

# GASODUCTOS: MEDIO AMBIENTE Y ARQUEOLOGIA

José Polimón\*  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

## 1. Introducción

El descubrimiento de importantes yacimientos de gas natural ha propiciado el desarrollo en Europa de una red de gasoductos de transporte, que unen los centros productores con los consumidores. En el seno de la CEE, la mayoría de los países se encuentran interconectados a través de una red única, habiéndose potenciado, por medio de la Comisión de las Comunidades Europeas, la interconexión de las redes entre los países miembros.

Desde el año 1.971, en el que comenzó la distribución de gas natural en nuestro país, la demanda tanto, del sector industrial como doméstico y de servicios, ha impulsado la expansión de las redes existentes. Al estudiar la dimensión social de estos proyectos, se hace evidente, que el beneficiario en su conjunto es la sociedad española, destacando, como virtud principal, que el gas natural supone una alternativa energética al petróleo y sus derivados, de mucho menor índice de contaminación y con reservas mundiales muy superiores.

En España, ENAGAS ha proyectado y puesto en operación unos 3.000 km de gasoductos y redes de distribución primaria, que transportan el gas natural procedente de los yacimientos de Gaviota (Vizcaya) y Serrablo (Huesca), de las plantas de regasificación de Barcelona, Huelva y Cartagena y de las conexiones con Francia por el Pirineo y con el Magreb por el Estrecho de Gibraltar.

## 2. Medio ambiente

Las actuaciones humanas tienden a modificar el ambiente para adecuarlo a sus necesidades, dando prioridad a aquéllas, que social y económicamente,

puedan tener mayor repercusión. Estos actos generan sobre su entorno natural un impacto que tiene, en general, aspectos negativos y otros que, al implicar un cambio beneficioso, resultan positivos.

La interacción entre las causas generadoras de impacto sobre los elementos receptores del medio, susceptibles de resultar modificados, generan una serie de efectos, que se distribuyen desigualmente entre las distintas fases del proyecto.

Los impactos de los gasoductos sobre el sistema terrestre se realizan, de un modo directo e inmediato, durante el período constructivo y puede reducirse notablemente, durante la finalización de las obras y la entrada en explotación. Por otro lado, el impacto indirecto derivará de los usos de las instalaciones anejas y, en menor medida, de los aspectos físicos de la obra.

En términos generales existen impactos positivos, relacionados con el objeto del proyecto, como es la disminución en la emisión de contaminantes atmosféricos a través del uso (tanto industrial como doméstico) de una energía poco contaminante y de forma concreta (en la zona de la traza) con ventajas de tipo socioeconómico, como es el uso de mano de obra local y su repercusión positiva en los servicios.

En la tabla adjunta se pueden observar, de forma esquemática, los distintos efectos que, algunos elementos del proyecto, producen sobre los distintos receptores del medio, diferenciándose claramente la fase de construcción y la de funcionamiento.

La evaluación o análisis medioambiental de las obras relacionadas con los gasoductos, precisa de un análisis estratificado, debido a la variedad de elementos que implica, y a las combinaciones

\*Director general de INTECSA

**El desarrollo de la red de gasoductos también genera impactos positivos y ventajas de tipo socioeconómico**

MEDIO	FASE								
	CONSTRUCCION						FUNCIONAMIENTO		
	Elim. Obst.	Circ. Maquin.	Mov. Tierras	Zanja	Ocup. Suelo	Mod. Caudales	Uso Suelo	Defores-tación	Ocup. Perman.
Atmosférico	+	+	+						
Agua				+	+	+			
Geología			+	+	+			+	
Comunidades naturales	+	+	+	+	+	+		+	+
Paisaje	+		+		+		+	+	+
Socioeconomía					+		+	+	+

entre los distintos factores, que se encuentran dentro de un amplio abanico de características físicas, biológicas, sociales, económicas, estéticas y culturales, haciendo hincapié en aquellas que cobran una mayor relevancia. Por ello, la selección de éstas requiere un primer y cuidadoso análisis debido a las relaciones indirectas entre las acciones del proyecto y los factores ambientales.

Por otro lado, es necesario diferenciar claramente las actuaciones durante la fase de construcción y las que se producen en la fase de explotación. En la fase de construcción, los impactos que se generan pueden ser agudos, pero reducidos en el tiempo (apertura de zanjas, movimiento de tierras, construcción de accesos, almacenamiento y transporte temporal de materiales, etc.), traduciéndose, a lo largo del período de explotación del proyecto, en impactos que pueden ser persistentes, aunque de escasa entidad, en la mayoría de los casos (ocupación de terrenos destinados a otros usos, elementos de señalización, etc).

