

## MEMORIA FINAL

### Compromisos y Resultados

### Proyectos de Innovación y Mejora Docente

### 2015/2016

Título del proyecto
DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO: SINTESIS SOL-GEL DE PRODUCTOS HIDROFUGANTES, CONSOLIDANTES Y AUTOLIMPIANTES: APLICACIÓN SOBRE ROCAS DE INTERÉS MONUMENTAL.

Responsable		
Apellidos	Nombre	NIF
Gil Montero	M <sup>a</sup> Luisa Almoraima	31814167S

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	<i>Síntesis vía sol-gel de los productos consolidantes e hidrofugantes y aplicación sobre las muestras petreas</i>		
Indicador de seguimiento o evidencias:	Seguimiento del proceso de síntesis y análisis de los resultados de caracterización de los productos obtenidos: caracterización visual, FTIR, medida de viscosidad.		
Objetivo final del indicador:	Obtención de los productos consolidantes, hidrofugantes y autolimpiantes		
Fecha prevista para la medida del indicador:	Primer día de prácticas según el calendario de prácticas de la asignatura	Fecha de medida del indicador:	27 de Octubre de 2016
Actividades previstas:	<i>El primer día se llevara a cabo la síntesis sol-gel de los producto consolidantes, hidrofugantes y autolimpiantes por los alumnos distribuidos en parejas y su aplicación sobre rocas de interés monumental mediante una brocha, hasta peso constante con objeto de calcular mediante el aumento de peso, la adsorción del producto (consumo) el grado de polimerización (materia seca activa) y la evaporación (materia evaporada). La muestra con el producto aplicado tiene que dejarse secar durante al menos quince días. Por ello en esta sesión no se puede realizar ninguna caracterización relacionada con la efectividad de los productos.</i>		
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p>Describa aquí las actividades concretas que se han llevado a cabo para alcanzar el objetivo que se propuso</p> <p>Actividades realizadas</p> <p>En cada grupo de prácticas de 12 alumnos, distribuidos en parejas se ha realizado la síntesis de productos sol-gel con propiedades hidrofugantes, consolidantes y autolimpiantes respectivamente, bajo la dirección de los profesores de la práctica, durante este proceso los alumnos han utilizado una sonda de ultrasonidos para mezclar un oligomero de silicio comercial TES-40 con un catalizador n-octilamina</p>		

(n-8), polidimetilsiloxano (PDMS) y nanopartículas de sílice (OX50) en diferentes proporciones, (tabla 1). Adicionalmente a dos de las formulaciones se le añadió un producto fluorado para obtener propiedades oleofóbicas.

Pareja	Producto	TES40 (% v/v)	n8 (M)	[n8] (% v/v)	OX50 (% p/v)	PDMS (% v/v)
1,2	T	99.5	0.50	1.92	-	-
3,4	TS	99.5	0.50	1.92	5	-
5,6	TP	89.5	0.50	1.92	-	10
7,8	TPS	99.5	0.50	1.92	5	10
9,10	T+F	99.5	0.50	1.92	-	-
11,12	TS+F	99.5	0.50	1.92	5	-

Tabla 1 Proporciones de reactivos utilizados en las diferentes síntesis

Los soles sintetizados serán aplicados sobre una probeta de roca calcarenita denominada Pietra di Lecce, un litotipo típico de la región de Salento (Italia). Esta roca, que posee un color amarillo pálido, se ha utilizado tanto en arquitectura y escultura, siendo ejemplos significativos los frisos, capiteles, remates y rosetas que decoran muchos de los palacios e iglesias de Lecce.

Sobre la probeta de material pétreo se realizarán 5 pulverizaciones de 5 segundos cada una, mediante spray a presión. A continuación, se calculará el consumo de producto en %, por diferencia de pesada entre roca sin tratar y después del tratamiento.

Posteriormente se realizó una caracterización de los productos sol-gel obtenidos:

- Caracterización visual para determinar si no se han producido fracturas.
- Control de gelificación: Una alícuota de los soles sintetizados ( $\approx 3$ ml) se almacenarán en botes de polipropileno, uno abierto y otro cerrado, para comprobar, durante la práctica 4, el estado del gel (bote abierto) y la estabilidad del sol sintetizado (bote cerrado).
- Espectroscopía Infrarroja por transformadas de Fourier (FTIR) para determinar la composición química.
- Estudio Reológico mediante la medida de la viscosidad. Para ello, se representará la CURVA DE FLUIDEZ de cada sol sintetizado a partir de los datos obtenidos mediante un viscosímetro disponible en el laboratorio. En el Eje X se representará el GRADIENTE DE VELOCIDAD ( $s^{-1}$ ). En el eje Y, ESFUERZO CORTANTE (mPa).

