

# **Asignaturas optativas en peligro de extinción. “Distorsiones” en el diseño de actividades para Complementos de Mecánica del Suelo**

## **Elective subjects in extinction risk. “Distortions” in the design of activities for Soil Mechanics Complements**

EMILIO J. MASCORT-ALBEA

<https://orcid.org/0000-0002-5737-9969>

*Universidad de Sevilla*

*Departamento de Estructuras e Ingeniería de la  
Edificación*

[emascort@us.es](mailto:emascort@us.es).

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447231003.115>

Pp.: 2521-2546



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons  
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0  
Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

## Introducción

El presente CICLO DE MEJORA EN EL AULA (CIMA) se va a llevar a cabo como parte del Programa de Formación e Innovación Docente del Profesorado FIDOP 2020, organizado por el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE). En esta ocasión se plantea un diseño correspondiente a quince horas lectivas distribuidas en cuatro sesiones, desarrolladas en la asignatura titulada Complementos de Mecánica del Suelo (CMS), perteneciente al quinto y último curso del Grado en Fundamentos de Arquitectura (Plan 2012), que se cursa íntegramente en la ETS de Arquitectura de Sevilla. Esta materia es de carácter optativo y se imparte durante el primer cuatrimestre por profesores del Área de Ingeniería del Terreno (IT), en el marco del Departamento de Estructuras de Edificación e Ingeniería del Terreno (EEeIT).

La asignatura de CMS, objeto del presente CIMA, puede considerarse heredera directa de una materia optativa homónima que se impartía en condiciones equivalentes durante el extinto Grado de Arquitectura (Plan 2010). Asimismo, se estima que la asignatura titulada Cimentaciones Especiales, impartida en la titulación de Arquitecto (Plan 1998), constituye su antecesora más lejana y establece las bases conceptuales sobre las que se fundamenta nuestra materia en la actualidad. Como su propio nombre indicaba, el curso de Cimentaciones Especiales se centraba en instruir a los estudiantes en la resolución de situaciones geotécnicas particulares y poco convencionales en la práctica arquitectónica. Sin embargo, esta materia de quinto curso se emplazaba en un contexto formativo muy diferente al actual, y recibía a estudiantes que habían cursado dos asignaturas obligatorias con una potente carga lectiva (Mecánica del Suelo I y II, MSC I y II) durante el tercer y cuarto curso de la titulación. Sin embargo, los estudiantes que cursan actualmente CMS solamente reciben formación obligatoria directamente relacionada con la geotecnia en



una asignatura de tercer curso (MSC). En este sentido hay datos que avalan que la gran mayoría carece de una formación complementaria de carácter específico a que reciben en ese tercer curso cuando deben afrontar el diseño de sus proyectos finales en la titulación del Máster de Arquitectura, tres cursos (y tres años, como mínimo) después (Mascort-Albea, 2019).

Las circunstancias mencionadas con anterioridad condicionan el diseño de los contenidos que se imparten en la actualidad. De este modo, y desde hace unos años, la asignatura se orienta en base a dos grandes aspiraciones. La primera consiste en acercar a los estudiantes aquellas dinámicas vinculadas a la práctica profesional, fomentando la realización de visitas a obras y organizando seminarios impartidos por profesionales e investigadores. Asimismo, se tratan de proporcionar recursos tecnológicos al alumnado de cara a facilitar un desarrollo satisfactorio de sus inminentes Trabajo Fin de Grado (a través de una asignatura que se imparte en el segundo cuatrimestre del mismo curso) y del posterior Proyecto Fin de Carrera (previsto en el marco del Máster de Arquitectura). Ambas aspiraciones se materializan actualmente en tres grandes bloques de contenidos: A. PROFESIONALIZACIÓN: SEMINARIOS Y VISITAS; B. MÉTODOS INFORMÁTICOS DE CÁLCULO EN ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN Y CONTENCIÓN; C. CARTOGRAFÍA DIGITAL PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA. En este sentido, los contenidos digitales e instrumentales, así como la organización de conferencias, no quedan completamente descartados en un escenario no presencial. Sin embargo, el desarrollo de visitas de campo a obras y trabajos profesionales se complican ante las condiciones generadas por la actual pandemia provocada por la COVID-19.

No obstante, las recientes dificultades no son las únicas a las que debe hacer frente la asignatura de CMS. Se puede estimar que desde su implantación en el Plan 2012

y pese a los buenos resultados que anualmente se consiguen en las encuestas de satisfacción cumplimentadas por los estudiantes (con un nivel de valoración de 4,88 sobre 5,00 en cuestionarios de opinión del alumnado durante los últimos tres cursos), el número de alumnos matriculados en los últimos años ha sido resultado bajo, y muy cercano a los mínimos impuestos por la propia Universidad para permitir la continuidad de la asignatura. Por tal motivo, desde el profesorado existe la preocupación periódica por la supervivencia de “una asignatura en peligro de extinción” (Tabla 1).

Tabla 1. Matriculados oficiales en la asignatura de Complementos de Mecánica del Suelo (CMS) durante los últimos cursos. (Er.) Alumnos procedentes del programa Erasmus; (P-98) Alumnos procedentes del Plan 98 que cursaban la asignatura como créditos de libre configuración.