No obstante pese a que el número de mecanismos por los que se pueden producir impactos es extenso, hay que tomar en consideración que, su importancia, en particular en el caso de los gasoductos, suele ser escasa, por cuanto su ámbito de influencia no trasciende del lugar concreto donde se ejecuta la obra, siendo el efecto, en la mayoría de los casos, solamente temporal, debido a que las condiciones previas se recuperan, en parte, de manera natural. Estos impactos se re-

parten de modo bastante equilibrado entre el medio físico, calidad ambiental y medio biótico.

Generalmente, los efectos de las acciones desarrolladas por la construcción de los gasoductos, así como los procesos o mecanismos de los mismos, suelen ser de difícil evaluación o previsión, tendiéndose, habitualmente, a evitar procesos de carácter acumulativo o irreversible. Hay que destacar, asimismo, que las principales características de estos proyectos son su linealidad y la capacidad de generar muy pocos impactos permanentes, por tratarse de una conducción enterrada.

En todos los casos en que se detecta la aparición de efectos negativos sobre el medio, se realiza, lógicamente, una profundización en el conocimiento de los aspectos causantes de los mismos, con un adecuado análisis de los parámetros afectados.

Como parámetros contemplados dentro del proceso de evaluación biológica se pueden señalar entre otros: valor ecológico de las comunidades existentes, singularidad de la comunidad, representatividad, calidad, capacidad de recuperación del sistema, potencialidad, proximidad o localización de la obra en relación a comunidades singulares y estado de conservación de las comunidades.

Aunque el número de mecanismos por los que se pueden producir impactos es extenso, hay que

tener en cuenta, que en la mayor parte de los casos, el efecto es solamente temporal. Entre los mecanismos más significativos, a través de los cuáles, los distintos elementos del proyecto pueden producir un impacto, sobre el entorno, tanto físico, como biológico y socioeconómico, se pueden considerar los siguientes:

#### ■ Sobre el medio físico

- Ocupación de espacio.
- Incremento de la turbidez del agua (cruces de ríos y arroyos).
- Modificación de los terrenos (movimientos de tierras, desechos de materiales, canteras de préstamos, etc.).
- Alteración de la estructura del suelo.
- Eliminación de los materiales sobrantes de obra.
- Vertidos o emisiones de carácter funcional.

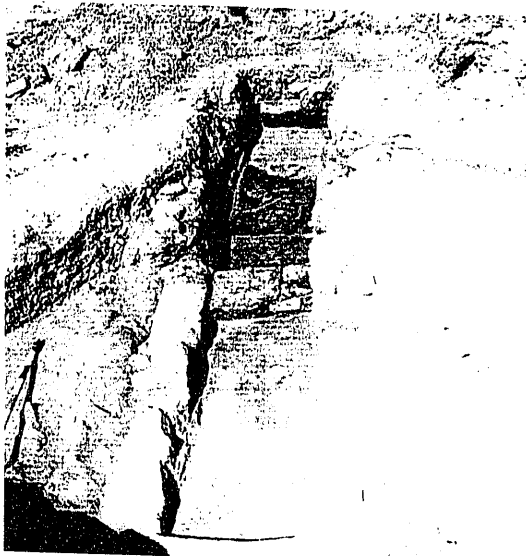
#### ■ Sobre el medio biológico

- Formación de nuevos hábitats (cubrimiento de material rocoso, edificios, etc).
- Alteración de la biodiversidad, con incremento del número de especies que colonizan los nuevos sustratos, o bien la desaparición o disminución de especies vegetales o animales del medio directamente ocupado.
- Creación de barreras provisionales para el libre desplazamiento de la fauna, tanto en sistemas terrestres como acuáticos.
- Alteración del paisaje.
- Contaminación de las aguas adyacentes.
- Alteración de la biocenosis o rotura de las cadenas alimentarias.

#### ■ Sobre el medio socioeconómico

- Cambios en los usos del suelo.
- Afectación transitoria a los servicios.
- Alteración del tráfico de la zona por el tránsito de vehículos pesados.
- Riesgos para la salud pública, con la introducción de elementos siniestrables.
- Posible alteración de espacios de interés singular.

