1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo tiene como antecedente fundamental el Estudio Informativo Zamora – Benavente. En el tramo de proyecto, el Estudio Informativo presenta un déficit de 2,5 Millones de metros cúbicos. Para intentar minimizar este balance tan negativo, se han desarrollado diferentes alternativas.

Se han planteado tres alternativas cuyas características principales eran las siguientes:

Alternativa 1. Solución de mínimo terraplén. Es una solución que busca minimizar las obras de tierra mediante el ajuste al terreno de la traza. Para ello, se necesitan pendientes longitudinales de 0,2% que es aproximadamente la pendiente del terreno según la dirección del trazado. Se evitan las transiciones de peralte mediante radios en planta superiores a 7.500 metros, radio para el cual la Instrucción 3.1 I.C. permite no proyectar peraltes, teniendo estas alineaciones peralte exterior de 2% independientemente del sentido de las curvas.

Alternativa 2. Para evitar la profusión de radios superiores a 7.500 metros que pudieran dar sensación de monotonía al conductor, se han diseñado curvas de menor radio en aquellos lugares donde la rasante tenga una pendiente longitudinal no inferior a 0,5%. De esta manera, el movimiento de tierras no aumenta significativamente y se obtiene un trazado más homogéneo con tramos contiguos.

Alternativa 3. En esta Alternativa se pretende eliminar las curvas contraperaltadas, que aunque esté permitido en la Instrucción 3.1 I.C, la seguridad al deslizamiento disminuye fundamentalmente para velocidades desmesuradas (superiores a 180 km/h). Para ello, se eliminan las rasantes con pendiente longitudinal inferior a 0,5% permitiendo de esta forma la transición de peralte. Se aumenta el déficit de tierras respecto a las Alternativas 1 y 2, pero es considerablemente inferior al Estudio Informativo.

Del estudio de las Alternativas se determinó que las opciones con radios en planta no inferiores a 7.500 sin peralte según la Instrucción 3.1 I. están suficientemente probadas por la experiencia y no presentan ningún inconveniente de seguridad vial.

También se ha determinado que la evacuación de agua se produce por el bombeo de las calzadas de manera más rápida que en tramos peraltados. Sin embargo, experiencias en la Demarcación de Carreteras de Castilla y León Occidental aconsejan evitar pendientes inferiores a 5 milésimas, ya que las dificultades de construcción unido a la mínima velocidad provoca infiltraciones en los terraplenes que afectan a la regularidad del firme.

Por ello, se analiza una alternativa con rasante mínima de 0,5% y otra con rasante mínima 0,3% que se adapta mejor al terreno. La diferencia de cubicación entre ambas es 40.000 metros cúbicos.

Se determinaba que las tres Alternativas eran perfectamente válidas y cumplían la Instrucción 3.1 IC para velocidad 120 km/h. Se incluyen a continuación los resultados de los diferentes análisis realizados:

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Velocidad de planeamiento	174,3 km/h	174,2 km/h	173,6 km/h
Radio mínimo en planta	1.500	1.500	1.500
Radio máximo en planta	7.500	7.500	7.500
Pendiente longitudinal máxima	1,0 %	1,0 %	1,0 %
Pendiente longitudinal mínima	0,2%	0,2%	0,5%
Acuerdo vertical convexo mínimo	20.000	20.000	20.000
Acuerdo vertical cóncavo mínimo	15.000	15.000	15.000
Volumen de terraplén (tronco)	1.048.700,3	1.055.590,9	1.657.961,7
Volumen de desmonte (tronco)	269.844,1	267.888,9	600.031,7
Volumen de préstamos (tronco)	778.856,2	787.702	1.057.930

Se recogen una serie de ventajas e inconvenientes de cada Alternativa:

VENTAJAS

ALTERNATIVAS 1 y 2
Movimiento de tierras mínimo.
Menor impacto ambiental
Mínimo impacto visual
ALTERNATIVA 3
Se ajusta perfectamente al Estudio Informativo
Pendiente longitudinal mínima del 0,5% Trazado más homogéneo con el resto de tramos del corredor Benavente – Zamora Favorece la reposición del ferrocarril Zamora – Astorga (*)

(*) Este argumento perdió interés cuando Adif contestó que la línea tiene autorización de Levante

INCONVENIENTES

ALTERNATIVA 1
Trazado monótono con sucesión de radios 7.500 metros
Pendiente longitudinal mínima 0,2%
Curvas contraperaltadas (permitido por la Instrucción 3.1. IC)
ALTERNATIVA 2
Pendiente longitudinal mínima 0,2%
Curvas contraperaltadas (permitido por la Instrucción 3.1. IC)
ALTERNATIVA 3
Mayor movimiento de tierras Mayor impacto ambiental

Como consecuencia de los diferentes aspectos, se optó por la Alternativa 2, alternativa con radios 7.500 sin peralte intentando que las pendientes mínimas fueran superiores a 2 milésimas.

A partir de esta decisión, las Alternativas planteadas se refieren a alzado, fundamentalmente dos Alternativas con pendiente mínima de 3 milésimas y con pendiente mínima de 5 milésimas.

2. PLANTA Y ALZADO

La longitud del tramo es de unos 14.385,808 m a los que hay que añadir 1.666,647 metros correspondientes al tronco en el enlace con la A-6.

Los parámetros que definen las características geométricas utilizadas en el trazado en tronco son los siguientes:

Radio mínimo en planta	2.000
Radio máximo en planta	16.000
Pendiente longitudinal máxima	1,2 %
Pendiente longitudinal mínima	0,5%
Acuerdo vertical convexo mínimo	30.780
Acuerdo vertical cóncavo mínimo	17.000

3. SECCIÓN TIPO

La sección tipo en todo el tramo está formada por calzadas separadas entre si por una mediana de 10 metros de anchura.

