



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

La infraestructura verde y los sistemas urbanos de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería (PINN-18-A-051)

Convocatoria de los Proyectos de Innovación Docente 2018

- Luis Ángel Sañudo Fontaneda – sanudoluis@uniovi.es- Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo
- Felipe Pedro Álvarez Rabanal – alvarezfelipe@uniovi.es- Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo
- Ángel Martín Rodríguez – martinangel@uniovi.es- Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo
- Jorge Rocés García – rocesjorge@uniovi.es- Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo
- Pedro Plasencia Lozano – plasenciapedro@uniovi.es- Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo
- Zenaida Aurora Hernández Garrastacho – hernandezzenaida@uniovi.es- Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo
- Cristina Allende Prieto – callende@uniovi.es- Departamento de Explotación y Explotación de Minas, Universidad de Oviedo
- Stephen John Coupe - steve.coupe@coventry.ac.uk- Centre for Agroecology, Water and Resilience (CAWR), Coventry University, Reino Unido
- William Fredrerick Hunt III – wfhunt@ncsu.edu- Department of Biological and Agricultural Engineering, North Carolina State University, USA

Palabras clave: *aprendizaje cooperativo, educación interdisciplinar, soluciones basadas en la naturaleza, diseño sensible al agua.*

Tipo de proyecto

Tipo A (PINN-18-A)	X
--------------------	---

Tipo B (PINN-18-B)	
--------------------	--



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Resumen / Abstract

La Unión Europea fomenta y estimula la implementación de soluciones basadas en la naturaleza para la rehabilitación de zonas urbanas, invirtiendo grandes presupuestos en toda Europa mediante los Fondos FEDER, siendo varios municipios del Principado de Asturias beneficiarios de dichas ayudas. La infraestructura verde y los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) son las técnicas centrales de ingeniería con las que se desarrolla dicha estrategia con el objetivo principal de aumentar la resiliencia de las ciudades al cambio climático. Es por ello que existe una demanda social a escala regional, nacional e internacional sobre la necesidad de abordar esta temática en los estudios de ingeniería, de forma que las y los nuevos profesionales de ingeniería puedan incorporar a su formación, técnicas de multidisciplinares que aumenten sus competencias transversales.

El marco teórico del proyecto de innovación docente tiene su núcleo central en 9 asignaturas pertenecientes a los Grados en Ingeniería Civil y el Doble Grado en Ingeniería Civil e Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos, así como en el Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, impartidos todos ellos en la Escuela Politécnica de Mieres (EPM). A través de este ambicioso programa, pionero en Europa, las y los estudiantes han desarrollado sus competencias para diseñar, construir y mantener SUDS. De esta forma, la Universidad de Oviedo otorga un valor añadido a la formación en Ingeniería Civil, respondiendo al reto que la sociedad europea y su tejido industrial exigen. Esta experiencia piloto es trasladable a otros estudios de la Universidad de Oviedo relacionados con los SUDS.

La metodología utilizada para llevar a cabo el proyecto usó técnicas de innovación como el aprendizaje basado en proyectos, el aula invertida y el uso de herramientas multimedia para complementar las clases, así como el uso de técnicas de gestión de proyectos necesarias para coordinar las 9 asignaturas que conforman este proyecto. Además del profesorado de la Universidad de Oviedo, se sumaron profesores/investigadores internacionales de las Universidades de Coventry, Reino Unido, y Carolina del Norte State, EEUU.

La temática SUDS ha sido implementada de forma exitosa en las titulaciones habilitantes de grado y postgrado relacionadas con Ingeniería Civil, convirtiendo a las y los estudiantes de la Universidad de Oviedo en las y los única/os Ingenieras/os Civiles especializadas/os en la materia, aumentando el impacto de su formación transversal. De esta manera se ha posicionado a la Universidad de Oviedo como líder nacional en la formación sobre SUDS.

Los resultados académicos y la satisfacción del alumnado han aumentado a través del uso de la temática como nexo de unión entre asignaturas y materias, alcanzándose un índice de satisfacción del alumnado del 84%.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

1 Contribución del proyecto a la consecución de los objetivos específicos y de los objetivos de la convocatoria

1.1 Objetivos específicos y objetivos prioritarios de la convocatoria conseguidos

El presente proyecto ha contribuido a los siguientes objetivos específicos de la convocatoria:

1. Innovación docente en el ámbito de la metodología docente. Se implementaron metodologías como el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje inverso. Se utilizaron proyectos reales como la rehabilitación del parque de La Mayacina en Mieres, donde se aplicaron los conceptos aprendidos mediante el programa del proyecto docente. El aprendizaje inverso permitió liberar tiempo de clases teóricas para poder utilizarlas en las actividades prácticas. Se utilizaron vídeos explicativos y materiales subidos al Campus Virtual y a las redes sociales del proyecto.
2. Innovación docente para el desarrollo de competencias transversales en los estudios universitarios y para la inclusión de temáticas transversales. La temática SUDS permite la adquisición de competencias transversales en los estudios de ingeniería como ya demostraron estudios previos como Bradford et al. (2010) y Lucke et al. (2016). El presente proyecto incluyó un mayor número de materias que permiten la adquisición de competencias reales para diseñar, construir y mantener dichos sistemas de ingeniería, posicionando a la Universidad de Oviedo como pionera en la temática.
3. Innovación docente en el ámbito de la tutoría y la orientación de las y los estudiantes hacia su futuro laboral. Las tutorías fueron ampliamente mejoradas mediante la utilización de herramientas de planificación y gestión como Microsoft Teams, principalmente usadas con estudiantes de TFG y TFM del programa. La aplicación de esta herramienta mejoró la coordinación y la comunicación con el alumnado. La organización de conferencias impartidas por profesionales en la materia amplió los conocimientos entre el alumnado de cara a la aplicación de la temática en el futuro de su vida profesional.
4. Innovación en el ámbito de la coordinación docente. Se implementaron procesos de coordinación entre asignaturas de distintas titulaciones y distintos niveles académicos como Grado y Máster, dentro de la Rama de Ingeniería Civil. Las herramientas utilizadas fueron aquellas del “Project Management”, y más concretamente del PRINCE2®, utilizado internacionalmente en el sector de la Construcción.
5. Innovación docente en el desarrollo de metodologías y actividades relacionadas con los TFG y TFM. Mejora de las tutorías, la planificación y el proceso de integración y formación de detalle en la temática SUDS, mediante acceso a contenido preparado para el proyecto usando herramientas como OneDrive y Microsoft Teams, así como los conceptos de Prince2® de Project Management.
6. Fomento de la relación de los proyectos de innovación docente con otros proyectos de nuestra Universidad, con organismos y agentes externos y con acciones de intercambio virtual de carácter nacional e internacional. Este proyecto ha tomado como referencia a otros proyectos anteriores como el PINN-14-031, relacionado con el aprendizaje no presencial y la coordinación entre asignaturas de Grados, así como los proyectos PINN-17-B-007 y PINN-17-A-031 relacionados con metodologías “Flipped Learning” y aprendizaje autoevaluado en ingeniería. Este objetivo se implementó, además, gracias a la participación de 2 docentes/investigadores internacionales en el