Si el fluido es Newtoniano, la pendiente de la recta obtenida tras el ajuste lineal será el valor de viscosidad de ese fluido (mPa·s). Por tanto, se determinarán los siguientes parámetros:

El valor de Gradiente de velocidad hasta el cual, el fluido se comporta de forma newtoniana.

La pendiente del tramo newtoniano (previo ajuste lineal), es decir, calcular la viscosidad del fluido para ese tramo de Gradiente de velocidad.

Objetivo nº 2		<i>Caracterización de una muestra pétreo de referencia sin tratar</i>	
Indicador de seguimiento o evidencias:	Resultados obtenidos mediante FTIR (composición química), test de resistencia al manchado, medida del color, medida de dureza, absorción de agua por capilaridad		
Objetivo final del indicador:	Caracterización de una roca de interés monumental sin tratar		
Fecha prevista para la medida del indicador:	Segundo día de prácticas según el calendario de	Fecha de medida del indicador:	28 de Octubre de 2015

	prácticas de la asignatura		
Actividades previstas:	<i>El segundo día se llevará a cabo la caracterización física y química de una muestra de referencia, no tratada de piedra monumental. Se utilizarán dos tipos de piedras para comparar los resultados obtenidos</i>		
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p>las rocas objeto de estudio serán sometidas a los siguientes ensayos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación y pesada. Se nombra y etiqueta cada muestra, midiendo la longitud de los lados con un pie de rey. Se termina la identificación pesándola con una balanza.</li> <li>• Adsorción de agua por capilaridad. Con el fin de confirmar el comportamiento hidrofóbico de los materiales estudiados, las probetas de roca se sometieron al ensayo de absorción de agua por capilaridad siguiendo las indicaciones de la norma europea UNE-EN 1925:1999. Antes de comenzar el ensayo, las probetas fueron pesadas (md) y se midieron las dimensiones de las bases a sumergir mediante un calibre, para a continuación, calcular las áreas de dichas bases. Inmediatamente después, las probetas se sumergieron en agua destilada hasta una profundidad de <math>4 \pm 1</math> mm, y el nivel de agua se mantuvo constante a lo largo del ensayo. Las medidas de peso se realizaron en los siguientes periodos de tiempo: 30 min, 1, 2, 3, 24 y 28 horas. Previamente a cada medida, las superficies sumergidas fueron ligeramente secadas, utilizando un trapo húmedo. Los resultados se representaron como masa de agua absorbida por unidad de área de la base sumergida de la probeta frente a la raíz cuadrada del tiempo. El primer tramo de la curva define la absorción de agua y el segundo representa la saturación de la roca (% agua absorbida). El coeficiente de absorción de agua por capilaridad (WAC) se calculó como la pendiente del primer tramo, considerando al menos cinco puntos y un coeficiente de regresión lineal superior a 0.99.</li> <li>• Caracterización mediante Espectroscopía Infrarroja por transformadas de Fourier (FTIR). Para ello se procederá a pulverizar un fragmento de roca que servirá para obtener el espectro FTIR. Para realizar la asignación de picos se aportarán datos bibliográficos.</li> <li>• Evaluación del Color de la roca. Se determinaron los valores de las coordenadas cromáticas CIE (<math>L^*</math>, <math>a^*</math> y <math>b^*</math>) de la superficie pétreo, utilizando un espectrofotómetro colorímetro para sólidos..</li> <li>• Evaluación de hidrofobicidad: Ángulo de contacto Estático. Se calculó el valor promedio de los ángulos de contacto estático y dinámico de 3 microgotas de agua sobre la superficie pétreo. Para ello, se utilizará el equipo de videomedición disponible en el laboratorio.</li> <li>• Evaluación de la Resistencia Mecánica: Se realizará el ensayo de perforación en las condiciones aconsejadas para este tipo de roca (indicadas por el profesor). Los datos de fuerza aplicada vs. Profundidad de perforación serán exportados en un fichero “.txt”. El alumno debe dibujar perfiles obtenidos, utilizando cualquier programa de representación gráfica. Finalmente, se obtendrá el perfil medio que será comparado con el dato correspondiente a la roca tratada.</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peeling Test: Una cinta adhesiva se corta en trozos de 4 cm de longitud, y se aplica a la superficie de probeta evaluada, y después de 3 min se quita utilizando una pinza. La cinta se debe sacar de la superficie con un movimiento rápido y constante. Al final el peso de la cinta se compara con el peso de la cinta aplicada sobre la muestra sin tratar.</li> </ul>
--	---