Sección	Tronco		Vías colectoras	
Viales	Calzada de autovía con dos carriles	Calzada de autovía con tres carriles (carriles de aceleración y deceleración)	Vía colectora de dos carriles	Vía colectora de un carril
Carriles	2 x 3,5 m	3 x 3,5 m	2 x 3,5 m	4,0 m
Arcén interior	1,0 m	1,0 m	1,0 m	1,0 m
Arcén exterior	2,5 m	2,5 m	2,50 m	2,50 m
Berma	1,0 m	1,0 m	1,0 m	1,0 m
Mediana	10,0 m			
Berma pie desmonte	0,5 m	0,5 m	1,0 m	1,0 m

La sección tipo en ramales de enlace:

Sección	Ramal de un carril			Ramal bidireccional (**)	Ramal de dos carriles
Viales	Enlace con la A-6	Enlace con la N-630 (Villaveza / Santovenia)		Enlace con la N-630 (Villaveza / Santovenia)	
		Ramales	Entre glorietas	Carretera conexión	
Carriles	4,0 + s m	4,0 +s m	4,0 m	2 x 3,5 m	2 x 3,5 m
Arcén interior	1,0 m	1,0 m	1,0 m	-	1,0 m
Arcén exterior	2,5 m (*)	2,5 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m
Berma	1,0 m	1,0 m	1,0 m	1,0 m	1,0 m
Mediana	-		0,6 m	-	-

(*) No se incluye en este tipo los ramales del actual enlace de Castrogonzalo con arcén exterior de 1,5 metros que se mantienen.
(**) No se incluye en este tipo la reposición de vial en el Ayuntamiento de Castrogonzalo (eje 11) cuyos arcenes son de 1,0 metros.

La sección tipo en las glorietas es la siguiente:

Sección	Calzada anular en la glorieta
Viales	*Glorietas en enlace A-6 (Castrogonzalo) y* en el enlace N-630 (Santovenia)
Calzadas	8,0 m
Carriles	2 x 4,0 m
Arcén interior	0,5 m
Arcén exterior	1,0 m
Berma	1,0 m

Para las variantes de carreteras se han definido las siguientes secciones:

Sección	Carreteras		
Viales	Carretera N-610 y N-630	Carreteras Villaveza y Santovenia a Villafáfila	Conexión provisional
Calzadas	7,0 m	7,0 m	7,0 m (*)
Carriles	2 x 3,5 m	2 x 3,5 m	4,0 m
Arcenes	1,5 m	1,0 m	1,5 m
Berma	1,0 m	1,0 m	0,5 m

(*) No se incluyen los carriles de espera ni de cambio de velocidad

Para las variantes de caminos se han definido diferentes tipos de secciones en función de las características de los caminos a reponer. Concretamente se han adoptado las siguientes secciones:

Caminos transversales

Camino	Ancho (m)
0.2 P.S.	6,0
0.8 P.S.	7,0
1.7 P.S. (Cañada del Toro)	6,0
2.8 P.S.	6,0
3.1 A-6 P.S.	5,0
4,0 P.S.	6,0
4,8 P.S.	6,0
5,5 P.S.	6,0
6,2 P.I.	5,0
8,1 P.S.	5,0
9,9 P.S.	6,0
11,2 P.S.	6,0
13,2 P.S.	6,0

Caminos longitudinales

Camino	Ancho (m)
0,1 D.	6,0
0,2 I.	6,0
0,4 I	6,0
0,9 I.	5,0
0,9 D	5,0
1,2 D	6,0
1,7 D	6,0
2,1 I	6,0
2,7 D	6,0
2,8 I	6,0
2,8 D	6,0
4,8 D.	5,0
5,5 I	5,0
5,5 D	5,0
5,7 D	5,0
6,6 I	5,0
6,7 D	5,0
8,1 I	6,0
8,9 D	6,0
8,6 I	7,0
9,0 D	7,0
9,1 I	5,0
9,1 D	7,0
9,2 D	7,0
9,4 D	5,0
9,9 I	6,0
9,9 D	6,0
11,1 I	6,0
11,2 D	6,0
12,4 I	6,0
12,3 I	5,0
12,4	5,0
12,5 D	5,0
12,8 I	6,0
13,1 D	6,0
13,2 D	6,0
13,3 D	5,0

Bermas

Cuando la sección tiene una altura de terraplén mayor de 1 m se coloca una berma de 0,50 metros de anchura para la ubicación de barreras de seguridad sin merma de sección útil.

4. VELOCIDAD DE PROYECTO

La velocidad de Proyecto considerada en todo el tronco es 120 km/h.
La ampliación de la Autovía A-6 tiene velocidad de Proyecto 100 km/h que es la existente actualmente.
Dentro del enlace con la A-6, en los movimientos A Coruña – Zamora y Zamora – A Coruña se considera velocidad de proyecto 100 km/h ya que es la continuidad de la Vía de la Plata. En cambio en los movimientos Madrid – Zamora y viceversa, la velocidad de Proyecto es 80 km/h máximo. En el lazo del movimiento Madrid – Zamora, la velocidad de Proyecto es 60 km/h, que es la que le permite el trazado en planta. Una vez superado el lazo, la velocidad se mantiene en 80 km/h, hasta la pérdida de carril previo a formar el tramo de Autovía junto con el movimiento A Coruña – Zamora. El movimiento Madrid – Zamora y viceversa tiene poco tráfico en cualquier hipótesis de crecimiento y el aumento de velocidad obligaría a ensanchar la estructura sobre la A-6 en unos 6 metros, actuación que no parece justificada.
Las vías colectoras de la Autovía A-6 se proyectan con velocidad de Proyecto 80 km/h.

En el enlace con la N-630 en Villaveza, la velocidad de proyecto de todos los ramales es 80 km/h.

