

# **GEOTECNIA Y CAMINOS NO REVESTIDOS**

30 de septiembre 2011 (por la mañana)

**COMITÉ TÉCNICO D4:  
Geotecnia y Caminos no revestidos**

**REPORTE INTRODUCTORIO**

## SUMARIO

1.	RESUMEN .....	1
2.	MEMBROS DEL COMITÉ PARTICIPANTES EN LA REDACCIÓN.....	1
3.	TEMAS DE TRABAJO .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.	PROGRAMA DE ACTIVIDADES.....	3
4.1.	Tema 4.1 :Innovaciones en materia de tratamiento y utilización de materiales locales.....	3
4.2.	Tema 4.2 : Innovaciones en materia de construcción y mantenimiento de caminos no revestidos .....	4
4.3.	Tema 4.3 : Adaptación a los cambios climáticos.....	5
5.	ORGANIZACIÓN DE LA SESIÓN DEL COMITÉ TÉCNICO D4 .....	6
5.1.	Presentación de trabajos del comité técnico D4.....	6
5.2.	Contribuciones individuales.....	6
5.3.	Discusión .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	7
7.	CONCLUSIONES PROVISIONALES.....	7

## 1. RESUMEN

El Comité Técnico D4 se inscribe dentro del marco del Tema Estratégico D – Calidad de la Infraestructura Carretera – cuyo objetivo es de mejorar la calidad de la infraestructura carretera a través de una gestión eficaz del patrimonio carretero, con adecuación a la demanda de los usuarios y la exigencia de los operadores. Para el período 2008-2011, el nombre del comité se cambió por « Geotecnia y Caminos no revestidos » a fin de precisar la amplitud del campo de trabajo de ese comité que reagrupa principalmente ingenieros geotécnicos pertenecientes a administraciones carreteras, centros de investigación, universidades y empresas de consultoría.

Al inicio de cada período de 4 años, la PIARC define los términos de referencia para orientar los trabajos de cada comité técnico. Para el período 2008-2011, los términos de referencia del CTD4 comprendieron tres temas:

- Tema 4.1 : Innovaciones en materia de tratamiento y utilización de materiales locales.
- Tema 4.2 : Innovaciones en materia de construcción y mantenimiento de caminos no revestidos en los países en desarrollo.
- Tema 4.3 : Adaptación a los cambios climáticos.

Este reporte introductorio presenta el plan de trabajo desarrollado por el CT D4 para abordar los tres temas.

## 2. MIEMBROS DEL COMITÉ QUE PARTICIPARON EN LA REDACCIÓN

Los miembros siguientes contribuyeron a la redacción de este reporte introductorio:

Martin Samson,	Canadá
Bernard Dethy,	Bélgica
Guy Raoul,	Francia
Aurèle Parriaux,	Suiza

Por otro lado, los miembros que se citan a continuación contribuyeron activamente a los trabajos en los distintos temas abordados por el comité técnico D4. Es por su destacada colaboración que ha sido posible organizar esta sesión técnica del Congreso Mundial.

Martin SAMSON	Canadá	Presidente
Jean-Claude AURIOL	Francia	Secretario francófono
Alex KIDD	Reino Unido	Secretario anglófono
Paul GARNICA-ANGUAS	México	Secretario hispanohablante
Bernard DETHY	Bélgica	Co-responsable del tema 4.1
Guy RAOUL	France	Co-responsable del tema 4.1

David Têlé OLODO	Benin	Responsable del tema 4.2
Aurèle PARRIAUX	Suiza	Responsable del tema 4.3
Youssef BERTHE	Mali	Miembro
Enrique DAPENA GARCIA	España	Miembro
Vitezslav HERLE	República Checa	Miembro
Dirk HEYER	Alemania	Miembro
Adamou IDI	Burkina Faso	Miembro
Amédé KOUAKOU	Costa de Marfil	Miembro
Otto LEIBNIZ	Austria	Miembro correspondiente
Ahmad MANSOURIAN	Irán	Miembro
Anastasios MOURATIDIS	Grecia	Miembro
Lovisa MORITZ	Suecia	Miembro correspondiente
Ana PETKOVSEK	Eslovenia	Contribuyente independiente
Fabrizio RUSSO	Italia	Miembro
Elena SAKOUMPENTA	Grecia	Miembro
José Luis RODRIGUEZ	España	Miembro
François TOLLO	Benin	Miembro
Katarina ZGUTOVA	Eslovaquia	Miembro correspondiente