Objetivo nº 3		<i>Caracterización de las muestras pétreas tratadas</i>	
Indicador de seguimiento o evidencias:	Resultados obtenidos mediante FTIR (composición química), test de resistencia al manchado (propiedades autolimpiantes), medida del color, medida de dureza y peeling test (propiedades consolidantes), absorción de agua por capilaridad, ángulo de contacto estático y dinámico (propiedades hidrofugantes)		
Objetivo final del indicador:	Caracterización de una roca de interés monumental tratada		
Fecha prevista para la medida del indicador:	Tercer día de prácticas según el calendario de prácticas de la asignatura	Fecha de medida del indicador:	8 de Enero de 2016
Actividades previstas:	<i>El tercer día se llevara a cabo la caracterización física y química de una muestra tratada de piedra monumental, para comparar los resultados obtenidos antes y después de los tratamientos.</i>		
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo de Consumo y Materia Seca. Con el fin de estimar la cantidad de sol que penetró en las probetas, se calculó, en primer lugar, el porcentaje de producto consumido. Para ello, se utilizó el peso seco de éstas antes del tratamiento (<math>m_0</math>) y el peso alcanzado al finalizar la aplicación (<math>m_f</math>). Estos datos fueron obtenidos en el objetivo 1. Al inicio de la práctica, se determinó el peso de las probetas tratadas (<math>m_c</math>). Este parámetro será utilizado para estimar la cantidad de producto que permanece en la probeta una vez que han concluido los procesos de polimerización y posterior envejecimiento y secado de los geles.</li> <li>• Evaluación de la Eficacia Hidrofugante: Medida del Ángulo de Contacto Estático y dinámico. El comportamiento frente al agua de las rocas tratadas será evaluado mediante medidas del ángulo de contacto estático (<math>\theta_S</math>) de microgotas de agua, depositadas sobre las superficies pétreas tratadas. Para esta evaluación se utilizará el mismo método de la gota sésil empleado en la práctica 4. El ángulo de contacto dinámico de microgotas de agua se medirá utilizando el mismo sistema de videograbación y software SCA 20 del equipo OCA15 plus, pero en este caso usando la función ARCA (ángulo de avance y retroceso). Para el cálculo de valores de los ángulos de contacto, se empleó también, el método “Tangent leaning”.</li> <li>• Resistencia al Manchado. El objeto del ensayo es evaluar la eficacia anti-manchas de los productos aplicados sobre la probeta. Para determinar la resistencia al manchado de los tratamientos, se evaluará los cambios cromáticos que los agentes de manchado provocan sobre las superficies pétreas, una vez limpiadas las manchas. Las medidas de color se efectuarán usando un colorímetro espectrofotómetro modelo esfera de ColorFlex.</li> </ul>		

Objetivo nº 4		<i>Discusión y Evaluación de los resultados</i>	
Indicador de seguimiento o evidencias:	Presentación pública y discusión razonada de los resultados obtenidos. Publicación en la página web de la presentación de cada pareja. Evaluación entre iguales, mediante el uso de la herramienta foro de la aplicación Moodle. Cuestionario de autoevaluación razonada posterior a la presentación, mediante la herramienta cuestionario de la aplicación Moodle		
Objetivo final del indicador:	Comprobación del grado de aprendizaje realizado en la practica		
Fecha prevista para la medida del indicador:	Cuarto día de prácticas según el calendario de prácticas de la asignatura	Fecha de medida del indicador:	9 de Enero de 2016
Actividades previstas:	<i>El cuarto día se llevara a cabo por los alumnos distribuidos en parejas una presentación pública de los resultados y una discusión razonada de los mismos. Previamente las presentaciones se habrán puesto a disposición de los alumnos en la página virtual de la asignatura, solicitando mediante la herramienta foro, la evaluación de los trabajos de otros compañeros. Por último en la página web se incluirá un cuestionario de autoevaluación para cada alumno incluyendo un comentario sobre el desarrollo de la práctica.</i>		
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Para analizar en qué medida las prácticas implementadas han contribuido al desarrollo de las competencias previstas, se lleva a cabo una última sesión de seminario, en el que se presentan públicamente los resultados obtenidos, discutiéndose los mismos con los cinco profesores presentes en las prácticas y con el resto de los alumnos. Se valora específicamente la participación en el debate y el aporte de soluciones a los problemas detectados durante el proceso. De los 50 alumnos participantes las calificaciones obtenidas son 78% notables, 10% aprobados y 12% sobresalientes. La calificación ha incluido la valoración de los resultados obtenidos, la discusión de los mismos y el estudio comparativo con los de los compañeros, que utilizaron formulaciones diferentes del producto aplicado.		

