

Seguimiento de trabajos de Ingeniería Biológica en Italia central



Federico Preti

Federico Preti es ingeniero civil hidráulico y miembro de la Orden de los Ingenieros, con Doctorado en Métodos y Tecnologías para el monitoreo ambiental. Profesor de la Universidad de Florencia en el Departamento de Ingeniería Agraria y Forestal, hoy en día titular del curso en Manejo de Cuencas e Ingeniería Naturalística de la carrera de Ciencias Forestales y Ambientales. Es también Coordinador del programa master en "defensa del medio ambiente y del territorio" (DIAMANTE) y miembro del Comité de ordenación del programa master en "riesgo hidráulico" de la misma universidad y del Programa de capacitación profesional sobre vegetación de cursos de agua.

Sus áreas de investigación incluyen la hidráulica agroforestal y ambiental con especial atención a los procesos de deflujo y arrastre a nivel de cuenca hidrográfica, el control de contaminación de fuentes dispersas, la vulnerabilidad del suelo y de los cuerpos de agua, el moto y el tratamiento de los agentes contaminantes en terrenos naturales, el análisis de la calidad fluvial, demandas y consumos de agua y la gestión de los recursos hídricos, el riego, el control de las crecidas, el riesgo hidráulico, los criterios de dimensionamiento de las obras hidráulico-forestales y/o de Ingeniería naturalística (socio experto de la AIPIN- Asociación Italiana Para la Ingeniería Naturalística- y responsable científico y coautor de los Manuales de Ingeniería naturalística de la Región Toscana y de la Región Lazio).

Ha sido responsable de los proyectos en Latinoamérica y Coordinador de la Comisión América latina de la Organización no gubernamental MANITESE. Hoy en día es Presidente de la Asociación sin fines de lucro MANITESE- Firenze. Ha sido también Presidente de la AUCS (Asociación Universitaria para la Cooperación y el Desarrollo), por la cual actualmente es responsable del Comité Técnico-Científico. Desde muchos años se ocupa de las temáticas relacionadas con la Cooperación y el desarrollo sostenible.

Introducción y métodos

Uno de los objetivos primordiales de la política territorial de las Regiones italianas en los últimos diez años ha sido dirigir los programas de intervención y de defensa del suelo hacia criterios que respeten más el equilibrio natural del territorio, reduciendo, en lo posible, el impacto ambiental que no obstante producen las mismas: con este objeto en los últimos años se han puesto en marcha una serie de iniciativas técnicas y administrativas con el fin de promover la adopción y difusión de las técnicas de Ingeniería Biológica.

En este trabajo se presentan los resultados del control y seguimiento de cerca de 70 intervenciones de Ingeniería Biológica en Italia central.

Los principales objetivos de la actividad de seguimiento efectuada en estos años pueden resumirse en los puntos que se ilustran a continuación:

- verificar la correcta ejecución de las obras de Ingeniería Biológica bajo el perfil técnico;
- verificar el estado general de las obras después de algunos años de su realización, con especial referencia al estado de conservación de los materiales inertes, a la estabilidad global y funcionalidad de la obra y al desarrollo del componente "vivo" (esquejes y/o vástagos);
- efectuar reportajes fotográficos de las intervenciones, con el fin de documentarlas mejor y que sea más fácil comparar los resultados con las condiciones que había anteriormente;
- verificar la eficiencia y la viabilidad de la intervención usando técnicas de Ingeniería Biológica en el ámbito de zonas de clima mediterráneo;
- verificar la inserción ambiental-paisajística de las intervenciones y el estado de desarrollo de la vegetación espontánea en la zona reacondicionada, con especial atención a la posible presencia de especies exóticas invasoras;
- verificar si la zona que presentaba el desequilibrio se ha estabilizado después de la ordenación y si todavía existen perturbaciones;
- determinar cuáles son las técnicas y las especies vegetales más idóneas para que estas últimas puedan enraizar y sobrevivir determinando el éxito de la intervención;
- subrayar la necesidad de usar material, sea vegetal, sea inerte, de origen local;
- comprender cuáles puedan ser las necesidades formativas de las empresas y proyectistas que trabajan en el campo de la Ingeniería Biológica.

