (Kv) de los ramales de enlace, reduciendo sus mínimos requeridos. Por lo que en los perfiles longitudinales al momento de ajustar y diseñar los acuerdos verticales se tienen en cuenta estas consideraciones.

4 SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal se establece según la intensidad y la composición del tráfico previsible a la hora de proyecto del año horizonte. Dicha sección está comprendida por: arcén izquierdo, carril, arcén derecho, bermas, taludes y peraltes.

Como se ha expresado a lo largo de todo el estudio siempre se considera lo ya existente en la zona para que así exista una homogeneidad en el diseño.

La pendiente transversal tendrá como mínimo un 2 % hacia el exterior para el bombeo de la plataforma y así se evacúen con facilidad las aguas superficiales.

A continuación, se describen las características transversales de cada eje involucrado en la zona de estudio:

4.1 Tramo vía colectora distribuidora sentido Alicante de la N-332

El tronco de la plataforma se mantiene con la misma sección transversal. La sección que se ve afectada en este proyecto básico es el carril de la vía colectora distribuidora de sentido Valencia-

Alicante. Para este se mantendrá un ancho de carril de 3,50 m, arcén izquierdo de 1,00 m, arcén derecho de 1,50 m y una berma de 1,00 m. Además, se añade un carril de trenzado entre el nuevo ramal tipo lazo a disponer y el ramal contiguo ya existente.

4.2 Tramo CV-725 hasta el enlace con la AP-7

Actualmente la obra de paso superior está constituida por un carril por cada sentido de circulación y un carril de espera de cruce indirecto a izquierdas. Este cruce a izquierda es suprimido ya que la afluencia de vehículos en el enlace, principalmente en época de verano, aumenta provocando una disminución en la seguridad de los conductores. Al anular este carril de espera se gana un carril en uno de los sentidos. En el planteamiento de solución a este estudio se adiciona una infraestructura que permita añadir un carril en el lado norte de la obra de paso superior, obteniendo como resultado carriles de trenzado como ya se ha expuesto anteriormente.

Por lo tanto, la sección transversal en el puente estará comprendida por carriles de 3,50 m por sentido, arcenes derechos de 1,00 m con un sobreancho de 0,60 m para disponer de los sistemas de contención de vehículos.

En la prolongación de este eje hacia la autopista AP-7 se mantienen los anchos de carril, pero los anchos de arcén se ensanchan hasta 1,50 m con bermas de 1,00 m.

Para los carriles de trenzado tanto en el enlace tipo trébol como en la unión de la CV-725 con el enlace tipo trompeta, se dispone de anchos de 4,00 m con 1,50 m de arcén.

4.3 Ramales de enlace

El ramal 1, directo a derechas, tendrá un ancho de carril de 4 m como exige la normativa para guardar el sobreancho, arcén derecho de 1,50 m y arcén izquierdo de 1,00 m.

El ramal 4, tipo lazo, tendrá las mismas características en su sección transversal que el ramal antes descrito.

5 DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIÓN ADOPTADA

A continuación, un resumen con las características de cada vial involucrado en la solución, así como los parámetros empleados en cada caso.

- Vía colectora distribuidora en N-332: formada por un carril separado físicamente del tronco principal de la carretera convencional N-332. Con una velocidad de proyecto de 70 km/h. Tiene una longitud total de 593.064 m.
Se compone de una curva a derechas con sus respectivas curvas de acuerdos en dirección sur (Alicante).

Su trazado en alzado se ajusta muy bien a la superficie del terreno disponiendo la rasante de forma que cumpla con el gálibo mínimo exigido en normativa de 5,30 m.