2. Adjunte las tasas de éxito<sup>1</sup> y de rendimiento<sup>2</sup> de las asignaturas implicadas y realice una valoración crítica sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de estos indicadores.

Asignatura <sup>3</sup>	Tasa de Éxito		Tasa de Rendimiento	
	Curso 2014/15	Curso 2015/16	Curso 2014/15	Curso 2015/16
<i>Química Física IV</i>	<i>0.90</i>	<i>0.91</i>	<i>0.80</i>	<i>0.86</i>
<i>Informe crítico sobre la evolución de las tasas de éxito y rendimiento</i>				

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnos matriculados y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión de los alumnos.

<b>Opinión de los alumnos al inicio del proyecto</b>
Número de alumnos matriculados:

<sup>1</sup> Tasa de éxito = Número de estudiantes aprobados / Número de estudiantes presentados.

<sup>2</sup> Tasa de rendimiento = Número de estudiantes aprobados / Número de estudiantes matriculados.

<sup>3</sup> Incluya tantas filas como asignaturas se contemplen en el proyecto.

Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente				
NINGUNA DIFICULTAD	POCA DIFICULTAD	DIFICULTAD MEDIA	BASTANTE DIFICULTAD	MUCHA DIFICULTAD
60%	40%			
Opinión de los alumnos en la etapa final del proyecto				
Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente				
NINGUNA DIFICULTAD	POCA DIFICULTAD	DIFICULTAD MEDIA	BASTANTE DIFICULTAD	MUCHA DIFICULTAD
30%	70%			
Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura				
NADA DE ACUERDO	POCO DE ACUERDO	NI EN ACUERDO NI EN DESACUERDO	MUY DE ACUERDO	COMPLETAMENTE DE ACUERDO
			100%	
En el caso de la participación de un profesor invitado				
La participación del profesor invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación				
NADA DE ACUERDO	POCO DE ACUERDO	NI EN ACUERDO NI EN DESACUERDO	MUY DE ACUERDO	COMPLETAMENTE DE ACUERDO
Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión de los alumnos				
Los resultados fueron muy alentadores, en opinión de los alumnos: <b>Ventajas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aprenden técnicas de utilización actual en investigación: “Se utilizan equipos de alta tecnología”</li> <li>• Se entienden mejor los contenidos de la asignatura: “La práctica utiliza el temario de la asignatura, con lo cual muchos contenidos son más fáciles de asimilar”</li> <li>• Se entiende mejor como es el trabajo de investigación: ” Se trabaja como auténticos investigadores”, “ es interesante por su aplicación a la vida real”</li> </ul> <b>Inconvenientes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debería acortar la sesión de discusión de resultados: “Grupos más pequeños y presentaciones más cortas”</li> <li>• Se debería mejorar la coordinación de los profesores: “Cuellos de botella en la utilización de los equipos”</li> <li>• Se podría disponer de una plantilla para presentar los resultados: “Hemos encontrado dificultades para organizarnos”.</li> </ul> <p>En resumen, los alumnos perciben que las prácticas implementadas favorecen estilos de aprendizaje más orientados a un aprendizaje aplicado a hechos reales y que desarrollan competencias ligadas con la investigación científica, lo que facilita la adquisición de conceptos teóricos. Por otro lado la utilización de equipos de alta tecnología generalmente no incluidos en el equipamiento de prácticas de laboratorio les permite adquirir nuevas competencias y destrezas, a pesar del inconveniente que su uso implica con respecto a la ralentización del trabajo experimental.</p>				

4. Marque una X bajo las casillas que correspondan en la siguiente tabla. Describa las medidas a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo.



Compromiso de compartición / difusión de resultados en el entorno universitario UCA adquirido en la solicitud del proyecto				
1. Sin compromisos	2. Compromiso de impartición de una charla o taller para profesores	3. Adicionalmente fecha y centro donde se impartirá	4. Adicionalmente programa de la presentación	5. Adicionalmente compromiso de retransmisión o grabación para acceso en abierto
X				
Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud				
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo				