

ESTIMACIÓN DE COSTES AMBIENTALES DERIVADOS DEL CORREDOR LA SALVE-IBARREKOLANDA. BILBAO - ESPAÑA

(ENVIRONMENTAL COSTS ASSESSMENT IN LA SALVE-IBARREKOLANDA CORRIDOR, BILBAO - SPAIN).

Jesús Sáiz de Omeñaca, Iñaki Ereño, M. Gloria Sáiz de Omeñaca y Marta Solar¹, Íñigo Aguirre², Antonio Camús³, Juan M. Gómez Poncela⁴, Germán Gutiérrez⁵, José A. Sáiz de Omeñaca⁶ y Eugenio Villar⁷.

Fecha de recepción 27 -IV - 93
113-20

RESUMEN

Se sintetizan los informes realizados con el fin de efectuar una primera comparación entre los costes ambientales que produciría un corredor entre el Puente de La Salve e Ibarrekolanda (Bilbao) según dos trazados netamente diferentes. El primero implicaría introducir unos viales de circulación rápida por una zona densamente habitada, mientras que el segundo tendría más bien carácter de circunvalación.

Como cabía esperar, el trazado que evita las partes densamente edificadas repercutiría sobre la población cercana unos costes ambientales más reducidos (tanto durante la fase de construcción como durante su funcionamiento) y al realizarse sobre una ladera ambientalmente degradada, en la que no existen rasgos o elementos naturales, agroganaderos o culturales de importancia, tampoco daría lugar a costes de consideración a través de los mismos. Además, las posibilidades de minimización de efectos indeseables son muy superiores.

SUMMARY

This paper summarizes the information on two alternative routes for a highway between the "La Salve" Bridge and Ibarrekolanda (Bilbao) in order to assess and compare the environmental costs. The first alternative would involve passing a high-speed road through a densely populated area whereas the second would have more characteristics of a ring road. As expected, the second alternative, which bypasses the built-up areas, would have less impact and lower environmental costs for the inhabitants of the area, not only during construction but also when the road is opened to traffic. In this alternative, the road would run along a steep slope which constitutes one side of the valley.

Since the slope is already environmentally degraded and has no significant natural, agricultural or cultural value, important environment costs would not be incurred by locating the road there. Furthermore, this alternative would make it much easier to minimize undesirable effects.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de mejorar las comunicaciones viarias por la margen derecha de la ría del Nervión ha dado lugar a que en el Plan General de Bilbao se prevea la construcción de un nuevo corredor, que comunicaría el puente de La Salve con la carretera de

Enékuri. De esta forma se desviaría del centro de la villa un importante contingente de vehículos, se canalizaría la entrada desde Enékuri y en el futuro se podría enlazar con la Solución Sur, en la margen izquierda, mediante la construcción de un puente por Olabeaga (Fig. 1).

¹DCITTYM, Univ. de Cantabria, 39005 Santander.

²Dept. Geografía, Univ. de Deusto, 48080 Bilbao.

³GOUGH, S.A., Elcano 11, 48011, Bilbao.

⁴Dept. Ci. Téc. del Agua y del Medio Ambiente, Univ. de Cantabria.

⁵Dept. de Diseño y Construcción de Estructuras, Univ. de Cantabria.

⁶Dept. Silvopascicultura, ETSI de Montes, Univ. Politécnica, 28040 Madrid.

⁷Dept. Física Aplicada, Univ. de Cantabria.