Conviene tener en cuenta, asimismo, que el carácter final de una alteración (positivo o negativo) se encuentra en función de los intereses sociales sobre los que incide, teniendo presente que, en toda comunidad plural, dichos intereses,



*Posible praefernum de un horno*

lo son de grupos sociales específicos y no es necesario que comprendan al conjunto de la población.

El mejor modo de corregir los impactos ambientales de un proyecto es, sin duda, proceder a la consideración de los factores ambientales, durante la etapa de planificación y diseño, de modo que exista un equilibrio entre criterios técnicos, económicos y ambientales. Para ello, actualmente, existe una constante retroalimentación entre las conclusiones obtenidas de los estudios medioambientales y la concepción de las obras y actividades comprendidas dentro de los proyectos de los gasoductos, incorporándose e integrándose, en el propio proyecto, las medidas reductoras de los impactos negativos. De esta forma se actúa, desde el momento inicial, con lo cual, los posibles efectos negativos no llegan a producirse o bien se desarrollan de una manera controlada, siempre que la evolución de la obra sea la adecuada.

El alcance del programa de medidas correctoras se encuentra íntimamente relacionado con el conocimiento del proyecto, es decir, a mayor detalle, tanto del trazado como de las características de construcción, mayor suele ser la definición de las medidas minimizadoras de los impactos. Como recomendaciones de tipo general, que llevan incorporados los proyectos de los gasoductos y que son llevadas a la práctica durante la fase constructiva, pueden citarse los siguientes:

- Realización de los acopios y movimientos de material en condiciones que eviten la incorpora-

**Un adecuado control de las medidas correctoras limitan de forma muy importante los impactos medioambientales**

ción de elementos en suspensión a la atmósfera (riegos frecuentes de la pista y zona adyacente).

-Se procura evitar la contaminación sónica con la instalación de filtros insonorizantes en la maquinaria que ejecuta las obras.

-Regulación horaria del tráfico de maquinaria pesada.

-Incorporación de un plan de segregación de rutas para el tráfico pesado, sobre todo durante la construcción.

-Minimización de los volúmenes de materiales sobrantes a base de la utilización de los materiales excavados para el relleno de la zanja.

-Tratamiento específico de las capas de suelo más superficiales, mediante su almacenamiento por separado (en condiciones de baja compactación y riego frecuente), para retornarlas a su situación superficial una vez rellena la zanja.

-Selección de zonas apropiadas para el vertido de los materiales excavados o sobrantes de modo que se evite el soterramiento de especies singulares.

-Restablecimiento de las pendientes naturales.

-Conservación de las características del sustrato superficial con el retorno de la capa de humus.

-Se intenta evitar, en la medida de lo posible, morfologías regulares, planas o de aspecto artificial, tendiendo a formas redondeadas de aspecto natural.

-Replantación de los individuos arbóreos afectados.

-Revegetación, en las bandas actuales de distribución, de las especies arbustivas incapaces de recuperarse de manera natural en un corto período de tiempo.

-Adaptación del calendario de los trabajos al ciclo biológico de las especies faunísticas, en lo que se refiere al período de reproducción, con objeto de disminuir su mortalidad.

-Se procura evitar que el frente de avance de la zanja presente paredes muy verticales a fin de facilitar, eventualmente una salida de especies de vertebrados que pudieran caer en su interior.

-Potenciación de la mano de obra local como medida para la mitigación de la tasa de paro.

-Adquisición de bienes y servicios en los municipios cercanos con objeto de facilitar el incremento de su sector económico.

-Indemnización adecuada de propietarios en la expropiación de terrenos particulares.

-Reducción del período de ejecución de las obras con el fin de ocasionar el menor número de molestias a los habitantes de núcleos próximos.

-Inclusión de barreras vegetales para la disminución del impacto estético de las instalaciones auxiliares.

-Eliminación de todos aquellos elementos artificiales que no posean una utilidad demostrada a fin de evitar una banalización del paisaje.

-Disposición de un drenaje suficiente en las zanjas, en zonas de fuerte pendiente, para evitar la erosión.

-Disposición de cunetas de canalización de barrancos que puedan discurrir paralelas a la traza del gasoducto.

-Reducción al mínimo de las voladuras como procedimiento de excavación.

-Construcción, en los casos requeridos, de una pista reducida para aminorar el impacto paisajístico.

-Empleo de técnicas constructivas específicas, en zonas de alto interés ecológico.

