

Estudio Informativo de la Travesía Central de los Pirineos Túnel de Baja Cota

Síntesis

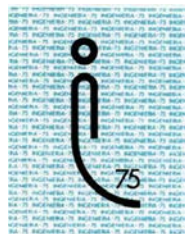
Octubre 2002



Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes
Dirección General de Transportes y Comunicaciones
Edificio Pignatelli
Paseo de María Agustín, 36
50071 Zaragoza



BB & J Consult, S.A.
Menéndez Pelayo, 67
28009 Madrid
tel 915046326
fax 915044986
bbjconsult@bbj.es



Ingeniería 75, S.A.
Velázquez 87
28006 Madrid
tel 915764775
fax 915751432
i75@retemail.es



Índice

1. Antecedentes	2
2. Situación actual	3
3. Escenarios futuros	4
4. Estudio de las alternativas	5
5. Cartografía	7
6. Trazado de la alternativa del Gállego	7
7. Geología y Geotecnia	11
8. Estructuras	13
9. Túneles	14
10. El túnel transpirenaico	15
13. Impacto ambiental	19
11. Superestructura e instalaciones	21
12. Red fluvial y drenaje	22
14. Expropiaciones y servicios afectados	23
15. Valoración de la alternativa	24
16. Estudio de rentabilidad	25

Equipo

El estudio ha sido impulsado por la Consejería de Obras Públicas , Urbanismo y Transportes y realizado bajo la dirección de la ingeniera de caminos **Eva Sierra** por parte del Gobierno de Aragón y del ingeniero de caminos **Javier Bustinduy** por parte del equipo consultor, con el siguiente equipo técnico:

Javier Bustinduy , ingeniero de caminos, B.B.& J. Consult,S.A.

Miguel Arenillas, ingeniero de caminos, Ingeniería 75, S.A

José Luis Jordi, ingeniero de caminos, B.B.& J. Consult,S.A.

Belén Medina, ingeniera de caminos, B.B.& J. Consult,S.A.

Eduardo Martínez Pisón, doctor en geografía

Adrián Baltanás, ingeniero de caminos, Contayma, S.A

Antonio Embid, doctor en derecho

Eduardo Leira, doctor arquitecto, i3 Consultores, S.A.

Hervé Joan-Grangé, economista, CODE

Alberto de Vicente, economista, B.B.& J. Consult,S.A.

Fernando Gutiérrez, geólogo, Ingeniería 75, S.A.

Pedro Molina, doctor en geografía, Ingeniería 75, S.A

José M^a Jofre, ingeniero de caminos, Contayma, S.A

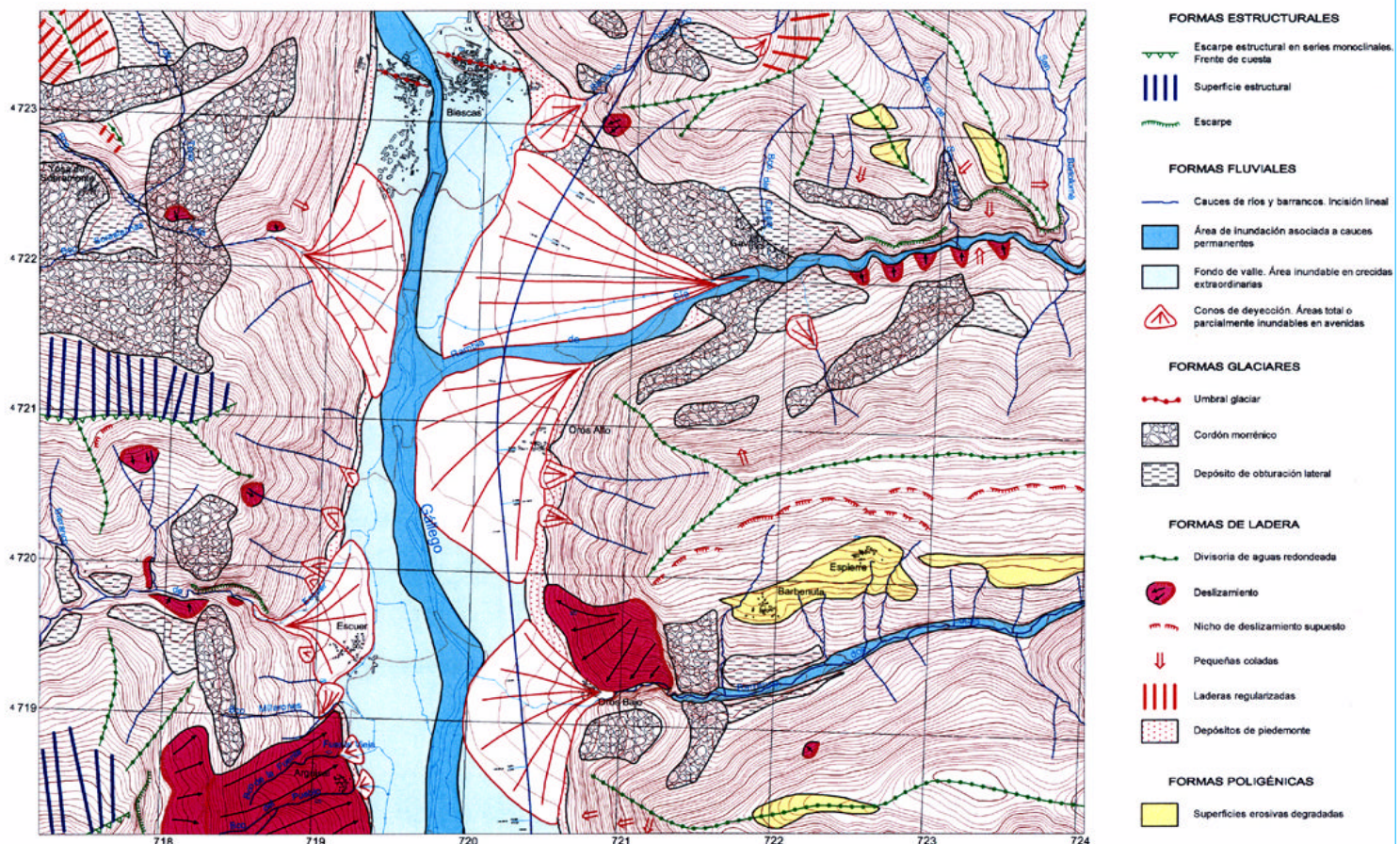
Margarita Pérez, licenciada en derecho, BB&J Consult, S.A.

Carmen Martínez, técnico, BB & J Consult, S.A.

Antecedentes

- El Gobierno de Aragón convocó un concurso para la redacción del estudio informativo de la travesía central de los Pirineos. Túnel de baja cota en 2000, del que fue ganadora la UTE formada por BB&J Consult, S.A. e Ingeniería 75, S.A.
- El estudio informativo de la travesía central de los Pirineos, abordó, en una primera fase, un estudio multicriterio de alternativas, finalizado en Agosto de 2001, en el que se analizaron los corredores, seleccionándose finalmente para su desarrollo a mayor escala las alternativas correspondientes a los corredores de los ríos Gállego y Cinca.
- El presente documento recoge la síntesis de la caracterización correspondiente a la alternativa del Gállego, abordada en primer lugar por razones tanto de disponibilidad de cartografía como por ser la recogida inicialmente en el Pliego de Prescripciones Técnicas que ha servido de base al presente trabajo.
- El Ministerio de Fomento se encuentra en este momento ejecutando diferentes proyectos tramos Zaragoza-Zuera, Zuera-Tardienta y Tardienta-Huesca dentro del plan de infraestructuras 2000-07 pertenecientes al corredor Noroeste de Alta Velocidad:
 - El tramo Zaragoza-Zuera de longitud 31,2 Km. prevé una duplicación de la vía actual en ancho UIC compartiendo casi en la totalidad de su recorrido la vía actual.
 - El tramo Zuera-Tardienta de longitud 22 Km. prevé una duplicación de la vía actual en ancho UIC.
 - El tramo Tardienta-Huesca de 20,7 Km. tiene prevista la instalación de un tercer carril con el fin de que se pueda explotar la línea conjuntamente en ancho UIC y ancho RENFE. Para ello será necesario sustituir los carriles y las traviesas en todo el tramo por traviesas con fijaciones especiales y carriles tipo UIC-60., y efectuar el cerramiento de toda la traza
- Por otra parte, en la ciudad de Huesca, se encuentra en fase de desarrollo la circunvalación ferroviaria de la ciudad bajo la denominación "Proyecto de Integración Urbana del ferrocarril en el Municipio de Huesca" con el fin de permitir que los encaminamientos de trenes de mercancías no circulen por el casco urbano. El estudio informativo de este trazado ha sido recientemente aprobado y el correspondiente proyecto constructivo publicado en el B.O.E. de fecha 10 de junio de 2002 con el fin de proceder a su contratación.
- La Unión Europea publicó en septiembre de 2001 el libro blanco del transporte: "La política Europea de transportes de cara al 2010: La hora de la verdad" con el objetivo prioritario de reequilibrar los modos de transporte y revitalizar el ferrocarril.

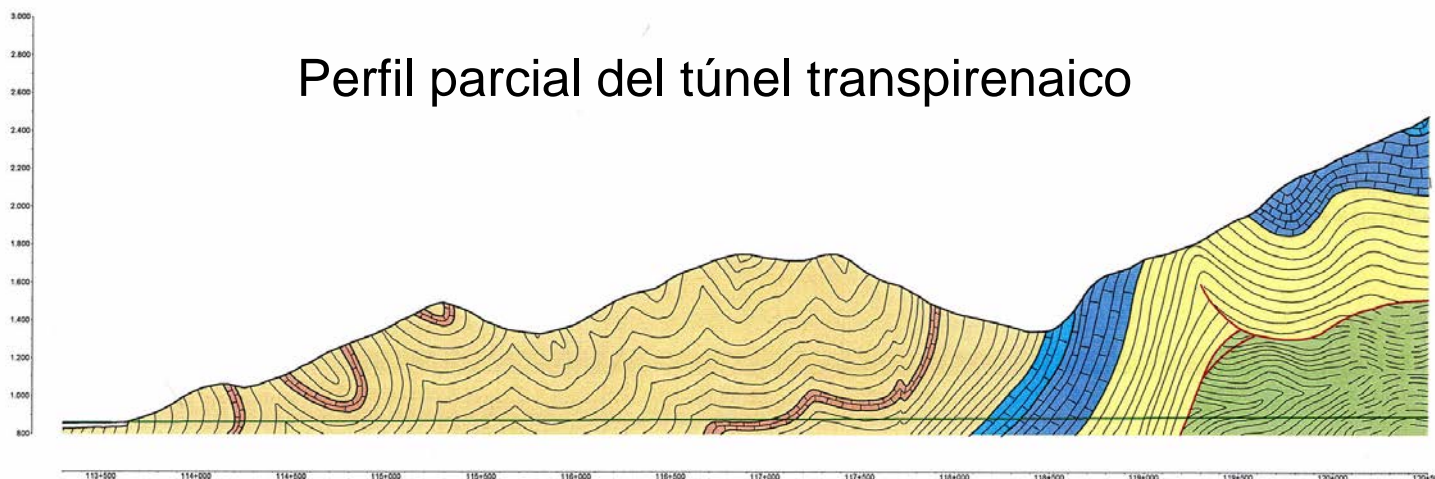
- El trazado discurre a través de dos dominios diferenciados:
 - Depresión o cuenca del Ebro
 - Cordillera Pirenaica
- La depresión del Ebro se ubica del pk 0+000 al 69+000(pie de las Sierras Exteriores) donde se localizan formaciones terciarias de la edad miocena y recubrimientos cuaternarios recientes
 - los materiales miocenos carecen de deformaciones significativas con disposición horizontal ; yesos y margas yesíferas en Zuera y conglomerados al pie de las Sierras exteriores
 - los recubrimientos cuaternarios tienen carácter detrítico con distribución irregular y espesor reducido; aluviones y terrazas en el valle bajo del Gállego y depósitos de glaci-terrazza en la Hoya de Huesca



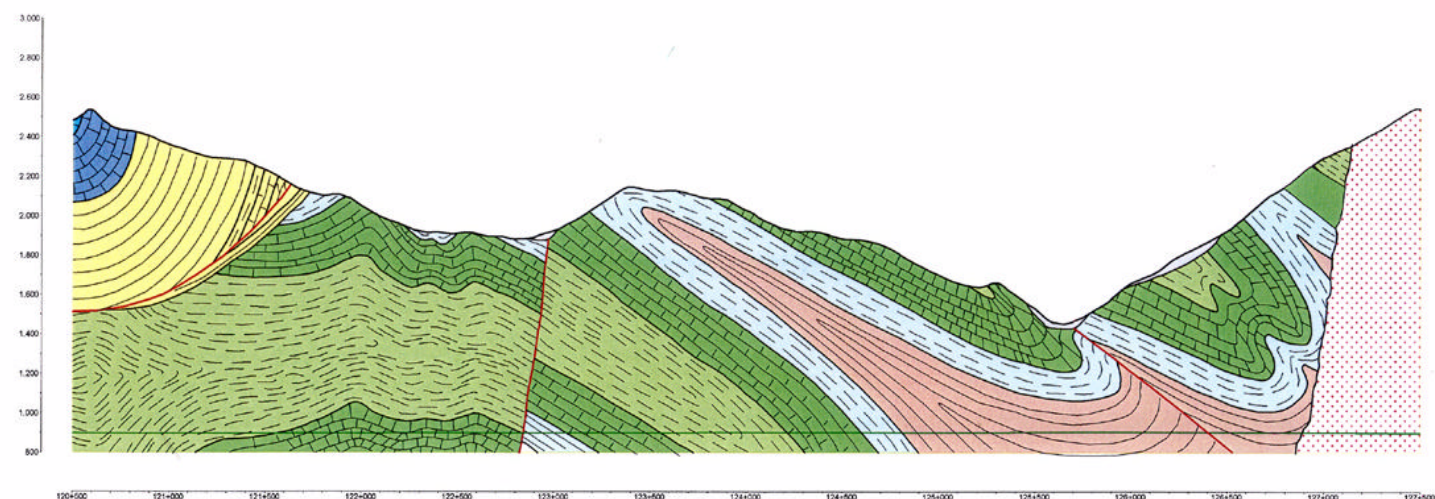
- La definición geológica-geotécnica de la traza se ha desarrollado en 79 planos de planta, 79 de perfiles longitudinales, 12 planos de cortes geológicos de los distintos túneles y una planta geomorfológica de la boca sur del túnel transpirenaico
- La cordillera Pirenaica está compuesta de dos áreas bien diferenciadas: un área central o axial en el entorno de la frontera franco-francesa y un área meridional o zona surpirenaica situada al sur. El trazado esta dividido en cuatro tramos:
 - Sierras exteriores túnel pk 66+500- 79+500: con formaciones tectonizadas de naturaleza carbonatada o detrítica que aconsejaría utilizar un equipo tunelador integral que permita efectuar perforación y revestimiento simultáneamente y aptos para trabajar con posible afluencia de grandes volúmenes de agua