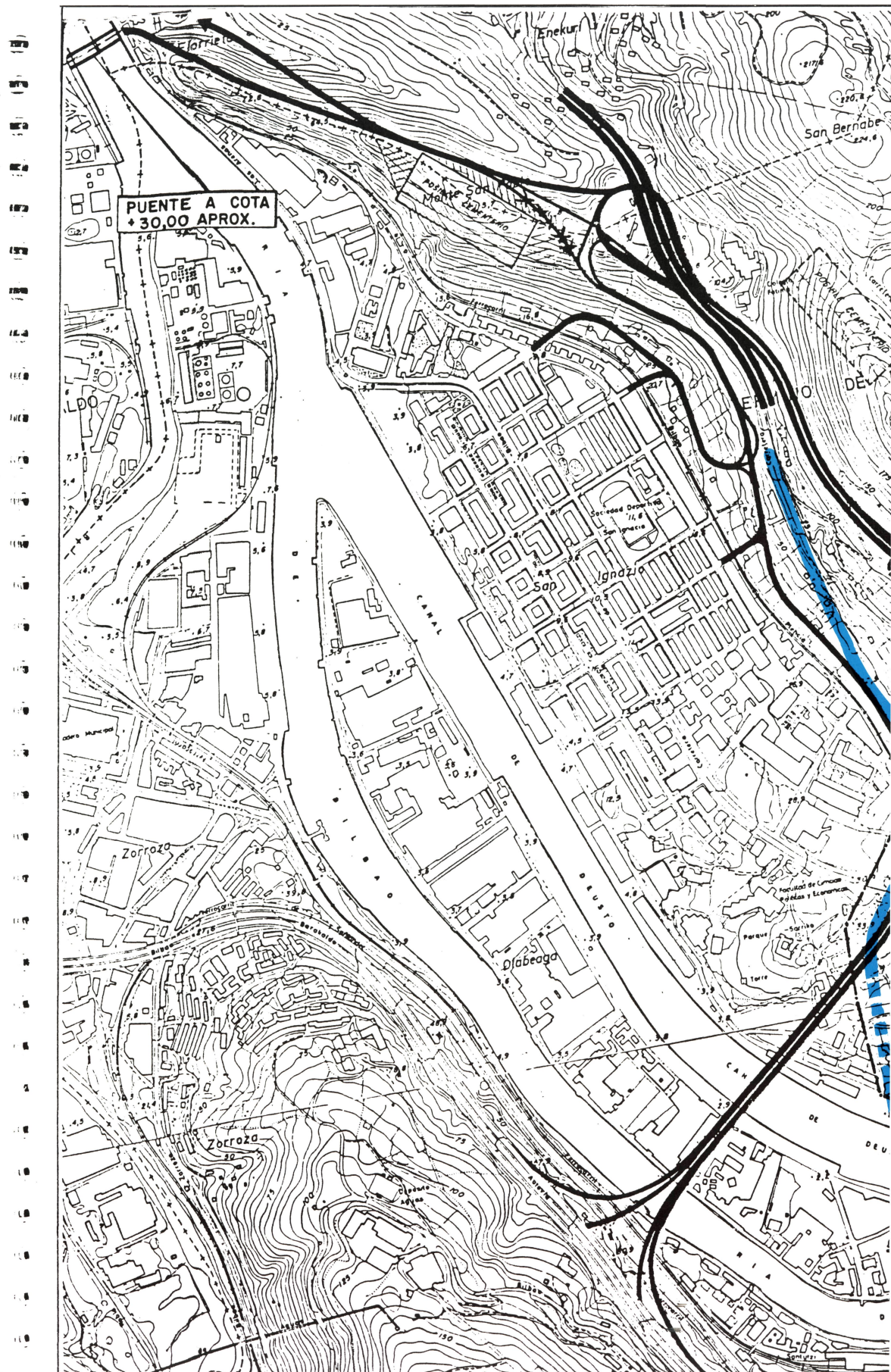
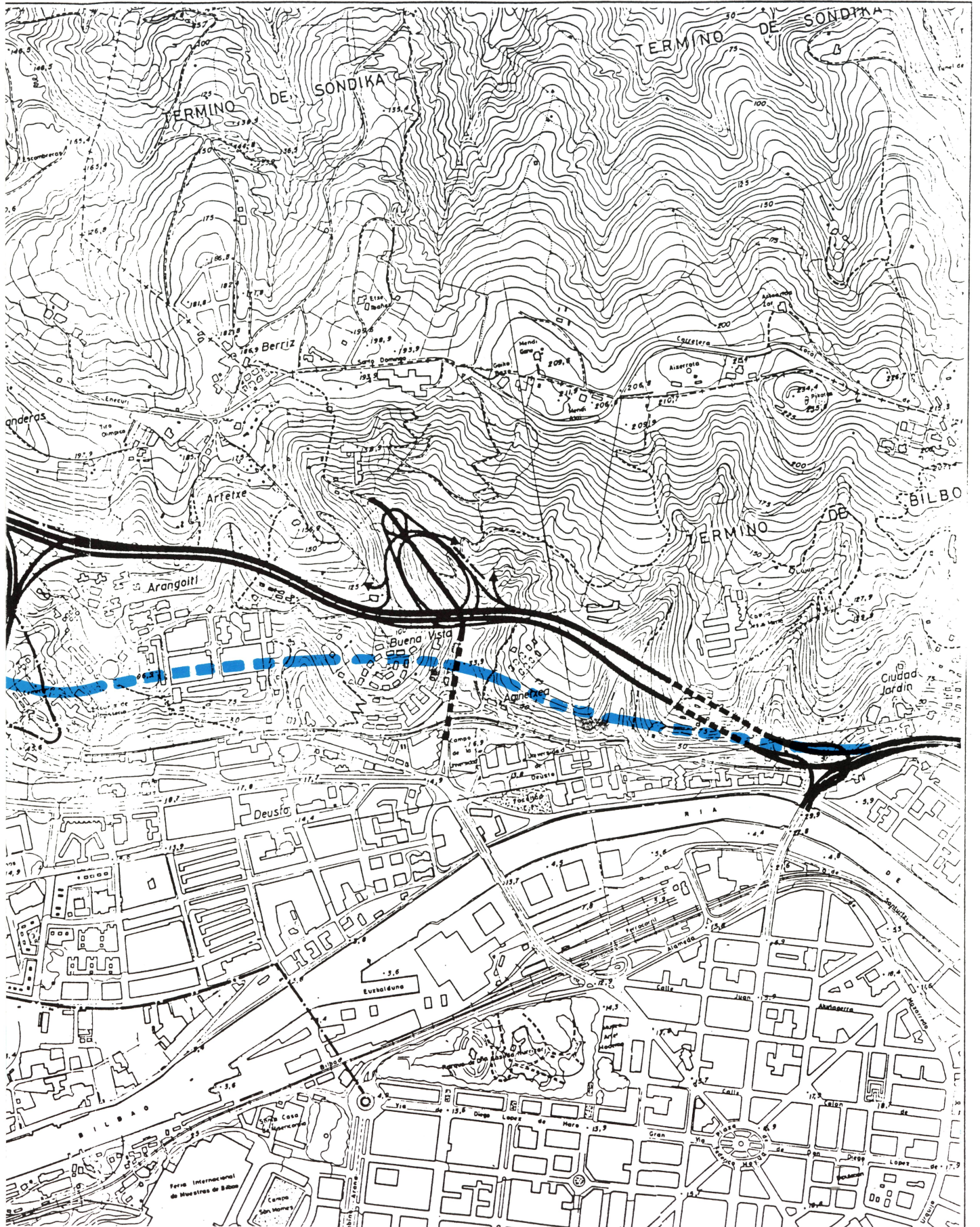


Fig. 1- Esquema general de la zona.



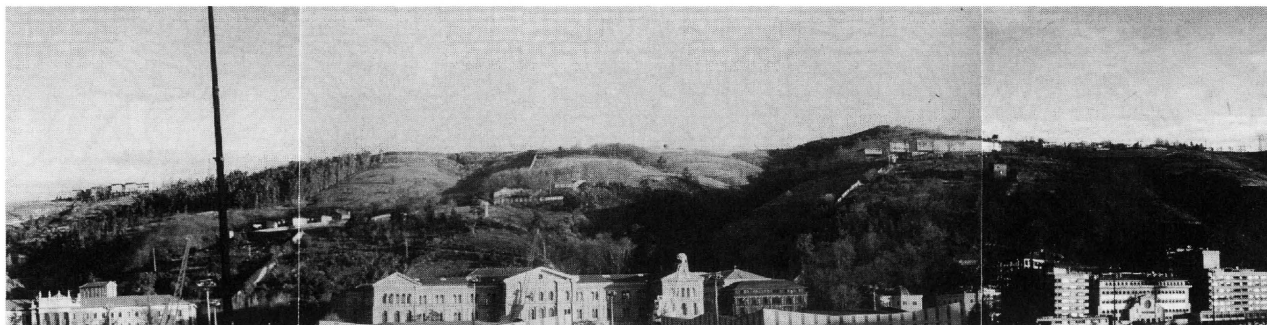


Foto 1.- Aspecto general de la margen derecha de la Ría del Nervión.

El trazado inicialmente previsto implicaría introducir unos viales de circulación rápida por una zona densamente habitada, por lo que habría que derribar varios inmuebles mientras que otros edificios (de viviendas o de carácter académico) quedarían situados en los márgenes o a escasa distancia de los viales. Sin duda, se repercutirían importantes costes para los habitantes de la zona y se daría lugar a efectos barrera en buena parte del recorrido, dificultando en general la expansión de la ciudad más allá del corredor. No es de extrañar que diversas Asociaciones o Coordinadoras de vecinos se hayan opuesto al trazado, en ocasiones con acritud.

En 1990 y 1991 trabajamos en la elaboración de una alternativa con el fin de evitar en lo posible los efectos negativos citados y ganar espacio para la ciudad sin un incremento significativo de los costes reales totales. Las páginas siguientes resumen los informes realizados con el fin de obtener una primera confrontación de los costes ambientales que producirían ambos trazados.

EL MEDIO FÍSICO

Bilbao ocupa un ensanchamiento del angosto valle del Nervión, rodeado de montañas. La zona en la que se desarrollaría la acción corresponde a la margen derecha, donde la ría y sus depósitos sedimentarios están limitados por una ladera con fuertes declives (foto 1). A continuación se resumen sus características físicas de mayor interés.