Seguimiento ARSIA en la Región Toscana

En Toscana la ARSIA (Agenzia regionale per lo sviluppo e l'innovazione nel settore agro-forestale, es decir, agencia regional para el desarrollo y la innovación en el sector agro-forestal) emprendió, a partir de 1997, una actividad de experimentación de técnicas de Ingeniería Biológica y seguimiento de las intervenciones, en cola-

Figura 1.1: Tipología de las intervenciones de Ingeniería Biológica sometida a seguimiento I

Tipos de intervenciones de Ingeniería Biológica	Número de intervenciones
Obras principales en ríos	4
Obras principales en estabilización de ladera	2
Obras principales en barranco	2

boración con algunos organismos territoriales (seis Comunidades de montaña y una Provincia) y un Consorcio de Saneamiento, que pusieron en marcha otros tantos lugares de obras de ordenación hidráulica y/o hidrogeológica en áreas de montaña, con la ayuda científica de expertos AIPIN. Hace poco se han publicado los resultados del seguimiento actualizado hasta 2003 en un cuaderno específico ARSIA (Freschi et al., 2003).

Recientemente se ha realizado un seguimiento significativo, en la que han participado también expertos pertenecientes al mundo universitario del que, a causa del tiempo transcurrido desde la fase de realización de las intervenciones, han dado lugar a indicaciones útiles y evidencias significativas. En el seguimiento se ha pasado desde esquemas complejos de control ante operam y post operam (Informe ARSIA 2000), pasando a fichas simplificadas que integran esquemas de las diferentes intervenciones, hasta llegar a las fichas de control y seguimiento últimas (periodo finales de 2006).

Resultados

En lo que concierne a la experimentación de las técnicas de Ingeniería Biológica, la comparación entre las diferentes obras y tipologías realizadas no ha sido práctica por los siguientes motivos:

- las obras se han llevado a cabo en contextos ambientales muy diferentes;
- las obras se refieren a soluciones técnico-funcionales poco comparables (cursos de agua, vertientes, barrancos (Fig. 1.1)).
- las tipologías de obra son muy diversas desde el punto de vista sea de la proyección, como de las modalidades de ejecución.

Esto ha conllevado la necesidad de encontrar, para poder comparar los casos, un conjunto de informaciones que fuesen comunes a todas las intervenciones y que tuviesen características significativas:

- aspectos relacionados con el empleo de material vivo en la realización de las obras (Fig. 1.2, Fig. 1.3; Fig. 1.4);
- aspectos relacionados con la eficiencia técnica de las tipologías elegidas en fase de proyecto.

En lo referente al empleo de material vivo, la comparación entre los diferentes sitios controlados ha puesto de manifiesto que:

- todas las hidrosiembras han mostrado que, de una fase inicial con pocas especies, se pasa, en el arco de un sólo periodo vegetativo, a la presencia de muchas especies. En general las especies ini-

Figura 1.2: Porcentaje de empleo de plantas enraizadas y estacas en las cuatro intervenciones en ámbito fluvial

Plantas enraizadas y estacas empleadas	(%) de utilización
<i>Salix purpurea</i>	50%
<i>Salix alba</i>	50%
<i>Salix alba vitellina</i>	50%
<i>Alnus glutinosa</i>	50%
<i>Spartium junceum</i>	50%
<i>Salix triandra</i>	25%
<i>Salix eleagnos</i>	25%
<i>Populus sp.</i>	25%
<i>Opuntia ficus-indica</i>	25%
<i>Tamarix gallica</i>	25%
<i>Arbutus unedo</i>	25%
<i>Pistacia lentiscus</i>	25%
<i>Nerium oleander</i>	25%
<i>Teucrium fruticans</i>	25%

Figura 1.3: Porcentaje de empleo de plantas enraizadas y estacas en intervenciones en estabilización de ladera

Plantas enraizadas y estacas empleadas	(%) de utilización
<i>Salix purpurea</i>	50%
<i>Salix alba</i>	50%
<i>Salix caprea</i>	50%
<i>Salix triandra</i>	50%
<i>Salix eleagnos</i>	50%
<i>Salix sp.</i>	50%
<i>Alnus glutinosa</i>	50%