- Bajo Valle del Guarga de pk 79+500 a pk 98+500 valle muy estrecho compuesto por depósitos cuaternarios formados de argilitas, areniscas y conglomerados con ciertos problemas de alterabilidad y erosionabilidad en los niveles arcillosos
- Alto Valle del Guarga de pk 98+500 al pk 113+700 topografía favorable formada por macizo rocosos de formaciones eocenas con dos pliegues verticales situados al sur desarrollados en secuencias de marga-arcillas y areniscas y de depósitos turbidíticos. En este valle se ha encajado un amplio glaciar cuaternario recubierto por un manto de depósitos morrénicos (Morrena de Senegüe)
- Túnel transpirenaico del pk 113+700 al pk 119+200 zona surpirenaica y 119+200 al final zona axial. La zona surpirenaica, boca sur del túnel, presenta una secuencia de calizas y margas de varios m de espesor y la zona axial con alternancia de pizarras y esquistos con calizas y dolomias. A partir del pk 127+000 se localizan rocas plútonicas. Se aconseja un equipo tunelador integral acondicionado para trabajar en situaciones de afluencia de agua, alta temperatura (termalismo) y posible presencia de gas (gas natural en el flysch eoceno)

Perfil parcial del túnel transpirenaico

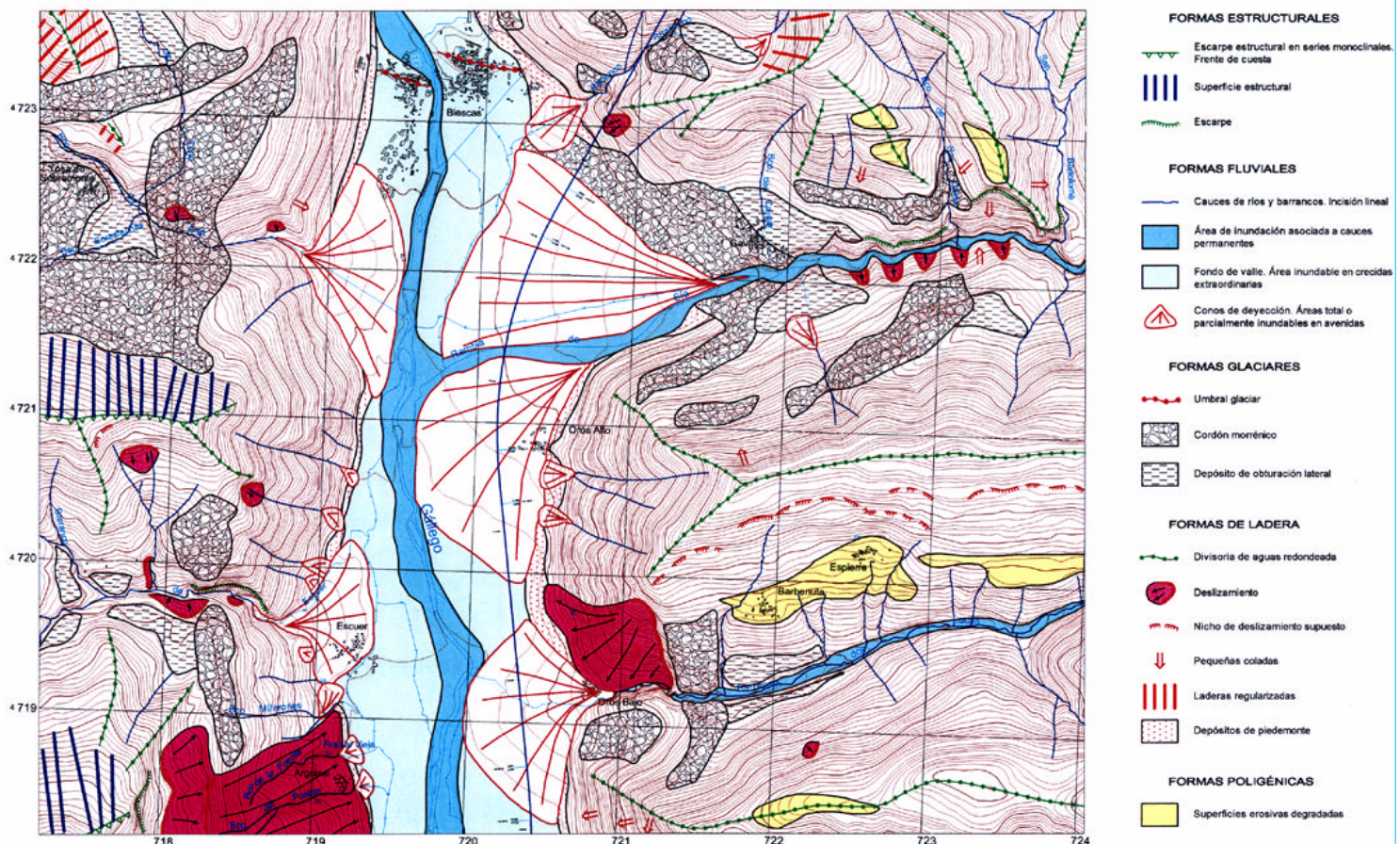


TRAMO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FORMACIÓN	GRUPO DE HESHO	M.	FLYSCH TURBIDITICO	G. DE H.	M. V.	MARGAS, ARENISCAS Y MARGOCALIZAS	CALIZAS	S. Y G.	MARBRE	FORMACIONES PALEOZOICAS FORMIGAL



TRAMO	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
FORMACIÓN	FORMIGAL	CALIZAS "DOLIE"	MANOLAR	CALIZAS "DOLIE"	FORMIGAL	CALIZAS "DOLIE"	MANOLAR	PIZARRAS AMPELITICAS	P. AMPELITICAS	PLUTONIO GRANITOIDE
ÍNDICE RMR	47	52	44	52	47	52	44	35	49	60

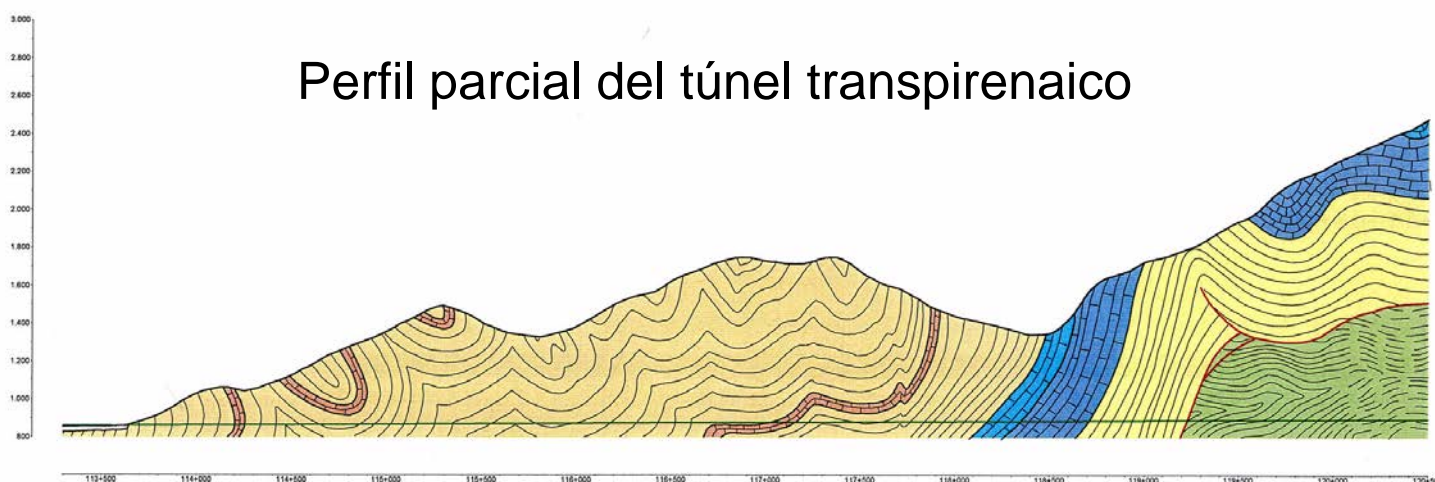
- El trazado discurre a través de dos dominios diferenciados:
 - Depresión o cuenca del Ebro
 - Cordillera Pirenaica
- La depresión del Ebro se ubica del pk 0+000 al 69+000(pie de las Sierras Exteriores) donde se localizan formaciones terciarias de la edad miocena y recubrimientos cuaternarios recientes
 - los materiales miocenos carecen de deformaciones significativas con disposición horizontal ; yesos y margas yesíferas en Zuera y conglomerados al pie de las Sierras exteriores
 - los recubrimientos cuaternarios tienen carácter detrítico con distribución irregular y espesor reducido; aluviones y terrazas en el valle bajo del Gállego y depósitos de glaci-terrazza en la Hoya de Huesca



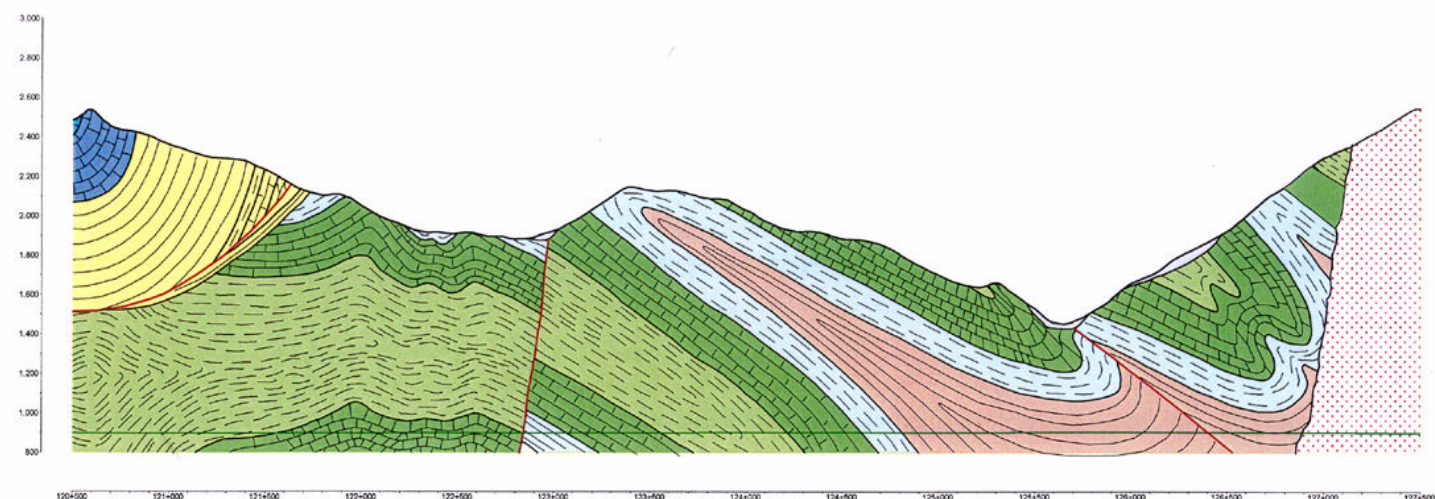
- La definición geológica-geotécnica de la traza se ha desarrollado en 79 planos de planta, 79 de perfiles longitudinales, 12 planos de cortes geológicos de los distintos túneles y una planta geomorfológica de la boca sur del túnel transpirenaico
- La cordillera Pirenaica está compuesta de dos áreas bien diferenciadas: un área central o axial en el entorno de la frontera franco-francesa y un área meridional o zona surpirenaica situada al sur. El trazado esta dividido en cuatro tramos:
 - Sierras exteriores túnel pk 66+500- 79+500: con formaciones tectonizadas de naturaleza carbonatada o detrítica que aconsejaría utilizar un equipo tunelador integral que permita efectuar perforación y revestimiento simultáneamente y aptos para trabajar con posible afluencia de grandes volúmenes de agua

- Bajo Valle del Guarga de pk 79+500 a pk 98+500 valle muy estrecho compuesto por depósitos cuaternarios formados de argilitas, areniscas y conglomerados con ciertos problemas de alterabilidad y erosionabilidad en los niveles arcillosos
- Alto Valle del Guarga de pk 98+500 al pk 113+700 topografía favorable formada por macizo rocosos de formaciones eocenas con dos pliegues verticales situados al sur desarrollados en secuencias de marga-arcillas y areniscas y de depósitos turbidíticos. En este valle se ha encajado un amplio glaciar cuaternario recubierto por un manto de depósitos morrénicos (Morrena de Senegüe)
- Túnel transpirenaico del pk 113+700 al pk 119+200 zona surpirenaica y 119+200 al final zona axial. La zona surpirenaica, boca sur del túnel, presenta una secuencia de calizas y margas de varios m de espesor y la zona axial con alternancia de pizarras y esquistos con calizas y dolomias. A partir del pk 127+000 se localizan rocas plútonicas. Se aconseja un equipo tunelador integral acondicionado para trabajar en situaciones de afluencia de agua, alta temperatura (termalismo) y posible presencia de gas (gas natural en el flysch eoceno)

Perfil parcial del túnel transpirenaico



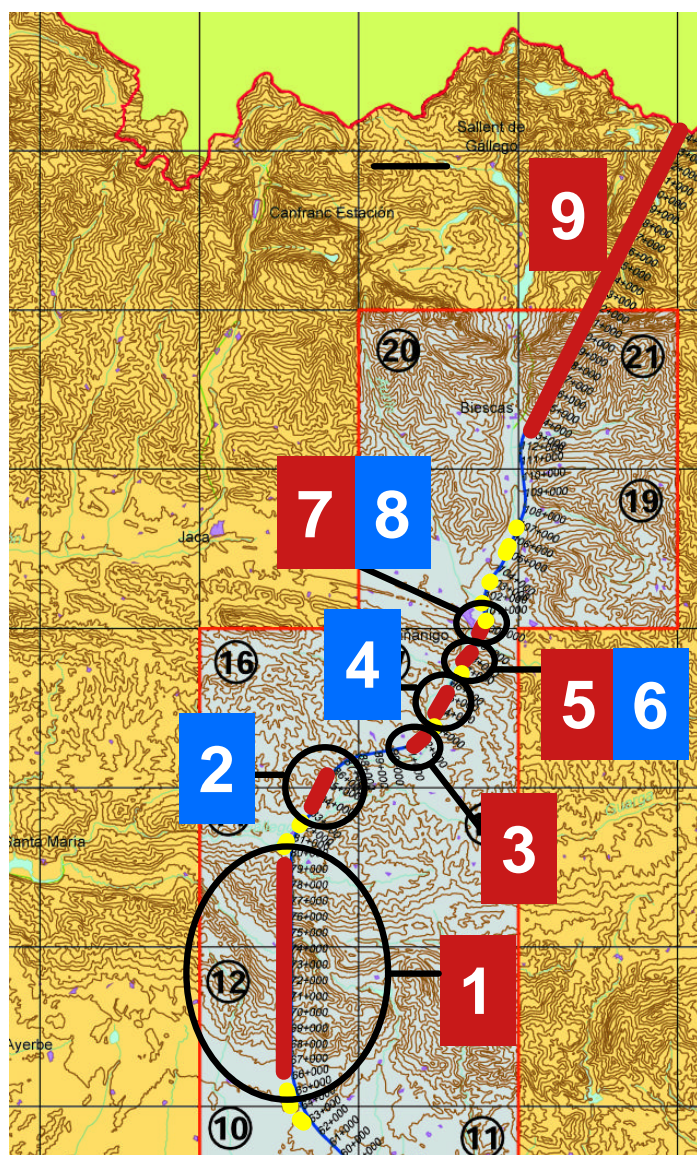
TRAMO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FORMACIÓN	GRUPO DE HESHO	MI	FLYSCH TURBIDITICO	GL. DE H.	M. V.	MARGAS, ARENISCAS Y MARGOCALIZAS	CALIZAS	S. Y. G.	MARBRE	FORMACIONES PALEOZOICAS FORMIGAL



TRAMO	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
FORMACIÓN	FORMIGAL	CALIZAS "DOLIE"	MANOLAR	CALIZAS "DOLIE"	FORMIGAL	CALIZAS "DOLIE"	MANOLAR	PIZARRAS AMPELITICAS	P. AMPELITICAS	PLUTONIO GRANITOIDE
ÍNDICE RMR	47	52	44	52	47	52	44	35	49	60