\* No se poseen datos. Elaboración propia a partir de datos oficiales de la Secretaría Virtual.

| Curso         | 2015-16             | 2016-17 | 2017-18    | 2018-19   | 2019-20 | 2020-21 |
|---------------|---------------------|---------|------------|-----------|---------|---------|
| Nº matrículas | 17 (2 Er. + 4 P-98) | *       | 17 (8 Er.) | 4 (3 Er.) | 5       | 5       |

Uno de los factores que pueden intentar ayudar a entender esta situación es la gran concentración de asignaturas optativas que se produce dentro de la franja horaria en la que se imparten las clases. El actual plan de estudios contempla un total de 24 asignaturas optativas que suman un total de 37 grupos, de los cuales 22 se imparten durante dos días (miércoles y viernes) del segundo cuatrimestre y 15 se cursan en el primer cuatrimestre, todas ellas durante el viernes. Asimismo, el reparto dentro del propio horario del viernes resulta desigual, en la franja de mañana se imparten 10 grupos correspondientes a un número equivalente de asignaturas, mientras que el número de grupos ofrecidos por la tarde es de 5, todos ellos correspondientes a un segundo grupo de la misma materia

que ya se imparte en horario de mañana. Inicialmente, la asignatura de CMS se cursaba los viernes en horario de tarde hasta el curso 2015-16, año en el que contaba con 17 alumnos matriculados, pero con el fin de evitar un horario poco popular para el alumnado como única opción de matriculación, se decidió que la asignatura se cursara en horario de mañana. Esta decisión, sin embargo, también ha generado más “competencia” con el resto de optativas, e incluso con la asignatura de Cimentaciones, Patologías y Recalces (CPR), que constituye la otra materia optativa impartida por los profesores de IT en el grado de Fundamentos de Arquitectura.

Asimismo, existen otras circunstancias que contribuyen a explicar este descenso en las matriculaciones: disminución del número de alumnos, extinción de las titulaciones correspondientes a los Planes 1998 y 2010, etc. Sin embargo, entre los motivos indicados por los propios estudiantes destaca como principal causa de rechazo el propio nombre de la asignatura, que no se adecua a los contenidos impartidos y que parece transmitir una continuidad de los planteamientos de la asignatura llamada MSC, obligatoria ya mencionada con anterioridad. Entre las opciones que han barajado los profesores para solventar este problema se ha planteado el propio cambio de nombre, inviable en el marco del presente plan de estudios, así como la recuperación de la organización de jornadas explicativas para las optativas, solicitud que lamentablemente no se está pudiendo realizar en los últimos años.

Finalmente, se debe hacer mención a un conjunto de circunstancias que pueden tildarse de paradójicas, y que el autor cataloga de “distorsiones”, considerando que deben ser reflejadas en el estudio de las condiciones de contexto del presente CIMA:

- El reducido número de estudiantes, considerado objetivamente como un indicador negativo, sin embargo, permite al profesorado la posibilidad de prestar una atención más cercana a los estudiantes, y de ensayar dinámicas y experiencias que serían inviables con otra ratio en clase. Asimismo, es necesario resaltar que la asistencia y compromiso de los matriculados con la asignatura suele ser muy alto, y permite el desarrollo de prácticas que simulen dinámicas de trabajo más propias de un estudio profesional de arquitectura que las de una asignatura al uso.
- En el pasado curso 2019-20, la asignatura llamó la atención por sus contenidos en materia de herramientas digitales y acabo recibiendo con una frecuencia habitual un número de cinco estudiantes (cifra idéntica a la de estudiantes matriculados) que venían a clase sin encontrarse matriculados, en condición de oyentes, simplemente con el afán de aprender. De este modo se generaba un ambiente de trabajo y compañerismo muy reconfortante, pero dicha realidad no podía ser reflejada en ningún indicador de carácter oficial.
- La aplicación del escenario de semi-presencialidad y el diseño de turnos rotatorios planteados para el presente curso 2020-21 en la asignatura de CMS provocaría situaciones de difícil comprensión. Pues en base a las cifras de los cursos inmediatamente precedentes, el total de los alumnos matriculados no alcanzaría a superar a la mitad de los estudiantes en otros muchos grupos. En este sentido, se estima que la ocupación máxima del aula sería de tres estudiantes (o cuatro a lo sumo). De este modo, y a través de los encargados de la gestión de espacios del centro, se ha podido regular un criterio destinado a la ocupación mínima permitida para cada aula.

## Definición de los contenidos esenciales

El presente CIMA también comprende un análisis preliminar de aquellos contenidos que realmente se consideran esenciales en su aplicación. La valoración de estos se aporta a través del siguiente diagrama (Fig. 1).

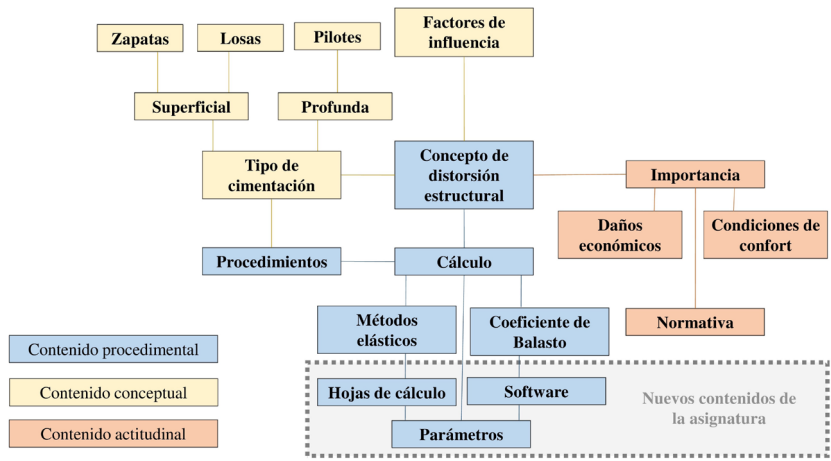


Figura 1. Mapa de contenidos para el CIMA de la asignatura de CMS en el curso 2020-21.