### 3. TEMAS DE TRABAJO

Tal y como se mencionó anteriormente, los términos de referencia 2008-2011 del comité técnico D4 comprenden los tres temas siguientes:

- Tema 4.1 : Innovaciones en materia de tratamiento y utilización de materiales locales
- Tema 4.2 : Innovaciones en materia de construcción y mantenimiento de caminos no revestidos en países en desarrollo
- Tema 4.3 : Adaptación a los cambios climáticos

El tema 4.1 se inscribe en la secuencia lógica del tema que fue tratado en el período precedente. En efecto, el comité técnico 4.5 (2004-2007) realizó un reporte sobre la promoción del uso óptimo de materiales locales (*Promoción de la utilización de materiales locales*, Ref. PIARC: 2007R09). Este reporte previo demostraba que el uso de residuos y subproductos industriales tiene grandes ventajas en muchos aspectos, en particular los ecológicos y financieros, mientras que los trabajos realizados en el período actual se enfocan en ilustrar como el uso de materiales locales marginales naturales se puede maximizar. Una atención particular ha sido los enfoques innovadores y técnicas probadas que pueden ser puestas en práctica incluso con medios y recursos limitados, especialmente en países en desarrollo. Este tema fue el objeto de un seminario muy exitoso realizado en la ciudad de Lasi, Rumania, en junio del 2007.

Por otro lado, el comité ya había participado en octubre del 2005 en el primer coloquio europeo sobre terracerías, organizado en París dentro del marco del congreso TREMTI. Muchos de los temas abordados (tratamiento de suelos, cambios climáticos, etc.) fueron muy pertinentes para nuestro comité técnico. Un segundo coloquio se llevó a cabo en Londres durante el 2009 y el CT D4 estuvo bien representado y tuvo a su cargo varias de las ponencias.

El segundo tema (4.2) ilustra la ampliación del campo de acción del CT D4. Se trata de tema nuevo para el comité y parecía representar un tema ideal para llevar a cabo un seminario que se realizaría en algún país en desarrollo. El tema aborda tanto las técnicas de construcción como de conservación en caminos no revestidos. El tema es una ocasión ideal para discutir sobre la gama de productos milagro que se ofrecen para tratamiento de materiales de pavimento.

El tercer tema (4.3) también había sido abordado en el período anterior. Sin embargo, el objetivo era el de identificar los impactos del cambio climático en las obras carreteras, sobre todo en las obras geotécnicas y de drenaje. El reporte producido entonces por el comité CT 4.5 (Anticipación de los efectos del cambio climático en estructuras geotécnicas, Ref. PIARC: 2008R12) concluye con una reflexión sobre un enfoque proactivo de adaptación de las obras al cambio climático. El nuevo tema sobre la adaptación a los cambios climáticos es una continuación natural de los trabajos del período precedente. Uno de los elementos relevantes era que pocas administraciones carreteras tenían previsto procedimientos de adaptación a los cambios climáticos.

## **4. PROGRAMA DE ACTIVIDADES**

### **4.1. TEMA 4.1: Innovaciones en materia de tratamiento y utilización de materiales locales**

En el curso del período 2008-2011 de PIARC, el comité técnico D4 se propuso profundizar los conocimientos en el tema de la utilización óptima de los materiales que se encuentran en el sitio de cada proyecto carretero. Es un problema recurrente, que los reportes técnicos de los períodos precedentes ha puesto en evidencia.

Este tema constituye en efecto el desafío mayor permanente de la actividad de las terracerías y un vector de progreso constante en la construcción de obras térreas. La valorización de los materiales locales disponibles en el sitio del proyecto carretero es más en la actualidad, tanto un objetivo económico como una prioridad en el mejoramiento del desarrollo durable.

