

PISTA FORESTAL NO ESCORIADA, CON ESCASO FIRME Y CON PROBLEMAS DE EROSIÓN.  
Foto: I.K.T.

# Valorización de escorias de acería en la construcción de pistas forestales (y II)

**El presente estudio tiene por objeto determinar la afección real al medio físico resultante de la aplicación, a lo largo de más de cuatro décadas, de escorias de acería negra y blanca y mezclas de ambas para la construcción de pistas forestales.**

**TEXTO: JAVIER ANSORENA, FÉLIX IZCO, DOMINGO MERINO, PATXI TAMÉS (DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA)**

**P**artiendo de los resultados del mismo, se ha tratado de identificar las afecciones ambientales más significativas, que puedan servir de base para establecer las medidas correctoras necesarias para minimizarlas: restricciones de utilización en zonas sensibles o espacios naturales protegidos, limitaciones en áreas de elevadas pendientes, próximas a cauces, zonas de recarga de acuíferos vulnerables, etc.

Con ello se pretende proporcionar información sobre los principales requisitos técnicos a cuyo cumplimiento debería supeditarse la autorización, por el órgano ambiental de la Comunidad Autónoma del País Vasco, de la valorización de mezclas de escorias en pistas forestales (de acuerdo con el artículo 3 del Decreto 34/2003), así como reducir la afección derivada de la construcción de las mismas mediante las medidas correctoras y de control a implantar en la evaluación simplificada de impacto ambiental.

Se ha tomado como base metodológica el Esquema de

investigación de la calidad del suelo y su relación con el protocolo de evaluación de riesgos del Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. El estudio de un suelo potencialmente contaminado consta de una primera fase exploratoria, que se inicia con el estudio histórico, la visita de campo y el análisis del medio físico. Tras el muestreo y análisis de suelos y aguas, se comparan los resultados con los Valores Indicativos de Evaluación VIE-B y VIE-C y, si se superan estos últimos, se pasa a una segunda fase detallada en la que se delimita

la extensión de la contaminación, completando el análisis de riesgos.

## **Materiales y métodos**

Inicialmente se procedió a la elección de las pistas donde posteriormente se iba a realizar el estudio, para lo cual se tuvieron en cuenta principalmente los siguientes criterios:

– Inexistencia de otros posibles focos contaminantes como urbanizaciones, vertederos, etc., que pudieran provocar una contaminación adicional al medio.

– La relación entre superficie de pista de escoria construida y superficie de cuenca

vertiente afectada fuese la mayor posible.

– La existencia de una zona drenante a un manantial, para estudiar la afección a las aguas subterráneas.

No se consideraron otros criterios como diferencias litológicas del sustrato, pendientes, etc., por la homogeneidad de estos factores en las zonas estudiadas.

Finalmente, se eligieron dos pistas construidas con aporte de escorias, que se consideraron representativas de la práctica habitual:

– Oista 1: Parte de las instalaciones de Asfaltos de Urretxu, situadas en una curva del puerto de Deskarga, en la vertiente de Urretxu. Tiene una longitud de 500 m, discurre junto al curso de la regata Ostola y fue construida a finales de la década de los 90 con escoria negra, procedente de la fundición Aceralia de Zumarraga (antes Orbegozo).

– Pista 2: Discurre desde el Alto de Deskarga hasta el monte Gorla, tiene una longitud aproximada de 6 km, que afectan a 5 cuencas drenantes y un manantial, y fue construida hacia 1980 con mezcla de escorias negra y blanca. Posteriormente, y con el fin de repararla, se le aplicó en algunas zonas una capa de escoria blanca. Los materiales empleados en esta pista proceden de Aceralia de Bergara (antes Unión Cerrajería).

A pesar de las precauciones adoptadas, resulta prácticamente imposible excluir la interferencia de otros focos de contaminación puntual de origen antropogénico, distintos de las escorias. De hecho, en la parte alta de la pista 2, en el entorno del refugio-sociedad Gorla se ubican, desde hace bastantes

años, abundantes puestos de caza en la época de pasa, que indudablemente constituyen focos potenciales de contaminación del medio por los perdigones de plomo.

