**ESPECIFICACIÓN GLOBAL DE UN CURSO BASADO EN GRANDES IDEAS**

# [T1] Caso n.º 5: Mecánica de Sólidos Deformables

# [T2] Hoja de trabajo n.º 1 (ht 1): diseño a nivel de curso

#### [T4] Cronología del diseño

La siguiente es la cronología del proceso de rediseño del curso Mecánica de sólidos deformables:

* 2017-1: Versión 1.0: rediseño por Grandes ideas, estrategia general y secuencias de actividades.
* 2017-2: Versión 1.1: implementación uno (1) de un módulo del curso.
* 2018-1: Versión 1.5: implementación del curso completo con estrategia tbl, recursos y actividades (afinación 1).
* 2018-2: Versión 2.0: implementación del curso completo con estrategia tbl, recursos y actividades (afinación 2).

#### [T4] Equipo de diseño del curso

El rediseño del curso Mecánica de Sólidos Deformables contó con un equipo multidisciplinario que contribuyó en diferentes momentos en la construcción de esta innovación pedagógica. El rediseño se centró en la búsqueda de respuestas a preguntas como ¿qué enseñar?, ¿cómo saber que se logró lo propuesto? y ¿cómo propiciar que se llegue al conocimiento?

|  |  |
| --- | --- |
| Edgar Alejandro Marañón León, Departamento de Ingeniería Mecánica, Uniandes. | Experto en contenidos |
| Diana Carolina Cortés Bolívar, Conecta-te, Uniandes | Apoyo pedagógico |
| Alexandra Ramírez Zarate, Conecta-te, Uniandes | Apoyo tecnológico |
| Helmman Enrique Cantor, Conecta-te, Uniandes | Apoyo en evaluación |

## [T3] Etapa C1: ¿Qué se deberá aprender en el curso?

### [T4] 1.1 Acerca del curso objeto de rediseño

Para tener un referente del curso y conocer el contexto, las generalidades y las condiciones normativas que mediaron en el rediseño, y sobre todo de los destinatarios a quienes se deseaba beneficiar, se realizó una síntesis de los datos generales curriculares que atañen al curso:

*Nombre del curso*: Mecánica de Sólidos Deformables

*Código del curso*: imec 2520

*Nivel del curso*: X pregrado

*Tipo de curso*: X obligatorio

*Nombre del programa académico que ofrece el curso*: Ingeniería Mecánica

*Número de créditos del curso*: 3: 144 horas de trabajo académico por periodo

*Duración periodo académico*: 16 semanas

*Modalidad de enseñanza deseada*: X presencial

*Dedicación esperada del estudiante semanalmente*: 3 horas presenciales y 6 horas de trabajo independiente.

*Sesiones de clase presencial por semana*: 1 de 3 horas de duración.

*Visión comprensiva del curso*:

1. Descripción del curso Mecánica de Sólidos Deformables, antes y después del rediseño

|  |  |
| --- | --- |
| **Antes del rediseño** | **Después del rediseño** |
| El curso Mecánica de Sólidos Deformables está centrado en modelos de ingeniería que estudian las deformaciones, las fuerzas internas y los esfuerzos que se producen en cuerpos sólidos deformables cuando están sometidos a cargas externas. Las relaciones entre cargas externas, esfuerzos y deformaciones son esenciales para el diseño mecánico, pues a través de estas relaciones es posible determinar el tamaño, la forma y los materiales de componentes, máquinas o estructuras, los cuales deben soportar las cargas de servicio sin presentar daños. | El curso, Mecánica de Sólidos Deformables ofrece una visión centrada en el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes que buscan sincronía entre los modelos de ingeniería, la simulación computacional y la experimentación *stress engineer*” al estudiar las deformaciones, las fuerzas internas y los esfuerzos que se producen en cuerpos sólidos deformables cuando están sometidos a cargas externas. Las relaciones entre cargas externas, esfuerzos y deformaciones son esenciales para el diseño mecánico, pues a través de estas relaciones es posible determinar el tamaño, la forma y los materiales de componentes, máquinas o estructuras, los cuales deben soportar las cargas de servicio sin presentar daños. En el curso de Mecánica de Sólidos Deformables, el estudiante aprende los fundamentos para el diseño de miembros elementales de máquinas en condiciones de equilibrio estático, tales como barras, ejes, vigas, y recipientes de pared delgada sometidos a presión interna de formas esférica y cilíndrica. |

