



## PROCEDIMIENTOS DE REMINERALIZACIÓN EN CHILE

HAUSER, A.

Servicio Nacional de Geología y Minería  
Casilla 1064, Santiago  
e-mail: ahauser@sernageomin.cl

### INTRODUCCION

La remineralización se sustenta en el hecho que tanto los procesos mineros primarios, (“polvo de rocas”: material particulado de diversa granulometría), como la preparación de áridos para la construcción, liberan un amplio espectro de subproductos, que adicionados a los suelos, se transforman en verdaderas enmiendas. Convenientemente aplicados, recurriendo a procedimientos ecológicos y sustentables, mejoran los rendimientos y fertilidad de los suelos, dedicados tanto a la actividad agrícola y forestal, tan importantes en nuestro país. Sus bondades dicen relación con el hecho que se trata de materiales con una amplia gama composicional, en situación de satisfacer las demandas de los suelos, por un importante número de elementos.

La baja fertilidad de un determinado tipo de suelo, se vincula tanto a factores naturales: tipología, granulometría, textura, porosidad, permeabilidad, pedregosidad, profundidad, características físico - químicas, compacidad, drenaje superficial e interno etc., como a la intervención humana: uso intensivo; monocultivos; carencia de riego; baja a nula aplicación de fertilizantes; sobredosis de plaguicidas y/o herbicidas; inadecuada utilización de procedimientos de preparación del suelo (aradura - nivelación).

Independiente de las causas por las cuales los suelos carecen o pierden sus respectivos potenciales de uso para fines agrícolas o forestales, es perfectamente posible recuperar parte importante, la totalidad o aún sobrepasar su condición previa al inicio del uso, recurriendo a la aplicación controlada de enmiendas o fertilizantes.

### VENTAJAS ASOCIADAS A LA APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE REMINERALIZACIÓN

- ❑ Se ha determinado que siguiendo los patrones propios de los procesos naturales, la remineralización:
- ❑ Revitaliza los suelos, por la vía de incrementar la actividad nutricional de las plantas,
- ❑ Aumenta el rendimiento de los cultivos.
- ❑ Mejora el sistema radicular de las plantas.
- ❑ Restablece el pH original.
- ❑ Incrementa el desarrollo y actividad de microorganismos,
- ❑ Construye complejos húmicos.
- ❑ Aumenta la capacidad de retención de agua.
- ❑ Previene la erosión.

- ❑ Atenúa el efecto de plagas, sequías y heladas, en situación de producir cosechas más abundantes, sanas, nutritivas y de mejor sabor, permitiendo disminuir la aplicación de fertilizantes, pesticidas y herbicidas.
- ❑ Mejora el sabor de frutas y hortalizas.

### **CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL A EMPLEAR, DOSIFICACIONES Y PROCEDIMIENTOS DE APLICACIÓN**

La composición del material particulado utilizable para la remineralización de los suelos, depende, muy principalmente, del ambiente geológico y mineralógico.

El aprovechamiento económico en la remineralización del material particulado generado, muy especialmente, en la preparación de áridos,

debe considerar aspectos relacionados con la localización de la “fuente”, distancia de transporte al punto de aplicación y las propiedades físicas, químicas, granulométricas y texturales del suelo que recibirá la enmienda.

En todos los casos, el material particulado a ser utilizado en los procesos de remineralización, comprende, principalmente, **a)** 75 a 100% de la fracción inferior a 200 mallas, (menos de 75 micrones, originado en el proceso de arneado o tamizaje para la obtención de áridos), **b)** sedimento de fondo de tranques, decantadores o canales, **c)** limos y limos arenosos glaciales a glacialacústres y **d)** relaves generados en los procesos mineros.

Las dosificaciones a aplicar al suelo en situación de ser remineralizado, dependen de la granulometría del material disponible; rangos promedio corresponden a 10 ton/hect. A menor granulometría se obtienen mejores respuestas por parte del suelo. Los procedimientos de aplicación implican desde simples palas, hasta esparcidores mecanizados, incorporando agitadores. En lo posible, el material particulado debe ser mezclado *in situ* con el suelo, de forma que el sistema radicular de las plantas pueda acceder a él.

Las aplicaciones suelen realizarse a intervalos de 3 a 6 años, que, en términos comparativos, supera ventajosamente los requerimientos de otros tipos de procedimientos destinados a mejorar o recuperar las capacidades de uso o rendimiento de suelos degradados.

### **ALTERNATIVAS DE OBTENCIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO EN CHILE**

La histórica condición de país minero sustentada por Chile, con importantes producciones de cobre, oro y plata, compromete una serie de complejos procesos industriales, destinados a liberar los minerales de las rocas donde ellos se encuentran alojados; la gran mayoría de ellos, comprenden procedimientos de trituración en sus fases primaria y secundaria. En esta etapa, la reducción, por vía seca, de la fracción rocosa que alimenta a los molinos o chancadores, genera importantes cantidades de “polvo de rocas”, que debido a su fugacidad, pasa a constituirse en un subproducto de rango “indeseable”; el material en cuestión, cuando no es capturado convenientemente, (mediante estructuras especiales: decantadores – filtros - dispositivos electrostáticos), pasa a constituirse en un elemento con un elevado potencial de contaminación aérea, sin desatender consideraciones propias del impacto visual.

El severo impacto causado por la liberación incontrolada de “polvo de rocas”, respecto tanto del propio entorno de las faenas, como de los centros urbanos o instalaciones habitacionales circundantes a ellas, compromete importantes esfuerzos humanos, tecnológicos y económicos; ello, tanto más cuanto que, se trata de un efecto de innegable reconocimiento visual, que no pasa desapercibido por la ciudadanía.