1
2
3
4
5
6
7
8
9

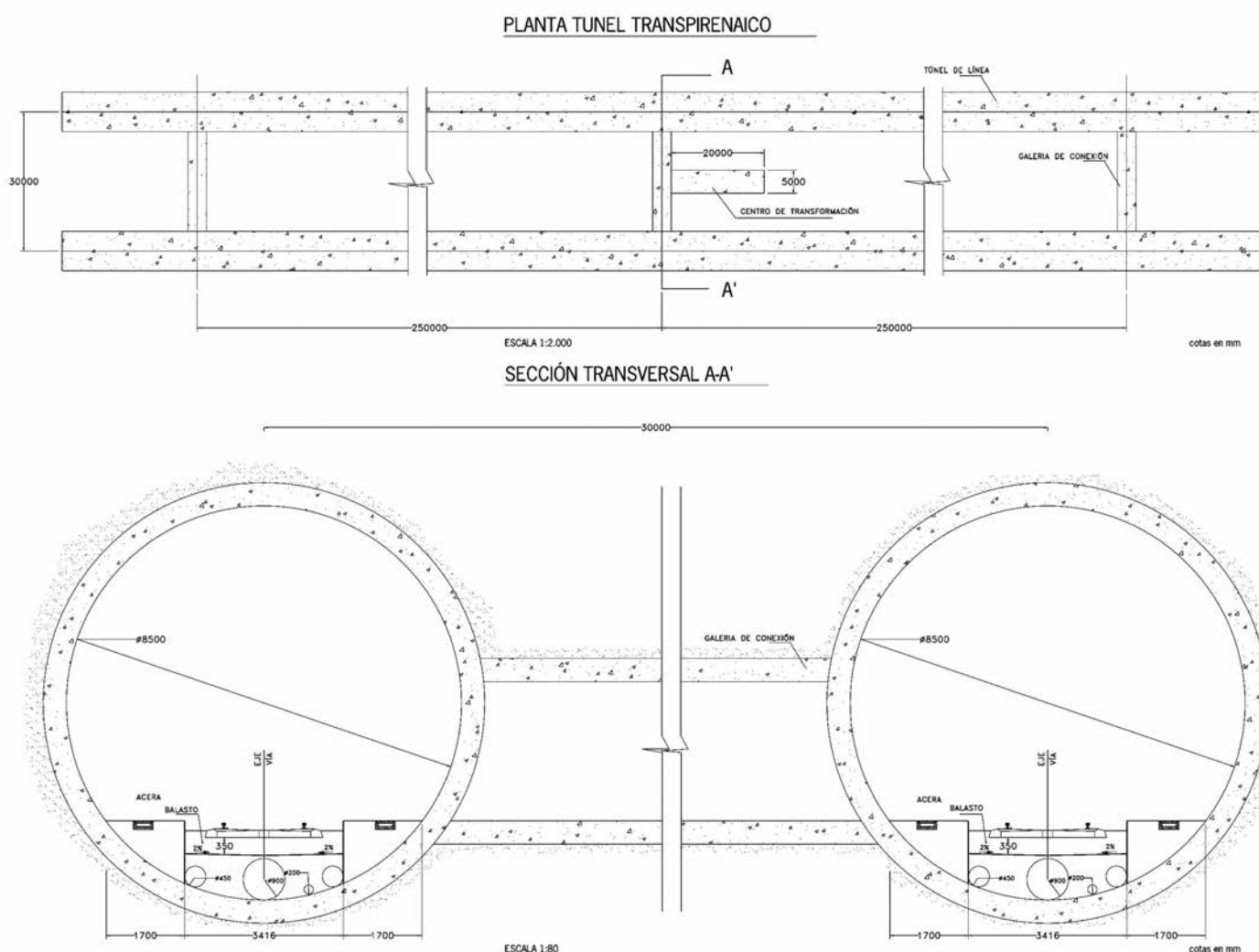
Denominación	p.k. inicio	p.k. final	longitud
Sierra Caballera	66+500	79+470	12970
Javierrelatre	83+970	86+325	2355
Las Canteras	91+570	92+270	700
Jabarella	93+920	95+500	1580
Sur de Basa	97+530	97+630	100
Norte de Basa	97+775	98+250	475
Sur de Sabiñánigo	99+580	100+100	520
Norte de Sabiñánigo	100+200	100+380	180
Transpirenaico	113+720	155+420	41700

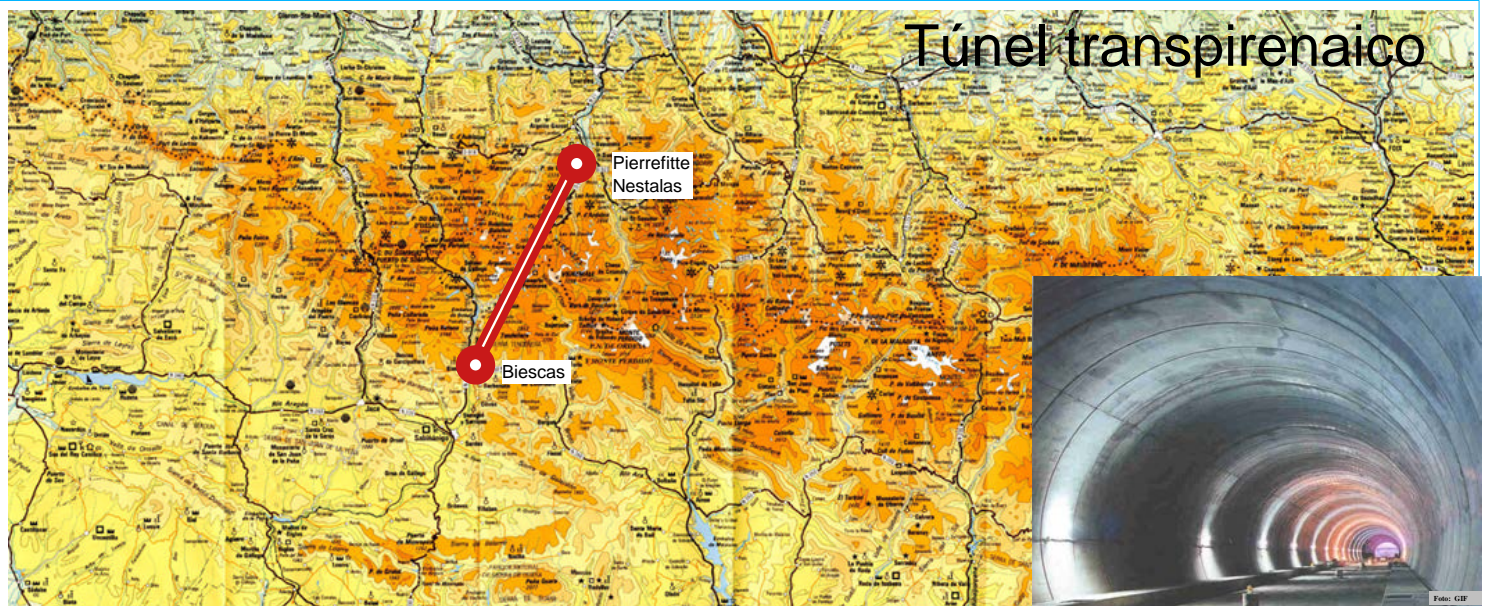


— Túneles — Viaductos

- La longitud total de túneles es de 60.580 metros, distribuidos en 9 túneles , ocho de ellos con sección de doble vía
- El túnel transpirenaico de 41,7 km de longitud supone casi el 70% de la longitud de túnel del proyecto
- La sección de los túneles oscila entre 80 y 105 metros cuadrados
- En apenas 6 km de línea se concentran 6 túneles y 3 viaductos, constituyendo el tramo de mayor complejidad junto con el túnel de base
- Se propone una amplia campaña de reconocimiento geotécnico previa a su ejecución
- Para su ejecución se proponen tuneladoras aptas para la perforación bajo grandes presiones y con aportes de envergadura de agua

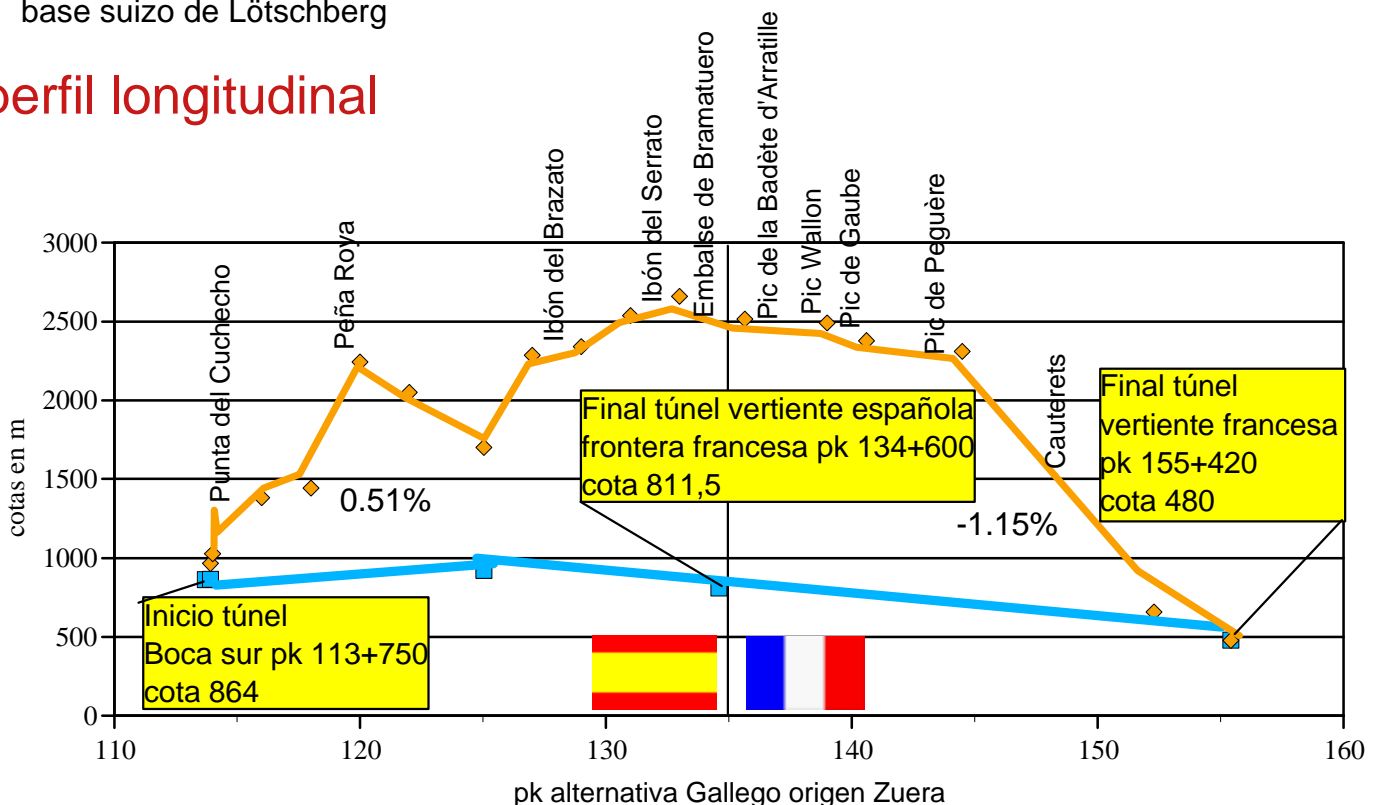
- El túnel transpirenaico tiene una longitud total de 41.700 m del pk 113+720 al 155+420. Su montera máxima aproximada es de 2.000 m
- La parte española del túnel discurre entre los p.k. 113+720 y 134+650 donde se sitúa la frontera España-Francia con una longitud de túnel de 20.930 metros.
- El túnel transpirenaico se ha diseñado con sección tipo de dos túneles independientes en vía única con un diámetro interno de 8,5 m. separados 30 m. entre sí, disposición común a los grandes túneles ferroviarios recientes.
- El diámetro de la sección completa es de 9,4 m. con un espesor de revestimiento de 0,45 m., siguiendo los criterios de variación máxima de presión admisible para trenes no estancos a la velocidad de proyecto (250 km/hora)
- Entre ambos túneles se disponen galerías de conexión cada 250 m., con una superficie aproximada en planta de 100 m² aisladas mediante puertas de apertura asistida y presurizadas.
- En cada túnel se dispone de dos andenes laterales de servicio y evacuación durante toda su longitud de 1,7 m. de ancho, con alumbrado y pasamanos. Esta anchura de andén permite la circulación de dos personas en paralelo.

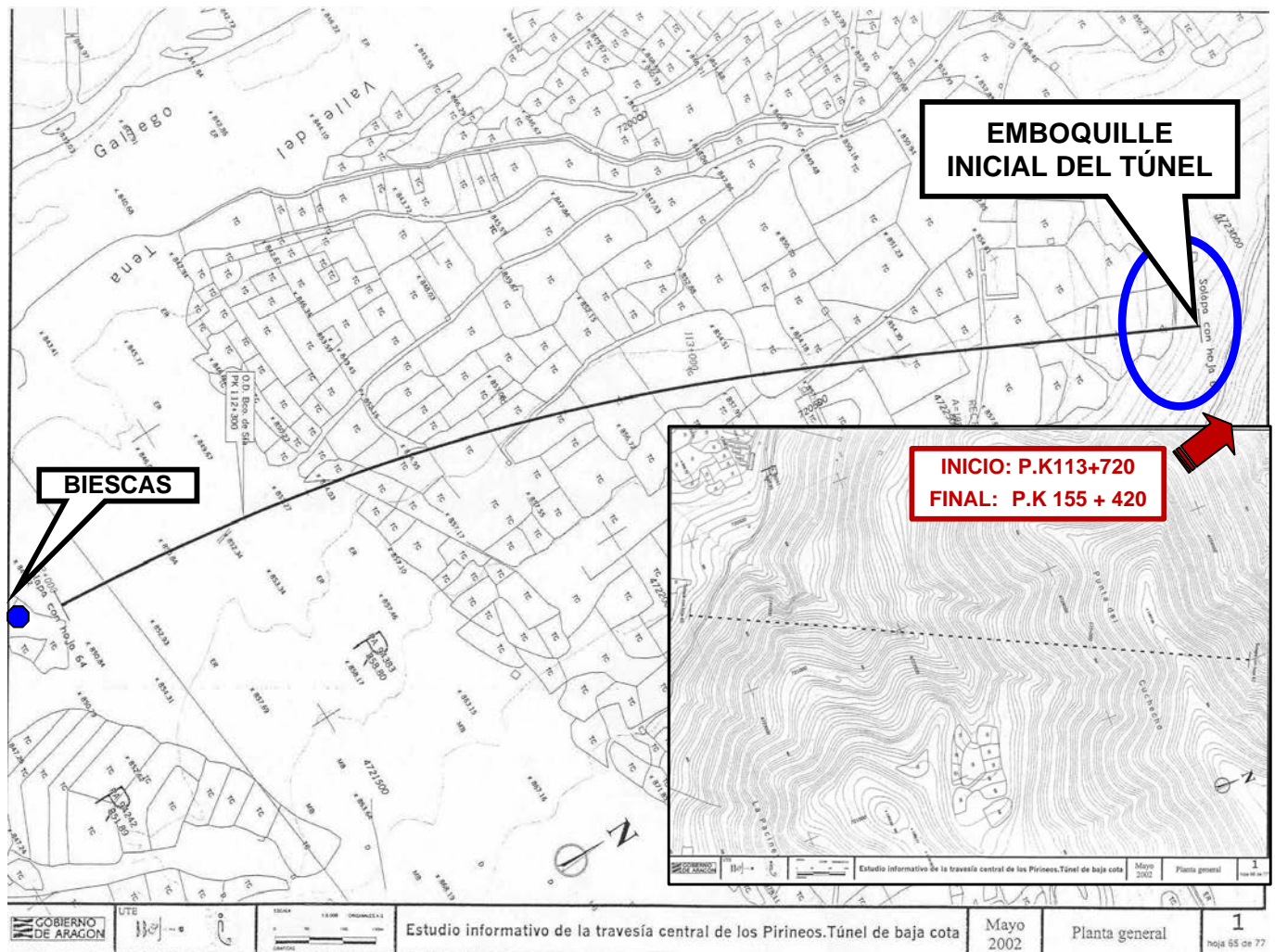




- El emboquille inicial del túnel se localiza en el PK 113+720
- El túnel atraviesa materiales de las zonas surpirenaica y axial del Pirineo
 - Zona surpirenaica
 - Flysch turbidítico: entre los p.k. 113+700 y 118+150.
 - Formaciones mesocenoicas de las Sierras Interiores: entre los p.k. 118+150 y 119+200.
 - Zona axial
 - Formaciones paleozoicas: entre los p.k. 119+200 y 126+900.
 - Plutones graníticos: entre los p.k. 126+900 y 134+640.
- Su pendiente es ascendente en los primeros 12 kilómetros, donde presenta una rampa del 5,1‰, y descendente en el resto, con una pendiente del 11,5‰, similar a la del túnel de base suizo de Lötschberg