Fuente: Programa del curso (2017-10 y 2018-10), Alejandro Marañón León.

*Elementos misionales o modelo educativo institucional que incide(n) en el curso*:

El programa de Ingeniería Mecánica fue evaluado por primera vez en 1992 por la Comisión de Acreditación en Ingeniería de abet, reconocido ente acreditador internacional de programas de educación superior en ciencias aplicadas, informática, ingeniería y tecnología; en el 2017, el programa recibió reacreditación, por su cumplimiento de los estándares internacionales para la formación de ingeniería mecánica, lo que facilita procesos de homologación, registro y certificación profesional alrededor del mundo. Mecánica de Sólidos Deformables hace parte de los cursos que apoyan el cumplimiento de la meta de desarrollar la competencia (k): habilidad para utilizar técnicas, destrezas y herramientas modernas de ingeniería (Universidad de los Andes, 2012).

*Cursos prerrequeridos*:

* Algebra lineal i, código mate 1105
* Mecánica de sólidos rígidos, código imec 1541. Nombre alternativo: Estática]

*Conceptos que se suponen dominados antes de tomar el curso:*

El estudiante debe manejar conceptos de estática de sistemas mecánicos (partícula, cercha, viga y eje), diagramas de cuerpo libre, el estudio de fuerzas y momentos en sistemas sin movimiento, las propiedades de secciones geométricas (centroides), y la construcción de diagramas de fuerza cortante interna y momento de flexión interno de vigas.

*Curso al que sirve:*

Diseño de sistemas mecánicos, código imec 3530

*Conceptos que desarrolla para el curso al que sirve*:

Fuerzas internas, distribución de componentes de esfuerzo, distribución de componentes de deformación unitaria, transformación de componentes de deformación unitaria, deformación y teoría de fallas.

*Razones para (re)diseñar el curso*:

* La reforma del 2006 del currículo de Ingeniería Mecánica pasó el curso de séptimo semestre a un curso de tercero o cuarto, lo que generó un cambio radical en el estado de madurez para asumir el curso por parte de la población.
* Altos índices de deserción en los primeros semestres de Ingeniería Mecánica y bajos niveles de motivación de los estudiantes.
* Los problemas de concentración de los estudiantes en cursos que requieren de atención al detalle.

#### [T4] 1.2 Acerca de los destinatarios del curso

*Descripción*:

Estudiantes de la Universidad de los Andes, del Departamento de Ingeniería Mecánica y que se espera estén cursando cuarto semestre.

*Rangos de edades*: \_\_X\_\_ de 20 o menos años

*Ocupación principal*: \_\_X\_\_ estudiar

*Acceso a tecnologías digitales*: \_\_X\_\_ en la institución, \_\_X\_\_ en la casa, \_\_X\_\_ móvil

*Razones por las que tomarían el curso*: es un requisito para la culminación de la carrera.

*Facilitadores o inhibidores de la participación*:

Este curso hace parte de las materias que se ofrecen como fundamentos de Ingeniería Mecánica, por lo cual es parte de los requisitos verla, aun así, algunos:

Los inhibidores antes del rediseño fueron: (1) la percepción de los estudiantes sobre el curso, ya que era considerado de alta dificultad y un filtro para la carrera; y (2) las homologaciones, dado que este curso es homologable con materias de otras carreras. Por ejemplo, Ingeniería Civil ofrece Resistencia de materiales.

Por su parte, los facilitadores después del rediseño son el prestigio que tiene msd entre los estudiantes respecto al ambiente de clase, y los espacios de interacción y retroalimentación, entre otros. Esto contrasta con el principal inhibidor, en opinión de los estudiantes, quienes dicen que las diferentes versiones del curso semestre a semestre impiden acceder a lo que hicieron otros compañeros en años pasados, ya que los ejercicios y pruebas no se repiten.

#### [T4] 1.3 Necesidades que inciden en el rediseño del curso

Con el fin de crear un curso que estuviera alineado con los objetivos del Departamento y programa de Ingeniería Mecánica, y que favoreciera la autonomía de los estudiantes, así como el uso de ambientes flexibles y colaborativos de aprendizaje, fue fundamental analizar los referentes institucionales, disciplinares y de la estructura curricular que envolvían al curso. También fue crucial indagar sobre las necesidades captadas por el docente que surgen de su experiencia.

1. ht 1: Síntesis de necesidades que inciden en el curso que se rediseña

|  |  |
| --- | --- |
| **Necesidades educativas normativas** | **Necesidades educativas sentidas** |
| La carrera de Ingeniería Mecánica tiene definidas una serie de metas de aprendizaje y competencias (abet) que busca desarrollar en sus estudiantes. De estas, el curso Mecánica de Sólidos Deformables apoya el fortalecimiento de las siguientes:   * identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería, y * utilización de técnicas, destrezas y herramientas modernas de la ingeniería, necesarias para la práctica de la profesión.   Aunque solo para las dos anteriores competencias el curso debe reportar evidencias (abet), la metodología y actividades también apoyan el desarrollo de las siguientes competencias:   * análisis e interpretación de datos * y desempeño en equipos de trabajo multidisciplinarios.   Así mismo, como parte del alcance del curso, se espera desarrollar destrezas como:   * realizar simulaciones computacionales para el cálculo de esfuerzos y deformaciones (simulación) que puede sufrir un elemento; * analizar los esfuerzos y deformaciones que presenta un elemento; * determinar las fuerzas que actúan sobre cada miembro (elemento) de los mecanismos; * seleccionar el material más adecuado para un elemento; * y determinar el tamaño y forma de cada elemento de una máquina. | En el análisis de los desempeños de los estudiantes el curso y de su contexto, se evidenciaron una serie necesidades sentidas por el docente a nivel general, otras respecto a habilidades blandas y disciplinares.  Necesidad 1: generar sinergia entre tres competencias: (a) modelos de ingeniería, (b) experimentación con máquinas, y (c) simulación o diseño computacional, elementos fundamentales para un ingeniero integral, con los que se busca que los futuros egresados vayan más allá de la matemática o la simulación, y funcionen en la realidad. La siguiente figura ilustra la idea de *stress engineer* y las sinergias entre sus competencias fundamentales.  Imagen que contiene texto, tarjeta de presentación  Descripción generada automáticamente |

1. Competencias esenciales de un ingeniero mecánico integral.

|  |
| --- |
| Fuente: Sesiones de acompañamiento, fase de análisis. Elaboración de Diana Carolina Cortés Bolívar  Necesidad (2): desarrollar habilidades blandas como: trabajo en equipo y autonomía, competencias fundamentales en el perfil profesional de los ingenieros, donde el liderazgo, el compromiso y la comprensión entre varios profesionales llevará a mejores resultados.  Necesidad (3): fortalecer destrezas en la realización de diagramas de cuerpos libres y estimación de fuerzas. |

Fuente: Sesiones de acompañamiento, fase de análisis. Equipo de rediseño del curso.

Así mismo, se realizó una encuesta entre los estudiantes que recogía su percepción sobre las condiciones claves del ambiente de aprendizaje, para identificar necesidades y oportunidades que se debían tener en cuenta al momento de crear la propuesta de innovación; así, el rediseño estuvo enfocado a suplir las siguientes necesidades:

* desarrollar la habilidad de trabajo en equipo,
* desarrollar la habilidad de autorregulación,
* involucrar y motivar a los estudiantes,
* desarrollar habilidades analíticas,
* y retroalimentar y acompañar el aprendizaje.

#### [T4] 1.4 Grandes ideas (gi) y entendimientos perdurables (ep) que focalizan el curso

##### [T5] ¿Qué interesa que se aprenda con el curso?

En el proceso de construcción de gi, se definió cuáles eran esos conceptos fundamentales que se espera perduren en el tiempo y se puedan aprender en este curso.

*Meta idea*:

Un elemento de una máquina está diseñado mecánicamente para que su ~~forma,~~ geometría y material le permitan transmitir las cargas externas que actúan sobre él con una deformación permisible sin que el material exceda su resistencia.

1. ht 1: Enunciado de grandes ideas y sus correspondientes entendimientos perdurables

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **gi** | **Enunciado de la gran idea** | **ep** | **Macroentendimiento** | **Enunciado del entendimiento perdurable** |
| **gi 1** | Esfuerzo | **ep 1** | Fuerzas internas | |
| **ep 2** | Distribución de componentes de esfuerzo | |
| **ep 3** | Transformación de componentes de esfuerzo | |
| **gi 2** | Deformación: cambio en la forma o la geometría del elemento. La deformación es una medida del cambio de la forma o la geometría de un cuerpo producido por fuerzas internas. | **ep 4** | Distribución de componentes de deformación unitaria (*strain*)[[1]](#footnote-1) | La distribución de los componentes de esfuerzo en un elemento mecánico permite caracterizar (describir forma y cuantificarla) la distribución de las componentes de deformación unitaria (*strain*) dentro o sobre el elemento a través de la ecuación constitutiva del material.  Esta distribución de los componentes de deformación unitaria depende del sistema de coordenadas utilizado para referenciar la geometría del elemento, y de la ley constitutiva del material del elemento. La deformación unitaria es una medida del cambio de la geometría del elemento. |
| **ep 5** | Deformación | La distribución de los componentes de deformación unitaria en un elemento mecánico permiten caracterizar (describir la forma y cuantificarla) la deformación (cambio ~~de la forma y la~~ geometría) del elemento.  Los componentes de la deformación dependen de la geometría del elemento y del sistema de coordenadas utilizado para referenciarlo. |
| **gi 3** | Diseño | **ep 6** | Teoría de falla | |

Fuente: Sesiones de acompañamiento, fase de diseño global del curso. Equipo de rediseño del curso

### [T3] Etapa C2: ¿Cómo demostrar que se aprende lo deseado en el curso?

¿Cómo saber que se aprendió lo deseado?

Antes de desarrollar la estrategia del curso, es fundamental definir el sistema macro de evaluación; este determina el alcance de las enseñanzas y de los resultados observables o conductas esperadas (ro) que se esperan de los estudiantes, permitiendo definir el tipo de instrumentos que debemos utilizar y el sistema de retorno de retroalimentación que es necesario para los estudiantes en cada evidencia.

Para nuestro caso, nos centramos en los tipos de instrumentos y retroalimentación que fueron definidos para los ro de la gi 2, y señalamos los ro generales que competen a las tres grandes ideas, como el examen final y el proyecto, indicando el tipo de retroalimentación e instrumento que fueron contemplados.