En la pista 1 se han analizado muestras correspondientes a un único transecto (línea perpendicular al eje longitudinal), mientras que en la pista 2 se han elegido 10 transectos (2 por cuenca), lo que supone un total de 11 transectos. En cada una de las zonas afectadas por ambas pistas, se han tomado muestras de diversos tipos:

1) Suelo a lo largo del eje transversal de la pista y a varias profundidades, tanto en el centro de la misma como a diferentes distancias.

2) Planta en los mismos puntos en que se tomaba la muestra de suelo.

3) Material constituyente de la pista.

4) Agua y sedimento de la cuenca fluvial a donde vierten las aguas que pasan por

las pistas, así como una regata de referencia no afectada por las pistas.

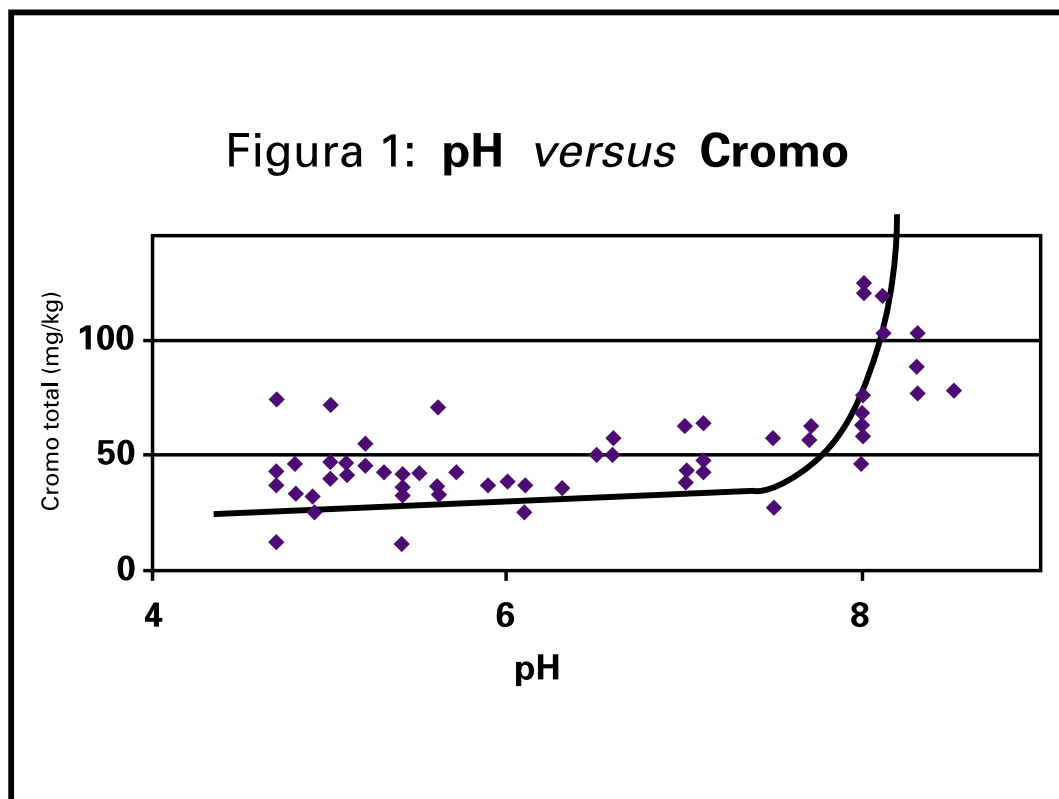
5) Agua del manantial que discurre por debajo de la pista del monte Gorla, aguas abajo de la sociedad del mismo nombre.