Litología y recubrimientos.- De acuerdo con nuestra experiencia (1, 2, 3, 4, y 5 entre otros informes y trabajos), el subsuelo en la zona está constituido por margas con intercalaciones de limolitas y areniscas más o menos calcáreas o arcillosas. Su edad es

aptiense superior, salvo probablemente las partes estratigráficamente altas, que pueden ser albienses. En las partes más bajas, las intercalaciones de lechos limolíticos o calcareníticos son escasas y de poco espesor; en las superiores, las margas se presentan alternando con capas de areniscas y limolitas más o menos calcáreas, margosas o arcillosas, de escaso espesor (2 - 10 cm por lo general). La textura de estas intercalaciones es frecuentemente de laminar a masiva, el diaclasado pobre y la matriz arcilloso-limolítica abundante.

La mayor parte de la superficie aparece cubierta por una mezcla de materiales detríticos incoherentes constituidos por arcillas, limos y arenas con muy abundantes fragmentos de roca de naturaleza diversa. Cabe distinguir eluviones, depósitos de ladera, aluviones (en las pequeños fondos de valle) y algunos depósitos antropogénicos, además de los ligados a la existencia de la ría. Son los dos primeros tipos los que fundamentalmente interesan aquí.

Los eluviones están constituidos por componentes heterométricos, angulosos y de baja esfericidad, con composición global semejante a la de las rocas de las que proceden. El espesor es irregular, por lo común escaso; es frecuente que en la parte superior se haya desarrollado un suelo vegetal. Porosidad y permeabilidad, sin ser altas, son superiores a las del substrato rocoso.

Los depósitos de ladera están compuestos fundamentalmente por fragmentos de roca y abundante matriz detrítica. La heterometría es en general muy alta y los tamaños mayores presentan formas angulosas y baja esfericidad. El espesor es irregular y la permeabilidad y la porosidad netamente superiores a las del substrato, aunque no altas a causa de la abundancia de matriz.

Estructura geológica.- Las rocas, dispuestas en capas, forman parte del flanco noreste del anticlinorio de Bilbao, por lo que predominan los buzamientos en sentido contrario a la pendiente general de la ladera (Fig. 2). No obstante, tal disposición, globalmente favorable, aparece complicada por pliegues de menor diámetro y numerosas estructuras de detalle.

En las partes estratigráficamente bajas, donde predominan las margas, la estratificación es un tanto desigual, siendo la roca desde casi masiva a irregular o vagamente tableada. Ocasionalmente, la textura es pizarrosa; el diaclasado suele estar mal definido y la fracturación es variable, con tendencia a realizarse según planos curvos y al desarrollo de zonas milonitizadas. En las partes altas, donde predomina la alternancia de capas de distinta naturaleza, la estratificación está mucho mejor desarrollada, las rocas llegan a estar netamente tableadas y la fracturación tiende a ser desigual, dependiendo del tipo de roca.

La zona está cortada por varias fallas, siendo las de mayor importancia transversales a la dirección de las capas.

Rasgos geomorfológicos.- Entre el puente de La Salve e Ibarrekolanda, la margen de la ría es estrecha cerca del puente, pero se ensancha aguas abajo. En la zona allanada se distinguen aún varias plataformas, de escasa altura sobre el nivel actual de la ría, cuyo subsuelo está formado esencialmente por antiguos sedimentos.

La ladera adyacente presenta una fuerte pendiente general y está cortada por profundas vaguadas de corto recorrido, aproximadamente perpendiculares a la ría. Los recubrimientos geológicos cubren la mayor parte de las rocas, si bien el espesor de los mismos es escaso salvo cuando se han acumulado depósitos de ladera o con carácter aluvionar.

Procesos y riesgos geológicos activos.- Las rocas estratigráficamente más bajas tienen en general compacidad elevada y admiten esfuerzos considerables con pequeños asentamientos; la capacidad portante es alta, la permeabilidad baja a muy baja y la erosionabilidad escasa, siendo ripables sólo en superficie y sobre todo si la roca está alterada. Cuando la estructura no es desfavorable, esta roca permite taludes con pendientes fuertes o muy fuertes sin que se den desprendimientos ni caídas de rocas. Pese a que el contenido en carbonatos es elevado, el riesgo de colapso de cavidades cársticas se considera nulo. Si la estructura es desfavorable, pueden darse desliza-

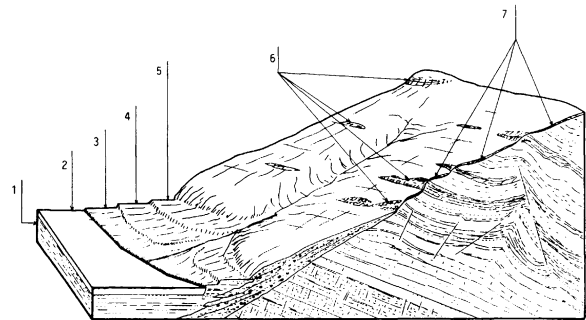


Fig. 2.- Esquema de la ladera, fuera de escala.

1.- Sedimentos de la ría. 2.- Ría del Nervión. 3.- Llanura actual. 4.- Plataforma flandriense(?). 5.- Terraza antigua. 6.- Afloramientos rocosos. 7.- Eluvión y suelos. 8.- Depósitos de ladera.

mientos a favor de planos o de delgados niveles arcillosos o arcillolimosos.

En las rocas estratigráficamente más altas, en general, la compacidad varía entre media y elevada y la capacidad portante es buena si la estructura geológica no es desfavorable. La erosionabilidad es generalmente baja, son ripables cuando están alteradas y admiten taludes con pendientes fuertes solamente si la estructura local es favorable. La permeabilidad es baja a muy baja, sobre todo perpendicularmente a la estratificación. En todo caso, las características mecánicas son notablemente más deficientes cuando la roca está alterada. El riesgo de movimientos de masa, en especial de deslizamientos a favor de superficies planas es variable, pudiendo ser alto dependiendo de la estructura local.

Es importante señalar que cabe esperar un comportamiento mecánico de eluviones y depósitos de ladera muy deficiente. La compacidad es extremadamente baja, la capacidad portante muy escasa, la erosionabilidad alta a muy alta y están sujetos a procesos geológicos activos que implican posibles desplazamientos gravitatorios a favor de la pendiente. La composición, incoherencia y situación en las laderas hace a estos recubrimientos vulnerables, dando lugar a que en caso de que sea retirada la cubierta vegetal puedan ser arrastrados parcialmente por erosión y originar diversos problemas.

Pautas de circulación de las aguas.- Las vaguadas que cortan la ladera están recorridas habitualmente por pequeñas corrientes de agua o tienen el fondo seco. Sin embargo, en el caso de precipitaciones intensas, deben conducir hasta la ría volúmenes de agua considerables.