#### [T4] 2.1 Definición macro del sistema de evaluación de los aprendizajes

1. ht 1: Definiciones a nivel de curso del sistema de evaluación de aprendizajes y enfoque educativo

| **gi** | **ep** | **ro** | **ro / ep / gi**   * Conducta observable * Condiciones de ejecución * Criterios de aceptación | **Clasificación Bloom**  co cm ap  an ev cr | **Valoración e información de retorno**  **Tipo de *instrumento* de evaluación.**  **Tipo de evaluación (autoevaluación, coevaluación o heteroevaluación)** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Preconceptos y conceptos errados** | **Evaluación formativa** | **Evaluación sumativa** |
| **gi 2** | ep 4 | 4.1. | Diagramar (N3) la distribución de un componente de deformación unitaria a lo largo del eje de un elemento. | Aplicar | Heteroevaluación  Retos [Sicua+] y prueba [Socrative] de preguntas de selección múltiple.  Individual para identificar dudas de aprendizajes antes de clase. | Heteroevaluación  Prueba [socrative] de preguntas de selección múltiple. En equipo, con espacio de discusión sobre ce. | Heteroevaluación  Prueba [socrative] de preguntas de selección múltiple.  Individual de comprobación de aprendizaje. |
| 4.2 | Calcular (N3) la deformación unitaria promedio en una porción dada de un elemento. | Aplicar |
| 4.3 | Calcular (N3) la deformación unitaria en un punto específico de un elemento. | Aplicar |
| 4.4 | Relacionar (N5) los componentes de esfuerzo con los componentes de deformación unitaria en un elemento. | Evaluar |
| ep 5 | 5.1. | Calcular (N3) la deformación de un elemento. | Aplicar |
| 5.2. | Medir o calcular (N5) la deformación de un elemento | Evaluar |
| **gi 1, 2, 3** |  |  | **Examen final**  Examen estandarizado con preguntas por cada gi y distribuidas por niveles de dificultad | Evaluar |  |  | Heteroevaluación  Prueba de selección individual. |
| **gi 1, 2, 3** |  |  | **Proyecto auténtico**  Diseñar (N6) un elemento mecánico | Crear |  | Heteroevaluación  Coevaluación  Autoevaluación  Entrega de informes de avances del diseño del elemento mecánico y pruebas de rendimiento por equipo. | Heteroevaluación  Coevaluación  Autoevaluación  Diseño de un elemento mecánico que cuente con datos de experimentación y haya sido simulado antes de su realización física. Por equipos. Incluye evaluación de los compañeros respecto a rendimiento en el equipo. |

Fuente: Sesiones de acompañamiento, fase de diseño detallado. Equipo de rediseño del curso

#### [T4] 2.2 Valor relativo de calificaciones y de tiempos para estudiar cada gran idea

1. ht 1: Distribución de valores relativos del tiempo de estudio y evaluación por gran idea

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Valores relativos** | **Gran idea 1** | **Gran idea 2** | **Gran idea 3** | **Referencia o evidencia** |
| Peso en tiempo de estudio | 8 semanas  [53 %] | 6 semanas  [40 %] | 1 semana  [7 %] | 100 % de la carga académica |
| Peso evaluación *auténtica* | 40 % | 30 % | 5 % | Calificación generada de resultados observables de todos los módulos; representa el *75 % de la nota del curso*. |
| Peso evaluación *convencional* | 9 % | 8 % | 8 % | Calificación asignada al examen final (prueba de selección múltiple estandarizada con una confiabilidad de 0,79) que representa el *25 % de la nota del curso*. |

Fuente: Sesiones de acompañamiento, fase de diseño detallado. Equipo de rediseño del curso.

### [T3] Etapa C3: ¿Cómo propiciar que se aprenda lo deseado en el curso?

En esta etapa se detallan los modelos educativo y operativo, haciendo las mezclas multidimensionales que convenga para llevar a la práctica las estrategias pedagógicas y tecnológicas que apoyan el aprendizaje.

#### [T4] 3.1 Combinación de espacios y tiempos según modalidad de enseñanza

Curso presencial con aplicación de tic.