Figura 1.4: Porcentaje de utilización en barranco

Plantas enraizadas y estacas empleadas	(%) de utilización
<i>Salix sp.</i>	100%
<i>Spartium junceum</i>	50%
<i>Tamarix gallica</i>	50%
<i>Cornus mas</i>	50%
<i>Crataegus sp.</i>	50%
<i>Rosa canina</i>	50%
<i>Ligustrum sp</i>	50%
<i>Arundo pliniana</i>	50%

- ciales han sido sustituidas por especies presentes en los alrededores, iniciando rápidamente una sucesión vegetal secundaria;
- las técnicas de control de la vegetación invasora (*Robinia pseudoacacia* y *Arundo donax*) no han tenido gran éxito;
- la plantación de arbustos ha dado diferentes grados de eficacia (40%, 60% y 75%), y de arraigo en los primeros años. Las principales dificultades han surgido en las zonas que están sometidas a épocas de aridez. Ha resultado muy crítico, en el ámbito mediterráneo (en especial en la Isla de Elba), el periodo de finales de verano con marras de hasta el 80-90%;
- la escasa atención en la modalidad de conservación de las estacas ha provocado grandes diferencias en el grado de arraigo;
- los tarays, a pesar de haber tenido un desarrollo vegetativo más lento respecto a los sauces, han resistido mejor la sequedad estival;
- algunas especies mediterráneas, en especial el *Spartium junceum*, han dado resultados de arraigo significativos en terrenos arcillosos y que están sometidos a periodos de aridez.

En lo que concierne a los aspectos relacionados con la eficacia técnica, la comparación entre los sitios de intervención ha evidenciado:

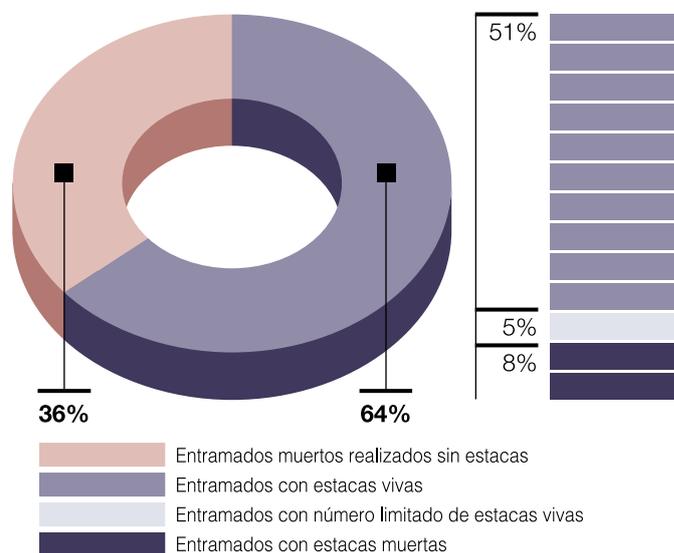
- una ausencia general de deformación en las obras; sin embargo, han surgido algunos casos de movimiento mensurable;
- la cobertura con manta orgánica ha demostrado ser eficaz contra la acción erosiva del agua;
- en las fajinas sus brotes han presentado a menudo una tendencia a la desecación, demostrando una mayor eficacia las que tenían detrás geotextiles, incluso biodegradables;
- el empleo de enrejados vivos en terrenos arcillosos ha resultado particularmente eficaz en laderas inestables, incluso en los casos de pendientes elevadas;
- las obras transversales de fajinas y paredes de fajinas de pequeñas dimensiones, han resultado insuficientes incluso en pequeños cursos de agua.

La monitorización en Alta Versilia - Región Toscana

También en Toscana, pero esta vez en Alta Versilia, que sufrió un gravísimo aluvión en 1996, se han realizado numerosos intervenciones de Ingeniería Biológica. Las mismas han sido inventariadas por el parque Parco delle Alpi Apuane y, recientemente, también han sido objeto de seguimiento en el ámbito de una Tesis de Master sobre Defensa Interdisciplinaria del Ambiente y Mantenimiento del Territorio – DIAManTe (Preti, Lena *et al.*, 2007), según las siguientes fases de trabajo:

1. Estudio del material inherente a las dinámicas y las consecuencias en términos de perturbaciones o desequilibrios hidrogeológicos del aluvión del 19 de Junio de 2006.
2. Examen de la documentación redactada por el Parco delle Apuane en el año 2000 después de inventariar las intervenciones de Ingeniería Biológica de los territorios de Alta Versilia y de Garfagnana: fichas técnicas, fotografías y cartografía CTR 1:5000 con ubicación de las intervenciones.

Figura 2.1: Datos relativos a la conservación de la madera en los entramados



3. Selección de las intervenciones a verificar.
4. Análisis del material documental del proyecto (si disponible).
5. Definición de los criterios y elaboración de fichas idóneas que se utilizarán en la investigación.
6. Inspección y seguimiento de las obras de Ingeniería Biológica en los sitios seleccionados anteriormente.
7. Análisis de los datos recogidos.

Resultados

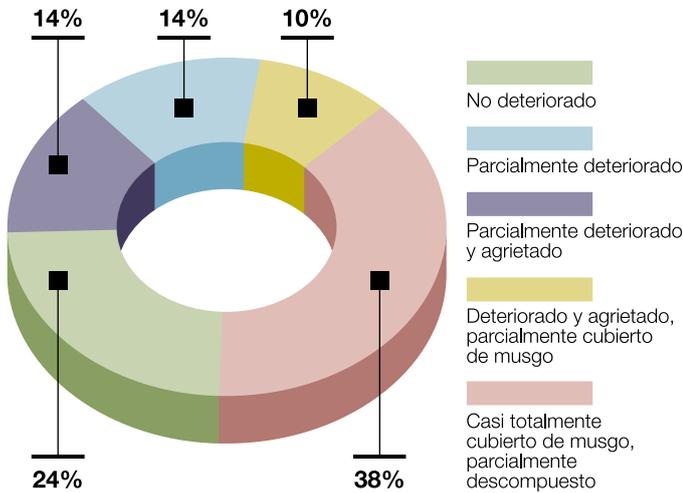
Con relación a los datos recogidos y a su comparación con los datos del inventario de 2000, se han revisado las fichas a fin de verificar:

- la estabilidad y funcionalidad de las intervenciones, desarrollo del componente vivo;
- desarrollo de la vegetación espontánea e inserción ambiental-paisajística.

Del examen de los datos relativos al número de obras realizadas vivas emerge que durante la realización de muchas de las intervenciones se ha infravalorado la indispensable contribución a la estabilidad de las obras aportada por el componente vivo. Además, la presencia o ausencia del componente vegetal varía notablemente en función de la tipología de obra: los trenzados de mimbre, los enrejados y los gaviones estaban desnudos en todos los casos, mientras que la sucesión de fajinas y piedra siempre eran vivas.

Se ha prestado especial atención a los entramados, ya que es la tipología mayormente representada en la zona (Fig. 2.1). De los 37 entramados examinados, el 36% se han realizado sin el componente vegetal, mientras que el 64% restante son "vivos". De estas últimas, la mayor parte está caracterizada por estacas que han alcanzado diámetros y alturas notables; en 2 casos el número de estacas es

Figura 2.2: Datos relativos a la conservación de la madera en los entramados



exiguo y se limita a las cámaras superiores, y en 3 casos han muerto las estacas que fueron plantadas en fase de realización de la obra. La muerte de las estacas parece atribuible, excluyendo las épocas de plantación equivocadas, en algunos casos a errores de construcción, tales como la falta de material de drenaje por encima de las entramados, con el consiguiente vaciado de las cámaras y la imposibilidad para las plantas de enraizar; en otros casos la excesiva inclinación de las obras parece haber impedido el arraigo de los esquejes colocados en los pisos inferiores. Las estacas utilizadas pertenecen en la mayor parte de los casos a las especies *Salix eleagnos*, *Salix purpurea*, *Salix triandra* y *Salix alba*.

En lo que concierne a los entramados realizados sin el componente vivo (36% del total), ha resultado que en la mayor parte de los casos están ubicados en lugares de paso (a lo largo de los caminos municipales y/o provinciales, cerca de los centros habitados o de otras infraestructuras urbanas) probablemente a causa de la voluntad de los administradores locales de mantener visibles las intervenciones realizadas como consecuencia del desastroso aluvión, incluso en detrimento de la posibilidad de explotar la capacidad biotécnica de las plantas.

Con relación a la durabilidad de las obras, se ha examinado además el estado de conservación de los materiales inertes (Fig. 2.2). Del examen de 21 entramados ha emanado que, después de casi 10 años de su realización, el 38% de las obras todavía muestran un excelente estado de conservación; en el 62% de los casos restantes, la madera está más deteriorada.

Respecto a las entramados comparando los datos disponibles, se ha determinado que sólo en 3 de los 21 casos se ha observado una situación no óptima a efectos de la estabilidad y durabilidad de las

Figura 2.3: Número de localizaciones en los que se ha revelado presencia de autóctonas, alóctonas o invasoras

Especies alóctonas	Nº de lugares
<i>Robinia pseudoacacia</i>	9
<i>Buddleia davidii</i>	7
<i>Phytolacca americana</i>	1
Especie invasoras	Nº de lugares
<i>Rubus spp</i>	15
<i>Clematis vitalba</i>	4
Especie autóctonas	Nº de lugares
<i>Carpinus betulus</i>	2
<i>Alnus glutinosa</i>	14
<i>Salix caprea</i>	6

obras, puesto que los troncos están en condiciones de elevada degradación, falta el componente vivo que compense la pérdida de estabilidad de la obra y/o no hay una unión adecuada entre las obras y la pendiente. No obstante, ninguna de las estructuras muestra signos de ceder.

La casi totalidad de las intervenciones realizadas con técnicas de Ingeniería Biológica todavía desempeña una función adecuada de estabilización y/o de consolidación de las laderas.

En lo que concierne al desarrollo de la vegetación espontánea, se han tomado los datos relativos al número de sitios en que hay especies vegetales exóticas, invasoras y especies espontáneas autóctonas en fase de recolonización de la zona (Fig. 2.3). Ha resultado que en algunos de los sitios, la presencia de especies exóticas invasoras está favoreciendo la constitución de poblaciones vegetales que impiden el desarrollo de las series dinámicas evolutivas.

Por último, en lo referente a la inserción ambiental-paisajística de las intervenciones controladas, se puede afirmar que han cumplido bien con su finalidad de conciliar el aporte de seguridad y los *hábitat* naturales Apuanos, y de reconvertir todo el territorio.

El seguimiento de la Región Lacio

Finalmente, la Región Lacio (Dirección Regional de Ambiente y Cooperación entre las Poblaciones), ha dado curso a tres convenios específicos para redactar estudios relacionados con la aplicación de la Ingeniería Biológica en los ámbitos que le competen (ordenaciones hidráulicas, recuperación ambiental de las canteras y vertederos, renaturación de taludes de carreteras, regeneración de las dunas costeras y estabilización de desprendimientos).

Figura 3.1: Especies empleadas por estaca en obras en ámbito hidráulico y ladera

Especie empleadas por estaca	% de utilización en ríos	% de utilización en laderas
<i>Salix alba</i> L.	17,6	37,5
<i>Salix purpurea</i> L.	23,5	37,5
<i>Salix spp.</i>	35,3	12,5
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	0	6,25
<i>Populus alba</i> L.	5,9	6,25
<i>Tamarix africana</i> Poir.	11,8	6,25
<i>Fraxinus ornus</i> L.	0	6,25
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	0	6,25
<i>Celtis australis</i>	5,9	0

Figura 3.2: Plantas enraizadas utilizadas en ladera y porcentaje de enraizamiento de algunas plantas utilizadas