Situación parecida ocurre en la preparación de áridos, destinado a satisfacer las demandas de materiales con granulometrías del tipo ripios - gravas- arenas, tanto para la preparación de hormigones como estructuras de fundación, rellenos, terraplenes u estructuras viales (bases - subbases- carpetas de rodado). Los procedimientos para la obtención de los materiales consignan dos modalidades: **a)** explotación de depósitos fluviales a fluvio aluviales, a partir de los denominados pozos de empréstito o lastre y **b)** procesamiento de rocas a partir de canteras.

En el primer caso, la separación de las diversas fracciones granulométricas contempla mecanismos de arneado o tamizado en ambiente seco, con importante liberación de material particulado, polvo sedimentario; en el segundo, la trituración o chancado de las rocas, destinadas a obtener las granulometrías deseadas, resultan en la producción de importantes volúmenes de “polvo de rocas”.

En los dos casos, los subproductos generados, correspondientes a material particulado, del tipo polvo sedimentario y polvo de rocas, pasa a constituirse en una atractiva fuente de suministro de materia prima para ser utilizada en los procesos de remineralización de suelos.

Para las regiones Metropolitana y Quinta hasta la Décima, la producción anual de áridos destinados a la construcción, a partir del procesamiento de depósitos fluviales a fluvio aluviales, totalizaría 15 millones de toneladas. Aún cuando se carece de información referida a la generación de polvo sedimentario, resultante del proceso de arneado y/o chancado de las fracciones granulares (sobretamaño), sus volúmenes deberían alcanzar cifras muy significativas.

Interesa destacar que en Chile, por razones económicas, un porcentaje mayoritario de los pozos destinados a la extracción y producción de áridos, se emplazan a escasa distancia de centros urbanos, en torno a los cuales, a su vez, se ubican los terrenos agrícolas en situación de ser recuperados por la vía de la remineralización; esta singularidad, reduciría considerablemente los costos para acceder al material particulado, a aplicar en los procesos de remineralización.

Referido a la utilización, en procesos de remineralización, de materiales provenientes de depósitos arenosos a limo arenosos de origen glacial, (“harinas de roca”), glacialacustres a francamente lacustres, interesa consignar su presencia y disponibilidad en numerosos sectores de la Décima Región. Se asocian, muy particularmente, a secuencias sedimentarias cuaternarias, ubicadas en torno a los márgenes occidentales del lago Llanquihue (en el propio casco urbano de la ciudad de Puerto Varas). Allí, los depósitos están representados por una potente y muy uniforme secuencia lacustre de limos y limos arenosos, finamente estratificados subhorizontalmente, color gris verdoso, con moderada a baja compacidad. Se originan en el vigoroso efecto abrasivo de los glaciares actuando sobre las rocas basales, en su lento desplazamiento desde los relieves andinos elevados, hasta las zonas bajas y depresionarias del Valle Central. En términos generales, en la zona andina de la Décima Región predominan rocas volcánicas o eruptivas y graníticas o intrusivas; las primeras de carácter básico, son ricas en sílice

(55%), aluminio (17%), fierro (6%), magnesio - calcio (11%), sodio - potasio (6%); mientras que las segundas, contienen sílice (73%), aluminio (17%), fierro (1%), calcio - magnesio (2%) y sodio - potasio (5%); estos valores, proporcionan indicación respecto de la complejidad química que puede alcanzar las denominadas “harinas de rocas”, producidas por la abrasión glacial, útiles a los procesos de remineralización.

Desde el punto de vista de la aplicación de los procedimientos de remineralización, como enmienda en la recuperación de suelos agrícolas o silvoagropecuarios, no debería ser desatendida la alternativa de utilizar los denominados relaves. Estos comprenden depósitos residuales artificiales originados en las actividades y mineras almacenados en numerosos tranques en diversos sectores del territorio; se trata, en rigor, de verdaderos desechos de la actividad minera, muy principalmente de la explotación de cobre, constituidos por fracciones arenosas y limo arenosas, originadas por el proceso de molienda, chancado, de los diversos tipos de rocas, susceptibles de albergar el mineral objeto de explotación. La enorme variedad de tipos rocosos, objeto de explotación, determina la presencia de voluminosos acopios de relaves con una gran variedad composicional. Esta singularidad, determina una amplia gama de alternativas, en situación de adecuar el carácter químico de la “enmienda” a aplicar, en función de los requerimientos específicos del suelo objeto de tratamiento vía remineralización.

## **CONCLUSIONES**

El procedimiento de mejorar la fertilidad de suelos degradados por diversos motivos en Chile, (sobreeplotación o uso intensivo, carencia de rotaciones y/o riego, nula aplicación de fertilizantes), vía remineralización, constituye una atractiva alternativa para ser aplicada en Chile. Implica la utilización de diversos tipos de materiales finos, con gran disponibilidad en diversos segmentos de país: **a)** naturales: polvo de roca o sedimentos fluviales a fluvio aluviales, en la zona central, Región Metropolitana y Quinta a Octava; sedimentos lacustres, en torno a los grandes lagos de la Décima Región, y **b)** artificiales: depósitos de relaves, en torno a la zona de los valles transversales de las Regiones Tercera y Cuarta.

El compromiso de utilizar procesos naturales o “ambientalmente amigables”, en la mantención o recuperación de suelos agrícolas, forestales o ganaderos degradados, incrementa la sustentabilidad del método de remineralización de suelos.

Expuesto el procedimiento y sus ventajas, resta iniciar una serie de actividades de experimentación y evaluación de resultados, a partir de distintos tipos de materiales finos existentes en el país y diferentes tipos de suelos, a objeto establecer su real factibilidad de aplicación en Chile.