perfil longitudinal





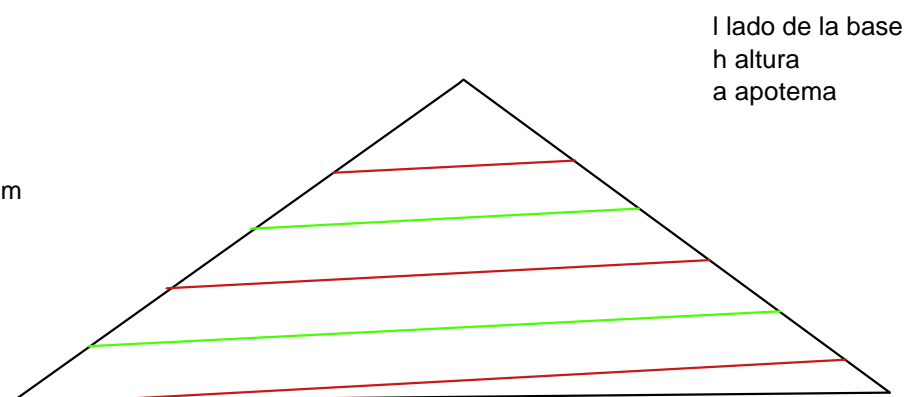
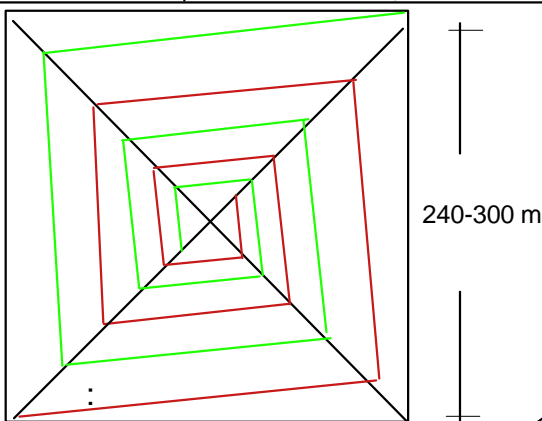
- El volumen total de los productos de la excavación es aproximadamente 6 millones de m³.
- En el lado español la pirámide de uso recreativo se sitúa en el entorno de Biescas con un volumen aproximado de 3 millones de m³ (300x300x100)
- La adopción de pirámides construidas con los productos de excavación del túnel transpirenaico cerca de sus bocas reduce los impactos de transporte y vertido

Macizo del Vignemale



- El tratamiento propuesto para los productos de la excavación pretende:
 - no enmascarar los mismos mediante creación de terraplenes forzados en la línea que aumentan su impacto ambiental
 - conseguir una finalidad que no renuncie de su origen, ni compita con su entorno
 - el túnel es una obra faraónica. Construir pirámides junto a sus bocas con los productos de la excavación es crear dos monumentos de referencia, que identifican claramente su origen, y pueden convertirse en centros de visita turística/museo, e incluso albergar en su interior el puesto de mando del túnel, o una exposición de su construcción.
 - la pirámide de grandes dimensiones es una forma geométrica pura, de gran belleza, una atracción es sí misma, y lo sigue siendo después de milenios, sea en Egipto, Méjico, o París
 - Los amplios valles próximos al imponente marco de los Pirineos suponen un contrapunto a la aparente grandiosidad de las pirámides. Pese a sus grandes dimensiones, en el marco de los valles, resultarán comparativamente, como esculturas de mediano tamaño
 - Con objeto de evitar la "competencia" con los montes, se proponen pirámides escalonadas, de relación más tendida que las egipcias, siguiendo la pendiente natural del terreno.
 - Las rampas de subida/descenso crean una imagen propia, entre pirámide y zigurat. que se manifestarán claramente en su alzado
 - Con vegetación verde en verano y cubiertas de nieve en invierno, sus laderas podrían ser incluso esquiables si hay nieve suficiente
 - Un estanque perimetral en su base se convertiría en pista de hielo en invierno

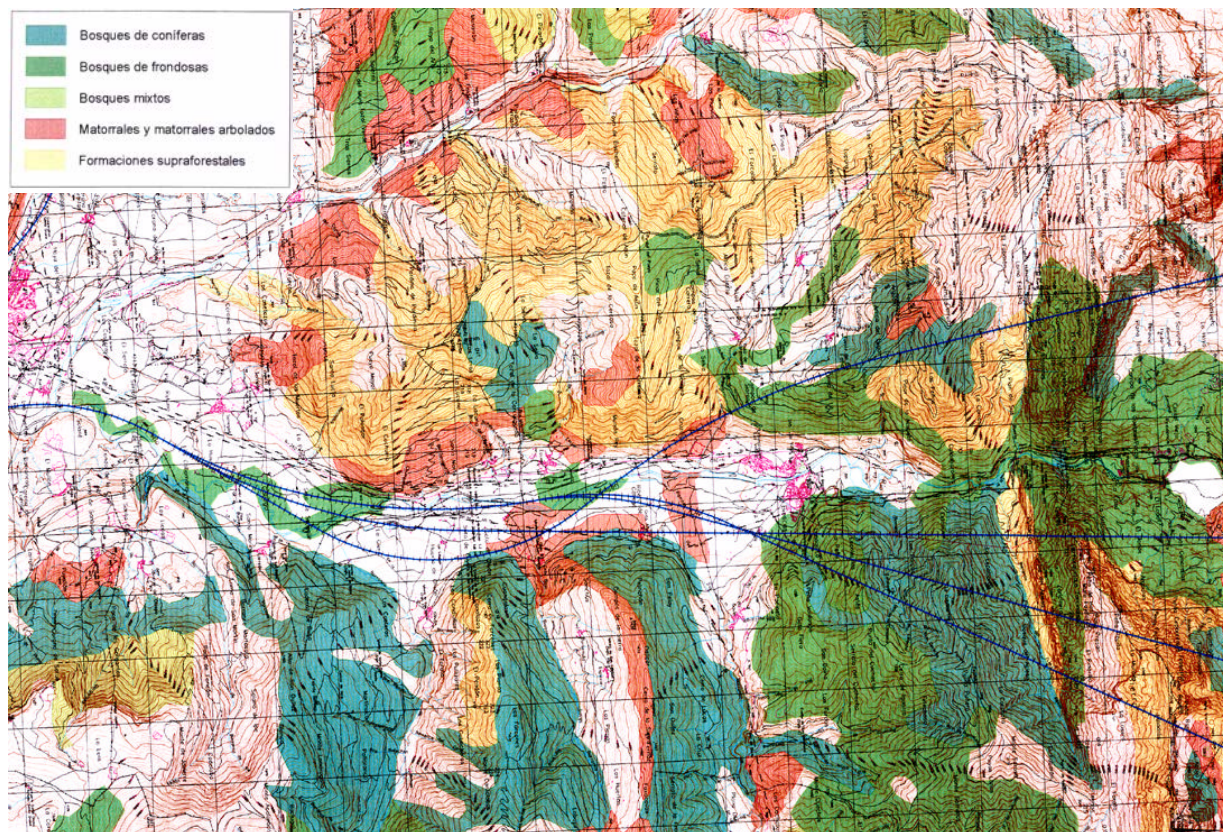
Keops	Kefren	Micerinos	Teotihuacán-Sol	Teotihuacán-Luna	París-Louvre	Pirineos(1)
l= 230 m h= 146 m a= 186 m	l= 215 m h= 143 m a= 179 m	l= 107 m h= 65 m a= 84 m	l= 200 m h= 66 m a= 80 m	l= 150 m h= 50 m a= 60 m	l= 34 m h= 22 m a= 50 m	l= 300 m h= 100 m a= 180 m



l lado de la base
h altura
a apotema

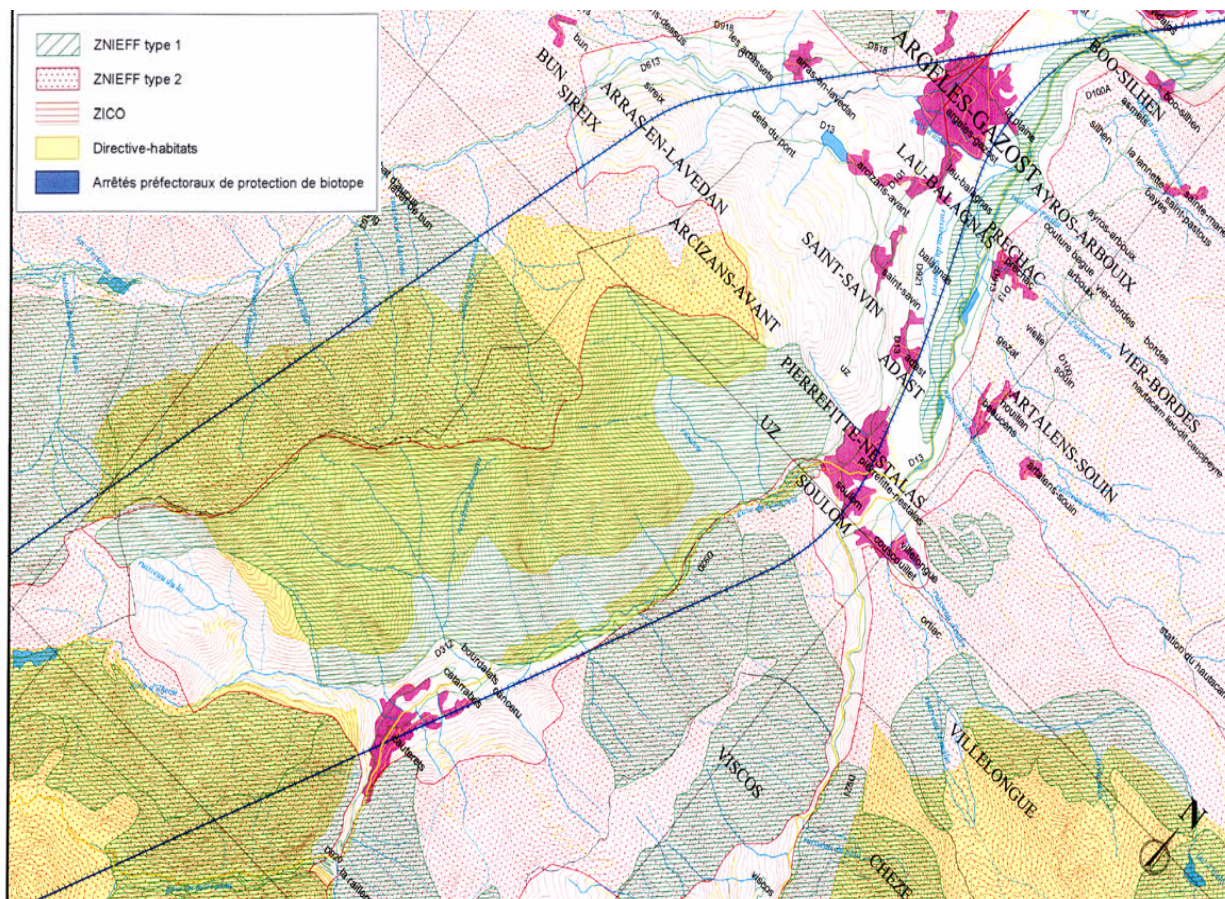
- la relación entre la altura y el lado de la base es de 1:3, para una pendiente de la apotema de 1,5 : 1, compatible con la natural de los productos de la excavación
- se propone una pirámide escalonada, con bermas en pendiente de un 4-5%, fácilmente franqueables por los camiones durante su construcción y por PMR, bicicletas o esquís en invierno una vez terminada
- las rampas se usarán por los camiones para su creación, y presentan ambos sentidos para evitar su cruce
- su alzado es característico y con personalidad propia, con las bandas inclinadas que ofrecen estas rampas

- Las dos grandes áreas identificadas por su **geología y relieve** son la depresión terciaria del Ebro y las sierras y corredores pirenaicos y prepirenaicos. En estas dos áreas se pueden identificar las siguientes áreas menores, cada una de las cuales posee características propias:
 - Somontano Oscense
 - Sierras Exteriores
 - Valle de Guarga
 - Valle del Alto Gállego
 - Zona axial pirenaica
- **Los contrastes climáticos:** se observa en general un notable incremento de las precipitaciones en sentido sur-norte y un descenso general de las temperaturas en el mismo sentido.
- Desde un **punto de vista biogeográfico**, el área de estudio se sitúa en las regiones Eurosiberiana y Mediterránea. El sector mediterráneo del área de estudio se encuentra en los pisos mesomediterráneo (Ontinar del Saz, Almudévar, Huesca-Monflorite) y supramediterráneo (Sabiñánigo), mientras que en el sector eurosiberiano del área de estudio los pisos reconocidos son colino (Santa María de Belsué) y montano (Panticosa-Balneario, Sallent de Gállego).
- Cada uno de estos pisos posee **comunidades vegetales** propias; si bien, la vegetación actual se aleja considerablemente de la vegetación potencial del territorio. La afección del trazado a la vegetación es prácticamente nula hasta Vicién. Las afecciones más significativas se producen al norte de las Sierras Exteriores, aunque todavía en la Depresión, una vez sobrepasada Huesca, el trazado afecta a pequeños encinares.
- Las **zonas de mayor interés** se sitúan a partir al norte de Latre. Entre esta localidad y Sabiñánigo, dominan diversos matorrales (boj, aulaga con *Juniperus communis*) mosaicos irregulares de *Pinus nigra* de repoblación, mosaico de cultivos con *Quercus faginea*, quejigares o formaciones mixtas de *Quercus gr faginea* y *Pinus sylvestris*. Aguas arriba de Sabiñánigo, dominan los cultivos hasta Oliván y, desde aquí hasta Biescas, los pastizales mesófilos, quejigares de *Quercus gr faginea*, pinares de *Pinus sylvestris* (Orós), aulagares con *Quercus gr faginea* y bojedas.



- El área de estudio es una zona de alta riqueza y **diversidad faunística**, relacionada con la existencia de paisajes de características ambientales contrastadas.