Todas estas medidas son empleadas con objeto de mitigar los efectos producidos sobre los receptores del medio. Asimismo, estos proyectos llevan incorporados los planes y programas de vigilancia ambiental necesarios para paliar aquellas alteraciones que pudieran ser significativas. La vigilancia consiste, principalmente, en inspecciones de campo realizadas por los responsables ambientales, con objeto de asegurar el cumplimiento y la aplicación de los términos medioambientales y de las condiciones y recomendaciones establecidas, para el proyecto, en el estudio ambiental. Unido a todo ello se persigue el promover las reacciones oportunas a cambios de diseño imprevisos y que posean implicaciones medioambientales, ya que una de las principales funciones de los planes de vigilancia ambiental se encuentra dirigida a detectar eventualidades durante el desarrollo de la actuación, con la finalidad de adoptar o poner en práctica de inmediato la medida correctora oportuna.

### 3. Arqueología

Especial relevancia alcanza, durante el estudio ambiental y la construcción, la preservación del patrimonio histórico-cultural, con la realización de prospecciones arqueológicas, antes y durante el desarrollo de las obras.

Los proyectos relacionados con gasoductos llevan incorporada la prospección arqueológica del trazado, consistente, en una primera fase, en la exploración o reconocimiento preliminar del tra-

zado propuesto, con un análisis del estado previo, de aquellos elementos del patrimonio histórico y cultural existentes sobre la franja de afección del proyecto. La actuación arqueológica se divide en tres apartados perfectamente diferenciados:

-Fase informativa previa, con recogida de información bibliográfica y cartográfica de la zona de actuación.

-Trabajo de campo, con la realización de prospecciones y posterior seguimiento en obra.

-Generación de medidas correctoras.

Muchos de los yacimientos conocidos no resultan visibles superficialmente y por otro lado existe un gran grupo de yacimientos y elementos arqueológicos desconocidos, que por su naturaleza y rasgos, requieren determinados trabajos de investigación.

Gracias a los proyectos de obras lineales, como es el caso que nos ocupa, se ha contribuido, por un lado, a la potenciación de las prospecciones, y por otro, al descubrimiento de restos de interés cultural, que de otro modo hubiesen quedado oculto. Con las prospecciones arqueológicas llevadas a cabo, en una fase temprana del proyecto, se ha conseguido plantear las estrategias adecuadas, con objeto de mitigar, tanto las imprevisiones que pudiesen surgir en el desarrollo de las obras, como las alteraciones que las mismas pudiesen ocasionar al patrimonio arqueológico.

Con el control y seguimiento arqueológico, que habitualmente se lleva a cabo, durante el período constructivo de los gasoductos, se ha facilitado el conocimiento de restos arqueológicos de interés, se ha contribuido a incrementar el inventario del patrimonio arqueológico de aquellas provincias o municipios atravesados por la traza y se ha podido realizar la catalogación de los restos descubiertos.

La consideración de los aspectos arqueológicos, desde una fase muy temprana del proyecto, lleva a tomar las precauciones necesarias que aseguren el debido respeto a las estructuras y elementos arqueológicos que pudiesen existir a lo largo de la traza. Esta cautela plantea la necesidad, en algunos casos, de llevar a cabo variaciones o cambios del trazado que hagan sortear la

posición de los yacimientos que tengan posibilidad de verse afectados, quedando de esta forma salvaguardado el patrimonio cultural.

A pesar de ello existen una serie de yacimientos de difícil identificación, durante el desarrollo de las prospecciones arqueológicas que son llevadas a cabo en las fases previas del proyecto. Por ello se mantiene, a lo largo de la ejecución de las obras, el seguimiento y control de los restos que puedan ir descubriéndose, como consecuencia de los movimientos de tierra necesarios durante la construcción, para efectuar la instalación de la tubería.

Así, la parte de la obra, que en principio sería la más agresiva, la apertura de la zanja, se convierte en una ayuda fundamental para definir los límites espaciales de los yacimientos que posean un determinado valor arqueológico.

Ello implica, en algunas circunstancias, la realización de sondeos en puntos concretos del trazado, con la finalidad de obtener un registro estratigráfico que pueda informar sobre fases sucesivas del trabajo y así llegar a realizar la excavación adecuada del área que sea requerida. Precisamente el seguimiento de la obra, durante la fase de construcción, permite acometer los planes de excavación apropiados, siempre que se registren evidencias que puedan indicar la presencia de estructuras arqueológicas en el subsuelo, lo que conlleva la aplicación de las técnicas necesarias, para comprobar la existencia de algún yacimiento, tales como: técnicas físico-químicas, recogida sistemática de material, fotografía de infrarrojos o levantamientos planimétricos.