El impacto de las terracerías es determinante en la economía del proyecto en cortes y terraplenes, así como en las distintas capas superiores que constituyen el soporte del pavimento (incluyendo el caso de capas de soporte estabilizadas). La valoración de los materiales locales extraídos de los cortes participa a la optimización de los movimientos de tierra y al diseño de las estructuras de pavimento, teniendo como efecto primero la disminución de los movimientos necesarios a la construcción. Esto constituye una contribución fundamental a la protección del medio ambiente. Los materiales provenientes de bancos exteriores se pueden reservar así para las capas estructurales del pavimento, sobre todo con las limitaciones ambientales actuales.

Los puntos de progreso más importantes se sitúan en la utilización de los materiales naturales locales marginales que se encuentran durante la realización de proyectos de caminos. Estos son los materiales más difíciles de utilizar ya que están fuera de especificaciones en la mayoría de los países. Cuando su valoración se hace posible, constituyen recursos nuevos que pueden ser esenciales en la economía de algunos países.

El problema de la valoración de materiales locales marginales reclama un enfoque innovador, especificaciones técnicas adaptadas y metodologías nuevas retroalimentadas con la experiencia. Es en este campo que el CT D4 a deseado prolongar e incrementar los conocimientos a través de intercambios entre los países miembros por medio de una encuesta elaborada para tal efecto.

Los objetivos de la encuesta fueron:

- Levantar un inventario lo más amplio y documentado posible, de las familias de materiales naturales « marginales » localmente disponibles y que se encuentran en los distintos países miembros;
- Poner en común las soluciones técnicas definidas, proyectadas o puestas en obra para utilizar y/o valorizar esos materiales ;
- Poner en común la retroalimentación de experiencias e innovaciones ;
- Intercambio de métodos y especificaciones utilizadas en ese tipo de materiales;
- Definir los modos de enfrentar y gestionar los riesgos;
- Resaltar las técnicas y métodos innovadores empleados o proyectados ;
- Definir los desempeños deseados y los medios de asegurarlos.

La encuesta se lanzó el 21 de noviembre del 2008 y tuvo una duración de 2 años. Al final, se recibieron 21 respuestas de países diferentes que han sido analizadas. Según los continentes, las respuestas vinieron de los países siguientes:

Europa : Alemania, Austria, Bélgica, España, Francia, Gran Bretaña, Grecia, Italia, Eslovaquia, Eslovenia, Suecia, Suiza y la República Checa ;  
África Benín, Costa de Marfil y Mali ;  
América: Bolivia, Brasil, Canadá et México ;  
Asia : Irán.

Un reporte de síntesis sobre el tema será publicado próximamente.

#### 4.2. Tema 4.2 : Innovaciones en materia de construcción y mantenimiento de caminos no revestidos en países en desarrollo

El comité decidió abordar este tema a través de la organización de un seminario internacional en país de África afectado por los problemas del desarrollo y mantenimiento de su red de caminos no revestidos.

El seminario se llevó a cabo del 29 al 31 de octubre del 2009 en el palacio de congresos de Cotonou, en Benín. Se contó con la asistencia de más de 100 participantes africanos provenientes de Benín, Burkina Faso, Senegal, Togo y Costa de Marfil. También participaron en le seminario 10 miembros del CT D4, el

secretario general adjunto de PIARC, 2 dos expertos europeos y una delegación de Haití invitada por el país organizador.

El tema del seminario fue: « **1er Seminario Internacional sobre Geotecnia y Caminos no revestidos** ». Los tres temas siguientes fueron abordados :

Tema 1: Los retos y tendencias recientes para diseño y construcción de caminos no revestidos

Tema 2: La conservación de estructuras geotécnicas y caminos no revestidos

Thème 3: Innovaciones e investigación

Se presentaron veinte trabajos, que están disponibles a través del portal de PIARC en la liga siguiente ::

<http://publications.piarc.org/fr/seminaires/seminaires09/cotonou-octobre09.htm> .

El resumen de resultados y conclusiones se presentaran dentro del marco de la sesión técnica del comité D4.