Adicionalmente, se plantea un conjunto de grados complejidad para los contenidos que intentan reflejar la profundidad en la comprensión y entendimiento a los que aspira la propuesta:

- Grado A. Repercusión en la práctica profesional y académica: Aproximación a la importancia de la consideración de la realidad enunciada a través de casos prácticos que permitan visualizar y entender mejor la dimensión de los temas abordados. En este grado, se pretende reforzar el interés de los estudiantes ante la temática abordada.
- Grado B: Aproximación empírica de los conceptos básicos. Ilustración de la problemática abordada desde un punto de vista mecánico, ajeno inicialmente a la realidad arquitectónica y estructural previamente



transmitida en el grado A. En el desarrollo de este grado de contenidos primará el diseño de actividades prácticas que permitan a los estudiantes manipular elementos que les ayuden a entender este fenómeno físico que afecta a los pórticos estructurales.

- Grado C: Aproximación matemática de los conceptos básicos. Explicación de las fórmulas, magnitudes y unidades que se relacionan directamente con el fenómeno analizado. Se irán empleando consideraciones a través de un método inductivo, que parta de situaciones más simples y abordables, hasta llegar a la realidad edificada.
- Grado D: Rangos de valores habituales. Se familiarizará a los estudiantes con respecto a qué rango de valores pueden resultar razonables en el cálculo de estas situaciones por medios informáticos. De este modo, se pretende reforzar el espíritu crítico de los participantes a la hora de interpretar resultados obtenidos, haciendo hincapié en situaciones de diseño favorables y desfavorables en relación con este fenómeno.
- Grado E: Métodos aplicados de cálculo. Evitando que la práctica instrumental del software se convierta en la prioridad de las actividades, este será el grado más bajo en la jerarquía planteada. De este modo, el uso de instrumentación tecnológica se planteará como una herramienta para conseguir los objetivos y no como un fin en sí mismo.

## Objetivos

El conjunto de circunstancias expuestas con anterioridad ha justificado la elección de CMS como una nueva asignatura en la que se ha aplicado el diseño del CIMA planteado en el presente curso 2020-21. Por tanto, uno de los objetivos que comportaba la elección de una materia optativa como CMS, que presenta un bajo número de

estudiantes matriculados, está relacionado con la posibilidad de compartir experiencias y reflexionar sobre posibles soluciones ante una problemática que no debe de ser aislada en el marco de las titulaciones de grado. Asimismo, se ha aprovechado esta experiencia como oportunidad para conocer si la casuística mencionada constituye un tema habitual en las publicaciones especializadas en materia de docencia universitaria. Y en este sentido, los resultados han sido ciertamente sorprendentes pues la búsqueda de publicaciones académicas que traten sobre "materias en peligro de extinción" y puedan aportar estrategias ha resultado extremadamente estéril, especialmente en el campo de la docencia universitaria. No obstante, esta ausencia de referencias específicas hace pensar en la pertinencia y necesidad del enfoque que proporciona la presente publicación. En base a estas reflexiones, se aspira a construir junto al alumnado una asignatura que resulte atractiva y motivadora. De este modo, se pretende que la propia satisfacción de los estudiantes matriculados provoque un incremento de visibilidad de la misma de cara a futuros cursos.

Adicionalmente, es necesario indicar que el cambio de asignatura en relación con el CIMA del curso 2019-20 no significa en absoluto que se pierda la continuidad de los esfuerzos realizados en el CIMA del año anterior. Al contrario, una buena parte de las conclusiones obtenidas en dicha experiencia han propiciado la elección de una materia que se ubica en el año académico precedente a la realización de las asignaturas de intensificación del Máster de Arquitectura. De este modo, se pretende poner en práctica experiencias académicas encaminadas a subsanar lagunas y carencias conceptuales que resultan determinantes para el correcto cumplimiento de los objetivos planteados en el título de posgrado.

En el CIMA del curso 2019-20 se consiguió que los estudiantes tuvieran más en consideración las características

del terreno y las condiciones de contexto en el diseño de sus cimentaciones (Mascort-Albea, 2019). Sin embargo, se siguen detectando notables carencias conceptuales en el desarrollo las comprobaciones numéricas correspondientes a los diseños arquitectónicos propuestos. En el campo de las estructuras y las cimentaciones, dichos cálculos se asocian a los conceptos de Estados Límites Últimos (ELU) y Estados Límite de Servicio (ELS). Entre las más comunes y habituales en situaciones convencionales pueden destacarse las comprobaciones a hundimiento en el ámbito de los ELU y la verificación de las distorsiones con respecto a los ELS. Partiendo de las experiencias de anteriores ciclos de mejora desarrollados en el área de IT para optimizar el aprendizaje del cálculo de situaciones de hundimiento (Romero-Hernández, 2019), el presente CIMA se ha centrado específicamente en desarrollar estrategias en el aprendizaje de la verificación de situaciones de distorsión estructural. Entre los errores más comunes de los estudiantes con relación al cálculo de verificaciones estructurales se pueden destacar los siguientes: fallos en el cálculo de los asientos de los elementos de cimentación, omisión de la propia comprobación de distorsión, empleo de unidades en resultados con valores adimensionales, confusión en la introducción de los datos para el cálculo, selección incorrecta de puntos críticos, etc.

Con la presente propuesta se persigue reforzar el entendimiento un concepto muy relevante para la práctica arquitectónica en materia de cimentaciones y estructuras, preparado al alumnado en tareas indispensables para el desarrollo de sus futuros Proyectos Finales de Carrera. Adicionalmente, se pretende reflexionar sobre la situación de asignaturas optativas con un bajo número de matriculados, en un curso que puede considerarse crítico para la supervivencia de alguna de ellas como consecuencia de las circunstancias sobrevenidas que ha provocado la pandemia de la COVID-19. Todo ello, con la consciencia de la



debilitación que la práctica docente puede experimentar en escenarios no presenciales dentro de asignaturas como CMS, en las que se realiza una práctica docente de carácter experimental e interactivo donde la presencialidad conforma una cualidad indispensable para generar sesiones de interés.

## Principios didácticos

Partiendo de la problemática enunciada, los principios didácticos se basan en facilitar el entendimiento por parte de los estudiantes sobre las comprobaciones numéricas que deben realizar de forma obligatoria en sus diseños de cimentaciones. Todo ello, a través de un conjunto de dinámicas de carácter interactivo que permitan entender en qué consiste el ciclo completo de comprobación de las distorsiones de un edificio. Este planteamiento pretende “dar clase con la boca cerrada”, e integrar puntualmente situaciones de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) tal y como se está haciendo en diferentes propuestas aplicadas en la ETSAS (Blandón González, 2020) y en la propia área de Ingeniería del Terreno (Requena García de la Cruz, 2019). Se aspira a enseñar a los estudiantes herramientas de cálculo y aparatos de medición experimental empleados en la actividad profesional y, asimismo, repasar conceptos esenciales que fueron impartidos con dos cursos de anterioridad.

De modo complementario a la línea de trabajo iniciada hace años, y atendiendo a las actuales circunstancias de pandemia, se han comenzado a asumir planteamientos pedagógicos que abogan por entender los cambios que se están produciendo como una oportunidad para generar una mejora colectiva en la docencia universitaria (Porlán, 2020). En este sentido, ha resultado de una gran utilidad la participación del autor de la presente propuesta en el

curso titulado “Formación e innovación docente para el profesorado de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura”, organizado por el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) y coordinado por los profesores Begoña Blandón González y Nicolas de Alba Fernández. Durante el mismo se han producido interesantes reflexiones sobre las formas de afrontar la docencia telemática a través del desarrollo de procesos discontinuos, en los que la dualidad conceptual entre “lo síncrono y lo asíncrono” adquiere especial relevancia (Sangrà, 2020; Vlasica, 2020).

## Metodología

Para la consecución de los objetivos planteados se ha establecido un conjunto de pasos metodológicos que pretenden funcionar como un bloque complementario de acciones que constituyan un CIMA sólido y bien cohesionado, con la inclusión de planteamientos conceptuales que puedan aplicarse en el futuro a otros bloques de contenidos de la asignatura de CMS. En este sentido, se proponen las siguientes actuaciones:

- Análisis detallado de los recursos espaciales y virtuales que se tienen a disposición para el desarrollo de la docencia. Esta es una de las cuestiones que se ha incorporado en el presente curso 2020-21, como consecuencia de la nueva situación sanitaria provocada por la pandemia de la COVID-19.
- Una reorganización de del segundo bloque de contenidos de la asignatura, *Bloque B. Métodos informáticos de cálculo en elementos de cimentación y contención*, en la que se ubica la temática de asientos y distorsiones. En este caso, la reestructuración se fundamentará en evitar que el orden de los contenidos no se produzca en relación a los tipos más habituales de cimentaciones, sino a los distintos procedimientos de cálculo y comprobaciones que deben ser efectuados a lo largo



del diseño de la propuesta arquitectónica (ELU y ELS), viendo cómo se aplican y calculan de forma una forma global para circunstancias muy diversas.

Asimismo, esta reorganización de los contenidos implicará un estudio de la jerarquía de los mismos en el proceso de aprendizaje académico.

- Preparación de material específico para la actividad. Para tal fin, se ha preparado un catálogo de casos profesionales de estudio con problemas de distorsiones estructurales y un corte geotécnico del terreno específicamente diseñado para la actividad.
- Un diseño de tres sesiones consecutivas que tenga un carácter flexible y adaptativo, considerando la existencia de escenarios semipresenciales y no presenciales. Aunque con tan bajo número de alumnos matriculados, se planteará a la dirección del centro la posibilidad de no tener que aplicar los porcentajes de reducción de asistencia.
- Aplicación sistemática de las actividades programadas y toma de conclusiones tras la finalización de las mismas.

## Diseño propuesto

En base a los objetivos y a los planteamientos metodológicos expuestos con anterioridad, se presenta a continuación el diseño del CIMA para la asignatura de CMS en el primer cuatrimestre del curso 2020-21.

### *Recursos para el diseño*

En primer lugar, y con más relevancia que en anteriores cursos, se propone una reflexión detallada sobre los recursos que se dispondrán para la asignatura, y especialmente para las sesiones del CIMA diseñado. En ese sentido,



podemos diferenciar entre recursos físicos y virtuales, que permitirán entender las herramientas con las que se contará en cada uno de los escenarios de presencialidad planteados.