1. ht 1: Escenarios de mezcla de sesiones en aula física y aula virtual para curso según el porcentaje de presencialidad deseado

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Número sesiones a la semana en Aula Física** | **Número sesiones a la semana en Aula Virtual** | **Número de horas de acompañamiento en aula física** | **Número de horas trabajo autónomo** | **Horas trabajo académico por semana** |
| 1 | 0 | 3 | 6 | 9 |

Fuente: Sesiones de acompañamiento, fase de diseño global. Equipo de rediseño del curso; Reglamentos y políticas, secretaría general. Universidad de los Andes.

#### [T4] 3.2 Recursos por entornos de aprendizaje

1. ht 1: Recursos para promover aprendizaje usando ambientes híbridos en entornos formales o informales

| **Taxonomía de medios de Forté** (1998) | **Entornos de aprendizaje**  (hogar, trabajo, aula, comunidad de práctica) | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Aula física** | **Trabajo autónomo** | |
| **Entorno virtual** | **Entorno físico** |
| Interacción sincrónica | Interacción sincrónica o asincrónica | Interacción sincrónica o asincrónica |
| **Medios interactivos** | • Pruebas individuales y grupales (problemas de diferentes niveles de complejidad)  • Casos aplicados  • Proyecto  • Consulta con experto | • Wikis colaborativas de preparación  • Desarrollo colaborativo del proyecto.  • Plataforma para la gestión de trabajo en equipo (Tándem) para coevaluaciones y memorias.  • Foros de preguntas al profesor | • Desarrollo colaborativo del proyecto.  • Practicas de laboratorio en equipo.  • Consultas a expertos (asistentes graduados) |
| **Medios activos** | • Simulaciones  • Retroalimentaciones *in situ*. | • Retos por resolver individualmente. |  |
| **Medios expositivos** | • Demostraciones | • Tutoriales de Ansys  • Libros  • Videos de ejercitación  • Videos conceptuales  • Videos tutoriales de Ansys |  |

Fuente: Sesiones de acompañamiento, fase de diseño detallado. Equipo de rediseño del curso

#### [T4] 3.3 Selección de estrategias pedagógicas para el cuso en (re)diseño

1. ht 1: Selección de estrategias pedagógicas que tendría sentido usar en el curso rediseñado

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Conceptos pedagógicos** | | **Técnicas didácticas** | |
| X | Aprendizaje activo | X | Aprendizaje basado en equipo (*Team-Based Learning*) |
| X | Aprendizaje basado en retos | X | Aprendizaje basado en problemas |
|  | Aprendizaje conectivista | X | Aprendizaje orientado a proyectos |
|  | Aprendizaje experiencial |  | Aprendizaje invertido o aula invertida |

Fuente: Sesiones de acompañamiento, fase de diseño global. Equipo de rediseño del curso.

El curso Mecánica de Sólidos Deformables utilizó como eje principal y articulador la estrategia de aprendizaje basado en equipos; no obstante, se utilizaron elementos de otras estrategias para fortalecer momentos específicos del curso, dinámicas o actividades.

#### [T4] 3.4 Definición del modelo operativo para el curso

1. ht 1: Modelo operativo expresado en minutos de estudio por actividad, por semana y por tipo de entorno de aprendizaje