#### 4. Algunos casos de investigación

Entre las numerosas actividades arqueológicas, llevadas a cabo en las múltiples obras de gasoductos realizadas en el territorio nacional, caben señalar las del gasoducto Sevilla-Madrid, donde en el tramo correspondiente a la provincia de Sevilla, se consiguió documentar, con mayor detalle, la información contenida en la catalogación administrativa, obteniéndose además, otros datos de interés para futuras intervenciones arqueológicas. El trazado del gasoducto discurrió por una zona de alta densidad de poblamiento rural antiguo de época romana.

**La preocupación por el patrimonio socio-cultural ha permitido el descubrimiento y catalogación de significativos restos arqueológicos**



La obra del gasoducto presentó un elevado interés para la investigación de las formaciones cuaternarias y de secuencia paleolítica en el Bajo Guadalquivir. Los yacimientos conocidos correspondían, casi en su totalidad, a asentamientos rurales de la época romana, en los que no se habían realizado, con anterioridad a las obras, excavaciones arqueológicas, ni existía una delimitación de los mismos. Entre los numerosos yacimientos detectados caben destacar 16 yacimientos romanos clasificados del siguiente modo:

- 1 Villa romana de 16.000 m<sup>2</sup> y una amplia cronología que abarca del siglo I al siglo II d.C.
- 2 yacimientos con de 2.000 m<sup>2</sup> y 2.800 m<sup>2</sup>, con cronología de los siglos I y II d.C. y siglo IV d.C., respectivamente.
- 6 catalogados con restos romanos, sin cronología ni dimensiones concretas.
- 7 asentamientos rurales romanos con una superficie media de 1.140 m<sup>2</sup> y de una corta vida en el siglo I d.C.

En el seguimiento arqueológico del gasoducto de transporte Huelva-Sevilla (174 km) se descubrió una estructura de ladrillo situado a 1.40 m de profundidad, a su paso por Orippe, que se reveló como una tumba romana de las utilizadas para acoger los restos humanos incinerados.

Hallazgos arqueológicos del período comprendido entre el Paleolítico y la Edad Media (yacimientos de Carese, Huergo, Villabona), así como la necropolis de la Sierra Plano de la Barbolla, en el gasoducto Burgos-Cantabria-Asturias (215 km).

Hallazgos arqueológicos encontrados en el gasoducto de transporte Burgos-Valladolid y Palencia (343 km) a su paso por Medinilla, donde se pusieron al descubierto una serie de útiles pertenecientes al asentamiento de un poblado de los tiempos de la Edad del Hierro, así como una cabaña de forma circular, con una serie de cráneos bóvidos flanqueados por grandes cornamentas de ciervo.

Tres villas romanas localizadas en el transcurso de las excavaciones del gasoducto de transporte Burgos-Madrid (344 km) y redes de distribución que recorren la Comunidad Autónoma de Madrid, con numerosas piezas cerámicas. Igualmente se descubrió un enterramiento localizado en un punto cercano a Perales del Río, al Sureste de la ciudad de Madrid.

Necrópolis del año 1.000 a.C., pertenecientes a los llamados pueblos indoeuropeos, en la zona situada sobre el río Arga, piezas cerámicas celtibéricas o restos humanos y de proyectiles datados del año 1.800 y encontrados en la traza del gasoducto de transporte Calahorra-Pamplona.

- Otros trabajos de interés fueron llevados a cabo, en diversas redes proyectadas, como:
- las excavaciones de urgencia del gasoducto del semianillo de Madrid (Algete-Getafe),
  - las prospecciones arqueológicas del gasoducto Tafalla-Estella,
  - las excavaciones del gasoducto San Fernando de Henares-Guadalajara,
  - las prospecciones efectuadas para el proyecto de la gasificación de Galicia, etc.

Todo estos ejemplos forman parte del grado de conocimiento que se ha alcanzado, en relación al patrimonio arqueológico y todo ello, gracias a la potenciación, por parte de ENAGAS, de los estudios, prospecciones y controles establecidos dentro de los proyectos de los gasoductos.

## Bibliografía

- Encuentro con la Historia. Publicación coordinada y editada por ENAGAS. Reedición Julio 1.990.
- Estudios de Impacto Ambiental y estudios arqueológicos de los gasoductos de transporte y redes de distribución encargados por ENAGAS a diferentes empresas y expertos. ■