Los recursos físicos son aquellos que tienen que ver con las condiciones materiales y espaciales que influirán en el desarrollo de la docencia. Entre los mismos destacamos las siguientes:

- Aula física en la ETS de Arquitectura: El aula en la que se impartirá la docencia presencial cobra especial importancia por dos motivos fundamentales. Por un lado, es uno de los principales condicionantes del aforo y las circunstancias de la docencia, y por otro, es susceptible de ser objeto de análisis arquitectónico, tal y ejemplifican experiencias desarrolladas en cursos anteriores (Fig. 2).

Para el presente curso 2020-21, la reorganización espacial realizada por el centro ha afectado incluso a los nombres de las aulas. Para el caso de la asignatura de CMS el aula asignada es el aula A1002 (antigua aula 1.1A), que según los datos proporcionados por el directorio de aulas la ETSAS (<https://etsa.us.es/escuela/directorio-aulas>) posee una capacidad de 28 alumnos para docencia y evaluación. Estos datos han sido complementados con el estudio espacial de la planimetría del propio edificio (Fig. 3). A través de esta, se puede contabilizar una superficie útil de 54,50 m<sup>2</sup>, que con un escenario de una ocupación más desfavorable de 7 personas (5 estudiantes y 2 profesores) proporcionaría un área neta de más de 7 m<sup>2</sup>/persona. Estos son los argumentos que se plantearán para solicitar la situación de presencialidad total para el transcurso de la materia.



Figura 2. Experiencias relativas a la medición de los descensos verticales de los forjados del edificio principal de la ETSAS, realizadas por los estudiantes de la asignatura durante el primer cuatrimestre del curso 2019-20 (noviembre de 2019). Imágenes propias.

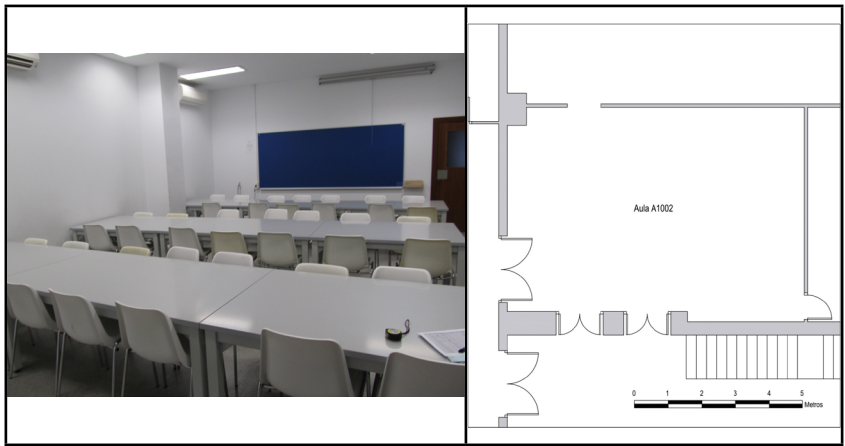


Figura 3. Características espaciales del aula A1002 para la docencia del presente curso 2020-21. Imágenes procedentes del portal web de la ETS de Arquitectura (<http://contactoetsa.us.es/descarga/Planos/ETSA/>), consultado el 25 de septiembre de 2020.

- Material informático: En el presente curso 2020-21, al tradicional uso del ordenador personal (y no sabemos si la pizarra), desde la dirección de la ETSAS se

ha planteado el uso de tabletas informáticas con lápiz digital y pantalla táctil que permitan ser conectadas al proyector de diapositivas y, por tanto, compartir las imágenes producidas por el profesorado.

- Instrumental para inspecciones técnicas: Tal y como ilustra la figura 1, resulta habitual que los estudiantes de la asignatura de CMS tengan la posibilidad de aprender a utilizar determinadas herramientas inventariadas que los miembros del grupo TEP-018\_Ingeniería del terreno utilizan en investigaciones y contratos de transferencia relacionados con la diagnosis estructural de edificios. El equipo que se suele emplear en alguna de las sesiones suele consistir en un nivel laser equipado modelo BOSCH GLL-80 con trípode telescópico, un distanciómetro láser y medidores de fisuras diseñados por los profesores del grupo TEP-018.

Durante el presente curso, y por las circunstancias provocadas por la actual pandemia de la COVID-19, los recursos virtuales adquieren un especial protagonismo en el diseño de las sesiones planteadas. Entre los mismos, se pueden destacar para el presente CIMA las siguientes cuestiones:

- Plataforma *Blackboard-Collaborate* de la Enseñanza Virtual US: Esta plataforma que siempre había resultado de utilidad e interés para la docencia universitaria, pero que había sido tradicionalmente como un recurso complementario, ha adquirido un protagonismo fundamental desde el mes de marzo del año 2020. En este sentido, se quiere destacar que las posibilidades que ofrece van mucho más allá de la simple generación de videoconferencias.

Asimismo, en la asignatura de CMS se suele instruir a los estudiantes en el uso del Disco duro virtual de la US, que permite el desarrollo de trabajos colectivos de forma colectiva y colaborativa a través del uso de

un programa específico para su sincronización en escritorios particulares mediante el software *Nextcloud*. Sorprendentemente, este suele ser un recurso que los estudiantes suelen desconocer pese a encontrarse en el último año de sus estudios de grado.