5. PERALTES

Los peraltes correspondientes a cada radio se han definido de acuerdo con la Norma de trazado siguiendo los criterios aplicables al grupo 1 por tratarse de una autovía del tipo AV-120. Para radios comprendidos entre 700m y 5000m están definidos por la siguiente fórmula: $P= 8 - 7,3 \times (1 - 700/R)^{1,3}$, manteniendo el 8% para radios inferiores, el 2% para radios superiores y un bombeo a partir de 7.500m.

Los peraltes realmente empleados son:

Radio (m)	2.000	2.500	≥7.500	Recta
Peralte (%)	3,83	3,24	-2,0*	-2,0 *

* bombeo

6. ESTUDIO DE LA MEDIANA

La Orden de estudio establece la anchura de la mediana en 10 metros.

Los resultados del estudio de tráfico incluidos en el Anejo nº 6 "Planeamiento y Tráfico", indican que no es necesario prever ampliación en el número de carriles; en consecuencia el diseño de la mediana no contempla la posibilidad de incrementar el número de carriles a costa de la mediana. Se han establecido pasos de mediana en los siguientes puntos:
p.k. 0+700, p.k. 2+400, p.k. 4+300, p.k. 6+000, p.k. 7+800, p.k. 9+700, p.k. 11+300, p.k. 12+000 y p.k. 13+200. La distancia entre ellos es siempre inferior a 2 km. La longitud del paso es de 40 metros, a los que hay que añadir otros 60 m de abocinamiento a cada lado.

7. ESTUDIO DE VISIBILIDAD

Se ha estudiado la visibilidad del trazado con las barreras previsibles que se ubicarán en fases posteriores del Proyecto. Con estos datos se han obtenido resultados satisfactorios en la totalidad del trazado. Se ha estudiado con los criterios de la Norma 3.1 IC.

La velocidad para la que se estudia la visibilidad es la siguiente:

Tronco en ambos sentidos : 120 km/h
Movimientos Zamora – A Coruña y viceversa: 100 km/h por ser la continuidad de la Vía de la Plata
Movimientos Zamora – Madrid y viceversa : 80 km/h máximo. En el movimiento Madrid – Zamora hay un lazo con radio 134,5 con velocidad de proyecto 60 km/h. Una vez pasado el lazo, la velocidad de proyecto se mantiene a 80 km/h hasta la incorporación al movimiento A Coruña – Zamora.
Los resultados obtenidos son los siguientes:

En el tronco con velocidad 120 km/h en ambos sentidos es necesario el siguiente despeje a contar desde el borde de arcén.

Sentido de avance hacia Zamora:

Lado izquierdo (p.k.0+060 a 0+800). Despeje máximo 1,561 metros

(p.k.6+000 a 6+840). Despeje máximo 1,436 metros

Lado derecho. No se requiere despeje en ningún punto

Sentido de avance hacia Benavente:

Lado izquierdo. (p.k. 13+500 a 12+600).Despeje máximo 0,579 metros

Lado derecho. No se requiere despeje en ningún punto

En el enlace con la Autovía A-6,.

Para velocidad 100 km/h, en el movimiento Zamora - A Coruña (Tronco Conexión + Ramal 5)

Lado izquierdo (p.k. 0+820 a 0+000). Despeje máximo 6,926 metros

Lado derecho. No se requiere despeje en ningún punto

Para velocidad 100 km/h, en el movimiento A Coruña - Zamora (Ramal 1)

Lado izquierdo (completo). No se requiere despeje en ningún punto

Lado derecho. Despeje máximo 4,919 metros

Para velocidad 60 km/h en el movimiento Madrid – Zamora (Ramal 4)

Lado derecho (p.k.1+050 a 0+410). Despeje máximo 0,568 metros

Lado izquierdo. No se requiere despeje en ningún punto

Para velocidad 80 km/h en el movimiento Zamora - Madrid (Ramal 3)

Lado derecho (p.k.0+300 a 0+340). Despeje máximo 0,132 metros

Lado izquierdo. No se requiere despeje en ningún punto

En el apéndice nº 1 se adjuntan los listados de visibilidad así como los planos con las zonas donde es necesario mantener sin obstáculos.

8. COORDINACIÓN CON TRAMOS CONTIGUOS

Se ha coordinado la conexión con el Proyecto de la Autovía de la Plata, tramo Santovenia – Fontanillas, de manera que coincidan las coordenadas X, Y, Z así como el radio de curvatura, la pendiente transversal y la pendiente longitudinal. Se ha realizado un acta de coordinación con dicho Proyecto que se adjunta a continuación.

GINPROSA T tecopysa

En Zamora a 20 de febrero de 2.009 reunidos D. José Roberto García García en representación de TECOPYSA como Autor de Proyecto de Construcción de la Autovía de la Plata, tramo Santovenia – Fontanillas de Castro y D. Manuel Jiménez Fernández en representación de GINPROSA INGENIERÍA S.L. como Autor de Proyecto de Construcción de la Autovía de la Plata, tramo A-6 (Castrogonzalo) – Santovenia acuerdan fijar como punto de entronque de ambos tramos el siguiente:

X 274.745,464
Y 4.638.582,193
Z 725,130

El radio de la alineación es -16.000,00 metros.
El peralte es del 2% hacia el exterior de la plataforma
El azimut es 258,59898
La pendiente es 0,619%.

El p.k. del tramo A-6 (Castrogonzalo) – Santovenia es el 14+385,808 que coincide con el origen (p.k 0+000) del tramo Santovenia – Fontanillas de Castro

Ambas empresas se comprometen a mantener este punto de entronque en la redacción de ambos proyectos y si hubiera causas que obliguen a modificarlo, ambas empresas están obligadas a notificar este cambio y su justificación.

sello tecopysa sello GINPROSA

Fdo. José Roberto García García Fdo. Manuel Jiménez Fernández

8. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

9.1. PLANTA

El trazado en planta cumple los parámetros de Autopista A-120 de la Instrucción 3.1 IC. Se ha diseñado siguiendo la traza definida en el Estudio Informativo a una distancia máxima de 100 metros del mismo. El trazado tiene unos parámetros de diseño más amplios que los marcados en el Estudio Informativo con radios 7.500 metros, e incluso una recta de longitud permitida por la Instrucción. Además de los cambios exigidos por la mayor curvatura de la solución, se ha optado por alejar el trazado del Yacimiento Arqueológico "Fuente el Moro" situado en la solución del Estudio Informativo en el estribo sur del viaducto de Arroyo Ramiro. Además se aprovecha para el cruce la anchura mínima de la vegetación de ribera del Arroyo Ramiro sin afectar las choperas existentes.

