

# Uso de un agente espumante que no forma película para morteros de inyección a base de tierra.



For English click here

## Caso de estudio: Hipogeo S12 Parque Nacional de Tierradentro – Colombia



Juana Segura Escobar  
Restauradora pintura mural  
Corporación Proyecto Patrimonio  
juana.segura.e@gmail.com



Clemencia Vernaza Hoyos  
Restauradora pintura mural  
Corporación Proyecto Patrimonio  
c.vernaza@bluewin.ch



XIII Congreso Mundial sobre Patrimonio Arquitectónico de Tierra:  
Una mirada al pasado para seguir adelante – Avances en conservación  
Santa Fe, Nuevo México, USA 7 al 10 de junio, 2022

### DESCRIPCIÓN

El Parque Arqueológico de Tierradentro está ubicado en el departamento del Cauca, en el sureste de Colombia. Por ser un testimonio único y excepcional de una cultura precolombina, Tierradentro fue inscrito como Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1995.

El parque contiene centros funerarios con hipogeos: tumbas subterráneas secundarias (tumbas exhumadas y re-localizadas) de grandes proporciones, caracterizadas por una talla directa sobre la toba volcánica para formar un pozo vertical con escaleras (rectas, zigzag o espirales) con profundidades de hasta nueve metros; con umbral, cámara funeraria y uno o varios nichos, algunos de ellos decorados con pinturas murales realizadas sobre un pañete de tierra.



Mapa de Colombia y ubicación de Tierradentro



Hipogeo S12, Alto de Segovia, Tierradentro.

### CONTEXTO GEOGRÁFICO

Tierradentro, como su nombre lo indica, se encuentra en lo profundo de la cordillera de los Andes y está rodeado de un paisaje abrupto. Los hipogeos fueron posibles gracias a la suave toba volcánica, material común de esta región inaccesible. Esta región tiene una alta actividad sísmica, lo que plantea desafíos para la conservación de las pinturas murales de los hipogeos.



Tierradentro, Alto de Segovia con hipogeos y cubiertas.

### PROBLEMÁTICA

La acción mecánica de miriápodos y coleópteros que excavan cavidades entre la toba y el pañete han comprometido la estabilidad de las pinturas. Además, debido a las cubiertas que se hicieron sobre los hipogeos, estos presentan excesivo resecamiento del pañete de tierra haciendo que se formen craqueladuras y la consecuente falta de adherencia de este estrato. La actividad sísmica también ha causado daños a los hipogeos y contribuye al problema de falta de adherencia entre el pañete de tierra que contienen las pinturas y la toba volcánica.



Falta de adherencia por galerías de insectos y resecamiento.

### FÓRMULA FINAL

Debido a la humedad y temperatura al interior del hipogeo se descartaron los aditivos orgánicos naturales y se buscó uno con las siguientes características:

- excelente tensoactivo
- modificador de características reológicas
- agente espumante
- no ser sustrato para ataque biológico

El aditivo que mejor se desempeñó fue el **SLES (lauril éter sulfato de sodio)** bajo el nombre comercial de Genapol. Se seleccionó igualmente una toba volcánica cercana al sitio y las microesferas K1 de 3M.

### PRUEBAS

Cada mezcla se sometió a diferentes pruebas:

- Inyectabilidad
- Densidad húmeda
- Contracción al fraguado
- Características reológicas: flujo
- Expansión y rezumo de la mezcla
- Capacidad de pegamiento inicial
- Densidad seca
- Capacidad de adhesión
- Tiempo final de fraguado



Pruebas de diferentes mezclas de morteros de inyección.



Pruebas de diferentes mezclas de morteros de inyección.

Click aquí para



Recorrido virtual



### METODOLOGÍA

- Seleccionar materiales compatibles con la toba volcánica de alto componente arcilloso.
- Escoger la carga principal del mortero de inyección entre tierras arcillosas cercanas al lugar.
- Establecer que carga disminuye la densidad húmeda y seca del mortero de inyección.
- Elegir aditivos que mejoren las características reológicas y de características físicas del mortero de inyección.

### MATERIALES DE PRUEBA:

- Tierras arcillosas y tobas volcánicas de la región
- Microesferas de vidrio 3M K1
- Agentes defloculantes y aditivos
- Aglomerantes para evitar el uso de agua (silicatos de etilo)
- Agentes espumantes



Materiales y pruebas realizadas para formular el mortero de inyección del hipogeo S12.

Materiales y pruebas realizadas para formular el mortero de inyección del hipogeo S12.

### PRUEBAS IN SITU

Se realizaron análisis de sales del mortero de inyección para asegurarse de la ausencia de sales solubles en éste. Igualmente se realizó un análisis de sales del agua del parque con la que se realizaría la mezcla del mortero. Una vez terminada la formulación, se hicieron pruebas in situ, las cuales fueron evaluadas meses después comprobando su efectividad.



### CONCLUSIONES

El **SLES** aporta las siguientes características al mortero de inyección:

- Agente espumante efectivo para reducir las densidades húmeda y seca del mortero.
- No contiene sales solubles cuando hace parte del mortero de inyección.
- Tiene un excelente poder tensoactivo.
- Modifica las características reológicas del mortero, facilitando su inyección.



Para acceder al informe final, haga click aquí