- Programas informáticos con licencia académica o abierta: A través de su plataforma de descargas (<https://descargas.us.es/>) La Universidad de Sevilla pone a disposición de estudiantes y profesores un variado conjunto de licencias académicas de gran interés y utilidad para su formación. La transversalidad desde la que se plantea la asignatura de CMS permite la utilización y la mejora de las competencias de los estudiantes en programas tan diversos como *Office Word*, *Cype CAD*, *Auto CAD* y *ArcGIS*. Todos ellos, a través de las diversas licencias académicas proporcionadas por la Universidad de Sevilla.
- Hojas informáticas de cálculo geotécnico: Liderados por la iniciativa del catedrático Antonio Jaramillo, los profesores del grupo TEP-018 llevan años desarrollando herramientas digitales propias para la impartición de docencia en contenidos específicos con el área de Ingeniería del Terreno (Mascort-Albea, 2014; Ruiz-Jaramillo et al., 2015). Para el presente CIMA se instruirá en los estudiantes en el uso de aquellas especializadas en el cálculo de parámetros vinculados con las distorsiones (Fig. 4). Asimismo, los estudiantes contarán con la posibilidad de comparar los resultados obtenidos en las hojas informáticas proporcionadas con los que proporciona una aplicación web diseñada por el catedrático Antonio Jaramillo, la cual se encuentra actualmente en periodo de pruebas.

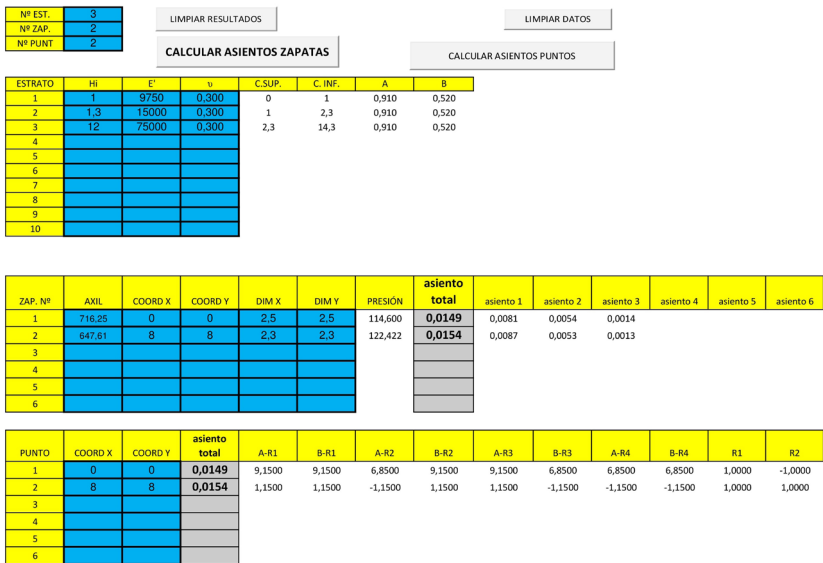


Figura 4. Hoja de cálculo para asientos de zapatas, diseñada por el catedrático Antonio Jaramillo

Modelo metodológico

Una vez jerarquizados los contenidos, se ilustra el modelo metodológico desarrolla en las tres sesiones a través de una combinación de actividades teóricas y prácticas que traten de alcanzar un modelo ideal, partiendo del modelo real que habitualmente se emplea (Fig. 5).

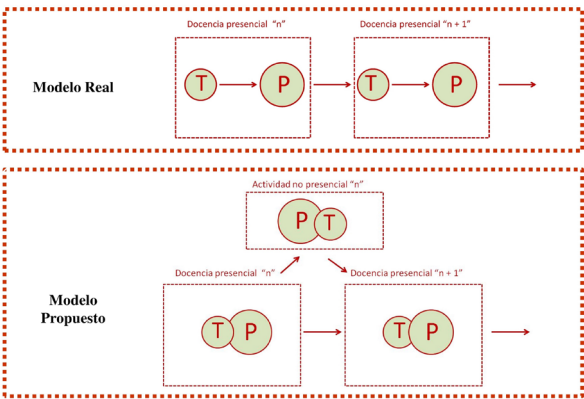


Figura 5. Comparativa entre modelo real y modelo propuesto planteados en el presente CIMA.

Se aspira, por tanto, a un funcionamiento en las sesiones que sea capaz de imbricar actividades teóricas y prácticas, buscando transmitir la utilidad práctica de los conocimientos y competencias adquiridos por los estudiantes de cara a su futura práctica profesional. De este modo, se propone un modelo en el que la motivación por el aprendizaje sea el principal estímulo para los participantes.

Descripción de las actividades

Las actividades planteadas se desarrollarán a lo largo de tres sesiones consecutivas, organizadas en base al guion de fases que se plantea a continuación (Tabla 2).

Tabla 2. Diseño de actividades. PT: sesiones práctico-teóricas; T-P: Sesiones teórico-prácticas

| Sesión 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 (P-T) Complimentación por parte de los estudiantes de un formulario que aporta cuestiones específicas en relación al concepto de distorsión estructural. Este mismo formulario se realizará en la actividad final de la última sesión del CIMA, con objeto de evaluar el nivel de aprendizaje alcanzado.                                                                       |
| 1.2 (T-P) Explicación de ejemplos de edificios dañados en los que los que se superan los valores umbral establecidos por la normativa vigente. Asimismo, exposición de los principales errores encontrados en los trabajos del máster habilitante que versan sobre dicha cuestión.                                                                                                 |
| 1.3 (P-T) Aplicación del cálculo a un caso (escenario no presencial), a elegir en base del interés de los alumnos y las posibilidades de presencialidad. De este modo, se planteará la principal línea argumental del trabajo práctico a desarrollar durante el ciclo de sesiones correspondiente al CIMA.                                                                         |
| Sesión 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2.1 (P-T) Determinación de asientos in situ del aula mediante equipo laser, solo en el caso de un escenario presencial. De este modo, se podrá realizar una demostración aplicada relacionada con la naturaleza constructiva y estructural de los movimientos verticales de un forjado. También se podrá reflexionar sobre las diferencias conceptuales entre distorsión y flecha. |