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

equipo, como William Hunt y Stephen Coupe, quienes impartieron conferencias magistrales sobre la temática. Las y los estudiantes pudieron acercarse a la realidad de la temática fuera de nuestras fronteras.

1.2 Mejoras a la convocatoria, grado de pertinencia de las mismas, modificaciones al proyecto inicial y justificación de los cambios

No se registraron modificaciones al proyecto original.

2 Contribución del proyecto al plan estratégico de la Universidad y repercusiones en la docencia. *Para la elaboración de este apartado describir el grado de cumplimiento de los compromisos adquiridos del punto 5 de la solicitud del proyecto.*

2.1 Alineamiento del Proyecto de Innovación Docente con el Plan Estratégico 2018-2022 de la Universidad de Oviedo en materia docente.

Este proyecto estuvo centrado en las Acciones estratégicas en formación, actividad docente y empleabilidad (FAE), no teniendo incidencia directa sobre las Acciones estratégicas en investigación y transferencia (IT). Las FAE a las que contribuyó este proyecto fueron las siguientes, en orden de % de adecuación indicados en la solicitud:

- **FAE 14: Programa de formación transversal para el estudiantado. Cumplido al 100%.**
 - Mejorar las competencias transversales y extracurriculares del estudiantado (25%). La temática transversal del diseño y construcción de infraestructura verde y SUDS se desarrolló mediante el programa docente en los estudios de ingeniería utilizados, así como la participación de empresas como SUDS S.L. y Universidades internacionales como Coventry y North Carolina State.
- **FAE 5: Puesta en marcha de un programa de actualización en métodos educativos. Cumplido al 100%.**
 - Extender nuevas técnicas docentes en los estudios de grado y máster de la Universidad (20%). Las metodologías de aprendizaje basado en proyectos y clase invertida fueron aplicadas en un total de 7 asignaturas y los TFG y TFM, con mayor intensidad en aquellas asignaturas de Máster, lo que permite vislumbrar un amplio impacto en los estudios globales de Ingeniería Civil de la Universidad de Oviedo.
- **FAE 31: Puesta en marcha de un plan de formación en abierto a través de internet. Cumplido al 100%.**
 - Conseguir una utilización amplia de contenidos de calidad creados en la Universidad de Oviedo (15%). Los contenidos creados dentro del programa, tanto en el Campus Virtual, fueron consultados por el 100% del alumnado.
 - Intensificar las acciones formativas llevadas a cabo en Internet (10%). Se crearon contenidos en el Canal de YouTube del proyecto, así como aquellos contenidos ampliamente compartidos a través de Twitter, los cuales fueron consultados por un 67% del alumnado. Las y los estudiantes de Máster mostraron un mayor interés, incrementándose este valor hasta un 75%. Se participó en varias conferencias y charlas sobre la temática del proyecto, las



cuales fueron retransmitidas en “streaming” y seguidas por el alumnado mediante las plataformas YouTube y Facebook.

- **FAE 7: Puesta en marcha de un programa para la financiación de proyectos de innovación docente. Cumplido al 100%.**
 - Mejorar los resultados académicos de los estudiantes (10%). El % de aprobados en las asignaturas del proyecto fue de un 72%, siendo de un 87% en el Máster, mejorando los valores previos obtenidos en dichas asignaturas, así como el nivel de satisfacción del alumnado y el profesorado.
 - Aumentar el número de experiencias innovadoras formativas (10%). Se realizaron experiencias innovadoras como cambiar los entornos formativos, realizando varias actividades fuera del Aula, donde las y los estudiantes participaban activamente, siendo altamente valoradas por ellos. Se organizaron, además, concursos de ideas de ingeniería sobre proyectos reales y múltiples actividades a través del Campus Virtual.
 - Incrementar la motivación del profesorado (5%). El profesorado participante en el proyecto percibió la mejoría en sus respectivas asignaturas y estuvo interesado en la organización de actividades transversales entre asignaturas, aumentando el número de actividades para el alumnado.
- **FAE 11: Implantación de herramientas de control del plagio. Cumplido al 100%.**
 - Asegurar la seguridad en la originalidad de los trabajos, documentos, etc. (5%). Se utilizó la herramienta URKUND, usada por la Universidad de Oviedo, en todos los TFG y TFM que formaron parte del proyecto; además de formar al alumnado en la ética de la producción académica.

2.2 Grado de consecución de las repercusiones esperadas del proyecto (en la docencia específica y en el entorno docente)

El grado de consecución de las repercusiones esperadas del proyecto fueron las siguientes:

- Nivel de incidencia del proyecto en la docencia concreta a la que se refiere. La incidencia, tanto en el % de contenido como de evaluación fue superior en las asignaturas del Máster, siendo cercano al 50% en “Estructuras y Edificaciones de Obra Civil”, y de un 25% en “Cartografía Digital, Urbanismo y Ordenación del Territorio”. Por parte del Grado, la asignatura “Caminos” alcanzó un 20% de incidencia. En el caso de los TFG y TFM, el grado de incidencia fue del 100% en ambos casos. Finalmente, el % del alumnado participando en el proyecto desde cada asignatura fue del 100%.
- Repercusiones en el entorno de la docencia a la que se refiere el proyecto:
 - Se aumentó la colaboración entre la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (EPI) y la EPM mediante la participación de profesorado de ambas Escuelas de Ingeniería de la Universidad de Oviedo, así como entre los Departamentos de Construcción e Ingeniería de Fabricación, y Explotación y Prospección de Minas. Un total de Áreas participaron activamente en el proyecto: Ingeniería de la Construcción; Expresión Gráfica en la Ingeniería; Ingeniería e Infraestructura de los Transportes; Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Tres titulaciones formaron parte del proyecto: Grado en Ingeniería Civil; PCEO Grado en Ingeniería Civil / Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos; y Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

- Publicación de resultados en revistas, libros, jornadas o congresos distinto de las Jornadas de Innovación Docente de Uniovi. Se publicó 1 artículo en revista académica, 4 conferencias nacionales e internacionales y se participó en 4 cursos de extensión universitaria internacionales.
- Posibilidades de dar continuidad al proyecto en cursos posteriores ampliándolo o mejorándolo. El proyecto tendrá continuidad en los próximos cursos académicos, habiéndose asentado positivamente entre el alumnado.
- Posibilidad de poner el proyecto en práctica en otras asignaturas, cursos, carreras o con otros profesores. Este proyecto trata sobre una temática transversal que puede ser transferida perfectamente a otros estudios como Ingeniería Industrial, Ingeniería Geomática, Ingeniería Forestal y de los Recursos Naturales, Geografía, Química, Ambientales, etc.
- Fomentar la colaboración con profesores de otras instituciones autonómicas, nacionales o extranjeras (Universidades, Centros de Enseñanza Primaria o Secundaria, redes de colaboración internacional, etc.). Colaboraron 2 Centros extranjeros como el Centre for Agroecology, Water and Resilience (CAWR), Coventry University (Reino Unido); y el Department of Biological and Agricultural Engineering, North Carolina State University (EEUU).
- Utilización de herramientas y aplicaciones tecnológicas avanzadas al servicio de la propuesta metodológica. Se utilizaron las siguientes herramientas: ISTRAM, Microsoft Teams, QGIS, SPSS, EPA SWMM, OneDrive, Sistemas de Información Territorial de España y Asturias, YouTube.

3 Memoria del Proyecto

3.1 Marco Teórico del Proyecto

La problemática relacionada con la gestión del agua en ámbitos urbanos está marcando los últimos desarrollos urbanos, así como el planteamiento de nuevos paradigmas en la ingeniería como el biourbanismo y la ingeniería ecológica. Inundaciones y largos periodos de sequías repercuten en la resiliencia de las ciudades y sus entornos urbanos, reduciendo el nivel de vida y degradando la biodiversidad en dichas áreas. Todo ello, unido a la creciente presión ejercida por el ser humano sobre los recursos naturales y el aumento de la población mundial viviendo en entornos urbanos, está generando un incremento de los riesgos para la salud, la seguridad y el bienestar de los ciudadanos (Baccini et al. 2011). Siguiendo con esta premisa, la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) ha considerado que la infraestructura verde tiene un rol preeminente en la mitigación de los peligros asociados con el cambio climático (AEMA, 2015). La Unión Europea ha desarrollado una estrategia con el objetivo de implantar soluciones basadas en la naturaleza (Nature-Based Solutions – NBS) (Unión Europea, 2014). Las NBS proporcionan servicios de ecosistema al ámbito urbano, naturalizando su entorno y el paisaje urbano, al tiempo que se mejora la gestión del agua procedente de la escorrentía urbana, así como la biodiversidad y la calidad del agua (Kabisch et al. 2016). Las técnicas de ingeniería destinadas a la gestión sostenible y resiliente del agua de lluvia son los denominados SUDS, los cuales contribuyen a la adaptación de los entornos urbanos a los nuevos escenarios de cambio climático (Woods Ballard et al. 2015).



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Este proyecto se enmarca dentro de dicha necesidad de incluir estos paradigmas en las enseñanzas universitarias de ingeniería. Han existido casos de éxito introduciendo temáticas similares en estudios de Grado y Máster, tal y como indicaron Bradford et al. (2010) y Ahn (2016) en su experiencia sobre el Desarrollo de Bajo Impacto (LID en sus siglas en inglés). Bajo este marco, el presente proyecto utiliza las enseñanzas en el Grado de Ingeniería Civil (EPM 2018a) y el Doble Grado en Ingeniería Civil e Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos (EPM 2018b), además del Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (EPM 2018c). Durante el curso 2018-2019, un total de 240 estudiantes han participado dentro del presente proyecto de innovación para un total de 9 asignaturas.

Con este marco proyectual se crea un programa docente que permite al alumnado adquirir los conocimientos necesarios para desarrollar competencias reales en el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras basadas en la naturaleza. Con este objetivo, y con base a estudios previos sobre la temática, se introduce una metodología basada en proyectos reales o “Project Based Learning” (PBL) (Jayasuriya 2008), así como técnicas de docencia invertida o “Flipped Learning” (FL) (Lucke et al. 2016); experiencias ambas especializadas en la gestión del agua de lluvia.

3.2 Metodología utilizada

3.2.1 Plan de Trabajo desarrollado

Se elaboró un plan de trabajo dividido cronológicamente en función del semestre del curso donde se encontraba cada asignatura que formaba parte del proyecto.

- Primer semestre (09/2018-02/2019):
 - Grados: Historia de la Ingeniería Civil; Edificación.
 - Postgrado: Cartografía Digital, Urbanismo y Ordenación del Territorio.
- Segundo semestre (02/2019-07/2019):
 - Grados: Servicios Urbanos y Medioambientales; Caminos; Hormigón Pretensado y Prefabricación.
 - Postgrado: Estructuras y Edificaciones de Obra Civil.

Las asignaturas de TFG y TFM se encajaron, finalmente, dentro de ambos semestres debido a la posibilidad de depositar ambos trabajos en varias convocatorias a lo largo del curso.

El equipo docente del proyecto desarrolló las Tablas 1 y 2 para aportar mayor detalle en cómo se iban a desarrollar las temáticas del proyecto dentro de cada asignatura, enmarcándolas dentro de los objetivos fundamentales de Grado y el Máster.



Tabla 1. Temática del Programa desarrollada en las asignaturas de Grado. Fuente: Adaptada de Sañudo-Fontaneda et al. 2018.

Asignatura / Curso (Semestre)	Temática del Programa / Objetivos	Áreas de Conocimiento
Historia de la Ingeniería Civil / 2º Curso (1º Semestre)	Abordar la evolución histórica de la gestión del agua de lluvia, así como su desarrollo hasta nuestros días, de forma que se enmarquen correctamente los nuevos desarrollos que pretenden mostrarse a través de este proyecto.	Ingeniería de la Construcción
Servicios Urbanos y Medioambientales / 3º Curso (2º Semestre)	Toma de contacto con los SUDS y sus diferentes tipologías. Se aporta una visión global de los problemas asociados a la gestión del agua de lluvia en las ciudades y se proponen los SUDS como elementos necesarios para la gestión del agua.	Ingeniería de la Construcción, Tecnologías del Medio Ambiente y Explotación de Minas
Caminos / 3º Curso (2º Semestre)	Se abordan los firmes permeables, cunetas vegetadas y los drenes filtrantes (drenes franceses), aportando las últimas investigaciones realizadas en dichas técnicas SUDS para carreteras.	Ingeniería de la Construcción, Ingeniería e Infraestructura de los Transportes y Expresión Gráfica en la Ingeniería
Edificación / 4º Curso (1º Semestre)	Se realiza una descripción del problema de la Isla de Calor que se genera en las ciudades y se proponen soluciones basadas en infraestructura verde y SUDS, tales como las cubiertas y las fachadas vegetales, con el objetivo de minimizar su impacto.	Ingeniería de la Construcción
Hormigón Pretensado y Prefabricación / 4º Curso (2º Semestre)	Adquirir los conocimientos básicos sobre elementos prefabricados, básicos en el diseño de materiales para la construcción de SUDS	Ingeniería de la Construcción / Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
Trabajo Fin de Grado (TFG) / 4º Curso	En este punto se introducen aspectos de relevancia internacional para que el alumno se familiarice con la forma de trabajar de otros países y culturas. Se proponen diversas temáticas sobre SUDS en ambos Grados y que cubren ambas menciones en el Grado de Ingeniería Civil por la componente constructiva e hidráulica.	Todas las Áreas implicadas en el proyecto

Tabla 2. Temática del Programa desarrollada en las asignaturas de Máster. Fuente: Adaptada de Sañudo-Fontaneda et al. 2018.

Asignatura / Curso (Semestre)	Temática del Programa / Objetivos	Áreas de Conocimiento
Cartografía Digital, Urbanismo y Ordenación del Territorio / 1º Curso (1º Semestre)	La temática SUDS se introduce mediante el desarrollo de las filosofías de Diseño Urbano Sensible al Agua (Water Sensitive Urban Design – WSUD, en sus siglas en inglés) y el Desarrollo de Bajo Impacto (LID) y su impacto en la planificación y ordenación urbana.	Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría, e Ingeniería de la Construcción
Estructuras y Edificaciones de Obra Civil / 1º Curso (2º Semestre)	Se estudian todas las técnicas SUDS en mayor detalle que en el Grado y se realiza un trabajo práctico grupal sobre un proyecto real. Dentro de esta asignatura se desarrolla el Premio a la Innovación en SUDS de la Universidad de Oviedo, el cual lleva realizadas 3 ediciones. Presenta el mayor enlace con la vida profesional mediante los tribunales externos compuestos por profesionales.	Ingeniería de la Construcción



Trabajo Fin de Máster (TFM) / 2º Curso	Se proponen diversas temáticas con un mayor grado de complejidad y detalle que aquellas propuestas para los TFG de los Grados.	Todas las Áreas implicadas en el proyecto.
---	--	--

3.2.2 Descripción de la Metodología

La metodología fue dividida en 4 grandes tareas descritas a continuación.

- **TAREA 1. ACTIVIDADES DE COORDINACIÓN:**
 - 1.1. Coordinación del proyecto (Responsable: Luis Sañudo). Se creó una Comisión de Seguimiento a comienzos de curso formada por el responsable del proyecto (Luis Sañudo), los Coordinadores de las asignaturas de Grado (Felipe Álvarez y Ángel Martín) y la Coordinadora de asignaturas de Postgrado (Cristina Allende). Esta Comisión se reunió una vez por semestre, así como al final del proyecto. Dentro de las labores de esta Comisión estaba la coordinación con el profesorado internacional participante dentro del proyecto.
 - 1.2. Coordinación asignaturas de Grado (Responsables: Felipe Álvarez y Ángel Martín). Se nombraron 2 responsables debido al alto número de asignaturas (6) y estudiantes (173). Se realizaron reuniones con los profesores de las asignaturas al comienzo y al final del semestre, aportando los responsables de la coordinación la información necesaria a la Comisión de Seguimiento del Proyecto.
 - 1.3. Coordinación asignaturas de Postgrado (Responsable: Cristina Allende). Los profesores de las asignaturas de Máster, se reunieron al comienzo y al final de cada semestre, siendo la responsable de esta sub-tarea la encargada de facilitar la información de estas asignaturas a la Comisión de Seguimiento del Proyecto. Un total de 3 asignaturas del máster formaron parte del proyecto y 67 estudiantes participaron dentro de ellas.
- **TAREA 2. MEDICIÓN/CAPTURA DEL IMPACTO DEL PROYECTO DOCENTE:**
 - 2.1. Elaboración de cuestionarios para la evaluación del programa docente y de su impacto en cada asignatura. (Responsables: Cristina Allende, Felipe Álvarez y Jorge Rocés). Se elaboró un cuestionario específico para este proyecto con el fin de medir el impacto del mismo en el alumnado.
 - 2.2. Recogida de datos de la industria y del número de publicaciones académicas sobre la temática del proyecto. (Responsables: Stephen Coupe, Zenaida Hernández, Luis Sañudo). Se realizó una investigación sobre el número de estudios académicos en la base de datos científica Scopus, así como en la industria, haciendo especial hincapié en las empresas y Administraciones Públicas más relevantes en la temática. Se encontraron un total de 458 publicaciones en la búsqueda. La multidisciplinaredad de la temática queda de manifiesto al aparecer en 19 áreas de estudio diferentes, desde las ciencias sociales hasta la ingeniería.
 - 2.3. Perspectiva internacional, impacto y aplicación de la temática en la industria. (Responsables: William Hunt, Stephen Coupe, Zenaida Hernández y Luis Sañudo). Se contactó con las instituciones más relevantes a nivel internacional para medir el impacto de los SUDS en la industria, tales como la Interlocking Concrete Pavement Institute (ICPI) de los Estados Unidos de



América, el CIRIA del Reino Unido y la RedSUDS de España. Todas ellas recibieron el proyecto con satisfacción, indicando que los SUDS son el presente y futuro de la gestión del agua. Otras Universidades como Granada y País Vasco mostraron interés en implementar este programa en sus estudios de Ingeniería.

- **TAREA 3. METODOLOGÍAS DOCENTES INNOVADORAS:**

- 3.1. Project Based Learning (PBL) (Responsables: Cristina Allende, Pedro Plasencia y Luis Sañudo). La metodología PBL se aplicó directamente sobre las asignaturas de Máster, dada su especialización, así como en el TFG. Se eligió el proyecto actual de “La Mayacina” en Mieres (Asturias), como proyecto en desarrollo en Asturias financiado por la Unión Europea dentro de sus programas de rehabilitación urbana mediante infraestructura verde. La asignatura de Cartografía Digital, Urbanismo y Ordenación del Territorio proporcionó los conocimientos fundamentales sobre técnicas de análisis geográfico como los Sistemas de Información Geográfica, y los Sistemas de Información Territorial. Igualmente, se introdujo la filosofía de Diseño Sensible al Agua (DUSA), el biourbanismo y el diseño ecológico. La asignatura de Estructuras y Edificaciones de Obra Civil contenía la mayor parte de la formación sobre las técnicas SUDS y en ella se desarrollaron los trabajos en grupos, que posteriormente se presentaron ante un tribunal.
- 3.2. Flipped Learning (FL) (Responsables: William Hunt, Felipe Álvarez y Luis Sañudo). Se desarrolló una base de datos dentro de cada asignatura en el Campus Virtual, donde se compartió la información necesaria para cada asignatura. Mediante esta información, el alumnado tuvo acceso al visionado de vídeos, programas de radio y lectura de materiales previa a la impartición de las clases. De este modo se liberó espacio de docencia e interacción profesorado-estudiantes para el desarrollo de actividades prácticas que mejoraran el entendimiento de los SUDS y sus aplicaciones en las distintas asignaturas.
- 3.3. Herramientas docentes de diseño y cálculo basadas en software avanzado y especializado en la temática del proyecto, como por ejemplo ISTRAM y QGIS, entre otros. (Responsables: Pedro Plasencia, Jorge Rocés y Cristina Allende). Se aportó formación al alumnado referente a software especializado que pudiera ser de utilidad para la realización de sus trabajos en cada asignatura. El objetivo final es que el alumnado disponga de las herramientas de diseño y cálculo más relevantes en la actualidad.
- 3.4. Investigación, Desarrollo e Innovación y contacto con la empresa. (Responsables: Zenaida Hernández, William Hunt, Stephen Coupe, Felipe Álvarez y Luis Sañudo). Esta sub-tarea estuvo centrada en el desarrollo de prácticas de laboratorio en las distintas asignaturas centradas en la formación en búsqueda bibliográfica científica, así como en el contacto con el ámbito empresarial mediante la organización de charlas específicas a la temática de la asignatura relacionada con los SUDS.
- 3.5. Tutorías de TFG y TFM (Responsables: Jorge Rocés, Pedro Plasencia, Ángel Martín). Se desarrollaron metodologías de seguimiento de los TFG y TFM como el uso de herramientas de gestión de proyectos y almacenamiento de información disponibles para la Universidad de Oviedo como Microsoft Teams



y OneDrive. Se completaron, además, fichas de seguimiento para cada estudiante fijando las tareas a realizar, los hitos y los tiempos. Todo ello siguiendo el modelo de “Project Management” para la gestión de proyectos.

- 3.6. Introducción de actividades docentes en inglés (Responsables: William Hunt, Stephen Coupe y Luis Sañudo). Conferencias virtuales de ponentes internacionales, redacción de documentos en inglés y mesas redondas en inglés. Se introdujo, además, la lectura de publicaciones científicas e industriales en inglés.
- 3.7. Organización de un concurso basado en PBL y FL dentro de las asignaturas del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Responsables: todos. Se organizó la III Edición del “PREMIO A LA INNOVACIÓN EN DRENAJE SOSTENIBLE GREEN STREETS” centrado en la rehabilitación hidrológica del Parque de La Mayacina en Mieres.
- 3.8. Tribunales externos (Responsables: Ángel Martín, Pedro Plasencia y Stephen Coupe). Organización de tribunales externos a la Universidad formados por profesionales nacionales e internacionales en la materia del proyecto para evaluar los trabajos grupales.
- **TAREA 4. Diseminación del proyecto:**
 - 4.1. Académico-profesional: actividades relacionadas con las publicaciones y presentaciones en foros docentes, investigadores y profesionales del presente proyecto. (Responsables: todos).
 - 4.2. Comunicación y redes sociales (Responsable: Luis Sañudo). Diseminación a través de las redes sociales del equipo de investigación UOstormwater y del profesorado, núcleo del proyecto de innovación docente donde se desarrollan las actividades investigadoras de la temática tratada en el proyecto.

3.3 Resultados alcanzados

3.3.1 Valoración de indicadores *detallando los instrumentos utilizados para recoger la información, se valora la inclusión de tablas o figuras que faciliten la comprensión de lo expuesto. Al menos un indicador se vinculará con el grado de satisfacción del alumnado que participe en el proyecto.*

El equipo del proyecto desarrolló un cuestionario de 10 preguntas que sería utilizado como complemento a la EGE de la Universidad de Oviedo de cada asignatura. Un total de 30 encuestas fueron completadas satisfactoriamente ayudando a cumplimentar los indicadores 2, 3 y 4 de la tabla resumen (Tabla 3), la cual se presenta a continuación. El indicador número 1 se completó mediante las Actas de calificaciones del curso 2018-2019 de las asignaturas que se incluyeron en el proyecto.

Tabla 3. Tabla resumen con los indicadores seleccionados para medir los resultados del proyecto (tabla obligatoria a incluir en esta convocatoria).

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos fijados y obtenidos
1	Número de aprobados - Alumnos que superan las	Se tomará como indicador la media aritmética de todas las calificaciones finales que van a las actas durante las convocatorias del	Fijado: Por encima del 70,0%. Obtenido: (total =



Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos fijados y obtenidos
	asignaturas	curso académico en todas las asignaturas del programa, teniendo un peso del 70% aquellas calificaciones del Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, por ser éstas en las que se desarrolla en mayor nivel de detalle y peso el presente proyecto.	81%) <ul style="list-style-type: none"> • Grado: 66%. • Máster: 87%.
2	Satisfacción aprendizaje del alumno	Encuesta personalizada del proyecto de innovación docente	Fijado: Por encima del 70,0%. Obtenido: 84,0% (4,2 sobre 5). <ul style="list-style-type: none"> • Grado: 80%. • Máster: 92%.
3	Utilidad de la formación	Encuesta personalizada del proyecto de innovación docente	Fijado: Por encima del 70,0%. Obtenido: 84,0% (4,2 sobre 5). El 100% del alumnado tiene pensado incorporar estas enseñanzas en su actividad profesional futura.
4	Programa formativo	Encuesta personalizada del proyecto de innovación docente	Fijado: Por encima del 70,0%. Obtenido: 80%.

A continuación, se presenta el cuestionario con sus preguntas y el resultado de las mismas. Las puntuaciones se otorgaron de 0 a 5, siendo el 0 el valor mínimo y 5 el máximo, excepto en las preguntas 4 y 6, donde el resultado era de “Sí” o “No” (Tabla 4).

Tabla 4. Cuestionario creado específicamente para el proyecto con sus resultados.

Nº pregunta	Enunciado de la pregunta	Valor medio otorgado (entre 0 y 5)
1	Estudios cursados	---
2	Asignatura	---
3	¿Qué importancia consideras que tiene esta formación sobre SUDS en tu futuro profesional?	4,2
4	¿Tienes pensado incorporar SUDS en los proyectos futuros en los que trabajes?	SI (100%)
5	¿Cómo valoras la integración de la temática SUDS dentro del plan de estudios?	4,0
6	¿Has consultado alguna vez la información sobre SUDS subidas a las redes sociales?	SI (67%)
7	¿Consideras suficientes los contenidos impartidos sobre SUDS en esta asignatura?	3,4
8	¿Consideras suficientes los materiales y bibliografía facilitadas sobre SUDS en esta asignatura?	4,0
9	¿Han estado bien programadas las actividades de la asignatura relativas a los SUDS?	3,9
10	¿Cuál es tu grado de satisfacción en el aprendizaje adquirido sobre SUDS en esta asignatura?	4,2



Los resultados obtenidos en las encuestas se dividieron en función de los estudios cursados (Grado o Máster), de forma que pudieran analizarse los resultados en mayor detalle (Figura 2).

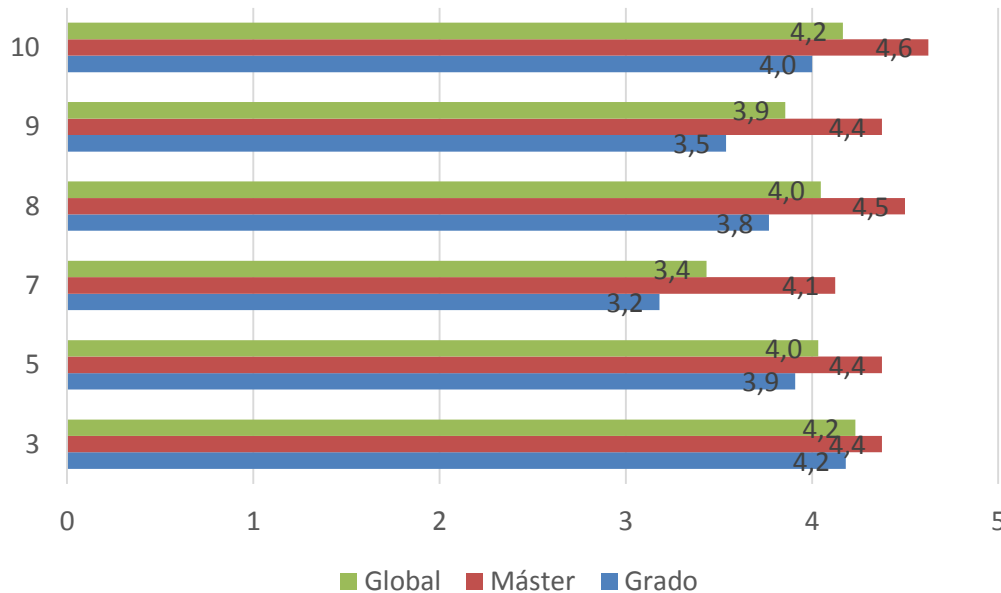


Figura 1. Resultados de la encuesta personalizada dividida en función de Grado y Máster.

Los resultados obtenidos por el proyecto son manifiestamente superiores en el Máster, como puede comprobarse en la Figura 1. La aplicación en mayor nivel de detalle de la temática y métodos del proyecto dentro de los estudios de Máster provocó una mayor satisfacción del alumnado de éste con respecto al Grado. Siguiendo con este razonamiento, la pregunta nº7 del cuestionario (Tabla 4), donde el alumnado del Grado puntúa con un 3,2 el nivel de información sobre SUDS aportado en la asignatura. Esto pone de manifiesto que el alumnado demanda un mayor contenido de esta materia dentro de sus asignaturas.

La utilidad de la formación recibida mediante el proyecto se midió mediante las preguntas 3 y 4 del cuestionario (Tabla 4). El alumnado otorgó un valor de 4,2 sobre 5,0 a la importancia que la formación sobre SUDS aportada por el proyecto tendría sobre su futuro profesional, subiendo hasta un 4,4 en el caso del alumnado del Máster. El 100% del alumnado, tanto de Grado como de Máster, indicó que tenían pensado incorporar SUDS en los proyectos futuros en los que participasen.

3.3.2 Observaciones más importantes sobre la experiencia relacionando los resultados con los objetivos del proyecto evitando afirmaciones que no estén fundamentadas en lo realizado, redundancias o reiteraciones.

Se ha introducido la temática SUDS e infraestructura verde en los estudios en Ingeniería Civil de manera satisfactoria como indican los cuestionarios del alumnado, mostrando una puntuación de 4,2 sobre 5 en el grado de satisfacción.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

El proyecto ha generado una red internacional estable entre la Universidad de Oviedo y las Universidades de Coventry (Reino Unido) y North Carolina State (EEUU) como atestigua la participación activa de dos profesores de dichas universidades, así como la organización de un curso de extensión universitaria en agosto de 2018 sobre la misma temática. Dicha red tiene como núcleo la Universidad de Oviedo.

El concurso de ideas basado en las metodologías PBL y FL, así como la inclusión de tribunales externos supuso una mejora del trabajo colaborativo entre estudiantes, así como un incremento del contacto con la vida profesional en la materia. El concurso goza de popularidad entre el alumnado del Máster, alcanzando su III Edición.

A pesar del grado de aplicación de nuevas tecnologías y la subida de contenidos mediante herramientas de internet, parte del alumnado se mostró reticente a salirse del patrón convencional de estudio, como confirma el 67% de estudiantes que sí consultaron la información subida a las plataformas de internet. Luego un tercio del alumnado no revisó dicha información a pesar de las indicaciones del profesorado. Queda trabajo por realizar con el alumnado en este aspecto.

Los procesos de coordinación entre Áreas, Centros y Profesorado funcionaron muy bien en general, sentando las bases de futuras colaboraciones estables en la docencia.

Como observación final, el equipo de este proyecto quería poner énfasis en la dificultad que ha entrañado este proyecto por lo ambicioso del mismo. El comienzo del proyecto resultó complicado ya que algunas asignaturas comenzaron en septiembre y otras en febrero, lo que supuso que algunas de ellas entrañaran mayores dificultades dentro del propio proceso de aprendizaje del equipo docente, así como por parte del alumnado. Además, las diferencias entre asignaturas en cuanto al nivel de detalle en la aplicación del proyecto, supusieron un reto importante para el profesorado, así como el encaje de los temas SUDS asociados a cada asignatura.

3.3.3 Información online, publicaciones o materiales en abierto derivados de los resultados del proyecto (se valorará especialmente que se proporcionen los enlaces a los mismos)

Publicaciones:

Revista científica

- Sañudo, L.A., Hernández, Z.A.; Martín, A.; Álvarez, F. (2019). Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en las Enseñanzas de Grado y Postgrado en Ingeniería Civil. Revista de Obras Públicas 166 (3607), 120-124. Editorial: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de España. Enlace: http://ropdigital.ciccp.es/directorio_articulos.php?anio=2019&numero_revista=3607

Conferencias nacionales e internacionales:



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

- Sañudo Fontaneda, L.A. Infraestructura verde: Los nuevos paradigmas de la Ingeniería Civil en el diseño urbanístico. VII Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Tunja (Boyacá), Colombia, 7-9 de mayo de 2019. ISSN: 2145-0048. Conferencia magistral. Enlace: <http://www.ustatunja.edu.co/cong-civil/index.php/conferencias>
- Sañudo Fontaneda, L.A., Hernández Garrastacho, Z.A., Martín Rodríguez, A., Álvarez Rabanal, F.P., Allende Prieto, C., Roces García, J., Plasencia Lozano, P., Coupe, S.J., y Hunt, W.F. Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en las enseñanzas de Grado y Postgrado en Ingeniería Civil: La experiencia de la Universidad de Oviedo. Jornada redSUDS2019, 11 de abril, Madrid. Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=iu7b62F29Ro>

Conferencias invitadas:

- Cambio de paradigma en la gestión del agua urbana: Inspirando a las nuevas generaciones de ingenieros. Organiza: Seminarios de Ingeniería Ambiental, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia. 4 de octubre de 2018. Enlace: <https://civil.uniandes.edu.co/es/noticias/736-cambio-de-paradigma-en-la-gestion-del-agua-urbana-inspirando-a-las-nuevas-generaciones-de-ingenieros>
- Charla debate: Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible. 26 de junio de 2019, Gijón, España. Organiza: Ecoloxistes n'Aición d'Asturies. Colabora: Fundación Municipal de Cultura, Educación y Universidad Popular. Enlace: <https://www.ecologistasenaccion.org/evento/xixon-charla-sistemas-urbanos-de-drenaje-sostenible/>

Cursos y Jornadas:

- Curso Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS): Aspectos Básicos. Ingeniería Civil y Ambiental. Educación Continuada de la Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia, Mayo de 2019. Enlace: https://educacioncontinuada.uniandes.edu.co/index.php/es/nuestra-oferta/1816_curso-diseno-de-sistemas-de-drenaje-urbano-sostenible-suds-aspectos-basicos
- Marco conceptual de los SUDS: una perspectiva general multidisciplinar. Clase dentro del Seminario "Ciudades esponja: Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible". Programa de Naturalización de Ciudades Áridas. Organiza: Cabildo de Lanzarote y Reserva de la Biosfera de Lanzarote, Arrecife Capital de la Reserva de la Biosfera. 21 y 22 de febrero de 2019, Islas Canarias, España. Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=Cc3v0pPtXk8&t>
- Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible. Jornadas sobre el Agua. 30-31 de marzo, Oviedo, España. Organiza: Grupo de Urbanismo y Medio Ambiente SOMOS OVIEDO UVIEU. Enlace: <https://somosoviedo.org/event/jornadas-sobre-el-agua/>
- La ciudad del futuro: diseño urbano sensible al agua e infraestructura verde. Día de la Ciencia en mi Colegio. Organiza: Universidad de Oviedo, XVIII Semana de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Oviedo (Ref.: MINECO-18-FCT-2017-11880).

Enlaces web:



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

- Twitter: <https://twitter.com/UOStormwater>
- Youtube: <https://www.youtube.com/channel/UCvFvGmXcjpChXcDZrQcBGmQ>
- Instagram: <https://www.instagram.com/uostormwater>

3.4 Conclusiones, discusión y valoración global del proyecto. Se destacarán los puntos fuertes y débiles del proyecto contrastándolas con los resultados de otros estudios referenciados en el apartado 3.1 sin reiterar los datos ya comentados en otros apartados.

Las conclusiones que se desprenden de los dos primeros años de experiencia desarrollando este Programa son las siguientes :

- El Programa de Innovación Docente desarrollado en el proyecto ha demostrado mejorar el conocimiento del alumnado en los estudios asociados con la Ingeniería Civil en la Universidad de Oviedo, contribuyendo a desarrollar competencias generales y específicas de las titulaciones. El alumnado otorgó un 8,4 sobre 10 de calificación a su satisfacción con el programa formativo del proyecto, así como un 8,0 sobre 10 al contenido del programa. Estos valores son netamente superiores a los valores de satisfacción recogidos por la EGE de la Universidad de Oviedo para los estudios de Grado y Postgrado en Ingeniería Civil (68% en el Grado y 73% en el Máster) y a los obtenidos en estudios previos como Bradford et al. (2010) y Ahn (2016).
- La visión integradora y multidisciplinar de este Programa, incluyendo estudios de Grado y Postgrado, permite preparar al estudiante bajo diferentes grados de especialización en función de los requerimientos de la sociedad y la industria. Este punto fue valorado por el alumnado con un 8,4 sobre 10 mediante el impacto que creen que la temática SUDS tendrá en el futuro de sus carreras profesionales, indicando el 100% del alumnado encuestado que utilizarían SUDS en su futuro profesional.
- El alumnado indica, además, que quisieran disponer de más formación sobre la temática en sus estudios, otorgando un 68% de puntuación en la encuesta personalizada del proyecto.
- Este programa ha elevado el porcentaje de aprobados entre el alumnado, alcanzando un 81%, otorgándole un peso del 70% a las asignaturas del Máster por ser éstas, las asignaturas donde el programa se desarrolló con un mayor nivel de detalle.
- Cabe destacar que varias empresas y entes de la administración como SUDS S.L., Estudio Roble S.L., Autoridad Portuaria de Gijón, han mostrado interés en el proyecto. De la misma manera, medios de comunicación como la TPA y RTPA se hicieron eco del proyecto.
- Este proyecto se ha beneficiado del conocimiento adquirido de proyectos de anteriores convocatorias como PINN-14-031, PINN-17-B-007 y PINN-17-A-031.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

- El equipo investigador señala como futuras líneas de trabajo, ahondar en la mejora de la interacción del alumnado con los contenidos subidos a las plataformas de internet, así como familiarizar al alumnado con estas nuevas herramientas.

4 Bibliografía

Agencia Europea De Medio Ambiente (AEMA) (2015): *Exploring nature-based solutions. The role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather- and climate change-related natural hazards*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/publications/exploring-nature-based-solutions-2014>.

Ahn C. (2016). A creative collaboration between the science of ecosystem restoration and art for sustainable stormwater management on an urban college campus. *Restoration Ecology*, 24(3), 291-297.

Baccini M, Kosatsky T, Analitis A, Anderson HR, D'Ovidio M, Menne B, Michelozzi P, Biggeri A. (2011). Impact of heat on mortality in 15 European cities: attributable deaths under different weather scenarios. *J Epidemiol Community Health*, 65(1), 64-70.

Bradford A., Drake J. (2010). *LID Design Education for Undergraduate and Graduate Engineering Students*. Low Impact Development International Conference (LID 2010). April 11-14, San Francisco, California, United States.

Coventry University. Our Awards and Accreditations. Disponible en: <https://www.coventry.ac.uk/awards/>. Accedido el 8 de julio de 2018.

EPM (2018a). Memoria de verificación de los estudios del Grado en Ingeniería Civil de la Universidad de Oviedo. Disponible en: https://epm.uniovi.es/infacademica/grados/detalle/-/asset_publisher/0042/content/grado-en-ingenieria-civil. Accedido el 21 de julio de 2019.

EPM (2018b). Memoria de verificación de los estudios del Doble Grado en Ingeniería Civil e Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos de la Universidad de Oviedo. Disponible en: https://epm.uniovi.es/infacademica/grados/detalle/-/asset_publisher/0042/content/doble-grado-de-ingenieria-civil-e-ingenieria-de-los-recursos-mineros-y-energeticos-1. Accedido el 21 de julio de 2019.

EPM (2018c). Memoria de verificación de los estudios del Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Oviedo. Disponible en: https://epm.uniovi.es/infacademica/postgrado/detalle/-/asset_publisher/Mrq6/content/master-universitario-en-ingenieria-de-caminos-canales-y-puertos. Accedido el 21 de julio de 2019.

Jayasuriya, N. *Teaching Sustainable Stormwater Management Using Project Based Learning*. Proceedings of the EDU-COM 2008 International Conference. Sustainability in Higher Education: Directions for Change, Edith Cowan University, Perth Western Australia, 19-21 Noviembre, 2008.

Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., Haase, D., Knapp, S., Korn, H., Stadler, J., Zaunberger, K., and Bonn, A. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, 21(2):39.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Lucke, T., Dunne, P.K., Christie, M. (2016). Activating learning in engineering education using ICT and the concept of 'Flipping the classroom'. *European Journal of Engineering Education* 42, 45-57.

Sañudo-Fontaneda L.A., Alvarez-Rabanal F.P., Alonso-Martinez M., Martin-Rodriguez A., Hernández-Garrastacho, Z.A., del Coz-Diaz, J.J. (2018). *Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería*. Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2018). 25-27 junio, Gijón, España.

Unión Europea (2014). Construir una infraestructura verde para Europa. Comisión Europea, Medio Ambiente. ISBN 978-92-79-39996-1.

Woods Ballard B., Wilson S., Udale-Clarke H., Illman S., Scott T., Ashley R., Kellagher R. (2015). *The SuDS Manual*. CIRIA: London, UK, 2015. pp. 968. ISBN 979-0-86017-760-9.