#### 4.3. Tema 4.3 : Adaptación a los cambios climáticos

Este tema ya se había abordado desde el período pasado y fue el objeto de un reporte intitulado « *Anticipar los efectos del cambio climático sobre las estructuras geotécnicas en carreteras* (Ref. PIARC : 2008R12). Para este primer reporte, el objetivo fue el de identificar los impactos de los cambios climáticos sobre las estructuras carreteras, en especial las geotécnicas y de drenaje. Se concluía con una reflexión sobre un enfoque proactivo de adaptación de las estructuras a los cambios climáticos. El comité D4 ha deseado continuar el trabajo sobre este tema detallando más los efectos resultantes de los cambios climáticos por región y sus manifestaciones probables. Esto se inscribe dentro de la perspectiva de que un mejor conocimiento de los fenómenos y sus impactos debiera permitir una mejor preparación y adaptación de las estructuras a esas condiciones cambiantes.

El reporte preparado sobre el tema contiene dos partes:

*Parte I : Ilustración de los principales efectos climáticos esperados en función de las condiciones geomorfológicas de la Tierra*

Se trata, con la ayuda de planisferios, de mostrar como el efecto climático se distribuye espacialmente a gran escala, a fin que las diferentes regiones del Globo puedan visualizar los efectos mayores que les afectan. Cartas de curvas de nivel, en especial en las zonas costeras planas y zonas de pendientes, se cruzan con los mapas climáticos; sobre estas cartas se representan los sitios que se describen en detalle en la parte II.

*Parte II : Tipología de las situaciones en base a estudios de caso en una escala más detallada.*

La acción de los fenómenos determinantes se describe para esos sitios y se ilustra en abundancia. Para cada caso, se mencionan tanto los efectos positivos como negativos sobre las estructuras geotécnicas. Se presenta también las soluciones posibles para neutralizar los efectos negativos, en base a lo presentado en el reporte

anterior del CT 4.5. Se resalta el problema de la incertidumbre presente en los pronósticos.

Un reporte de síntesis sobre el tema se publicará próximamente.

## **5. ORGANIZACIÓN DE LA SESIÓN DEL COMITÉ TÉCNICO D4**

### **5.1. Presentación de los trabajos del comité técnico D4**

La organización de la sesión del comité técnico D4 se articula alrededor de los tres temas tratados en el período de trabajo que termina. Cada uno de los responsables de tema presentará primeramente los resultados de los trabajos del comité, seguido de las ponencias individuales elegidas que están en relación directa con el tema principal.

Finalmente habrá un tiempo de preguntas y discusión sobre el tema.

### **5.2. Contribuciones individuales**

El comité técnico D4 hizo un llamado a presentar trabajos en febrero del 2010 sobre dos de los tres temas tratados a lo largo del período de trabajo. Para el tema de «Innovaciones en materia de tratamiento y utilización de materiales locales marginales», el comité técnico D4 solicitó trabajos sobre la retroalimentación de experiencias (en obra o tramos de prueba) del empleo de materiales que presentaban algunas de las características siguientes:

- Evolutivos o fragmentables;
- composición particular (sulfatos, sulfuros, materia orgánica, etc.);
- muy húmedos o muy secos;
- muy arcillosos;
- estructura discontinua o inestable.

Para el tema «Innovaciones en materia de construcción y mantenimiento de caminos no pavimentados», el comité D4 solicitó trabajos específicos sobre caminos no revestidos en relación con :

- el empleo de técnicas basadas en el uso de mano de obra intensiva;
- la valorización de materiales locales;
- el desarrollo de nuevas técnicas de construcción y mantenimiento.

En respuesta a este llamado se recibieron 36 resúmenes que fueron examinados por el comité. Por su pertinencia con los temas tratados, se seleccionaron tres comunicaciones sobre el tema de innovaciones en materia de tratamiento y utilización de materiales locales marginales y dos otras sobre el tema de los caminos no revestidos.

### 5.3. Discusión

El comité técnico D4 fomenta la participación de los delegados en el tiempo de preguntas y discusión. Este intercambio de ideas es la esencia misma de las acciones de PIARC.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *Promoción de la utilización óptima de materiales locales*, Ref. PIARC : 2007R09;
- *Anticipación de los efectos del cambio climático en estructuras geotécnicas en carreteras*, Ref. PIARC : 2008R12.