|                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.2 (T-P) Desarrollo de cálculo de modelos de asientos mediante herramientas creadas y software con licencia US para tal fin (comparativa fórmula + hoja de Excel): 2.2.a. Zapatas; 2.2.b. Losa; 2.2.c Pilotes |
| Sesión 3                                                                                                                                                                                                       |
| 3.1. (T-P) Valoración e interpretación de los resultados obtenidos para uno de los casos.                                                                                                                      |
| 3.2. (P-T) Repetición de la cumplimentación del formulario de la actividad 1.1.                                                                                                                                |

Aplicación del diseño propuesto en el aula

A partir 3 de noviembre de 2020 se volvió a instaurar la docencia “on-line” de forma obligatoria en todas las asignaturas impartidas en la ETSAS. Esta circunstancia afectó al desarrollo del CIMA generando dos etapas bien diferenciadas: mientras que la sesión 1 se produjo de forma presencial, las sesiones 2 y 3 se desarrollaron a través de la docencia telemática. Dado que ambos escenarios estaban previstos, un porcentaje muy elevado de las actividades pudieron desarrollarse con normalidad. Asimismo, esta transición no ha sido, ni mucho menos, tan traumática como la que se produjo en el mes de marzo de 2020, pues los estudiantes y profesores ya nos encontrábamos preparados y mentalizados. A continuación, se exponen los principales resultados obtenidos en la aplicación del CIMA, atendiendo a los dos escenarios enunciados: el presencial y el telemático.

Pese a que el escenario presencial ha quedado circunscrito a las actividades de la sesión 1 del CIMA, correspondiente al día del 30 de octubre de 2020, esa clase correspondía a la cuarta semana lectiva. Durante ese mes, la docencia presencial se realizó con un total de cinco alumnos matriculados, que asistieron en su totalidad a las clases impartidas. Entre los recursos contemplados en el

diseño del CIMA que sufrieron una notable distorsión destaca la propia aula asignada para el desarrollo de la asignatura. Durante la primera semana de clases, escasos días antes del inicio del curso de CMS, la dirección del centro comunicó a la coordinadora de la materia que el aula prevista (A1002) no estaba disponible y, por tanto, la asignatura se ha estado impartiendo en la Sala de Juntas de la ETSAS. Esta cuestión, además de trastornar las condiciones de la docencia, pues se habilitó para impartir clases un espacio que no está previsto para tal fin, dificultaba el desarrollo la actividad 2.1, prevista para la segunda sesión del CIMA. Se recuerda que esta actividad, de carácter puramente experimental, consistía esencialmente en la medición de las deformaciones verticales del suelo del aula con el instrumental técnico del grupo TEP-018. La imposición de la docencia telemática a partir del día 6 de noviembre terminó por hacer inviable su puesta en práctica. No obstante, la primera sesión del CIMA fue desarrollada según lo previsto, con el aliciente de que los alumnos pudieron visitar *in situ* uno de los casos de estudio explicados: el Antiquarium de Sevilla.

Por otro lado, las sesiones 2 y 3 han sido desarrolladas a través de medios telemáticos. Una vez descartada la actividad 2.1, la actividad 2.2 adquirió un protagonismo exclusivo durante la segunda sesión del CIMA. Esta actividad, que fue impartida de forma conjunta con el profesor Álvaro Serrano Chacón, consistió en el cálculo de asientos y distorsiones mediante las hojas informáticas habilitadas por los profesores de la asignatura. Para facilitar el seguimiento de los estudiantes y fomentar el trabajo colaborativo se crearon pequeños grupos de trabajo a través de la plataforma de *Blackboard Colaborate* de la EV.

Finalmente, la sesión 3 orbitó en torno a los planteamientos de la actividad 3.1, que perseguía que los



estudiantes pudieran reflexionar sobre las variaciones de los resultados obtenidos con las herramientas de cálculo en base a las distintas hipótesis de diseño y reparación que podían ser planteadas. De hecho, el caso práctico de comprobación de pilotaje se realizó precisamente sobre el edificio visitado en la sesión 1.

Adicionalmente, la implementación de la docencia telemática a partir de la clase 6 de noviembre del 2020 permitió que un grupo de estudiantes del Master de Arquitectura pudieran asistir como oyentes a las sesiones 2 y 3 del CIMA. Hasta un total de seis estudiantes de máster pudieron repasar conceptos geotécnicos fundamentales y aprender el uso de las herramientas digitales puestas a su disposición. Adicionalmente, los estudiantes solicitaron que las partes instrumentales y operativas de las actividades se grabaran y los profesores de la asignatura accedimos a su solicitud. De este modo, las grabaciones podrán funcionar como material de consulta, no solo para los estudiantes del Grado de Fundamentos de la Arquitectura, sino también para aquellos que cursen la asignatura de Estructuras y Cimentaciones del Master de Arquitectura durante el segundo cuatrimestre del curso 2020-21. En general, y en base a los resultados de los cuestionarios finales cumplimentados por los estudiantes, así como por su nivel de participación en clase y el nivel de realización de las prácticas fuera del horario de clase, la satisfacción de los estudiantes parece haber sido elevada y su nivel de aprovechamiento académico ha resultado notable (Tabla 3).