- Excluyendo a los mamíferos, en el área de estudio se han localizado 203 especies de **vertebrados terrestres y acuáticos** distribuidos por grupos de la siguiente manera:
 - 9 especies de peces
 - 37 especies de anfibios y reptiles
 - 157 especies de aves.
- Del total de especies identificadas, 63 presentan un **estado de conservación** desfavorable en Europa, lo que representa el 31,34%. Así, en el ámbito de estudio están presentes 51 aves (32,48%), 7 peces (77,78%) y 5 herpetos (13,51%) cuyo estado de conservación es desfavorable, destacando la presencia de varias especies consideradas en **peligro de extinción** en Europa.
- **En todos los casos son aves**, principalmente rapaces como el quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), el águila-azor perdicera (*Hieraetus fasciatus*), o el alimoche (*Neophron percnopterus*), u otras especies como la ganga ibérica (*Pterochle alchata*) y la collalba negra (*Oenanthe leucura*).
- El trazado afecta a diversas infraestructuras, principalmente caminos agrícolas y canales de riego, así como a algunos **núcleos de población**. Zuera (5.439 habitantes), Tardienta (1.062 habitantes), Vicién (120 habitantes), Chimillas (176 habitantes), Latras (T.M. Sabinánigo) (10 habitantes), Sabinánigo (8.759 habitantes) y Aurín (T.M. Sabinánigo).
- Los impactos ambientales se concentran principalmente en la zona situada al norte de las Sierras Exteriores. Afectan fundamentalmente a la vegetación, a la fauna y al paisaje. Como **impactos más destacados** sobre las variables citadas cabe señalar la alteración de hábitats ocupados por especies sensibles, la degradación comunidades vegetales de especial interés o la alteración de paisajes de valor estético y visual, minimizados por la adopción de túneles en las áreas conflictivas.
- **El trazado no afecta a ningún espacio natural protegido por la normativa estatal o autonómica**, aunque sí a varios Lugares de Importancia Comunitaria y a quince espacios que albergan Hábitats de la Directiva 92/43/CEE, no protegidos.



Superestructura

■ El diseño de la plataforma propuesta para vía doble en ancho UIC es el siguiente:

- ·Anchura total: 14 m
- ·Balasto: tipo A CLA<18
- ·Pendiente de la banqueta de balasto 3/2
- ·Espesor de balasto bajo traviesa: 0,30 m.
- ·Tipo de carril: UIC-60 con una dureza de 90 en barras de 288 m soldadas en taller
- ·Traviesa de hormigón monoblock

■ ·Estaciones

- -Zuera
- -Almudévar
- -Tardienta
- - Futura estación de Huesca

■ Se han localizado 3 PAET(Puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes)

	p.k. inicial	p.k. final
■ PAET 1 Futura estación Huesca	46+000	47+900
■ PAET 2	88+450	90+350
■ PAET 3 boca norte del túnel	105+100	107+000

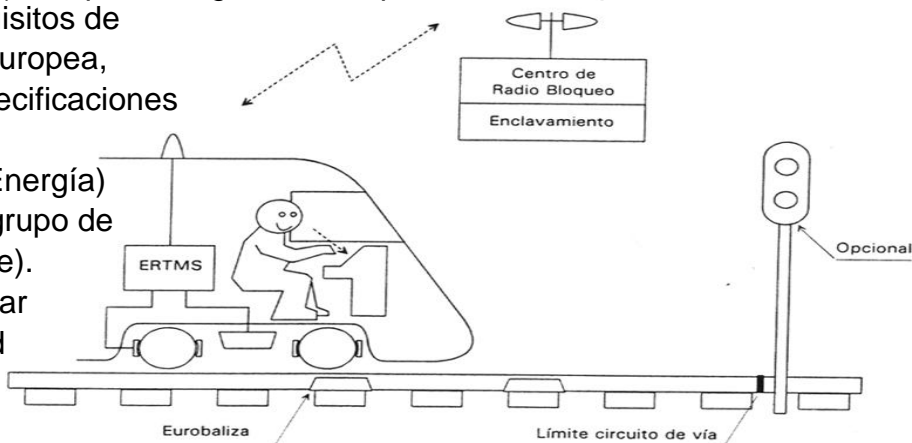
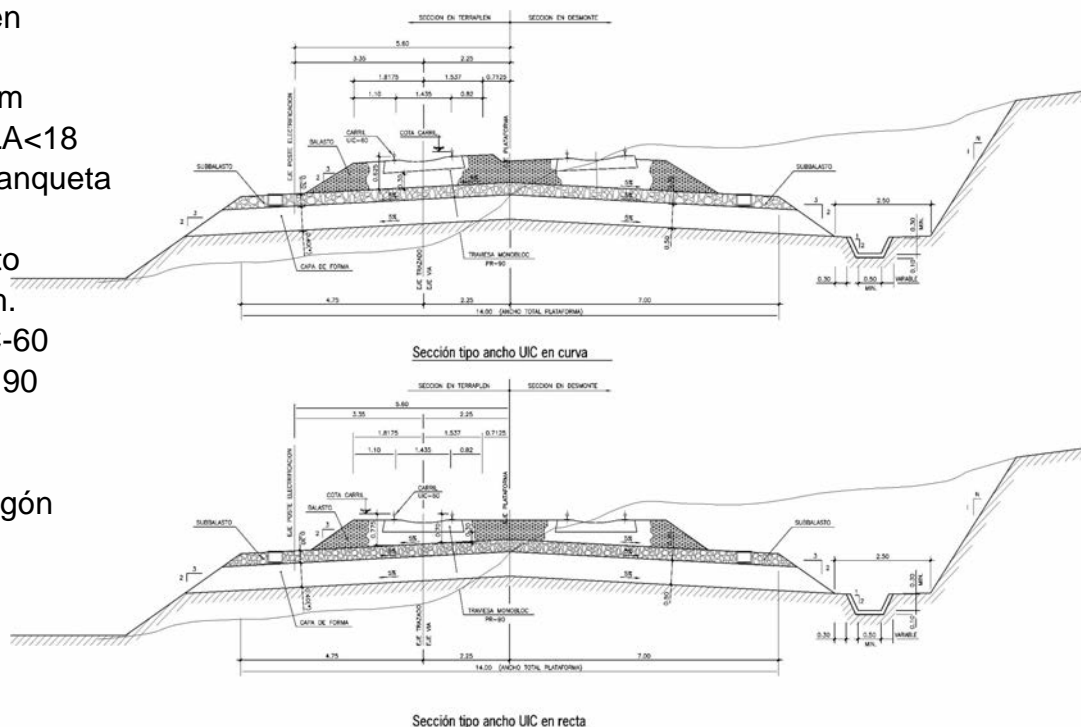
Instalaciones

■ El sistema de **electrificación** adoptado es 2x25 KV

■ Las **subestaciones** a instalar a lo largo de la línea serán 3 situadas a una distancia no mayor de 50 Km. 1 subestación en cada boca del túnel.

■ La **línea aérea de contacto** (L.A.C.) cumple los siguientes requerimientos funcionales establecidos por el GIF. La línea cumple los requisitos de interoperabilidad de la normativa europea, ENFSO 119 de CENELEC, las especificaciones técnicas para el cumplimiento de la interoperabilidad (STI subsistema Energía) y las recomendaciones de la UIC (grupo de estudio 57H1 y 57H3 principalmente).

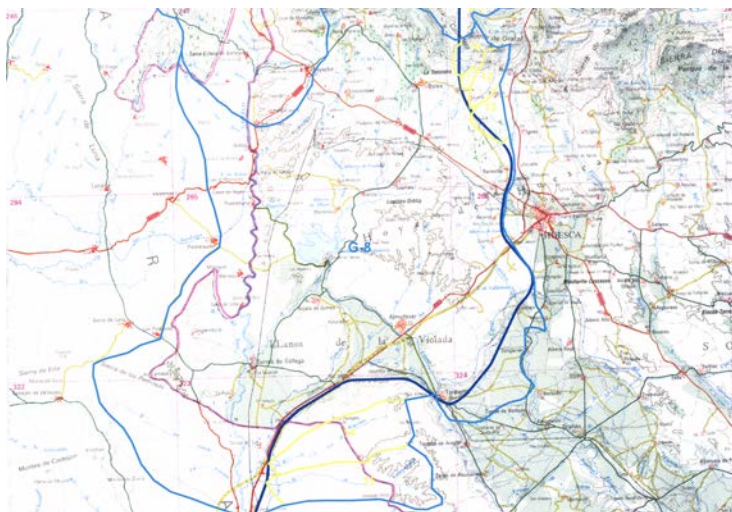
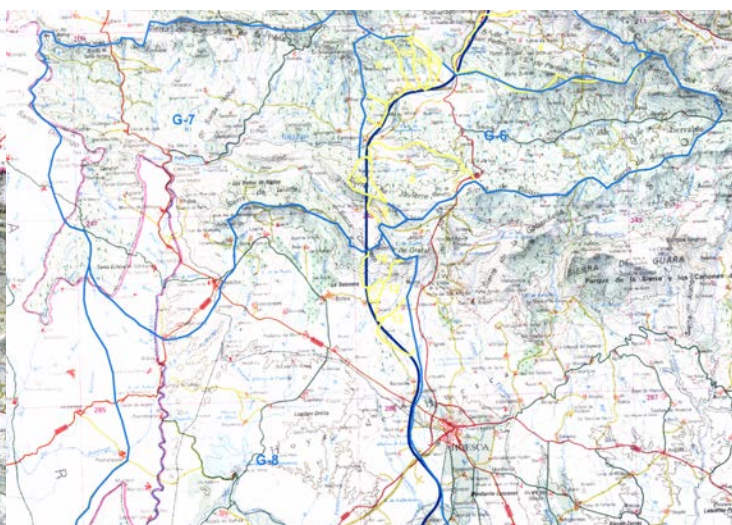
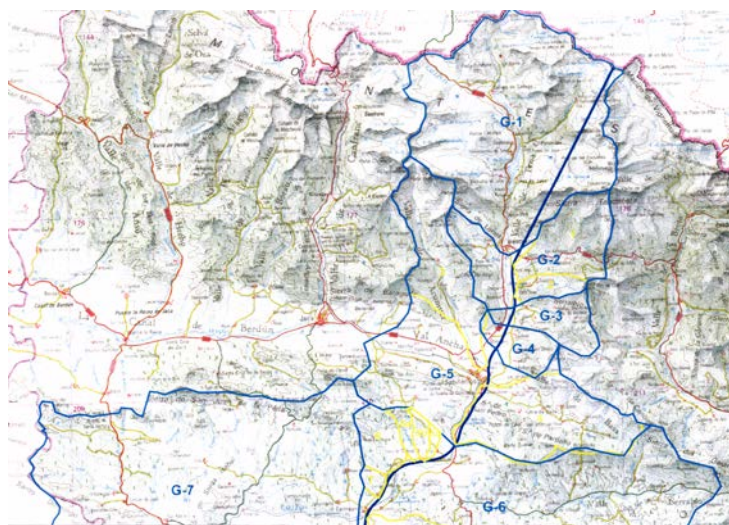
■ El **sistema de señalización** a utilizar es ERTMS nivel 2 por compatibilidad con la red ferroviaria y circulaciones previstas.



■ Las principales obras de drenaje son las siguientes:

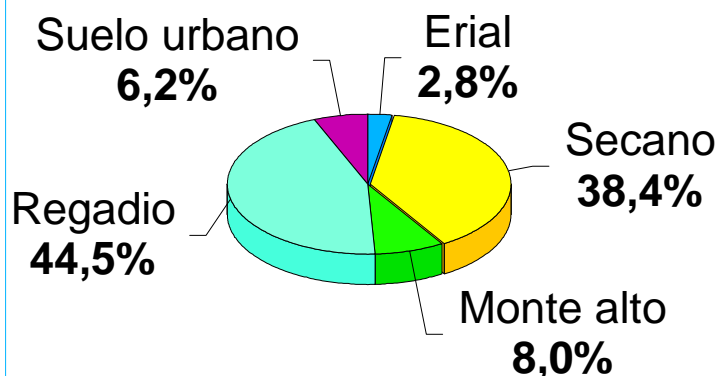
Nº CUENCA	Intersección eje	Punto kilométrico	Superficie (m2)	Q (m3/s)
1	Bco de Sía	112+300	58,070,000	255
2	Bco Dos Lucas	109+800	13,880,000	87
3	Río Aurín	101+900	84,930,000	248
4	Río Basa	98+500	108,850,000	351
5a	Pasogueiras	88+825	7,153,000	47
5b	Bco	89+750	6,487,000	43
5c	Bco Campaces	89+750	2,748,000	22
6	Ayo. en Latrás	87+000	24,640,000	132
7	Ayo. de Latre	83+100	5,120,000	38
8	R. Matriz	80+800	51,700,000	203
8a	Bco Solano de Buriles	79+770	7,368,000	51
9	Ayo. de Bentué Rasal	74+800	6,880,000	53
10	Ayo. Salado	67+100	11,150,000	76
11	Ayo Puibolea	63+700	13,830,000	79
13	Bco Las Lastras	60+000	12,480,000	49
14	Val de Regordín	5+400	55,360,000	147
15	Val de Parantas	4+100	67,240,000	176

■ El periodo de retorno utilizado para el dimensionamiento de las obras de drenaje ha sido de 500 años



Expropiaciones

- Las afecciones expropiatorias del proyecto son reducidas, al discurrir buena parte del mismo en túnel. Su desglose por tipos es el siguiente:



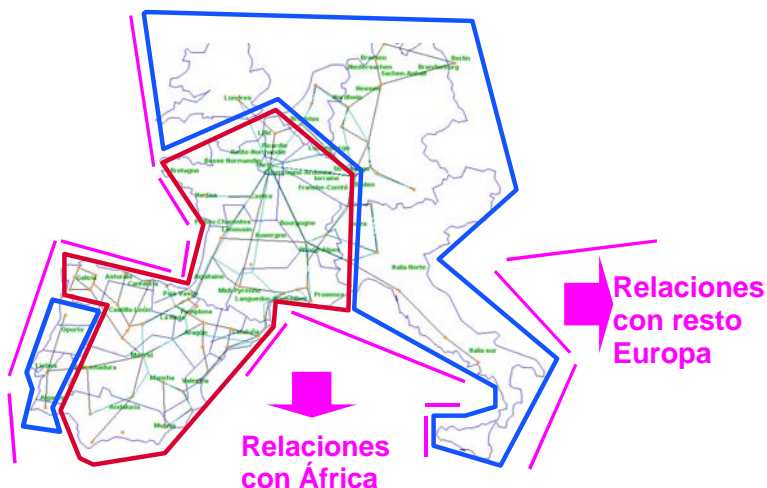
Alternativa Gállego	Superficie (m2)	Porcentaje (%)
Erial	111.700	2,77%
Cultivos de secano	1.552.800	38,45%
Monte alto	323.200	8,00%
Regadío	1.799.070	44,54%
Suelo urbano	252.100	6,24%
Total	4.038.870	100%

Servicios afectados

- Se han identificado las líneas eléctricas de la Red de Transporte Nacional, y los gasoductos de transporte, así como los servicios a reponer clasificados por zonas con mayor concentración de suelos urbanos o de regadío.
- 40 obras de reposición de caminos, carreteras y caminos de servicio afectados
 - Vía ferroviaria existente: Zaragoza-Lérida y Huesca-Canfranc
 - Autovía Huesca-Zaragoza
 - Carretera nacional N-330
 - Carreteras comarcales y locales
 - Caminos agrícolas
 - Caminos forestales
 - Caminos de servicio de canales
 - Canales de Javierrelatre y Flumen
 - Acequias
 - Infraestructuras vinculadas a acequias (sifones)
 - Líneas eléctricas
 - Gasoductos
 - Edificaciones rurales
 - Edificaciones industriales