Piante enraizadas empleadas	% utilización
<i>Cornus spp.</i>	37,50
<i>Prunus spinosa</i> L.	25,00
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	25,00
<i>Quercus ilex</i> L.	18,75
<i>Euonymus europaeus</i> L.	18,75
<i>Spartium junceum</i> L.	12,50
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	12,50
<i>Olea europea</i> L.	12,50
<i>Myrtus communis</i> L.	12,50
Otras especies	6,25

Figura 3.3: Principales errores cometidos en la ejecución de las obras de Ingeniería Biológica

Piante errores cometidos	Número de errores
Unión obra-ladera	6
Dimensiones de los materiales (es. Diámetro de los troncos)	6
Excesiva verticalidad de las obras	5
Disposición de los transversales	2
Elección de los materiales	8
Dimensiones de las estacas	9
Uniones	6
Enclavados	9

Por medio de dichos convenios se han promovido una serie de actividades, entre las que cabe destacar el seguimiento de obras piloto, en cuya realización se aplicasen técnicas de Ingeniería Biológica. Dicho seguimiento se ha llevado a cabo en 35 obras piloto y los datos se han recogido usando fichas de control expresamente creadas. Las fichas, tal como están diseñadas, son capaces de proporcionar datos sobre: encuadramiento ambiental de la zona de obra, control de las diferentes fases de realización y evolución en el tiempo de las especies plantadas; este último punto es el fundamental para verificar el porcentaje de arraigo y el crecimiento en el periodo vegetativo sucesivo a la plantación.

Con el transcurso del tiempo se han recogido numerosos datos y se ha creído oportuno ilustrar aquellos que se han obtenido en el seguimiento de las zonas de obra relativas a las estabilizaciones de desprendimientos y a la comparación con el control de las zonas de obra relativos a las ordenaciones hidráulicas, que conciernen en particular al componente “vivo” de las obras (Preti y Milanese, 2007).

Las fases de trabajo desarrolladas para efectuar el control se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

1. Selección de los proyectos y, por consiguiente, de las zonas de obra que someter a control
2. Análisis del material documental del proyecto
3. Definición de los criterios y realización de fichas idóneas que se usarán el control de las obras
4. Inspecciones en las zonas de trabajo y seguimiento de las obras de Ingeniería Biológica
5. Valoración cualitativa de los aspectos geológicos, geomorfológicos y geotécnicos de los documentos del proyecto

Resultados

Se han revisado las fichas y han surgido algunos parámetros que han sido considerados como los más significativos para comprender los siguientes temas:

- calidad de los proyectos aprobados, éxito y eficacia de las obras de Ingeniería Biológica realizadas;
- errores más comunes;
- preparación de las empresas ejecutoras;
- tipología de materiales vivos e inertes empleados;
- valoración de los aspectos geológicos y geomorfológicos de las zonas de obras controladas.

Los parámetros analizados durante el control de las obras de I.B. han sido los siguientes:

- número de obras previstas vivas en el proyecto y realizadas sin plantas;
- tipología de especies empleadas en las estacas de obras hidráulicas y en estabilización de laderas;
- tipología de plantas enraizadas usadas y su porcentaje de arraigo;
- principales errores cometidos al realizar las obras de I.B.;
- número de años de experiencia en el sector de la I.B. declarados por las empresas ejecutoras de las intervenciones.

En lo que concierne a la eficacia de los trabajos de Ingeniería Biológica, se han evidenciado los datos relativos a las obras previstas vivas en el proyecto y realizadas muertas, de los que ha emanado que en numerosos casos las obras se han realizado sin usar plantas o estacas, poniendo así en peligro no sólo la durabilidad de la obra, sino que también el éxito de la intervención.

Del examen de los datos relativos a las estacas empleadas en el ámbito fluvial y de vertiente, se deduce que las especies principalmente utilizadas pertenecen al género *Salix* con problemas de supervivencia en clima cálido (Fig. 3.1). Asimismo, en el caso de las obras hidráulicas, se ha observado un mayor recurso a especies de *Salix* encontradas en el lugar de la intervención y, en el caso de las laderas, el uso de *Robinia pseudoacacia*, especie de óptimas características biotécnicas, pero cuyo uso se desaconseja ya que es exótica y potencialmente infestante.