Como primera aproximación, se trató de delimitar la zona de influencia asociada a la construcción, mantenimiento y explotación de las pistas forestales, en la que se detecta contaminación del suelo por escorias y se desarrolla la vegetación. Este objetivo tropieza con la dificultad de establecer con precisión el límite de la pista, dado que la separación con el suelo adyacente es muy difusa, por el tiempo transcurrido desde su construcción. En dicha zona afectada se profundizó en el estudio de la movilidad de los metales presentes en el suelo y de la acumulación de los mismos en las plantas. Finalmente, se completó el análisis de los

datos disponibles para los suelos subyacentes a las pistas forestales, los sedimentos y las aguas.

Partiendo de la elevada basicidad de ambos tipos de escorias, y en particular de la escoria blanca, se ha adoptado como parámetro indicador el valor de pH del suelo en el entorno de la pista 2, a fin de delimitar la zona de influencia de la contaminación. Esta aproximación no está exenta de limitaciones, ya que, debido a su menor resistencia mecánica, la escoria blanca es más susceptible de disgregación y dispersión en las proximidades de la pista que la escoria negra. Por tanto, podrían presentarse falsos puntos de contaminación con pH elevado y ausencia de metales.

En consecuencia, los valores resultantes de pH del suelo no han sido analizados de forma aislada, sino que se han completado y contrastado con los del contenido en





# *La presencia de las pistas de escoria no supone afección significativa para la calidad de las aguas. La ausencia de metales en el agua indica que no se producen fenómenos de disolución.*

metales procedentes de la escoria negra.

A fin de delimitar la extensión de la contaminación, se han comparado los contenidos de metales totales en suelo (extraíbles en agua regia) a diferentes distancias de la pista con los valores de fondo o de referencia de la zona estudiada y con los Valores Indicativos de Evaluación (VIE). Como contribución a la fase detallada del análisis de riesgos, se han llevado a cabo análisis adicionales de metales biodisponibles en suelo (extracción en nitrato amónico 1M, método DIN 19730) y de contenido de metales en planta, comparándose los valores obtenidos en las zonas contaminadas con los de las zonas no afectadas. Todo ello se ha completado con el análisis de metales en sedimentos de las regatas próximas y en aguas superficiales y subterráneas.

La concentración de metal extraída por nitrato amónico 1M se corresponde con la suma de las fracciones presentes en la solución acuosa del suelo (inmediatamente disponible) y de las formas intercambiables en el complejo de cambio (disponible como reserva). Los contenidos totales en planta representan las cantidades realmente absorbidas por la misma, e integran todos los factores que afectan a la capacidad de absorción radicular, incluida la mayor o menor sensibilidad o tolerancia de las distintas especies vegetales.

Para el muestreo de aguas superficiales se seleccionaron 7 puntos, además del manantial Gorla, que drena el agua de una zona de acumulación de materiales granulares, y se sitúa aguas abajo de la sociedad Gorla y de la pista

2. Finalmente, se muestreó una pequeña regata de referencia, que a priori no presentaba focos potenciales de contaminación, y se le ha asignado la referencia MA-8. Se realizó un muestreo de agua en cada regata para analizar los parámetros físico-químicos que pudieran resultar afectados, así como un muestreo de sedimentos, para análisis de metales pesados en la fracción fina (<0,063 mm)

Además de los muestreos llevados a cabo en los suelos del entorno y en la vegetación, se tomó un testigo de cada pista a estudiar, para conocer el perfil pista-suelo y se realizaron ensayos de permeabilidad tipo Lefranc de la capa de escorias que constituye la pista, así como sus correspondientes análisis del suelo.

## **Permeabilidad de las pistas**

Los resultados obtenidos de los ensayos de permeabilidad han dado valores comprendidos entre 10<sup>-4</sup> y 10<sup>-3</sup> cm/s, lo cual es índice de una permeabilidad baja, por lo que los fenómenos de lixiviación se ven muy restringidos.