## 7. CONCLUSIONES PROVISIONALES

Las conclusiones siguientes pueden sacarse de los trabajos del comité D4 sobre los tres temas tratados en el curso del período 2008-2011:

Sobre el tema 4.1 : Innovaciones en materia de tratamiento y utilización de materiales locales:

- La encuesta realizada por el comité técnico D4 permitió la definición de familias de materiales considerados como marginales en la mayoría de países consultados
- Los materiales más citados, especialmente en Europa, son los materiales evolutivos como las rocas arcillosas y materiales de composición particular como sulfatos, sulfuros y materias orgánicas. La utilización de esos materiales en terraplén es generalmente posible, considerando condiciones específicas de tratamiento mecánico previo y de colocación gracias a ciertas disposiciones constructivas. Su empleo en terraplenes especiales, en las capas superiores y subrasante, a través de la estabilización con cal u otros ligantes es más difícil.
- Los trabajos realizados en el período permitieron de poner en evidencia avances técnicos que permiten progresar en la utilización de recursos potenciales constituidos por los materiales marginales, con un control de adecuado de los riesgos asociados.
- La problemática de empleo de ciertos tipos de materiales marginales requiere todavía de mejora. Un mayor intercambio de experiencias entre los países miembros en el período 2012-2015 sería muy útil para profundizar en el conocimiento de ciertas familias de materiales inventariadas en el presente reporte. Los materiales evolutivos son aquellos que presentan un mayor riesgo geotécnico. Varias mejoras son todavía necesarias para detectar la presencia de componentes negativos que estén presentes en pequeñas cantidades por medio de ensayos específicos. .
- El empleo de materiales lateríticos o materiales sustitutos, cuyo aspecto económico es crítico, necesita mayor estudio.

- La utilización de ciertos materiales en condiciones muy húmedas o muy secas, retoma el tema de la adaptación a los cambios climáticos y merece nuevos estudios y mayor investigación.

Sobre el tema 4.2: Innovaciones en materia de construcción y mantenimiento de caminos no revestidos en los países en desarrollo:

- Los materiales carreteros más utilizados, tanto en África como en América del Sur, son gravas lateríticas que cada vez escasean más a lo largo de los ejes principales. Esto genera problemas tales como:
  - Un aumento de los costos de construcción y mantenimiento;
  - La necesidad de contar con un inventario de recursos disponibles (base de datos confiable) o, en el caso, la necesidad de establecer colaboraciones con otras instituciones que tengan información y datos;
  - La necesidad de promover más investigación sobre el tratamiento de materiales locales.
- La cuestión del drenaje se mantiene como una preocupación mayor .
- La falta de un mantenimiento regular sobre los caminos no revestidos tiene graves consecuencias a largo plazo.
- Necesidad de una buena programación de los trabajos apoyada en una buena gestión de la red.
- Cuidar la utilización de técnicas y productos importados, ya que algunos han demostrado ser ineficaces a largo plazo. Hay que definir los alcances de cada producto y su utilización óptima.
- El uso intensivo de mano de obra está disponible en general, ha demostrado ser eficaz pero necesita una buena gestión de la mano de obra para evitar problemas socio-económicos. Hay que seleccionar los proyectos adecuados para su utilización.

Sobre el tema 4.3: Adaptación a los cambios climáticos

- A pesar del consenso mundial de la realidad de los cambios climáticos, todavía muchas administraciones carreteras se preocupan muy poco de los impactos que esos cambios pudieran tener en su infraestructura;
- Parece que la mayoría de los países que si se preocupan del efecto de los cambios climáticos están desarrollando una estrategia para definir acciones concretas;
- Dentro de la abundante literatura sobre el cambio climático, es difícil encontrar elementos específicos a la construcción de carreteras. Este sector socio-económico necesita sin embargo recomendaciones prácticas para construir carreteras seguras y durables y adaptar las existentes a las nuevas condiciones.
- Es importante asegurar que las condiciones locales se tomen en cuenta ya que pueden ser muy diferentes de las condiciones generales.