Estudio demanda

• Modelo mercancías



■ Principales relaciones O/D

■ 54 zonas cubriendo 3 ámbitos

ámbito regional próximo

ámbito regional europeo

ámbito continental

■ Matrices O/D tráficos y tiempos

■ PIB: (+2%, 2.5%)

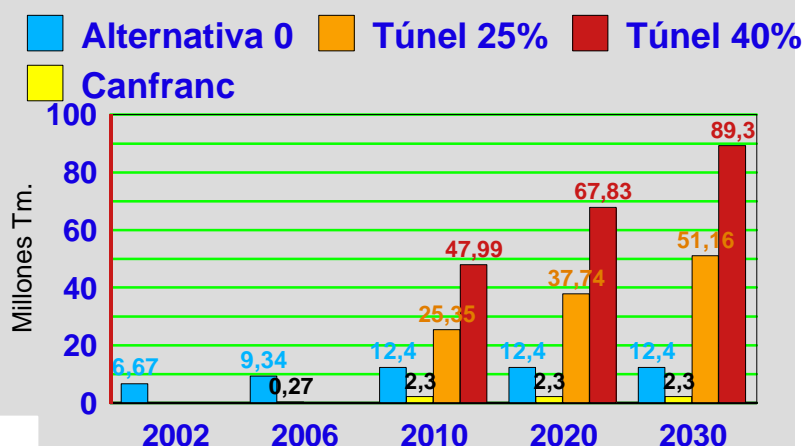
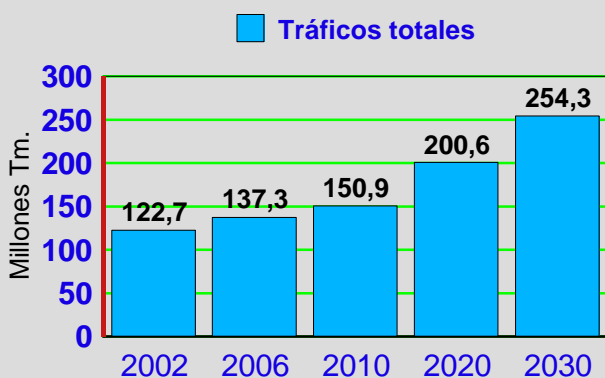
■ Cuota ferrocarril con túnel
25% pesimista
40% optimista

■ IPC: +2% anual

■ Asignación de equilibrio

Tráficos ferroviarios

Resultados



Con sólo los pasos actuales:

- Máxima participación fc del 9.2% en 2010
- Se alcanza saturación (12.4 millones Tm.) en 2010
- Cae participación fc desde entonces
- 4.88% en 2030

Con apertura de Canfranc:

- Máxima participación fc del 10% en 2009
- Genera un 0.2% del tráfico total
- Se alcanza saturación (14.7 millones Tm.) en 2009
- Cae participación fc desde entonces
- 5.78% en 2030
- Evita la pérdida de tráficos tras la saturación de Irún y Portbou, que en este caso se produce en 2008.

Con túnel de base:

- Captación de un 17% del tráfico total en escenario pesimista (objetivo de cuota fc del 25%)
- Captación de un 32% del tráfico total en escenario optimista (objetivo de cuota fc del 40%)
- Sin problemas de saturación en 2030

Estrategia de adelanto

• Modelo viajeros

		Hasta 2010	2010-2020	2020-2030
Tasas de crecimiento anual fc según modelos estimados y estudios precedentes	Sin túnel	1,1%	1,3%	1,2%
	Con túnel	1,8%	2%	1,8%

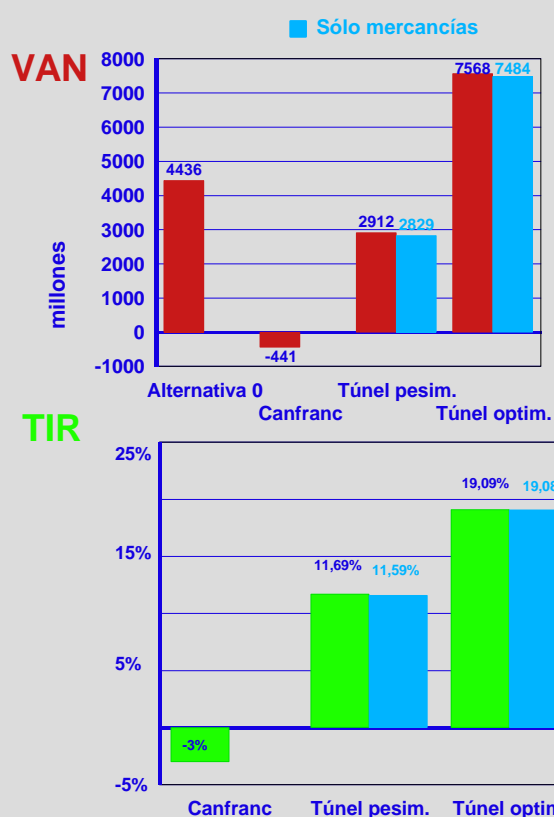
	2002	2010	2020	2030
Base	3,13	3,42	3,89	4,38
Canfranc	-	-	-	-
Túnel	-	0,69	1,12	1,60

Millones viajeros

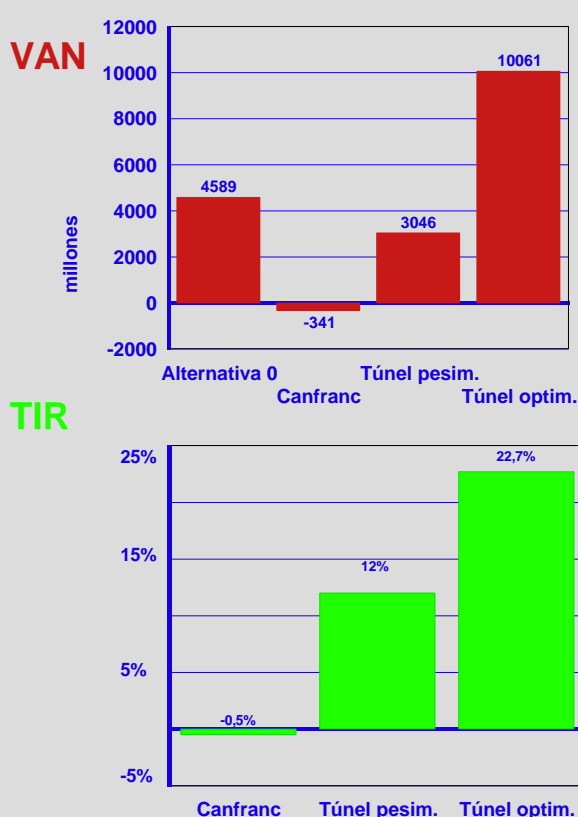
Estudio rentabilidad

- Modelo de ingeniería financiera basado en análisis coste-beneficio: análisis financiero, económico y de sensibilidad
- Tasa actualización: 5,4%
- Período evaluación: 2002-2030. Apertura túnel transpirenaico 2010
- Elementos del modelo valorados según criterios del Manual de Inversiones Ministerio Fomento
- No se incluyen costes por saturación
- Supone capacidad ilimitada carretera

Análisis financiero



Análisis económico

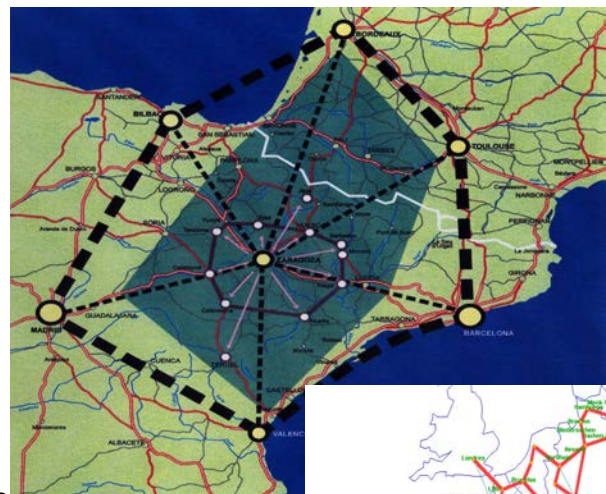
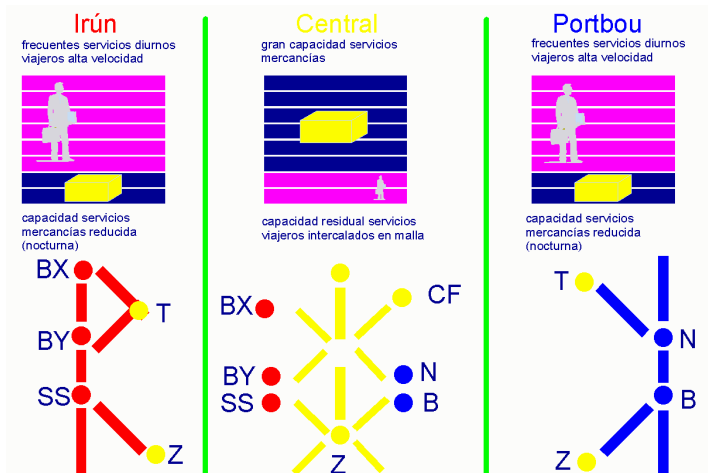
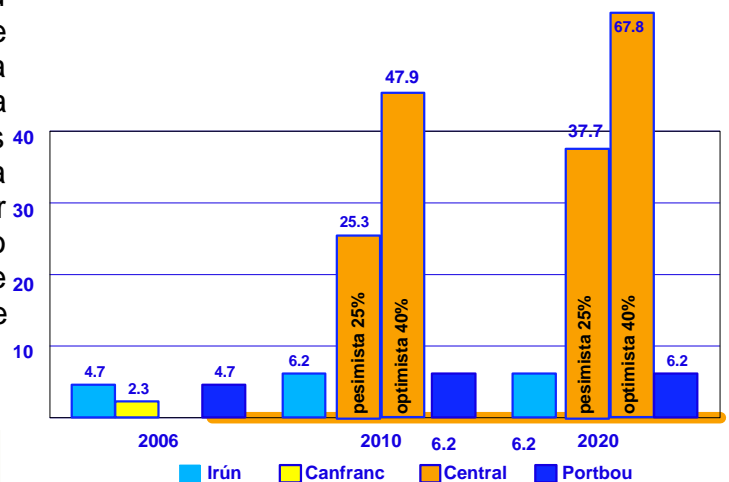


- La elección de la alternativa túnel, a parte de responder a criterios de capacidad, está justificada por ser la alternativa que genera los mayores flujos monetarios descontados, tanto desde el punto de vista financiero como socioeconómico, superando su rentabilidad interna ampliamente el coste del capital.
- Los viajeros apenas afectan a la rentabilidad del proyecto

Análisis sensibilidad

- Las rentabilidades de la alternativa túnel son las que presentan menor sensibilidad a cambios en la tasa de inflación, tarifas de mercancías y viajeros, y al período de valoración, lo que muestra la consistencia de esta alternativa incluso ante cambios de efectos permanentes.

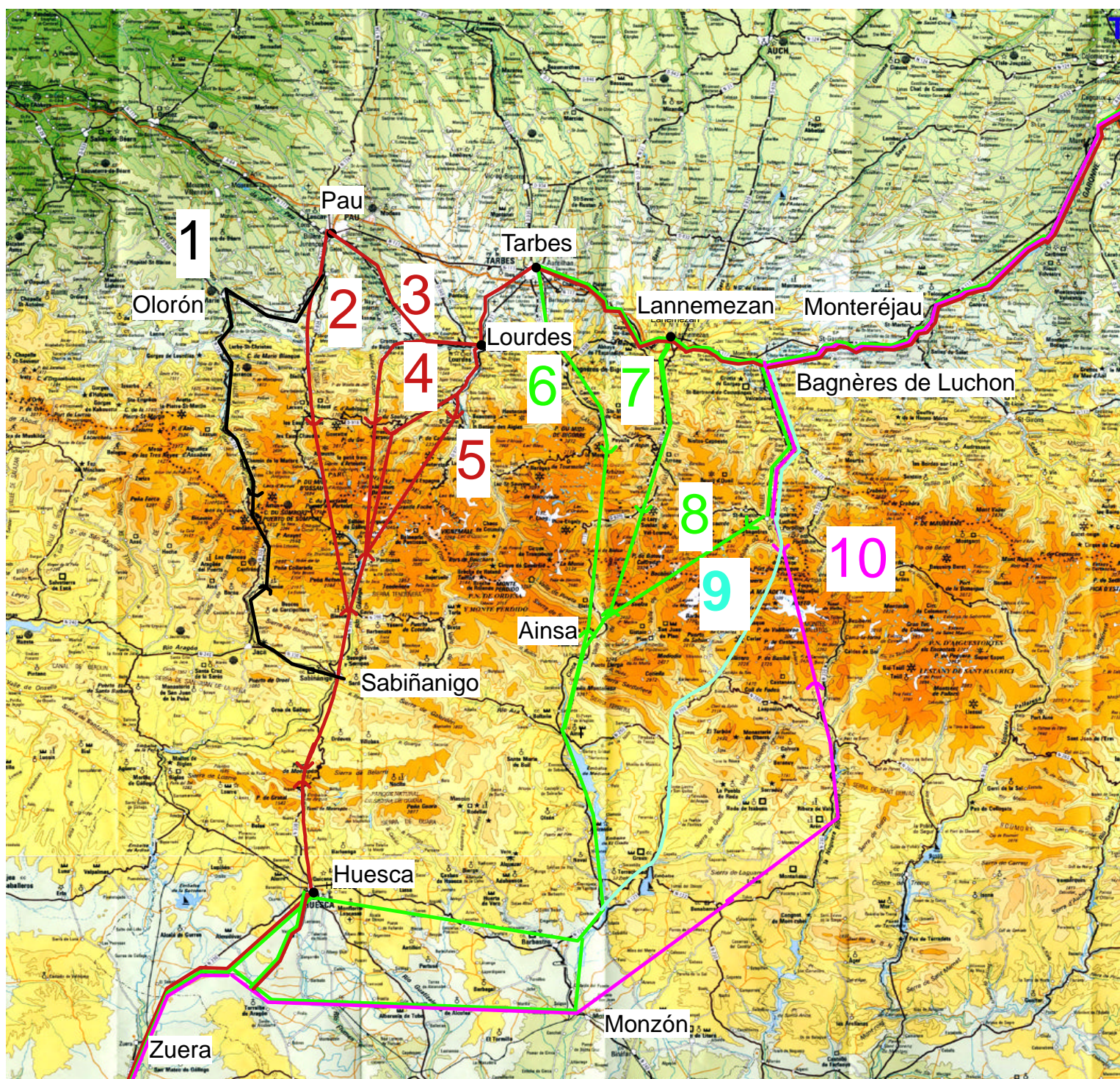
- La solución adecuada, desde un punto de vista funcional y ambiental, es un tercer eje transpirenaico destinado preferentemente a mercancías que resuelva los problemas de capacidad con mínima repercusión ambiental
- Se basa en el uso de un modo eficiente y sostenible
- La reapertura del Canfranc en 2006 supone un incremento de capacidad de 2,3 millones de Tm año, pequeño, pero que alivia el problema durante el período de construcción del nuevo eje ferroviario. El Libro Blanco del Transporte, en su Segundo Capítulo "Supresión de los puntos de estrangulamiento", hace mención a esta necesidad cuando recomienda medidas para mejorar la permeabilidad de los Pirineos, reconsiderando la problemática ambiental y social de las conexiones por carretera y apostando por el modo ferroviario mediante la inclusión en el esquema de RTE de un "proyecto específico potencial número 16", de los añadidos a la original lista de Essen.