Se han mejorado los radios mínimos para disponer visibilidad suficiente para velocidad 120 km/h.

9.2. ALZADO

En alzado, se han planteado dos alternativas cuyos criterios de diseño se basan en cumplir el punto 5.2.1 de la Instrucción de Trazado 3.1 IC que sobre valores extremos de la pendiente dice lo siguiente

"El valor mínimo de la inclinación de la rasante no será inferior a cinco décimas por ciento (0,5 %). Excepcionalmente, la rasante podrá alcanzar un valor menor, no inferior a dos décimas por ciento (0,2 %). La inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no será menor que cinco décimas por ciento (0,5 %)"

Se han proyectado dos alternativas que consisten en plantear la pendiente mínima 0,5% según la indicación de la Norma, o en adaptar la Autovía a la pendiente del terreno considerando una situación excepcional entre el p.k. 2+100 y 4+600 en que se proyectan pendientes inferiores a 5 milésimas. Esta situación requiere radios superiores a 7.500 metros para evitar las transiciones de peralte.

9.2.1. Alternativa A. Pendiente mínima 0,3%

Esta solución intenta minimizar el movimiento de tierras mediante pendientes concordantes con el terreno. Entre el p.k. 2+100 al 4+600 se plantea una sucesión de rasantes con pendientes de 0,3% y 0,4%. Para ello se requieren alineaciones con radio superior a 7.500 metros que la Instrucción 3.1 IC permite establecer bombeo constante exterior a la plataforma. Se adjuntan planos de la Alternativa, así como la cubicación del tramo. Los resultados de la cubicación del tronco son:

Excavación	477.683,0 m^3
Relleno	846.830,2 m^3
Tierra vegetal	92.724,0 m^3
Suelo estabilizado	154.341,2 m^3
Déficit	369.147,2 m^3

Estos valores deben incrementarse con los enlaces, reposición de caminos y carreteras y área de descanso.

9.2.2. Alternativa B. Pendiente mínima 0,5%

Esta solución tiene como criterio de diseño establecer pendiente mínima 0,5%. Por tanto, las pendientes inferiores a este valor son modificadas. Se adjuntan los planos de la Alternativa B, así como la cubicación del tramo. Los resultados obtenidos en el tronco son los siguientes:

Excavación	477.683,0 m^3
Relleno	887.652,7 m^3
Tierra vegetal	93.168,8 m^3
Suelo estabilizado	154.341,0 m^3
Déficit	409.969,7 m^3

La diferencia entre ambas alternativas es de 40.822,5 m^3

Se incluyen los planos de ambas alternativas y la cubicación de ambas en los apartados correspondientes.

Como consecuencia de los análisis realizados se ha determinado que la mejor solución es la Alternativa B con pendiente mínima de 0,5%, ya que el incremento de volumen es de algo más de 40.000 m^3 y se consigue cumplimentar el punto 5.2.1 de la Norma 3.1 IC sin carácter excepcional.

9.3. ENLACES

Los enlaces en el tramo son dos, el enlace con la A-6 y el enlace con la carretera N-630 entre Santovenia y Villaveza.

ENLACES

Nº	P.K.	Enlace	Observaciones
1	inicio	Autovía A-6	Trompeta. Conexión directa con la A-6. Conexión con la carretera N-610 (Castrogonzalo) y N-630 (Castropepe)
2	9+0	Enlace Santovenia/Villaveza	Diamante con pesas

9.3.1. Enlace con la Autovía A-6

El enlace con la A-6 es una trompeta con dos carriles por sentido. Tanto en el entronque como en la confluencia como en la bifurcación, la Autovía A-6 pasa de dos carriles a tres, de manera que las condiciones de capacidad de la Autovía A-6 mejoran en el tramo entre el enlace con la A-66 y Benavente.

Los parámetros que definen las características geométricas utilizadas en el trazado en el enlace con la A-6 son los siguientes:

	Tronco Conexión + Ramal 5	Ramal 1	Ramal 2	Ramal 3	Tronco Conexión + Ramal 4	Ramal 6 + Ramal 7
Radio mínimo en planta	460	450	300	440	134,5	175
Radio máximo en planta	2.000	450	Recta	440	Recta	Recta
Pendiente longitudinal máxima	2,5 %	1,069 %	4,79 %	4,0 %	2,5 %	3,0 %
Pendiente longitudinal mínima	0,5%	0,5%	0,73%	1,9%	0,5 %	0,5%
Acuerdo vertical convexo mínimo	7.500	15.300	1.100	3.050	7.500	5.000
Acuerdo vertical cóncavo mínimo	6.700	10.700	1.500	2.700	6.700	2.900
Velocidad específica	100	100	60	80	60	60

La Autovía A-6 en todo el tramo de estudio es una Autovía con características de A-100, con limitación de velocidad 120 km/h y con velocidad media de recorrido (ligeros en el año 2.007) de 128,8 km/h.