De acuerdo con nuestra experiencia de la zona, el nivel freático en la ladera se sitúa a una profundidad considerable, salvo en las partes más bajas de la misma. La existencia de pliegues y repliegues de menor diámetro hace esperar la presencia de niveles freáticos colgados, aunque dada la naturaleza litológica de las rocas no son de temer aflujos intensos y continuos de aguas a excavaciones por ese motivo. Por otra parte, los lugares con diaclasado o fracturación intensas pueden conducir aguas subálveas, probablemente nunca en cantidades importantes, pero capaces de empeorar localmente el comportamiento mecánico de las rocas.

Características biológicas y agrológicas.- La mayor parte de la superficie con suelo vegetal en la ladera soporta prados o vegetación semiespontánea de escaso valor, desarrollada a favor del abandono (6). Son frecuentes la malva, hiedra, hinojo, cardos (s. lato), cenizo, llampazo, llantén lanceolado, zana-horia silvestre, helechos, árgoma, madre-selva, saúco y androsemo, además de zarzas y gramíneas.

En algunos parajes, principalmente en las vaguadas, existe una vegetación arbustiva o arbóreo-arbustiva con cierto valor protector. Pueden encontrarse sauces, aligustres, saúcos, espinos blancos, budleyas, robinias, plátanos, fresnos y algunos cerezos, robles y abedules diseminados. Cabe señalar una pequeña mancha de roble americano en la vaguada de Ugasko y un grupo de robinias en la de Deusto.

En los lugares con pendientes fuertes, suelo discontinuo y abundantes afloramientos rocosos predominan los zarzales, acompañados de diversas ruderales. En algunos puntos se han establecido pequeños huertecillos de suburbio, en ocasiones muy cuidados. Algunos jardines y espacios deportivos de la Universidad completan el territorio que han dejado libres edificaciones y vías de comunicación.

Dado el estado de degradación de la vegetación en la ladera, no es de extrañar que su valor para la fauna sea escaso. También el valor agrológico, actual o potencial, es reducido.

EL MEDIO CULTURAL Y SOCIAL

La ocupación humana.- La zona allanada adyacente a la ría está densamente ocupada. En la parte más estrecha, cerca del puente de La Salve, se ubican viviendas en inmuebles de varias alturas y diversos edificios de la Universidad de Deusto. Más hacia el Oeste se extiende el barrio de Deusto, que se comu-

nica con la margen derecha mediante un puente; para alcanzar el centro de Bilbao, los vehículos procedentes de la carretera de Enékuri, de Olabeaga, del populoso barrio de San Inazio y del mismo Deusto deben en la actualidad atravesar el barrio por la calle Lendakari Aguirre y cruzar tal puente.

La ocupación de la ladera se ha visto dificultada por su abrupta topografía. Aparte de diversos edificios en la partes más bajas, destacan los bloques de Arangoiti, el barrio de S. Antón, algunos grupos de viviendas unifamiliares (Buena Vista, Aginetxea) y las edificaciones de varios colegios. El resto son prácticamente viviendas aisladas.

Cerca del límite entre la zona allanada y la ladera, paralelamente a Lendakari Aguirre, discurre el ferrocarril a Plentzia, actualmente con carácter suburbano. Se prevé su desaparición tras la construcción del Metro de Bilbao, por lo que Asociaciones de Vecinos han propuesto que parte del espacio ocupado por los carriles se dedique a zona verde y a paseo ciclista o peatonal.

El paisaje.- Entendido aquí como manifestación cultural y en sentido fundamentalmente estético, pueden distinguirse en la zona dos espacios o grandes unidades netamente diferenciadas. En primer lugar, la parte topográficamente allanada entre la ladera y la ría, muy humanizada y densamente edificada, de la que se percibe desde la otra margen de la ría y desde otras partes de Bilbao esencialmente su frente, que en algunas partes tiene traza monumental (foto 1). En segundo lugar la ladera, cuyos principales elementos visuales son diversas construcciones (barrios de bloques, casas unifamiliares, colegios), las praderías, las zonas semiabandonadas (generalmente antiguos prados) con vegetación oportunista, algunas manchas arbóreas (que tienden a marcar las vaguadas) y las parcelas con usos suburbanos, todo ello cortado por diversas carreteras, caminos y muros. En términos generales, la calidad visual actual de la ladera es baja o incluso muy baja, con previsible tendencia a la degradación a medio plazo.

Otros rasgos culturales.- La importancia de los centros educativos en Deusto es grande y aunque no queda restringida a la bien conocida Universidad, el que ésta en particular sea afectada por el corredor no puede desdeñarse. Efectivamente, gran parte de los profesionales y de la intelectualidad vasca se ha formado en sus aulas y no son indiferentes al futuro de la institución.

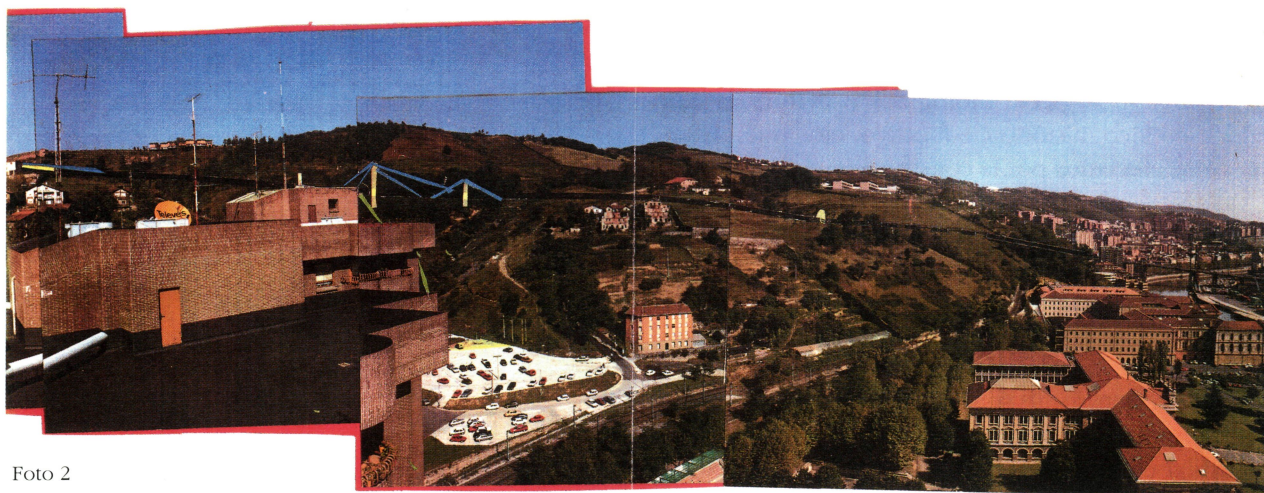


Foto 2



Foto 3

Foto 2.- Situación de los trazados desde el Puente de La Salve (al fondo, a la derecha) hasta Ugasko. Según el planteamiento original, discurriría próximo a la ruptura de pendiente, muy cerca o sobre las vías del ferrocarril. La alternativa se ha simulado sobre la fotografía.

Foto 3.- Situación de los trazados desde Ugasko hasta Ibarrekolanda. De seguirse el trazado original, el corredor discurriría entre viviendas; con la alternativa (que como muestra la simulación sobre la fotografía discurriría a un nivel superior al de las viviendas) y se evitarían ruidos, contaminación, etc., para éstas.

Foto 4.- A partir del puente de La Salve el corredor discurriría cerca de estos bloques de viviendas, según el trazado original; con la alternativa, la distancia sería mayor.



Foto 4

Salvo un antiguo cementerio, cerca de la Escuela de Magisterio, no se conocen en el área otros rasgos o elementos geológicos, biológicos o culturales con valor científico, histórico, educativo, etc., que pudieran verse afectados por la construcción del corredor.

El medio social.- El medio social puede describirse como urbano, pero existen importantes diferencias internas tanto residencial y funcionalmente como por predominio de niveles de formación y de ingresos. El carácter de los barrios va desde el todavía "céntrico" y bien dotado de servicios de Deusto al satélite de Arangoiti y del residencial de Vista Alegre al suburbial en las partes más marginales. Es importante señalar que el efecto barrera de algunas estructuras viarias (Lendakari Aguirre, Avenida de Enékuri, el ferrocarril Bilbao-Plentzia), agregado al de la ría y a impedimentos topográficos se traduce en una compleja compartimentación de la zona. Por otra parte, aún en ausencia de medidas precisas, puede afirmarse que en las partes netamente urbanas la presión ejercida por el vehículo privado es intensa, la circulación lenta con tendencia a muy lenta en horas punta, el grado de contaminación atmosférica importante, el nivel de ruidos elevado y las posibilidades de ocio demasiado escasas.

DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS

El trazado original.- La idea original implica la construcción de dos calzadas paralelas, con dos carriles cada una, desde el puente de La Salve hasta enlazar con la carretera de Enékuri; se prevé desdoblarse ésta a cuatro carriles en el futuro. Por media podrían circular cerca de 120.000 vehículos diarios y la realización sin cruces o pasos al mismo nivel permitiría que tuviese carácter de vía rápida (fotos 2 y 3).

A partir del puente y tras un giro pronunciado, el trazado es sensiblemente paralelo (y en ocasiones sigue) al del ferrocarril Bilbao-Plentzia. Bordea a un grupo de bloques de viviendas (foto 4) y a un colegio primero (en parte, mediante un túnel) y luego a diversos edificios de la Universidad de Deusto, hasta llegar a la vaguada de Ugasko, donde existiría la posibilidad de enlace con el puente de Deusto y con la comunicación con Artxanda. A continuación, se introduciría de nuevo en túnel, junto al Colegio Mayor de la Universidad de Deusto y bajo el barrio de casas de Buenavista, para salir brevemente a la luz en la siguiente vaguada; se introduciría de nuevo bajo tierra en la zona entre Ramón y Cajal y Arangoiti para volver a la luz una vez superados los



Foto 5.- Vaguada de Ugasko. El trazado previsto originalmente pasaría en primer término, lo que afectaría a viviendas y servicios en el lugar. Según la alternativa, se salvaría esta vaguada mediante un viaducto, al fondo de la fotografía.

bloques de Arangoiti. Tras bordear a la escuela de Magisterio por su parte sur enlazaría con la carretera de Enékuri y, mediante una rotonda, permitiría acceder al proyectado puente de Olabeaga cuando fuese construido. De seguirse este trazado, el corredor discurriría sin pendientes ni curvas acusadas (excepto, forzosamente, en los accesos) y exigiría la ejecución de cuatro túneles, tres de ellos de longitud considerable.

El trazado alternativo.- La variante propuesta más que carácter de travesía lo tiene de circunvalación, pues se proyecta a media ladera evitando las partes densamente edificadas en la actualidad (7). Se evita así el paso por el barrio de Deusto y se alejan riesgos, ruidos y contaminación de viviendas y de edificios escolares.

El corredor comenzaría igualmente a partir de un enlace con el puente de La Salve y por lo tanto muy cerca también de bloques de viviendas, pero ganando en altura y alejándose de las partes densamente habitadas. A unos 150 m y aproximadamente a 50 m de cota se introduciría en un doble túnel con 260 y 195 m de longitud, cuya dificultad no debe presentar dificultades fuera de lo común (5). Tras salir a la superficie y salvar una primera vaguada mediante rellenos, discurriría en trincheras y alcanzaría la vaguada de Ugasko (foto 5). En ésta se prevé un viaducto de 235 m de longitud y 24 de anchura y enlaces con el puente de Deusto y con Artxanda. A continuación, discurriría a la cota 160 aproximadamente, más alto que los barrios de Buena Vista, Arangoiti (foto 6) y San Antón, para enlazar, en suave descenso, con la carretera de Enékuri.



Foto 6.- El trazado original haría salir al corredor a esta vaguada desde un túnel, para introducirlo seguidamente en otro. Según la alternativa discurriría al fondo, a una cota superior a la de las casas de Buena Vista y de los bloques de Arangoiti, visibles en la fotografía.

El trazado, con características de vía rápida, tampoco presenta curvas con radios reducidos, salvo en los accesos. La pendiente máxima (6,1 %) se encuentra entre el Puente de La Salve y la primera vaguada, donde se pasaría aproximadamente de una cota poco superior a 30 hasta la 100.

La realización de este trazado podría enmarcarse también en un contexto viario mucho más amplio. No solamente sería posible el enlace con la Solución Sur mediante un puente por Olabeaga, sino completar las comunicaciones mediante un nuevo corredor y un puente por Elorrieta y dotar de nuevos accesos al barrio de San Inazio. Aunque previsiblemente no recogería todo el tráfico de los viales del Plan General, evitaría el paso a través de zonas urbanas de alta densidad de un gran número de vehículos.

ESTIMACIÓN DE COSTES AMBIENTALES Y COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

Riesgos geológicos.- La construcción del corredor al pie de la ladera o en la parte baja de la misma, según el trazado original, implica en términos generales que será necesario trabajar con frecuencia en la parte basal de recubrimientos geológicos de carácter coluvionar. Su comportamiento mecánico, mucho más deficiente que el de las rocas del subsuelo en la zona (5), se traducirá en mayores riesgos (Fig. 3), tanto más costosos de prever y de evitar cuanto más importante sea la ocupación humana.

Por otra parte, aunque los dos trazados prevén la

construcción de túneles, en el alternativo no sólo la longitud total es notablemente inferior sino que se proyecta en lugares alejados de cualquier zona urbanizada con alta densidad. Se eluden así diversos riesgos, en particular los derivados de asentamientos.

Contaminación atmosférica.- Con el trazado original se repercutirían mayores costes sobre la población, dada la mayor proximidad a zonas densamente habitadas y a diversos centros de enseñanza, tanto durante la fase de construcción como durante el funcionamiento.

Por otra parte, de realizarse la alternativa, la mayor altitud y la orientación darían lugar a que los vientos dominantes tendieran a dispersar las emisiones y a alejarlas de las zonas densamente habitadas. Resulta incluso previsible que durante el invierno las emisiones se realicen en gran medida por encima del nivel de inversión térmica, con ventajas que no es preciso detallar.

Alteración de pautas de circulación de aguas.- La menor profundidad de la superficie piezométrica en las cotas inferiores daría lugar a que la realización según el trazado original se tradujera previsiblemente en mayores interferencias con aguas freáticas. Por otra parte, la escasa permeabilidad de las rocas del subsuelo, se traduce en que gran parte del agua que se infiltra circula a través de los recubrimientos, lo que puede originar diversos problemas (por ejemplo, Fig. 4). Teniendo en cuenta, además, la mayor proximidad a edificios, serían necesarias medidas más estrictas para evitar efectos indeseados.

Por otra parte, dada la exigua capacidad de infiltración a través de las rocas del subsuelo (sobre todo en las partes bajas) y las limitaciones de la retención por suelos y vegetación, resulta necesario preservar en todo caso la función de evacuación de aguas por parte de las vaguadas de la ladera, como se ha hecho en otras ocasiones (3), o prever unos desagües alternativos adecuados.

Contaminación acústica.- También en este caso los costes sobre la población serían mayores en el caso del trazado original, justificando la "regla de oro" que respecto al impacto del ruido de tráfico rodado establece que debe evitarse a toda costa que cualquier nuevo corredor atravesase un núcleo de población urbana. Efectivamente, tanto durante la construcción como durante la operación se aumentarían de forma notable el nivel de ruidos en una zona densamente habitada y en el entorno de centros de enseñanza, pudiendo destacarse que (8):

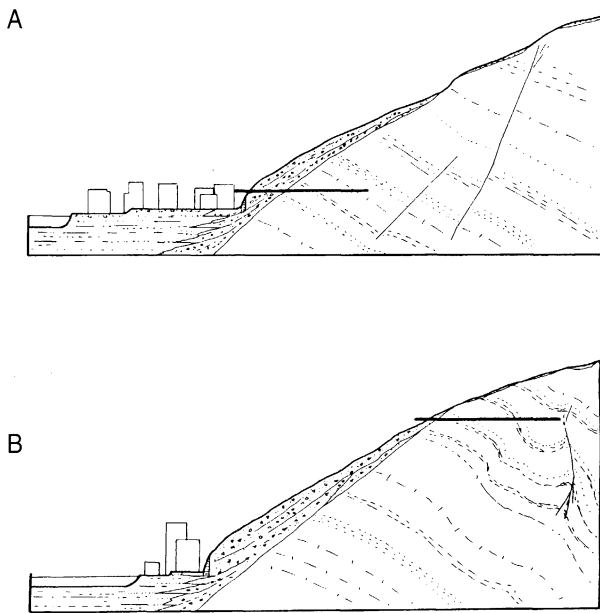


Fig. 3. A y B.- Corte de la ladera: en general hay más riesgos abajo.

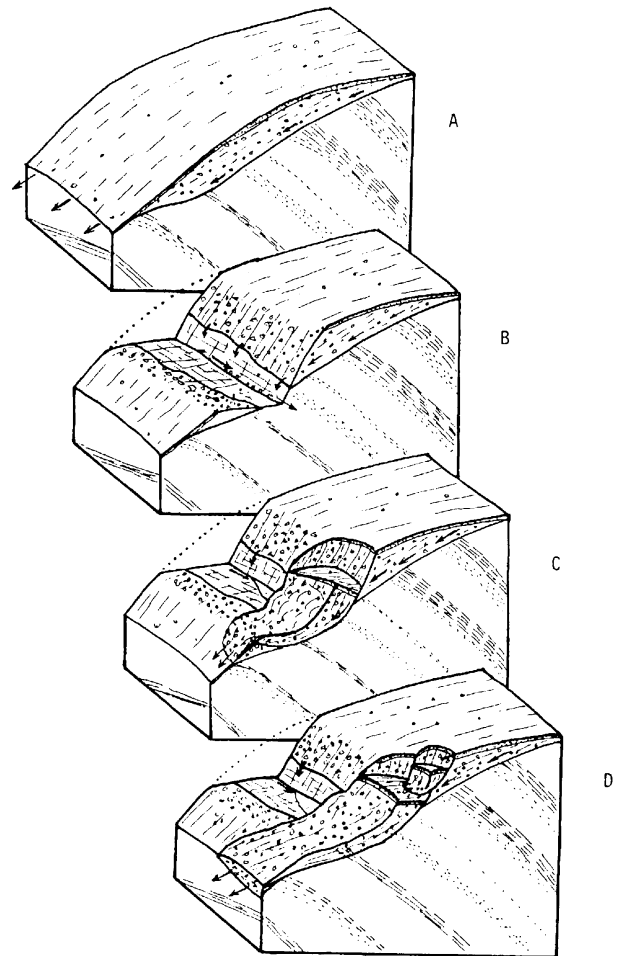


Fig. 4.- Ejemplo de riesgo relacionado con la circulación de las aguas.

- 1) La existencia de bloques de viviendas en los márgenes de un corredor da lugar al llamado "efecto cañón", que incrementa fuertemente los niveles de ruidos, tanto más cuanto más elevados sean los edificios. Este efecto no aparecería en el caso del trazado alternativo, que además en los tramos en que se realizara en trinchera repercutiría escasos ruidos hacia el exterior.
- 2) La ubicación del trazado alternativo, sobre un terreno urbanísticamente casi virgen, resulta óptima para planificar la futura expansión de la ciudad en la zona. Sería así posible soslayar la construcción de viviendas en lugares afectados por intenso ruido de tráfico.
- 3) La realización del corredor a media ladera no repercutiría niveles de ruido importantes sobre los barrios (Deusto, Buena Vista, Arangoiti, San Antón y San Inazio), pues éstos se situarían a cotas más bajas y las ondas acústicas se reflejarían

en su mayoría hacia arriba. Medidas en estos barrios indican que ya existen niveles de ruido equivalente diurno comprendidos entre los 64 dB(A) y los 68 dB(A), tan altos que no se incrementarían ante la en todo caso muy débil contaminación acústica debida a este nuevo vial. En cualquier caso, serían los ruidos graves, sordos, los que podrían alcanzar a estos barrios; precisamente aquéllos que no nos impactan, ni perjudican a nuestro sistema auditivo.

- 4) Cualquiera de los dos trazados correspondería a una vía rápida de denso flujo, con un alto porcentaje de vehículos pesados y furgonetas. El proyecto original presenta la ventaja de la inexistencia de pendientes; en el caso de condiciones meteorológicas desfavorables, en los tramos del trazado alternativo con pendientes cercanas al 5% resulta previsible que durante la operación se alcancen a 15 m niveles diurnos equivalentes a 70-75 dB(A). En cambio, este nivel no se vería incrementado

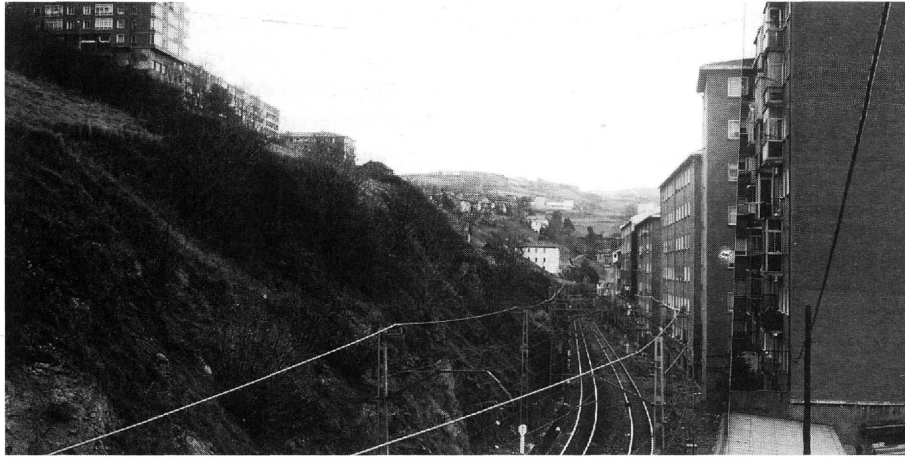


Foto. 7.- En Ibarrekolanda, el trazado original coincide aproximadamente con el ferrocarril Bilbao-Plentzia, impactando gravemente en la zona (ruidos, contaminación atmosférica, efecto barrera, ect.).

por otras fuentes, ya que la mayor parte de las zonas que atravesaría tienen un ruido de fondo muy bajo.

- 5) Suponiendo aquellas condiciones, hay que considerar además que la envolvente de las ondas acústicas originada sería cilíndrica y sólo se amortiguaría en 3 dB(A) al ir duplicando distancias. Sin embargo, en el caso del trazado alternativo, serían muy pocas las viviendas afectadas por este ruido, por lo que serían escasos los puntos en los que fuera necesario aplicar métodos para la reducción del mismo.

Efectos en el ámbito biológico y agrobiológico.-

Ni el trazado original ni el alternativo producirían efectos de importancia sobre suelos, vegetación, fauna o capacidad agrológica. En el primer caso, por su carácter de travesía; en el segundo por el estado de degradación ambiental (actual y sobre todo futuro) de la ladera. Además, en este caso, resulta factible incluso lograr un medio de mayor calidad (9).

Efectos en el ámbito cultural.- Con respecto a los impactos visuales en el territorio, la cuenca visual del corredor es mucho más reducida según el trazado original, lo que implica mayor capacidad de absorción visual por parte del medio atravesado. Consiguientemente, los impactos del trazado alternativo sobre zonas externas serían superiores, salvo minimización (véase más adelante).

En cambio, si se consideran los efectos intrínsecos, los impactos derivados del trazado original serían

muy superiores, principalmente a causa de su percepción por un número de personas muy superior, con muy escasas posibilidades de minimización.

Efectos en el ámbito socioeconómico:

a) Con motivo de la construcción de los viales, según el trazado original, sería preciso demoler más de sesenta viviendas, con los costes económicos y sociales correspondientes. Casi otras 500 y diversos edificios escolares, entre ellos varias Facultades de la Universidad de Deusto, quedarían sujetas a riesgos y a contaminación atmosférica y acústica, tanto durante la fase de construcción como durante la operación.

De hacerse según la alternativa propuesta, sólo ocho viviendas se verían seriamente afectadas si se exceptúan las situadas cerca del puente de La Salve; de éstas, muchas quedarían comparativamente en mejor situación, pues según el trazado alternativo el corredor ganaría en altura y se alejaría de los bloques de pisos y de las Facultades de la Universidad antes de introducirse en túnel. Además, resulta previsible que la ocupación temporal o definitiva de suelo y el tráfico operacional repercutan menores costes que el proyecto original.

b) Aunque con arreglo al trazado original el corredor incluye varios túneles, daría lugar a efectos barrera en buena parte de su recorrido, que agravarían la compartimentación de la zona y contribuirían a numerosos efectos socialmente indeseables (foto 7).

Algunas consecuencias podrían paliarse con limitaciones de velocidad y mediante pasos, pero ello entraría en conflicto con el carácter de vía rápida (como por ejemplo sucede en Larrazábal). Obviamente, la alternativa no da lugar a estos problemas.

c) En particular, la realización del trazado original limitaría las posibilidades de expansión urbana en general y las de la Universidad de Deusto (tanto en Ugasko como en Sarriko) en particular. En cambio, con el trazado alternativo, se ganaría espacio para el desarrollo de la ciudad.

Resulta a este respecto muy significativa la valoración económica de las posibilidades de expansión mediante el cálculo de los previsibles cambios en el valor del suelo y de los inmuebles cercanos al corredor con motivo de la ejecución del mismo (7). El estudio de los efectos causados al respecto por la Solución Centro, en el mismo Bilbao, muestra sin lugar a dudas que la realización según el proyecto original se traduciría en importantes mermas de aquellos valores. En cambio, con la alternativa se daría lugar a la revalorización de amplias zonas de la ladera. El montante que resulta de los cálculos justificaría por sí solo que en un análisis de costes y beneficios se eligiera la alternativa.

d) El trazado alternativo resulta compatible con la utilización del espacio ocupado por el ferrocarril Bilbao - Plentzia con fines de ocio y esparcimiento, con la conservación y ampliación de espacios deportivos en la zona y con la ocupación de parte de ladera para cubrir objetivos de este tipo. La realización del proyecto original llevaría aparejada la pérdida de estas oportunidades.

e) Los dos trazados se inscriben dentro de un marco general de comunicaciones, cuya valoración integral es sin duda muy compleja. No obstante, a largo plazo, puede sostenerse que las ventajas del trazado alternativo son probablemente muy superiores, al permitir un diseño más ambicioso de las comunicaciones por la margen derecha.