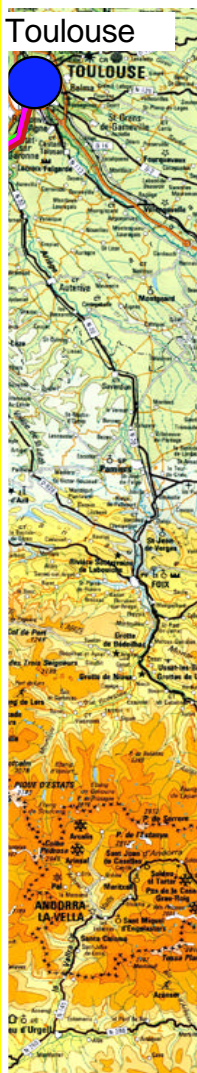
Red europea con proyecto modelizada en VISUM



- El planteamiento del nuevo túnel para el 2010 conseguiría proporcionar la capacidad necesaria durante los próximos 20-30 años.
- Se plantean dos escenarios de captación para el tren
 - pesimista 25% tren
 - optimista 40% tren
- Los repartos modales ferrocarril-carretera planteados responden a los objetivos perseguidos desde la Comisión europea, en línea con los actuales alpinos (37%), aún antes de que se lleven a cabo proyectos como el Lyon-Turín.
- Se potencia, además, el transporte combinado incrementando las capacidades logísticas. La conexión ferroviaria de los Pirineos aprovecharía las capacidades logísticas de nodos como Zaragoza, Madrid, Valencia, Toulouse, Burdeos.... junto con los tráfico provenientes de los puertos de Lisboa, Sines y Continente Africano a través de Algeciras



- 1 Canfranc: Zaragoza-Canfranc-Pau reapertura de la línea actual
- 2 Biescas-Laruns: Zaragoza Huesca- Sabiñánigo- Biescas- Laruns- Pau
- 3 Biescas-Lestelle: Zaragoza- Huesca- Sabiñánigo -Biescas- Ferries- Lestelle Betteran- Lourdes
- 4 Biescas-Argelès Gazost: Zaragoza- Huesca- Sabiñánigo- Biescas- Argelès Gazost- Lourdes
- 5 Biescas- Pierrefitte: Zaragoza- Huesca- Sabiñánigo- Biescas- Pierrefitte Nestalas- Lourdes
- 6 Ainsa-Campan: Zaragoza- (Huesca)-(Monzón)- Barbastro- Ainsa-St. Marie Campan-Tarbes
- 7 Ainsa - Arreau Zaragoza- (Huesca)-(Monzón)- Barbastro- Arreau- Lannemezan
- 8 Ainsa - Luchon: Zaragoza- (Huesca)- (Monzón)- Barbastro- Bagnères de Luchon-Montrejeau
- 9 Graus-Luchón: Recorre el Valle de Benasque en la parte española y el Valle de la Pique en la francesa
- 10 Arén-Luchón: Recorre el Valle del Noguera Ribagorzana en España y el de La Pique en Francia



- En el trayecto Zaragoza - frontera francesa se han estudiado 10 alternativas a 1/50.000:
 - En la parte española, cubren desde el valle del río Aragón hasta el valle del Noguera Ribagorçana
 - En la parte francesa se abren en un abanico de posibilidades entre la Gave d'Aspe y el valle de la Pique
- Alternativa 1: Contempla la línea actual Zaragoza - Canfranc y la reapertura del tramo francés Canfranc - Pau, como alternativa a corto plazo. Adicionalmente se ha estudiado una variante de esta alternativa que no se encaminaría por el túnel actual sino a través de un nuevo túnel entre Villanúa y Accous.
- Alternativas 2, 3, 4 y 5: Estas alternativas discurren por el valle del Gállego en la zona española, separándose en la zona francesa la alternativa 2 por el valle d'Ossau, la 3 por el valle de Ouzom y las alternativas 4 y 5 por el Lavedan.
- Alternativas 6, 7 y 8: En la parte española discurren por el Valle de Cinca y en la zona francesa, por el Valle de Campan en la alternativa 6, el Valle de Aure en la alternativa 7 y el Valle de la Pique en la alternativa 8.
- Alternativa 9: Discurre por el valle del Ésera en la parte española y el valle de La Pique en Francia.
- Alternativa 10: Recorre el Valle de Noguera-Ribagorçana en la parte española y el valle de La Pique en la parte francesa

Valoración de alternativas

- Análisis multicriterio

Criterio

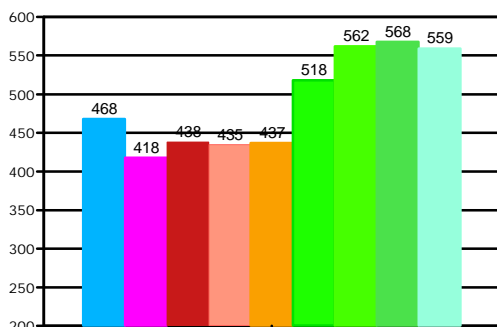
- 1 Longitud a Burdeos
- 2 Longitud a Toulouse
- 3 Túneles
- 4 Túnel más largo
- 5 Inversión requerida
- 6 Aspectos geológicos
- 7 Aspectos ambientales
- 8 Aspectos hidrológicos
- 9 Accesibilidad

Explicación contenido

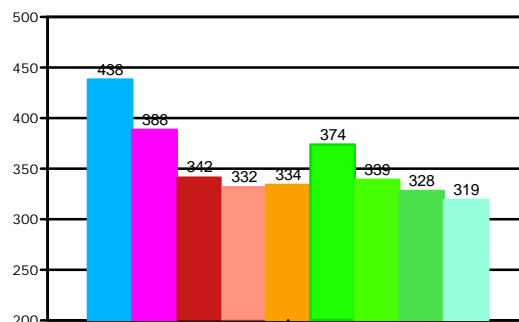
- Distancia de Zaragoza a Burdeos
- Distancia de Zaragoza a Toulouse
- Suma de los tramos en túnel
- Longitud del túnel de base
- Importe estimado del presupuesto
- Facilidad/dificultad parámetros de calculo
- Niveles de afección
- Magnitud de afección
- Aprovechamiento traza + vertederos

- Las alternativas 4 y 5 (Gállego) y las 7 y 8 (Cinca) fueron las mejor valoradas

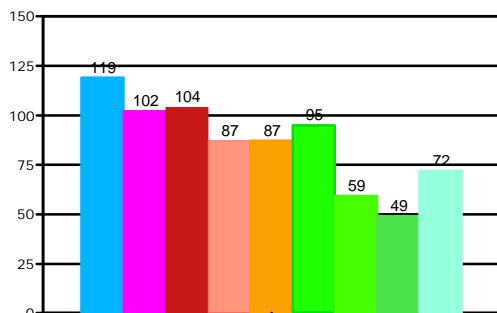
Longitud a Burdeos



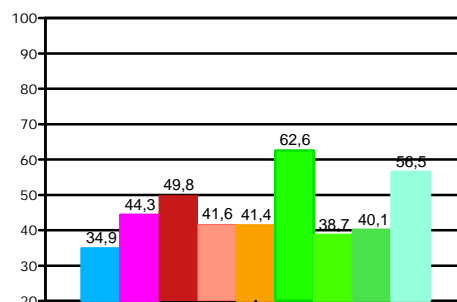
Longitud a Toulouse



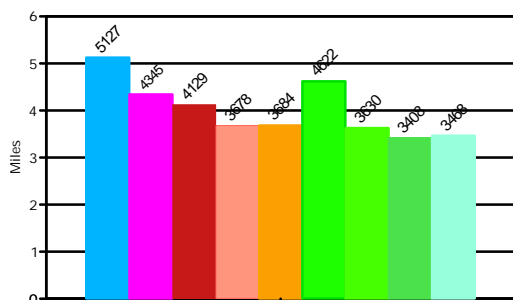
Longitud total de túnel en Km



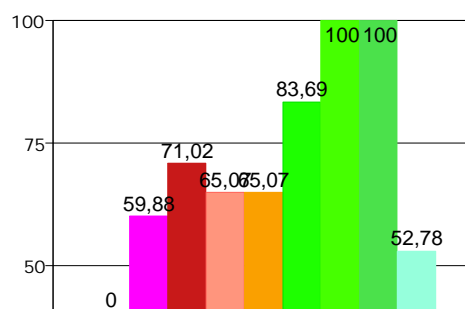
longitud túnel + largo en km



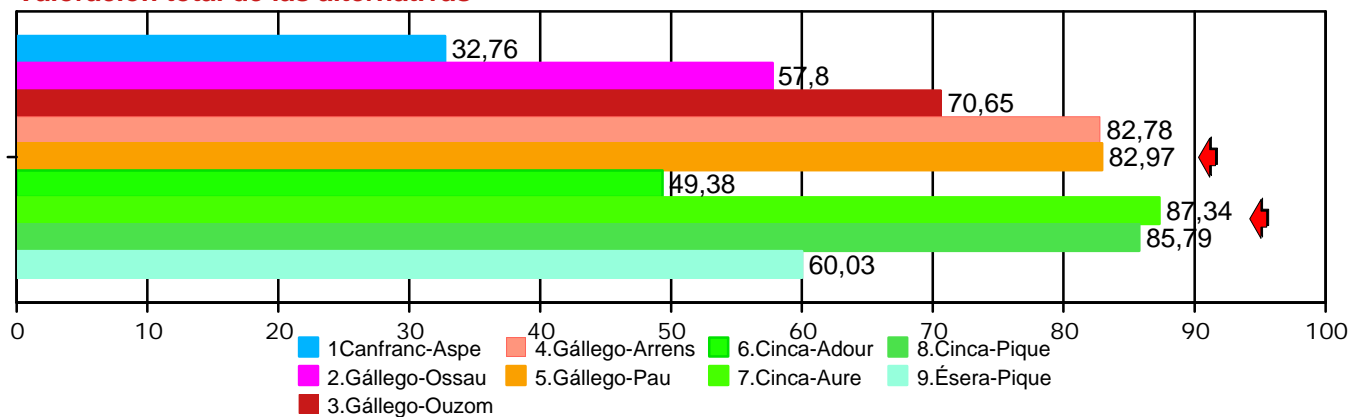
inversión en euros



valoración ambiental



Valoración total de las alternativas



Cartografía

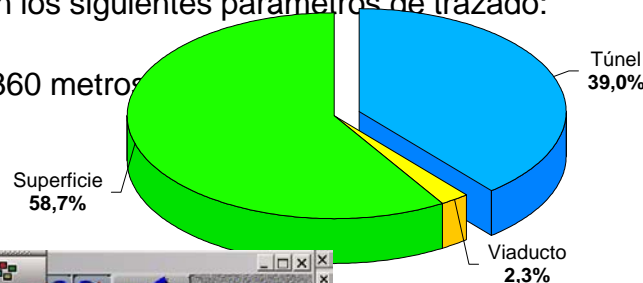
- La información cartográfica utilizada para el estudio de la alternativa seleccionada ha sido facilitada por el Gobierno de Aragón y corresponde a cartografía digital a escala 1/5.000 en 3D formato dxf y foto aérea a escala 1/10.000 en 2D formato arcview.



Criterios de trazado

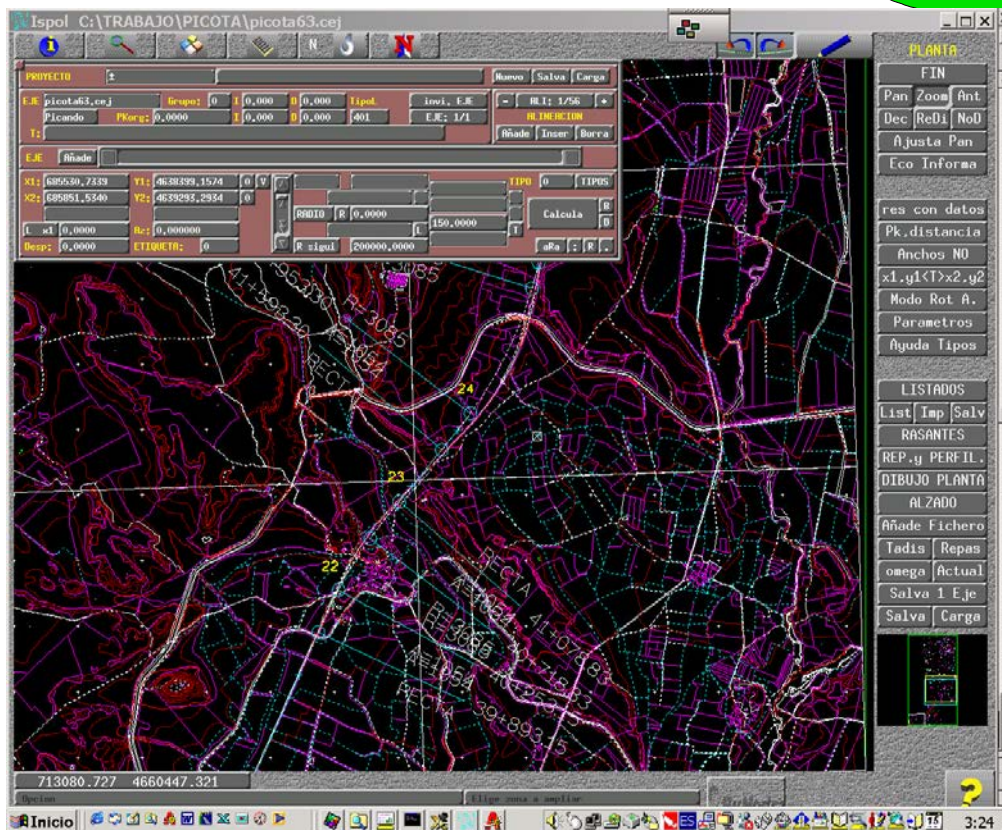
- La velocidad de proyecto adoptada es de 250 Km./h con los siguientes parámetros de trazado:
 - radio mínimo en planta: 3.000 metros
 - curvas de acuerdo tipo clotoide, longitud mínima 360 metros
 - pendiente máxima: 15 milésimas (1,5%)
 - curvas verticales de parámetro Kv 45.000