## **pH y metales totales en suelos**

Los valores de pH obtenidos en los puntos de muestreo alejados de la zona afectada son muy bajos y se encuentran en el intervalo de 4,7 a 5,7. Estos datos confirman que los suelos naturales de la zona forestal objeto de estudio son los típicos suelos de monte, lavados, pobres en bases y muy ácidos, con elevados porcentajes de aluminio en el complejo de cambio. En contraste, en los puntos más próximos a la pista 2 el valor del pH se incrementa

notablemente hasta valores en torno a 8, a consecuencia del efecto enalante de la escoria blanca, que se manifiesta en los elevados valores de pH y carbonatos obtenidos en todas las muestras de la pista. En la fig. 1 se muestra la relación entre el pH y el contenido de cromo.

Del contenido en metales totales de los suelos adyacentes a la pista se deduce que la zona de afección por la escoria, en que las concentraciones de metal en suelo son superiores a los valores VIE-B o VIE-C, queda prácticamente limitada a la franja de 2 m en el exterior de la pista. Esta franja podría ampliarse a mayores distancias en los casos en que la pendiente del terreno sea muy elevada, lo que facilitaría el arrastre de fragmentos de escoria a mayores distancias.

No obstante, debe destacarse que, en general, no se superan los valores límite de concentración de metales pesados en suelos establecidos en la Directiva 86/278 ni en el R.D. 1310/1990, así como en la legislación existente en la mayoría de los países europeos. Además, los niveles de metales encontrados son inferiores a los hallados en los estudios de contaminación por metales pesados de suelos de Gipuzkoa, tanto de origen urbano como industrial o minero.

## **Metales extraíbles en suelo**

Los datos de metales extraíbles muestran que los valores obtenidos son muy inferiores a los contenidos totales, para todos los metales estudiados.

Incluso para los puntos de máxima contaminación, en los que se superan los valo-

res VIE-C para el cromo, las concentraciones de dicho metal en formas extraíbles son extremadamente bajas, y del orden de los valores de fondo en la zona no afectada. Esto indica que el factor limitante de la biodisponibilidad de metales no es la cantidad total presente en el suelo, sino otros factores, entre los que cabe destacar el pH.

A su vez, las concentraciones de cinc extraíble (el único oligoelemento esencial para las plantas entre los metales analizados) son muy superiores a las de los restantes metales, particularmente en los suelos ácidos de referencia no afectados de contaminación, en los que las concentraciones varían entre un mínimo de 4,0 mg/kg y un máximo de 12,4



mg/kg. En cuanto a la relación existente entre concentración de cinc extraíble y pH del suelo (fig. 2), se observa que, para valores de pH comprendidos entre 8,5 y 6,5, la fracción de metal extraíble es prácticamente nula, y por debajo de este valor crece de forma sostenida, hasta alcanzar los valores máximos en el intervalo de pH de 4,5-5,5, que corresponden a los suelos naturales, alejados de la zona de influencia de la pista. La relación entre concentración de plomo extraíble y pH es semejante a la del cinc, pero en el caso del plomo la solubilización se inicia a valores de pH inferiores, en torno a 5,5. Ambos tipos de correlación coinciden plenamente con los obtenidos en los estudios de contaminación

de suelos agrícolas por metales pesados de origen minero, si bien en este caso, al ser muy inferior el nivel general de contaminación, los valores de concentración de metal extraíble para el cinc son muy inferiores, y el intervalo de concentraciones se reduce en un orden de magnitud respecto de dichos estudios. El caso del cromo requiere una especial atención en el presente estudio, por tratarse del metal cuya presencia en las escorias supone, por su elevada concentración y la toxicidad de sus formas solubles oxidadas, la principal limitación para el empleo de las mismas en pistas forestales. A simple vista sorprenden los valores extremadamente bajos que resultan para las concentraciones de la frac-

ción extraíble de cromo en todos los puntos estudiados del exterior de la pista. En ningún caso se supera la concentración de 0,1 mg/kg, lo que representa valores inferiores en dos órdenes de magnitud a los metales cinc y plomo.