Todas las entradas y salidas a la Autovía A-6 se proyectan con características de A-120 excepto en la entrada desde Castrogonzalo hacia el Norte. Se ha proyectado para velocidad 120 km/h, debido a la velocidad real de circulación y a mejorar la seguridad vial del tramo. Sin embargo, en la incorporación desde Castrogonzalo, se ha considerado la velocidad de proyecto de 100 km/h, debido a la presencia de un edificio en el márgen de la carretera que obligaría a la construcción de un muro. Por otra parte, existe una limitación de velocidad a 100 km/h antes del viaducto del Esla, lo que está acorde con los criterios de diseño de la Autovía A-6. Finalmente, se argumenta que el Ministerio de Fomento está desarrollando estudios de adecuación de esta Autovía de Primera Generación para dotarla de velocidad 120 km/h. Esta actuación implica rebajar la rasante de la carretera entre la carretera N-630 y el viaducto del Esla una profundidad del orden de 1 metro para conseguir mejorar el acuerdo convexo existente y, con ello conseguir la visibilidad para 120 km/h. Por este motivo, en el presente proyecto se adjunta en anejo independiente la justificación de que todo lo aquí proyectado es compatible con la futura actuación. Cuando se acometa la obra de ampliación del acuerdo convexo de la A-6 se procederá a la prolongación del carril de aceleración.

Se ha desarrollado un plano con análisis de todas las entradas y salidas, así como todas las distancias disponibles entre los diferentes elementos del trazado, para asegurar el cumplimiento de la Instrucción 3.1 I.C.

Concretamente en la Autovía A-6 según la progresiva encontramos una salida a vía colectora con carril de deceleración. A 1.640 metros se encuentra la entrada desde la A-66 con ganancia de carril. El tronco pasa de dos a tres carriles. A 1.012 metros encontramos una nueva entrada al tronco desde la vía colectora.

En sentido contrario, encontramos primero la salida a vía colectora y a 1.725 metros la salida a la Autovía A-66 con pérdida de carril, pasando el tronco de tres a dos carriles. A 1.518 metros se encuentra el ramal procedente de la A-66 con carril de aceleración.

La Autovía A-6 presenta un estrechamiento de mediana en Castrogonzalo para no afectar la edificación situada en la margen derecha de la Autovía según progresiva creciente. El proyecto plantea no alterar la situación actual de la mediana para evitar mayores afecciones al tráfico y a las edificaciones existentes. Por tanto, los ramales de

entrada y salida, así como el tercer carril se ajustan a la línea blanca de la Autovía A-6 en su posición actual. La actuación en la Autovía A-6 comienza en el p.k. 253+400 en sentido Madrid y p.k. 253+680 en sentido Coruña. La actuación es una incorporación / salida simple sin afectar el tronco. Entre los pp.kk. 256+040 al 257+400 en sentido Coruña y pp.kk. 255+760 al 257+400 se produce la confluencia y bifurcación respectivamente. Finalmente entre los pp.kk. 257+400 al 257+600 en sentido Coruña y 257+400 al 257+800 en sentido Madrid se produce una incorporación y salida simple.

La Autovía A-66 sentido Zamora comienza desde la A-6 con una bifurcación de Autovías. Sale con dos carriles desde la A-6. El lazo procedente de la A-6 Sur se desdobla a dos carriles ya que la distancia total desde la salida de la A-6 hasta la incorporación en la A-66 es de 2.900 metros. Esta distancia sin posibilidad de adelantamiento es excesiva para una unión entre vías de gran capacidad. Por ello, y aunque el tráfico no requiera dos carriles sí se plantean. Tras cruzar la Autovía A-6 se cierra el carril izquierdo con una cuña de 120 metros seguido de cebreado de 200 metros. La distancia entre el cierre del carril y el comienzo de la confluencia con el ramal procedente de la A-6 Norte es de 314 metros. A partir de este punto se plantea una sección de tres carriles durante una distancia de 250 metros. Después de los 250 metros se pierde un carril en 500 metros pasando de tres a dos carriles. Esta pérdida de carril se realiza, según el Borrador de la Instrucción 8.2 IC en el carril con menor número de vehículos pesados, es decir en la izquierda.

En sentido Benavente, la A-66 tiene una salida común hacia la A-6 Norte con su carril de deceleración y los dos carriles continúan formando una confluencia con la A-6. La siguiente salida es la de la carretera N-610 y Castrogonzalo. La distancia entre ambas salidas es de 1.195 metros

Las Alternativas estudiadas en este enlace son básicamente las soluciones que desarrollaba el Estudio Informativo. Se han realizado dos cambios que consisten en la variación del ramal de acceso a Castrogonzalo y la N-610 desde la A-6 sur y la incorporación a la A-6 norte desde Castrogonzalo y la N-610.

9.3.1.1. Ramal de acceso a Castrogonzalo

Se han estudiado dos soluciones, la planteada en el Estudio Informativo y una solución externa a la trompeta.

- **Solución Estudio Informativo.** El Estudio Informativo planteaba una vía colectora de la cual salía el ramal Madrid – Zamora. La vía colectora cruza con el ramal Zamora – Benavente y se unía al movimiento Zamora – Castrogonzalo. Esta Alternativa está proyectada a escala 1:1.000 y se han detectado los siguientes problemas:

  La vía colectora cruza el ramal Zamora – Benavente con un acuerdo convexo estricto. Nada más pasar el acuerdo con visibilidad estricta se encuentra la confluencia con el ramal Zamora – Castrogonzalo.

  Hay rellenos importantes en la vía colectora para pasar sobre el ramal Zamora – Benavente. Se adjunta la solución en el apéndice de planos de alternativas.

- **Solución exterior al lazo.** Como consecuencia de los problemas detectados para este ramal en la solución del Estudio Informativo, se proyecta una vía colectora que sale del ramal A-6 sur – Zamora y bordea el enlace con la A-6 de manera que no haya interferencia con el ramal Zamora – A-6 norte. El movimiento de tierras es claramente inferior al planteado en el Estudio Informativo y se evita la construcción de una estructura, ya que el ramal de acceso a Castrogonzalo no cruza el movimiento Zamora – A-6 Norte (Ramal 5).