El examen de las especies utilizadas para realizar las plantaciones ha evidenciado el uso de un elevado número de especies autóctonas que, implantadas en la época idónea y sometidas a un mínimo de cuidados, han dado excelentes resultados de arraigo (Fig. 3.2).

En el ámbito de las laderas se ha puesto de manifiesto la exigencia de emplear especies más idóneas al clima mediterráneo, dado que en algunos casos las estacas que inicialmente habían arraigado bien, no han sobrevivido al periodo de aridez estivo. En otros casos el escaso arraigo ha sido causado por errores cometidos en fase de realización de las obras.

Se han cometido errores no sólo en lo referente a la elección y al dimensionamiento de la parte viva, sino que también en aspectos estructurales y constructivos de las obras mismas (Fig. 3.3).

Al comparar el número de errores observados en cada zona de obras y los años de experiencia en el sector de la Ingeniería Biológica que declararon las empresas, se ha notado que, tanto las empresas con una larga experiencia, como las empresas inexpertas, han cometido el mismo número de errores, lo que ha hecho sospechar una mala información y formación de las empresas.

Conclusiones

La actividad de seguimiento de las ocho experimentales en Toscana ha puesto de manifiesto que algunos factores que determinan la funcionalidad de las obras mismas deben preverse y valorarse adecuadamente en fase de proyecto (dimensionamiento de las obras, capacidad de adaptación de las especies). Asimismo, ha surgido la idea de que las inspecciones son el método más idóneo para verificar los fenómenos en curso, evaluar las actividades que llevar a cabo y solucionar los problemas detectados. Las fichas preparadas para el procedimiento de seguimiento y control han representado una primera idea para organizar una red de seguimiento de las intervenciones de Ingeniería Biológica, en la perspectiva más ambiciosa, pero deseable, de un sistema informativo de verdad.

En Alta Versilia, a pesar de que haya sido imposible efectuar un seguimiento más minucioso a causa de la ausencia de datos recogidos en fase de proyecto y de ejecución de los trabajos, la investigación ha permitido evidenciar el éxito sustancial de las intervenciones de defensa del suelo realizadas con técnicas de Ingeniería Biológica.

El seguimiento ha permitido probar, en el ámbito del territorio del Lacio:

- la necesidad de desarrollar más las actividades de investigación dirigidas a determinar las especies idóneas que emplear en las estabilizaciones de laderas, en el ámbito mediterráneo;
- la necesidad de asociar a la actividad de investigación una actividad de producción en viveros locales que sea capaz de suministrar el "material constructivo";
- una necesidad formativa, así como de empresas con competencias específicas en el sector de la Ingeniería Biológica.

Agradecimientos

Se agradece a M. Lena, A. Freschi, C. Milanese por su colaboración y la "Agenzia Regionale di Sviluppo e Innovazione in Agricoltura (AR-SIA)", il Parco Alpi Apuane e la Regione Lazio por los datos facilitados.

Bibliografía

Freschi A. Luisa, Nocentini G., Dinardo F. (2003), *Interventi di Ingegneria naturalistica in Toscana. Prime esperienze di monitoraggio*, Cuaderno ARSIA n° 4/03, Región Toscana, Florencia.

Preti F., Lena M., Genovesi G., Ronchiari I. (2007), *Indagini in Alta Versilia*, ACER 512007.

Preti F., Milanese C. (2007), *Monitoring Ground Bio-Engineering Stabilization of Land-Slides in Lazio Region (Italy)*, Stokes, A.; Spanos, I.; Norris, J.E.; Cammeraat, E. (Eds.) (2007), *Eco- and Ground Bio-Engineering: The Use of Vegetation to Improve Slope Stability Proceedings of the First International Conference on Eco-Engineering*, 13-17 Septiembre de 2004, Series: Developments in Plant and Soil Sciences, Springer, Vol. 103, ISBN-10: 1-4020-5592-7, ISBN-13: 978-1-4020-5592-8.

Preti F., Milanese C. (2007), *Monitoraggio dei cantieri pilota di ingegneria naturalistica nel Lazio. Regione Lazio*, Universidad de Tuscia. Ed. PIN srl EMILMARC.