DISCUSION: LA MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS

Dadas las condiciones de la zona, cualquiera de los trazados racionales entre La Salve e Ibarrekolanda se ha de situar ineludiblemente al pie o sobre las fuertes pendientes de la ladera, más o menos cerca, a través o por debajo de zonas densamente habitadas, en una situación que puede resultar muy agresiva

para la población. Por ello, con independencia de la obligatoriedad de realizar una Evaluación de Impacto Ambiental, no cabe duda de que las distintas posibilidades han de ser valoradas también desde un punto de vista ambiental si se quiere elegir la que repercute menores costes totales sobre la población y minimizar en lo posible los efectos negativos indirectos o no valorables monetariamente (10).

El trazado alternativo se presenta como más ventajoso en casi todos los aspectos analizados. La superioridad es notable en el caso de los impactos socioeconómicos, acústicos y sobre la calidad atmosférica, pero resulta también manifiesta si se valoran riesgos geológicos o efectos sobre las aguas. Se consideran prácticamente indiferentes los efectos en el ámbito biológico, agrobiológico y cultural, salvo con respecto al paisaje, donde en principio serían dispares.

Para completar este panorama, resulta preciso contemplar también las posibilidades para minimización de los efectos considerados indeseables. En primer lugar, con respecto a actuaciones preventivas, la ubicación del trazado alternativo, sobre un terreno urbanísticamente casi virgen, resulta óptima para planificar la futura expansión de la ciudad en la zona. Sería así posible soslayar la construcción de viviendas en lugares afectados por intenso ruido y/o contaminación atmosférica a causa del tráfico (y evitar casos como los de Basurto, Errecaldeberri, Larrazábal, etc., en el mismo Bilbao), por riesgos geológicos, por dificultades de comunicación, etc.

El establecimiento de medidas correctoras también resulta en general más fácil en el caso del trazado alternativo, pues al realizarse a media ladera, sobre un terreno escasamente urbanizado y con buena parte de su recorrido en trinchera, se facilita la adopción de medidas eficaces para paliar los efectos paisajísticos, la contaminación acústica y atmosférica e incluso diversos riesgos geológicos. Por ejemplo (8), aunque en el caso del trazado alternativo serían muy pocas las viviendas afectadas por el ruido y por lo tanto escasos los puntos en los que sería necesario aplicar métodos para la reducción del mismo, se podría lograr que en los puntos más conflictivos no se sobrepasara en el exterior de las fachadas de aquellos pocos edificios un nivel equivalente diurno (NED) de 55 dB(A) y nocturno (NEN) de 45 dB(A), de acuerdo con las normas de la Organización Mundial de la Salud que la Dirección General de Ordenación y Coordinación Ambiental toma como referencia a nivel nacional. En cambio, en el caso del trazado original sería mucho más difícil establecer medidas correctoras y en buena parte del mismo

el único método eficaz consistiría en actuar sobre el emisor, fundamentalmente limitando su velocidad.

Por otra parte, al disponer en el caso del trazado alternativo de espacio suficiente resulta factible tanto evitar o minimizar impactos ambientales como dar mayor comodidad y seguridad al usuario. Por ejemplo, si la vegetación del entorno se diseña con criterios tanto de seguridad y confortabilidad como de integración ambiental y paisajística (9, 10) resulta posible disminuir o eliminar los impactos visuales causados por el corredor; mitigar los riesgos de arroyada, erosión, aterramiento e incluso movimientos de masa; moderar el ruido, la velocidad del viento y los cambios bruscos de iluminación a la salida de los túneles; establecer defensas ante la luz solar rasante u ocultar objetos o elementos antiestéticos; separar visualmente las distintas calzadas, enmarcar puntos de fluencia y mejorar la estética de los bordes y de las partes cercanas; lograr una cierta recuperación ecológica de la ladera, establecer espacios para la vegetación y la fauna espontáneas, para el ocio y el esparcimiento de la población, etc. La ubicación del trazado alternativo permitiría realizar estas acciones con visión de conjunto, creando un parque lineal capaz de cubrir necesidades diversas en el terreno rehabilitado del entorno del corredor.

CONCLUSIONES

En términos generales, como cabía esperar, el trazado que evita las partes densamente edificadas repercute sobre la población cercana unos costes ambientales más reducidos, tanto durante la fase de construcción como durante su funcionamiento. Por otra parte, dado el estado de degradación ambiental de la ladera, en la que no existen rasgos o elementos naturales, agroganaderos o culturales de importancia, el trazado presentado como alternativo tampoco da lugar a costes de consideración a través de los mismos y tiene unas posibilidades de minimización de efectos indeseables muy superiores. Podría recordarse que no en vano los organismos rectores de la CEE han recomendado repetidamente que no se construyan nuevas estructuras para responder a las demandas del vehículo privado a través de los centros urbanos.

Este caso pone de manifiesto que el estudio de los costes ambientales generados por un nuevo corredor puede resultar crucial para decidir entre varios trazados alternativos, especialmente en el entorno de los complejos urbano-industriales.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Sáiz de Omeñaca, J.; Ereño, I. y Sáiz de Omeñaca, J.A. Información del Proyecto de Ampliación del Campus de la Universidad de Deusto. Informe inédito, 1984.
- (2) Sáiz de Omeñaca, J.; Ereño, I. & Sáiz de Omeñaca, J.A. A new university building: an engineer's approach. *Project Appraisal*. 4, 3, 1989, 219-223.
- (3) Sáiz de Omeñaca, J.; Ereño, I. y Sáiz de Omeñaca, J.A. Valoración de riesgos inducidos por la construcción de nuevos edificios en el campus de la Universidad de Deusto. *Informes de la Construcción*. 42, 407, 1990, 33-41.
- (4) Sáiz de Omeñaca, J.; Ereño, I.; Atxabal, K. and Azurmendi, I. Reclamation of adverse effects at the Lezama-Leguizamon open pit mine (Bilbao, N. Spain). *Environmental Geology and Water Sciences*. pendiente de publicación, 1993.
- (5) Ereño, I. y Sáiz de Omeñaca, J. Doble túnel La Salve - Deusto. Estudio geológico-geotécnico previo. Informe inédito, 1990 .
- (6) Sáiz de Omeñaca, J.A. Variante La Salve-Enékuri. Posibilidades biológicas para la minimización de impactos. Informe inédito, 1990.
- (7) GOUGH, S.A. Corredor La Salve-Ibarrekolanda. Informe inédito, 1990.
- (8) Villar García, E. Breve informe sobre el impacto del ruido que originaría el vial La Salve-Enékuri, que se propone. Informe inédito, 1991.
- (9) Sáiz de Omeñaca, J.A.; Ereño, I.; Sáiz de Omeñaca, J. y Gómez Poncela, J.M. Minimización de impactos mediante vegetación y parques lineales. Corredor La Salve-Carretera de Enékuri (Bilbao). *Tecnoambiente*. pendiente de publicación, 1993.
- (10) Sáiz de Omeñaca, J.; Sáiz de Omeñaca, J.A.; Reimat Burges, M.J. y Solar Fernández, M. Prescripciones técnicas para la realización del Informe de Impacto Ambiental de la variante de Enékuri. Informe inédito, 1990.