  La confluencia con el ramal Zamora – Castrogonzalo se produce en una zona con mayor visibilidad. Como consecuencia de resolver mejor el problema, se ha adoptado esta solución.

9.3.1.2. Incorporación a la N-6 Norte desde Castrogonzalo

Se han estudiado dos soluciones, la primera es la planteada en el Estudio Informativo y la segunda es una solución que permite comenzar antes la incorporación. En ambos casos se plantea el cierre de dos accesos existentes acualmente, un acceso directo a un edificio en el mismo lazo y un vial del casco urbano de Paradores.

- **Solución Estudio Informativo.** Se plantea una vía colectora de la cual se desprenden e incorporan los ramales de incorporación a Castrogonzalo y a la N-610. Queda un tramo de vía colectora sin uso, ya que la totalidad de vehículos que acceden por la vía colectora tienen por destino el enlace de Castrogonzalo. Sin embargo, este tramo de vial obliga a prolongar la vía colectora hasta 250 metros de la intersección para comenzar la incorporación a la Autovía A-6. Como consecuencia, se llega a afectar el muro del edificio de tenencia de alcaldía de Paradores (Castrogonzalo). Es un muro de mampostería de 2 metros de altura Se adjunta el plano en el apéndice de planos de alternativas.

- **Solución acceso directo.** Dado que hay un tramo de vial sin tráfico, se propone su cierre. La vía colectora acaba en la glorieta de la N-610 en Paradores desde donde se accede a cualquier vial o edificación del casco urbano. De la misma glorieta parte el vial de incorporación a la A-6. Dado que no tiene ningún acceso, la distancia de 250 metros que marca la Instrucción 3,1 IC se mide desde la glorieta. Por tanto, la incorporación comienza aproximadamente bajo la actual estructura de la N-630 sobre la A-6. Se ubica una incorporación para A-100 que corresponde con las características de la Autovía A-6 en este punto y se consigue no afectar la edificación. Esta es la solución propuesta

9.3.1.3. Formación del tronco de la Autovía Benavente – Zamora

El enlace proyectado es una confluencia / bifurcación entre ambas Autovías pasando de tres a cuatro carriles, de los cuales se desprenden dos. Los dos carriles de la A-66 se juntan con el movimiento A-6 sur – Zamora que se incorpora por la izquierda.

La solución proyectada prevé que el ramal Madrid – Zamora tenga dos carriles para permitir el adelantamiento. Antes de la confluencia con el movimiento Benavente – Zamora se cierra un ramal. Se hace una confluencia con tres carriles. La transición de tres a dos carriles se realiza cerrando el carril izquierdo, de acuerdo con el Borrador de la Instrucción 8.2 IC, ya que el tráfico de pesados del movimiento procedente de Benavente es muy superior al procedente de la A-6 sur.

Se han planteado alternativas formando el tronco con un carril por sentido, mediante cierre previo del otro carril, o mediante la transición de tres a dos carriles mediante desvanecimiento del carril derecho. Finalmente,

la solución planteada parece la más adecuada de acuerdo con la Normativa y la Seguridad Vial.

- **Movimiento Madrid – Zamora.** Debido al escaso tráfico (382 vehículos diarios en el año de puesta en servicio) se ha estudiado la conveniencia de proyectar el carril con uno o dos carriles. Los argumentos para proyectar dos carriles son los siguientes:

  La distancia entre la salida de la Autovía A-6 hasta la incorporación con sección de Autovía en la A-66 es de 2.900 metros.

  El tráfico que circula por el carril es tráfico que procede de la Autovía A-6 hacia la Autovía A-66, es decir es tráfico de Autovía que viene circulando a velocidad permitida de 120 km/h y se dirige hacia Autovía con velocidad permitida de 120 km/h.

  El tiempo de recorrido del ramal a 40 km/h es de 4 minutos y medio.

  Aunque la Norma española no determina el número de carriles por ramal, se ha buscado en la Normativa Alemana (RAL-K-2) donde se fija una sección de dos carriles a partir de 500 metros de longitud.

Por todo lo anterior, se ha considerado conveniente proyectar el ramal con dos carriles para permitir el paso de vehículos evitando maniobras incorrectas que repercutan contra la seguridad vial.

9.3.2. Enlace con la N-630 (Santovenia/ Villaveza)

El enlace con la N-630 entre las poblaciones de Villaveza y Santovenia tiene tipología de diamante con pesas, Consta de un ramal de conexión entre la carretera N-630 y la Autovía de una longitud de 862,298 metros. En la carretera Nacional se propone implantar una glorieta que facilite el acceso a la Autovía y obligue a reducir la velocidad entre los cascos urbanos de Villaveza y Santovenia.

El Estudio Informativo plantea un enlace con la N-630 mediante un ramal que conecta con la N-630 entre las poblaciones de Villaveza y Santovenia. No se plantea la tipología del enlace.

Se han estudiado dos tipologías diferentes diamante y trompeta.

Dentro de la primera tipología, se estudian dos posibilidades.

DIAMANTE

- **Solución Sur.** Se ha estudiado una solución al sur de la planteada en el Estudio Informativo que busca evitar al máximo las afecciones a la red de caminos rurales permitiendo el acceso a las fincas por el camino actual. Esta situación permite la excavación de unos terrenos que permita mitigar el importante déficit de tierras existente y, finalmente se busca evitar la red de drenaje natural, ya que el camino actual transcurre próximo al eje de la vaguada. Esta solución presenta como problema fundamental la partición de fincas no afectadas en el Estudio Informativo, razón por la cual ha sido desechada. Se incluye la definición geométrica y los planos en los apéndices correspondientes.