Tabla 3. Indicadores relativos a los niveles de aprovechamiento del CIMA 20-21.

|                                        |      |               |          |
|----------------------------------------|------|---------------|----------|
| Asistencia                             | 100% | Participación | Alta     |
| Estudiantes oyentes                    | 6    | Seguimiento   | Continuo |
| Nivel de satisfacción general: Elevado |      |               |          |

Conclusiones

Tal y como se ha expuesto con anterioridad, se ha intentado solventar la existencia de distorsiones académicas que se producen en la asignatura de CMS con un CIMA basado en el estudio de las distorsiones estructurales de los edificios. En base a este juego de palabras se han sustentado los principales objetivos del diseño: encontrar estrategias académicas que incrementen la popularidad de la asignatura y fomenten la matriculación de estudiantes en la misma a través de actividades y contenidos que resulten atractivos y que permitan a los asistentes sentirse más y mejor preparados para sus futuros retos académicos y profesionales.

Por tanto, cabe reflexionar sobre la importancia de los conocimientos procedimentales impartidos en la asignatura, y que el CIMA ha reflejado a la perfección. Pues de este modo, se han podido refrescar conceptos que habían quedado “enterrados” tras el transcurso de dos cursos académicos, desarrollar habilidades de cálculo y fomentar el aprendizaje de un diseño integral de los proyectos arquitectónicos, que contemple las propiedades físicas del subsuelo como un factor decisivo en la toma de decisiones del arquitecto.

De este modo, la asignatura optativa de CMS encuentra su identidad propia como una materia que permite solventar el vacío de créditos obligatorios que se produce en el área de Ingeniería del Terreno entre el tercer curso del Grado de Fundamentos de Arquitectura y el año del Máster de Arquitectura, evitando que el olvido de los estudiantes sea mayor y familiarizando al alumnado con herramientas de gran utilidad y aplicabilidad profesional.

Finalmente, y apostando por la continuidad de la asignatura de CMS para el CIMA del curso 2021-22 a través de su aplicación a los contenidos al Bloque C: Cartografía Geotécnica, se ha dado un paso más en la construcción de las bases de un diseño pedagógico propio del área de Ingeniería del Terreno que se adapte a los actuales condicionantes que impone la docencia telemática en tiempos de pandemia y confinamiento.



**Palabras claves:** Complementos de Mecánica del Suelo; Grado en Fundamentos de Arquitectura; docencia universitaria; experimentación docente universitaria.

**Keywords:** Complements of Soil Mechanics; Bachelor's Degree in Fundamentals of Architecture; University education; University teaching experimentation.

## Referencias

- Blandón González, B. (2020). Diseño de Actividades para el Aprendizaje en la Asignatura de Construcción 2 del Grado en Fundamentos de la Arquitectura. En R. Porlán y E. Navarro (Coord.), *Ciclos de mejora en el aula. Año 2019. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 1024–1052). Sevilla: Ed. Universidad de Sevilla.
- Mascort-Albea, E. J. (2019). Integración de contenidos del área de ingeniería del terreno para el desarrollo de proyectos arquitectónicos en la titulación de máster habilitante. Detección sistemática de áreas de oportunidad y propuesta de plan de acción. En R. Porlán y E. Navarro (Coord.), *Ciclos de mejora en el aula año 2019. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 737–758). Sevilla: Ed. Universidad de Sevilla.
- Mascort-Albea, E. J. (2014). Estrategias para incentivar la participación del alumnado en asignaturas técnicas universitarias mediante el uso de TIC. *I Jornadas de Docencia Universitaria*, 221–232.
- Porlán, R. (2020). El cambio de la enseñanza y el aprendizaje en tiempos de pandemia. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 2(1), 1–7.
- Requena García de la Cruz, M. V. (2019). Propuesta de innovación docente en arquitectura mediante el aprendizaje basado en problemas. En R. Porlán y E. Navarro (Coord.), *Ciclos de mejora en el aula año 2019. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 449–468). Sevilla: Ed. Universidad de Sevilla.
- Romero-Hernández, R. (2019). Diseño de un ciclo de mejora en el Aula en Mecánica del Suelo y Cimentaciones. En R. Porlán y E. Navarro (Coord.), *Ciclos de mejora en el Aula año 2019: experiencias en innovación docente de*

*la Universidad de Sevilla* (pp. 88–107). Sevilla: Ed. Universidad de Sevilla.

Ruiz-Jaramillo, J., Mascort-Albea, E. J., & Vargas-Yanez, A. (2015). Analogue-digital teaching: application of new technologies to learning and continuous evaluation in technical subjects in engineering and architecture higher education. *ICERI 2015: 8th International Conference of Education, Research and Innovation*, 7050–7056.

Sangrà, A. (2020). Enseñar y aprender en línea: superando la distancia social. En *Decálogo para la mejora de la docencia online propuestas para educar en contextos presenciales discontinuos* (pp. 27–44). Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.

Vlasica, J. (2020). *Lo síncrono y lo asíncrono: cómo diseñar una sesión online*. Innovación Educativa UPC. <https://innovacioneducativa.upc.edu.pe/2020/04/14/como-diseñar-un-curso-online-definición-de-sesión-online-lo-síncrono-y-lo-ásíncrono/>