- Ramal tipo lazo 4: ramal ubicado en el cuadrante noroeste del enlace tipo trébol, salida de la obra de paso superior hacia la N-332 vía CD en dirección Alicante.
Es unidireccional de un carril, con una velocidad de proyecto de 50 km/h.
Está formado por la unión de dos curvas circulares.
Tiene una longitud total en su eje en planta de 358,6 m.
Con un primer parámetro Kv de 1242 (convexo) y un segundo Kv de 1173 (cóncavo).
- Ramal directo a derechas 1: ramal ubicado en el cuadrante noroeste del enlace salida de la vía CD en dirección Alicante hacia la obra de paso superior con dirección hacia la AP-7.
Es unidireccional de un carril, con una velocidad de proyecto de 60 km/h.
Está formado por la sucesión de tres curvas circulares, este diseño se ciñe al eje del ramal tipo lazo 4 para abarcar menos espacio en la zona, ya que existe un centro comercial
Tiene una longitud total en su eje en planta de 304.04 m
Con un primer parámetro y un segundo Kv de 12994.164 (cóncavo) y 2705.376 (convexo) respectivamente.
- Tronco CV-725: eje existente en el puente del enlace y su extensión hacia la AP-7. Con una velocidad de proyecto de 70 km/h.
Está constituido por un carril en cada sentido de circulación, además de sus respectivos carriles de trenzado en cada sentido.
Una longitud de eje en planta de 570.322 m.
Su inclinación máxima de rasante es de 2.81% en pendiente.

Como se observa en lo anteriormente descrito, los valores de los parámetros Kv cumplen con los mínimos establecidos.

Se puede comprobar según las figuras figura 7 y figura 8 que las características de diseño y los parámetros empleados en cada tipo de caso se encuentran dentro de lo exigido en normativa.

Para cada conexión de los ramales con la vía principal (vía CD de la N-332) se ha diseñado cuñas reducidas de cambio de velocidad para facilitar la entrada y salida al tronco. A su vez dichas cuñas permiten el ensanchamiento del ancho de carril pasando de 3,50 m a 4,00 m para cumplir con el sobreecho exigido en normativa.

Debido a que el resto de los ramales que conforman el enlace tipo trébol no sufrirán modificaciones, estos no han sido tenidos en cuenta al momento de realizar el trazado en el software que se ha empleado como herramienta de diseño.

A continuación, una esquematización de las características propias de cada tipo de vial
tenido en cuenta.

Sección transversal Vía C-D en N-332		Sección transversal Tablero CV-725	
Vp (km/h)	70	Vp (km/h)	70
Arcén izquierdo (m)	1,00	Arcén izquierdo (m)	---
Arcén derecho (m)	1,50	Arcén derecho (m)	1,60
Carril (m)	3,50	Carril (m)	3,50
Berma (m)	1,00	Berma (m)	---
Nº de carriles	1	Nº de carriles	4
Pendiente transversal	2%	Pendiente transversal	2%
Pendiente transversal Berma	mín. 4%		

Sección transversal CV-725	
Vp (km/h)	70
Arcén izquierdo (m)	---
Arcén derecho (m)	1,50
Carril (m)	3,50
Berma (m)	1,00
Nº de carriles	2 y trenzado
Pendiente transversal	2%
Pendiente transversal Berma	mín. 4%

Figura 9. Descripción de las secciones transversales de algunos elementos viales
considerados. Elaboración propia.

Secc. transversal ramal tipo lazo (4)		Secc. transversal ramal directo (1)	
Vp (km/h)	50	Vp (km/h)	60
Arcén izquierdo (m)	1,00	Arcén izquierdo (m)	1,00
Arcén derecho (m)	1,50	Arcén derecho (m)	1,50
Carril (m)	4,00	Carril (m)	4,00
Berma (m)	1,00	Berma (m)	1,00
Nº de carriles	1	Nº de carriles	1
Pendiente transversal	2	Pendiente transversal	2
Pendiente transversal Berma	min. 4%	Pendiente transversal Berma	min. 4%

Figura 10. Descripción de las secciones transversales de los ramales considerados.
Elaboración propia.

6 FUENTES EXTERNAS CONSULTADAS

1. **Ministerio de Fomento** (2019). Mejora de la vía colectora-distribuidora del enlace del p.k. 196,3, Ondara y Pedreguer. Disponible en:
https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/160425boecaraprobtrazadomejoracalpeondaran332alica.pdf