- **Solución Estudio Informativo.** La solución propuesta en el Estudio Informativo propone la ocupación de un camino agrícola con acceso a todas las fincas colindantes. Como consecuencia, al ocupar este camino, se deben realizar caminos de servicio a ambos lados o permitir el acceso a las fincas desde el nuevo ramal proyectado. Por este motivo, se ha considerado conveniente mantener el servicio que proporciona el camino, alejando la traza hacia el Sur lo suficiente como para no afectar el camino. Se debe construir un camino de servicio al sur para restablecer el acceso a las fincas. Esta solución es la seleccionada.

TROMPETA

La tipología trompeta es válida tiene el problema que la estructura del enlace no puede utilizarse como conexión entre caminos, lo cual obliga a una nueva estructura para cruzar la A-66. En este caso también se han planteado dos posibilidades, una de ellas como trompeta completa sin accesos en el vial, lo cual recomienda una nueva estructura para dar continuidad a los caminos.

También se ha planteado una trompeta híbrida con una glorieta en el lado Oeste que permita conectar los caminos sin estructura.

Una vez analizadas las soluciones tipo diamante y tipo trompeta, parece claramente favorable la solución diamante por su versatilidad y economía.

Dentro de las soluciones tipo diamante, se ha optado por la solución Estudio Informativo, ya que la afección al territorio es mucho menor. Todas las soluciones no seleccionadas se han incluido en un apéndice de alternativas.

Los parámetros que definen las características geométricas utilizadas en el trazado en el enlace con la N-630 en Villaveza / Santovenia son los siguientes:

	Ramales de enlace (1,2,3 y 4)	Vía de enlace + Eje 1
Radio mínimo en planta	500	800
Radio máximo en planta	Recta	Recta
Pendiente longitudinal máxima	4,35 %	3,75 %
Pendiente longitudinal mínima	3,25%	0,5%
Acuerdo vertical convexo mínimo	1.600	7.200
Acuerdo vertical cóncavo mínimo	850 (*)	1.850 (*)
Velocidad específica	40	60

(*) Este valor está en el entronque con la glorieta

9.4. COMPATIBILIDAD CON LOS PROYECTOS DE PRIMERA GENERACIÓN EN LA AUTOVÍA A-6

Actualmente, el Ministerio de Fomento está estudiando mejoras en la Autovía A-6 para conseguir mejorar la seguridad vial y ampliar la distancia de visibilidad disponible, lo que pudiera producir incrementos de velocidad en la Autovía A-6, actualmente limitada a 100 km/h en muchos tramos.

Una de estas mejoras está el kilómetro 257+400 a 257+900. En este tramo se está estudiando mejorar el acuerdo vertical que permita aumentar la visibilidad. Precisamente en este tramo, es donde se produce la incorporación del enlace de Castrogonzalo en sentido A Coruña. Por ello, se ha estudiado la compatibilidad de la solución proyectada con la situación futura que, en caso de producirse, fuera viable la conexión en las condiciones proyectadas. Se ha estudiado la planta y el perfil longitudinal siendo la solución satisfactoria. Se incluye en el apéndice de planos de Alternativas estudiadas tanto la planta como el perfil longitudinal.

ANEJO Nº 8.- TRAZADO GEOMÉTRICO

1.- INTRODUCCIÓN

El estudio del trazado de una nueva vía es un proceso mucho más amplio que el de la mera definición geométrica de la misma, pues aunque sea éste uno de los objetivos perseguidos, el objeto final es el de, atendiendo a todos los condicionantes existentes, poder construir una obra que cumpla una serie de requisitos de seguridad, comodidad, integración ambiental, etc, de un modo óptimo.

Por lo tanto, puede decirse que el trazado viene a ser la cristalización concreta de todos los antecedentes existentes así como el resultado de un proceso complejo de estudio y análisis que viene moldeado, en mayor o menor medida, por todos los estudios sectoriales que van efectuándose a lo largo del período de redacción de un Proyecto.

De este modo, para la definición del trazado incluido en el presente ***"Proyecto Constructivo de Licitación. Autovía de la Plata A-66 entre Benavente y Zamora. Tramo: A-6 (Castrogonzalo) - Santovenia del Esla",*** se ha partido del reflejado en el Proyecto de Construcción correspondiente, llevando a cabo ciertas mejoras al mismo (tal como se verá en el apartado siguiente), a fin de optimizar al máximo la solución.

El tramo de la Autovía de la Plata entre la Autovía A-6 y Santovenia es un tramo claramente deficitario en tierras. La orografía, muy llana, no permite compensaciones de tierra, por lo que se parte de un déficit claro de tierras. Por ello, para el presente Proyecto constructivo de Licitación se ha considerado este déficit como uno de los mayores condicionantes del diseño de la Autovía. Por este motivo, se han tanteado diferentes ajustes en la rasante, aunque el alzado trazado en el Proyecto de trazado se considera bastante adecuado y los ajustes a realizar son muy limitados.

2.- MEJORAS PLANTEADAS Y CAMBIOS CON RESPECTO AL PROYECTO BASE

Las principales mejoras planteadas con respecto al trazado contenido en el Proyecto de Construcción base, son las siguientes:

- No se han considerado mejoras de trazado en planta salvo las normales adecuaciones de los caminos de servicio para ajustarlos a las nuevas aristas de movimientos de tierra y no sobredimensionar la ocupación total de la obra.

- Los ajustes de trazado en el tronco de la autovía que han sido estudiados son los siguientes:

  - Entre el Inicio en el enlace con la A-6Pk 0+400 y 2+500: Se efectúa un pequeño pequeños ajuste de rasante bajando en paralelo aproximadamente 0,5 m la alineación existente entre los acuerdos verticales del Pk 0+600 y del pk 2+340. Como puntos condicionante paqra limitar la depresión de la rasante se encuentran la OD O.5, la OD 0.7 la OD 2.1. Este ajuste genera un aumento de ocupación poco apreciable en planta.