Se observa que no existe ninguna correlación entre las concentraciones de cromo extraíble y cromo total del suelo, de manera que las concentraciones de las formas biodisponibles en las zonas contaminadas, de elevado pH, son del mismo orden de magnitud que los valores de fondo en los suelos naturales no contaminados, con valores de pH en torno a 5. Por tanto, se confirma una vez más que el contenido total de metal en el suelo no es el factor que limita la biodisponi-

bilidad, sino que ésta viene condicionada por la acidez del suelo.

### Metales en planta

Esta misma conclusión se obtiene también de la comparación de los resultados obtenidos para los contenidos de metales en planta, en los que no se observa la más mínima correlación con la cantidad en suelo, obteniéndose en todos los transectos en las zonas contaminadas valores semejantes o inferiores a los valores de fondo, en puntos situados suficientemente alejados de la pista. En consecuencia, puede concluirse que, si bien la construcción de las pistas forestales con mezclas de escorias negra y blanca implica la contaminación por metales de los suelos adyacentes y la superación, en una determinada franja, de los valores VIE-B y VIE-C, dicho aporte de metales no supone ninguna afeción para los ecosistemas, ya que queda contrarrestado al estar dichos metales en forma de compuestos estables (silicatos y óxidos, fundamentalmente), que presentan bajos índices de solubilidad en agua y por la elevada basicidad de la escoria blanca, que impide la solubilidad de los metales y, en consecuencia, su lixiviación y afeción a la biomasa microbiana del suelo, la absorción por las plantas y el arrastre a las aguas superficiales y subterráneas. En las muestras de suelo tomadas bajo la pista a diferentes profundidades no se supera en ningún punto de muestreo los valores VIE-C, y sólo ocasionalmente los valores VIE-B, sobre todo para los metales cinc y plomo. Sin embargo, los elevados valores de pH en estos puntos expli-





# Siempre que se haga en condiciones adecuadas, el empleo de mezclas de escoria negra y blanca de acería para pistas no supone para el medio ambiente ninguna afección adicional.

can que, nuevamente, las fracciones biodisponibles de dichos metales resulten insignificantes e inferiores a los valores de fondo.

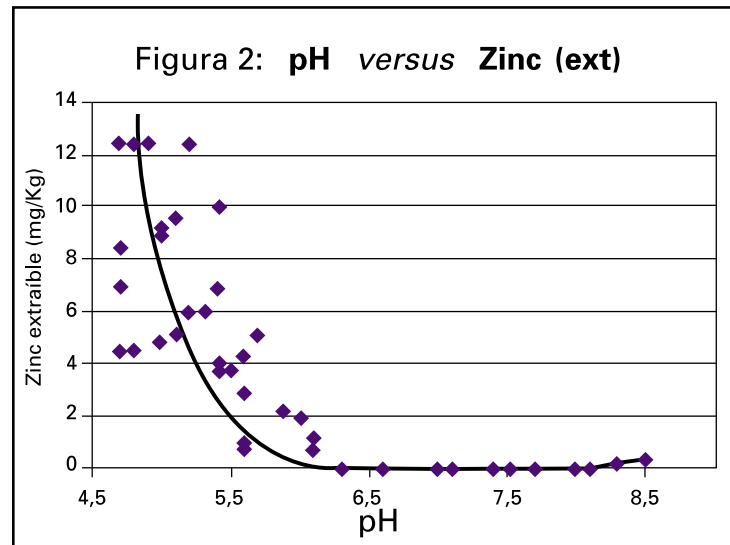
En relación a la pista 1, construida exclusivamente con escoria negra, se observa que los valores de pH del suelo se mantienen muy próximos al valor de fondo en la zona de influencia exterior a la misma. Este dato confirma, una vez más, las formas estables en que se encuentran los metales en las escorias negras, así como la influencia esencial de la elevada basicidad de la escoria blanca en la movilidad de los metales del suelo. Sin embargo, no parece un argumento suficiente para desaconsejar, por sí mismo, la construcción de pistas forestales exclusivamente con escoria negra, en ausencia de un estudio más detallado.