Descripción de la alternativa

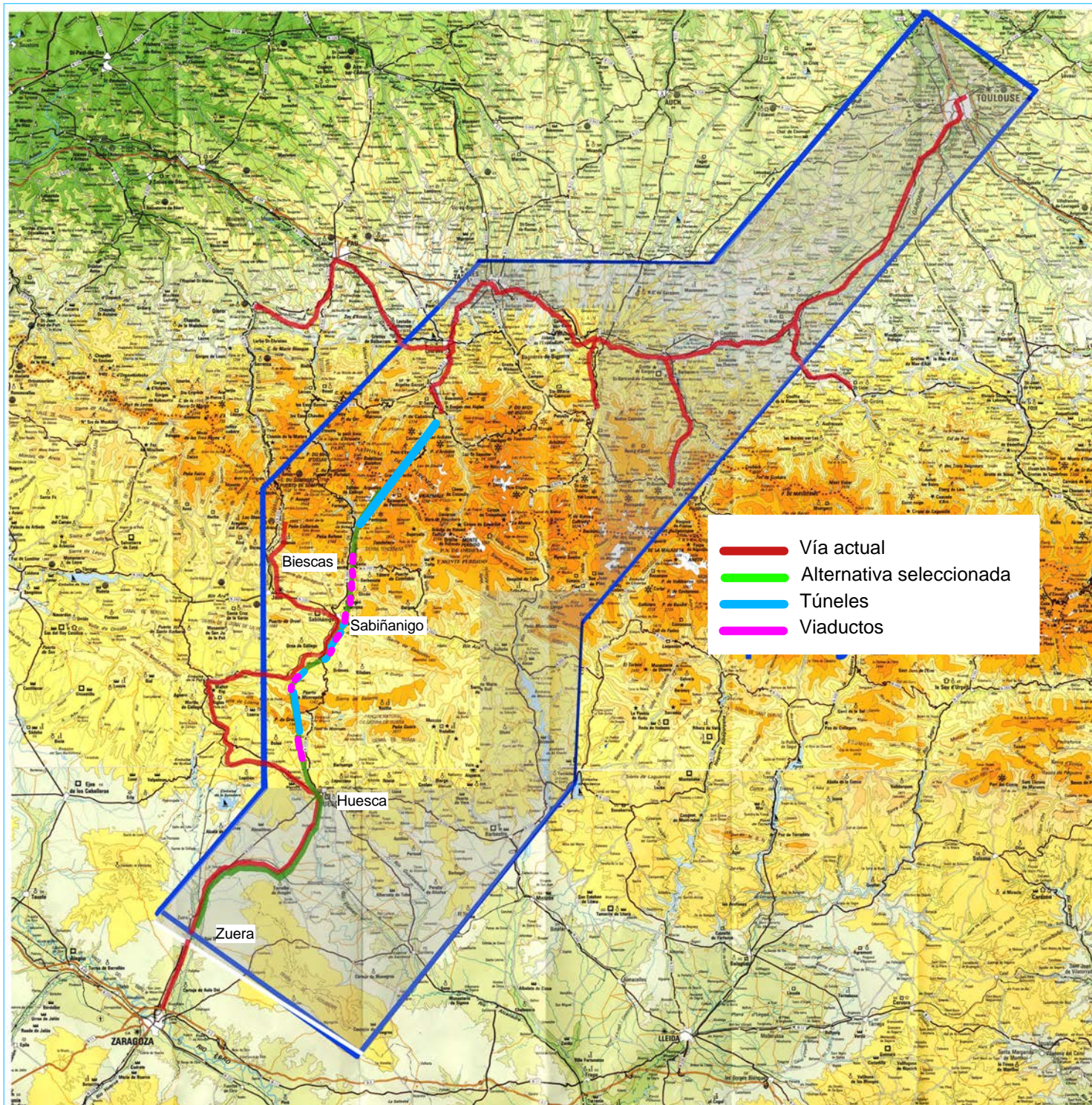


parte española 134 km

parte francesa 20,8 km

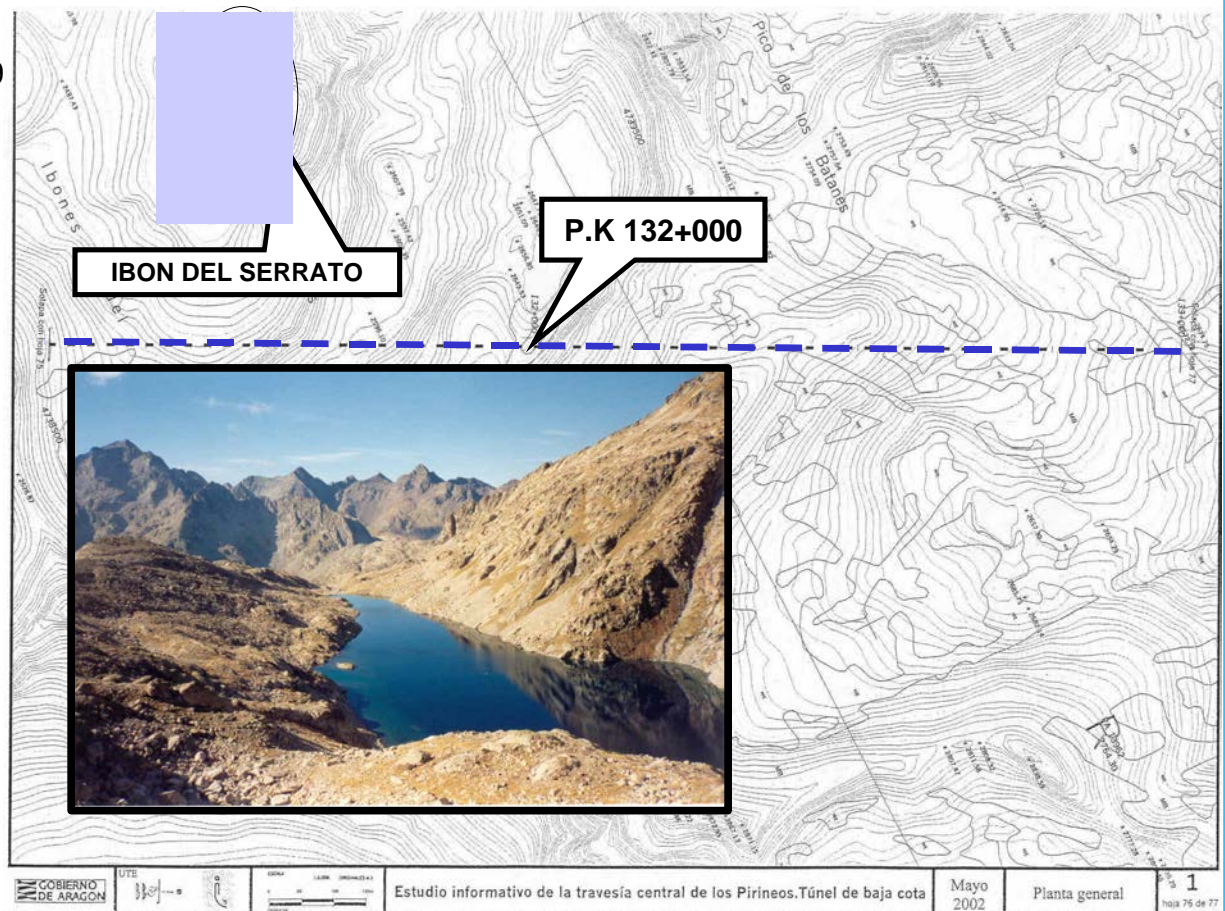
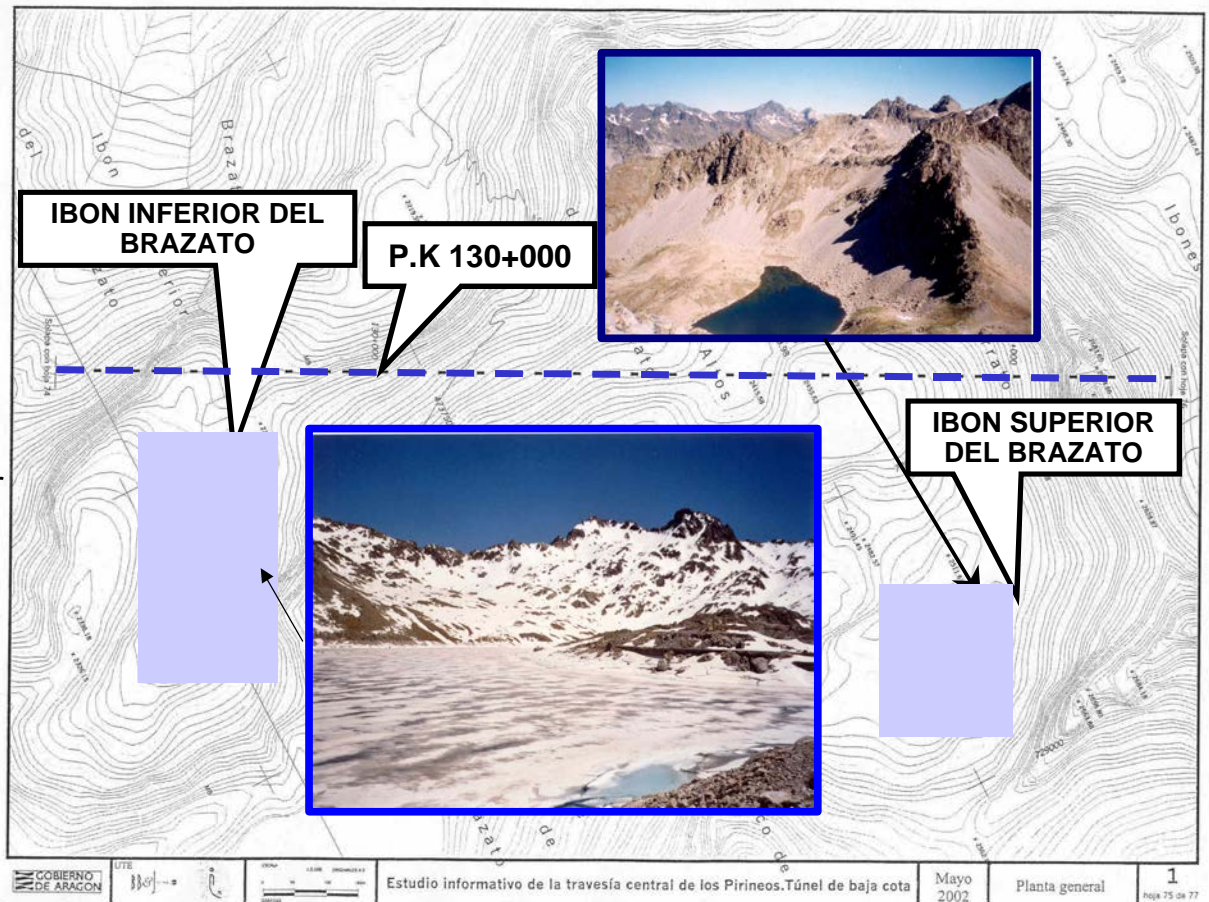


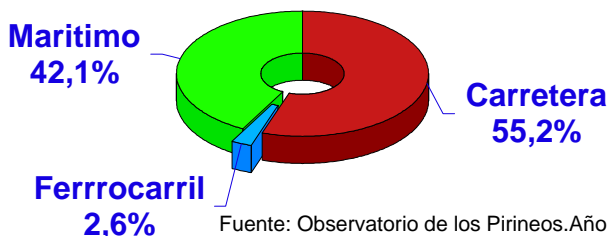
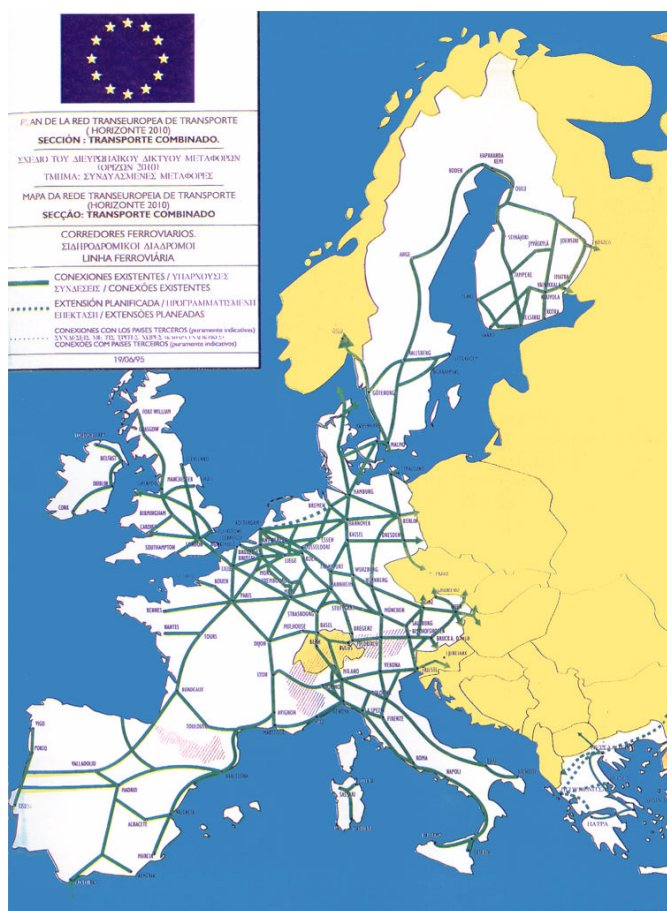
- El origen del proyecto se sitúa en Zuera.
- El trazado entre Zuera y Huesca sigue el trazado actual, con pequeñas modificaciones de trazado en tramos singulares para adaptarse a las características geométricas de proyecto.
- En Huesca se adopta el trazado previsto para la nueva circunvalación de mercancías, en el p.k. 47+000 está previsto situar un PAET (puesto de adelantamiento y estacionamiento de trenes) con la posibilidad de utilizarlo en el futuro como estación, de acuerdo con el planeamiento urbano.



- Cuenta con estaciones en Zuera, Almudévar y Tardienta.
- Al norte de Huesca, la traza se separa totalmente de la vía actual, atravesándola al norte de Huerrios y encaminándose hacia el norte donde se cruza la sierra Caballera mediante un túnel de 13 Km. de longitud. La boca norte de este túnel desemboca en el valle del Gállego en las inmediaciones de Caldearenas.
- El trazado discurre a lo largo del valle del Gállego desde Caldearenas hasta la boca de entrada del túnel transpirenaico en Biescas, subdividiéndose en dos grandes tramos:
 - Tramo Caldearenas - Sabiñanigo con cinco túneles de longitudes comprendidas entre 0,5 y 2,5 Km.
 - Tramo Sabiñanigo - Biescas, al este de Sabiñanigo con un túnel de 800 m, cruzando el río en cuatro ocasiones mediante sendos viaductos.

- Entre Sabiñánigo y Biescas, la traza discurre por el valle del Gállego, ahora de mayor anchura.
- La boquilla Sur del túnel transpirenaico se localiza en el entorno del p.k. 113+700 en el T.M. de Biescas.
- El túnel tiene una longitud total de 41,7 Km. entre Biescas y Pierrefitte Nestalas, de los cuales 20.9 Km. corresponden a la parte española, entre Biescas y la frontera hispano francesa, desarrollados en 77 planos 1/5.000 en el presente estudio.





- Más de 100 millones de toneladas atraviesan anualmente los Pirineos en transporte terrestre
- 17.000 camiones diarios congestionan la red viaria, que no es planteable ampliar, por razones ambientales
- Los dos pasos ferroviarios existentes, con 6,5 MTaño, ya están hoy saturados, mientras transportan escasamente un 5% del tráfico total
- Mientras tanto, el tráfico a través de los Pirineos, crece a un ritmo del 4,7% anual durante los diez últimos años y según se indico en el libro blanco : *"Este tráfico no dejará de aumentar con un porcentaje especialmente elevado (más del 10% anual) "* .
- Con los proyectos de ampliación previstos en los pasos laterales mencionados, su capacidad duplicará la actual, pero siempre estará limitada por la necesidad de atender simultáneamente tráfico de viajeros y mercancías y además, seguirá resultando insuficiente para absorber los crecimientos previsibles.
- En la hipótesis más moderada, en 2020 , 200 millones de toneladas atravesarán el Pirineo
- La red ferroviaria europea no tiene hoy por hoy aún resuelto este problema, y la red viaria no tiene modo de resolverlo
- No se trata sólo de buscar alternativas al tráfico rodado por carretera que consigan un mayor equilibrio en el uso de las infraestructuras y del reparto modal, disminuyendo la congestión , la agresión al medio ambiente y la siniestralidad..
- Es preciso resolver la falta de capacidad de transporte de mercancías a corto y medio plazo

Evolución del Tráfico de mercancías a través de los Pirineos