  - Entre el Pk 2+800 y el Pk 4+600, el terreno es completamente llano y la rasante dispone de rasante de inclinación mínima 0,5 % como prescribe la norma para garantizar el desagüe superficial. Para limitar estos terraplenes generado por las alineaciones del 0,5% y poder reducir esta inclinación, se aprovecha la existencia de una radio en planta 7.500 que permite bombeo. Así se aplica el peralte del 2% constante a lo largo de las siguientes alineaciones en planta sin aplicar la transición de peraltes. Esto garantiza una línea de mínima pendiente con al menos el 2% que resuelve el drenaje superficial y permite reducir la inclinación de la rasante. En nuestro caso aplicando este razonamiento se ha modificado la rasante entre los Pks 2+774 y 4+134 con dos rasantes del 3% más una del 4% hasta el Pk 4+492. Esto permite ajustar el terraplén al limite marcado por las obras OD 3.3, OD.3.7 OD 4.1 y O.D 4.3. En cualquier caso, igualmente al ajuste anterior, la diferencia de ocupación en planta es `poco apreciable pero en este caso supone una reducción al tratarse de una rebaja de la cota del terraplén.

- Entre el Pk 7+500 y 8+200: Se aumenta el parámetro del acuerdo vertical cóncavo de 17.000 a 40.000 en el Pk 8+184, generando una reducción de la rasante del terraplén entre los Pks indicados.

- Entre el Pk 10+600 y 12+200: Se baja rasante más significativamente en entorno del viaducto de Prado Ramiro. Para ello, se inserta un acuerdo vertical convexo de parámetro 58.000 que salvando el condicionante de la OD 10.3 fuerza la inclinación posterior al 0,75 % que permite un mayor desmonte y posteriormente reduce significativamente la cota de la rasante en el entorno del viaducto (aproximadamente 2m). La limitación de la reducción de la rasante ha quedado condicionada por el gálibo mínimo de 5,30 m mantenido bajo el viaducto para la reposición del camino proyectado.

- Entre el Pk 13+800 y el final del tramo se propone el más significativo cambio de rasante del tronco pues se ajusta al terreno en lugar de discurrir en un terraplén alto que permitía el PI del 14.0. a ras del terreno. Esta es la zona en que se incorpora el enlace de la ZA-100 junto con el Área de Descanso. Para evitar transformar este enlace con su área de descanso en un terraplén considerable se ha ajustado la rasante de forma que tanto el enlace como el área de descanso quedan algo enterrados, pero comprobando que se permite el drenaje hacia la Od 14.1. Así el PI 14.0 se deprime unos 2,5 m bajo el terreno natural y el terraplén del tronco cruza con una altura de 5 m sobre el terreno natural en dicho punto para desvanecerse tras un acuerdo vertical convexo de parámetro 30.780 hacia el terreno natural. Este cambio de configuración de rasante alcanza el final del tramo trasladándose esta modificación al inicio del tramo santovenia – Fontanillas.

- Como consecuencia de los ajustes de trazado anteriormente descritos, se ha modificado la configuración en alzado del enlace con la N-630 y ZA-100 en Santovenia y el Área de Descanso inscrita en el mismo. Este enlace se incorpora en el presente proyecto constructivo de Licitación a la autovín pues en la fase de proyectos de trazado se estudiaban por separado. Se trata de un Enlace con la N-630 y la ZA-10 junto a la poblacion de Santovenia, mediante tipología diamante con pesas y un ramal de 850 metros para conectar con la carretera N-630 y ZA-100 mediante otra glorieta. En este enlace se inserta un área de descanso.

3.- PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL TRAZADO

3.1.- Planta

En relación al trazado en planta, no se ha producido modificación alguna con respecto al incluido en el Proyecto de Construcción correspondiente, por lo que se asume al completo lo en él indicado.

Los parámetros que definen las características geométricas utilizadas en el trazado en tronco son los siguientes:

Radio mínimo en planta:	2.000
Radio máximo en planta:	7.500

Únicamente dejar constancia de que, motivado por las modificaciones en alzado y con ello de la línea de la explanación, se han "re-encajado" ciertos caminos a fin de que se localicen "a pie" de la misma (minimizando de este modo la superficie de ocupación).

3.2.- Alzado

Tal como ha quedado reflejado en el apartado 2 del presente Anejo, se ha variado ligeramente el trazado en alzado del Proyecto de Construcción original, a fin de optimizar la compensación de tierras en el tramo.

Los parámetros que definen las características geométricas utilizadas en el trazado en tronco son los siguientes:

Pendiente longitudinal máxima	1,0 %
Pendiente longitudinal mínima	0,3%
Acuerdo vertical convexo mínimo	30.780

3.3.- Sección tipo

Las secciones tipo empleadas son análogas a las incluidas en el Proyecto de Construcción base, por lo que se adopta lo en él indicado.

No obstante, como mejora y para cumplimiento de la *"Orden Circular 28/2009 sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas"*, se ha procedido a ensanchar la berma hasta los 1,10 metros, a fin de adecuarla al recorrido de deflexión dinámica que precisa la barrera BMSNA2/C empleada.

3.4.- Estudio de Visibilidades

Tal como exige el "*Pliego de Clausulas Administrativas Particulares en su Anexo Nº 10*", se ha realizado un estudio de visibilidades en el tronco para cada uno de los dos carriles de ambas calzadas, incluyéndose el mismo a continuación. No obstante, antes de continuar deben hacerse los siguientes comentarios/observaciones:

- La nomenclatura adoptada ha sido: "AV" (sentido según el crecimiento de los P.K´s) ó "IN" (sentido inverso al crecimiento de los P.K´s), y "D" (carril derecho) ó "I" (carril izquierdo).

- De este modo, los cuatros ficheros generados han sido: "AV_D", "AV_I", "IN_D" e "IN_I".

- Tal como se puede comprobar en los listados correspondientes, la visibilidad de parada es en todos los casos superior a la exigida para una "AV-120", no produciéndose limitaciones por este hecho.

3.4.1.- AV_D