## Afección a las aguas

Los análisis de agua no detectan ningún indicio que sugiera contaminación proveniente de las pistas de escoria. Los valores de pH y sales disueltas son normales y habituales en aguas superficiales del Territorio Histórico de Gipuzkoa. En cuanto a los metales pesados, todos los resultados de cobre, cadmio, plomo, cromo, níquel y mercurio están por debajo del límite de detección.

## Conclusiones

Se ha analizado el impacto ambiental de una pista forestal de 20 años de antigüedad, construida con una mezcla de escoria negra y blanca de acería, y de otra pista forestal más reciente, construida exclusivamente con escoria negra. Tomando como referencia la primera de las pistas, se ha delimitado la zona de influencia adicional a la



superficie de la pista, en la que se detecta afección al suelo derivada de la construcción, mantenimiento o explotación de la pista. Para ello, se han analizado las concentraciones totales y biodisponibles en muestras de suelo y planta a diferentes distancias de la pista, a lo largo del eje longitudinal de la misma. El estudio se ha completado con el análisis de muestras de sedimentos, aguas superficiales y subterráneas. De los resultados obtenidos pueden extraerse las siguientes conclusiones:

1. Se aprecia la máxima influencia de la pista en los suelos adyacentes a una distancia de 2 m aguas abajo, que puede extenderse a mayores distancias, en función de la pendiente del terreno.

2. Dicha influencia se manifiesta en los suelos adyacentes por una elevación simultánea de los valores de pH (derivados de la basicidad de ambas escorias) y de los contenidos totales en cromo y otros metales pesados, procedentes de la escoria negra.

3. En algunos puntos de muestreo muy próximos a la pista, la concentración total de determinados metales supera los valores VIE-B y,

ocasionalmente, los VIE-C, a consecuencia de la incorporación de fragmentos de escoria negra a los suelos o del muestreo de la propia pista.

4. La asociación existente entre contenido en metales y valor de pH del suelo hace que, en los puntos en que la concentración total de algún metal procedente de la escoria negra es elevada, la fracción biodisponible sea inferior a la de los puntos no afectados.

5. Las formas estables en que se encuentran los metales en las escorias negras, unido al efecto compensatorio de la basicidad sobre el contenido total de metales en suelo, se traduce en unos contenidos muy bajos de metal en planta, que resultan del mismo orden de magnitud en zonas afectadas y no afectadas.

6. Las concentraciones extremadamente bajas de metales en formas solubles no parecen afectar al sistema radicular de las plantas ni a la biomasa o la actividad microbiana del suelo, por lo que el crecimiento vegetal no se ve limitado.

7. La presencia de las pistas de escoria no supone afección significativa para la calidad de las aguas. La ausencia de metales en el

agua indica que no se producen fenómenos de disolución y los bajos niveles de metales en sedimentos sugieren, asimismo, que el arrastre mecánico de material de las pistas es inapreciable en los cauces próximos.

Por tanto, del presente estudio se concluye que, siempre que se haga en condiciones adecuadas, el empleo de mezclas de escoria negra y blanca de acería para la construcción de pistas forestales no supone para el medio ambiente ninguna afección adicional a la derivada de la ocupación del terreno con cualquier tipo de infraestructura viaria, e independientemente del material con que se construya. Al igual que en otras aplicaciones permitidas de las escorias como base, sub-base o capa de rodadura en carreteras, existe una estrecha franja de suelo adyacente a la pista en la que inevitablemente se incorporan fragmentos de escoria y que puede ser evacuada y gestionada, juntamente con el material de la propia pista, al final de su vida útil. Los resultados de este estudio pueden servir de base para establecer, a través de los instrumentos convencionales de protección ambiental (Análisis de Riesgos, Evaluación de Impacto Ambiental, Análisis de Ciclo de Vida, etc.), las medidas correctoras que minimicen el impacto ambiental derivado de esta forma de valorización de mezclas de escoria negra y blanca. En particular, el Análisis de Ciclo de Vida comparativo frente a otras alternativas, como el empleo de áridos convencionales y el vertido de las escorias, se presenta como una herramienta especialmente útil para conocer el balance ambiental neto de esta forma de valorización.