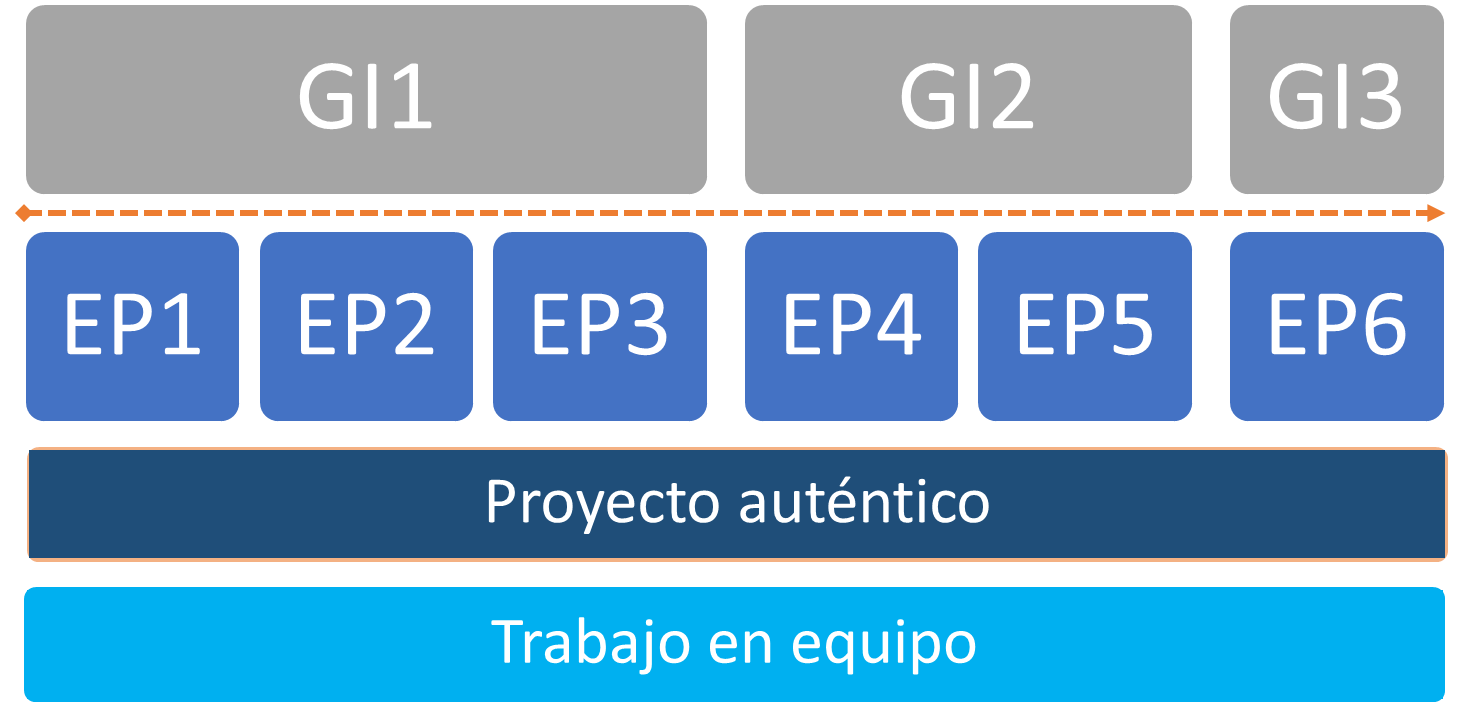
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | **S5** | **S6** | **S7** | **S8** | **S9** | **S10** | **S11** | **S12** | **S13** | **S14** | **S15** | **S16** |
|  |  | **gi 1** | | | | | | | | **gi 2** | | | | | | **gi 3** |  |
| **Tipo de Actividad** | **Entorno de aprendizaje** | **ep 1** | **ep 2** | **ep 2** | **ep 2** | **ep 2** | **ep 3** | **ep 3** | **ep 3** | **ep 4** | **ep 4** | **ep 4** | **ep 5** | **ep 5** | **ep 5** | **ep 6** |  |
| Comprensión  (lectura - video) | Virtual | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ |  |
| Aplicación (reto) | Virtual | 60´ | 60´ | 60´ | 60´ | 60´ | 60´ | 60´ | 60´ | 60´ | 60´ | 60´ | 60´ | 60´ | 60´ | 60´ |  |
| Construcción (wiki) | Virtual | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ | 90´ |  |
| Prueba 1 individual | Presencial | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ |  |
| Prueba 2 grupal | Presencial | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ | 25´ |  |
| Caso grupal | Presencial | 45´ | 45´ | 45´ | 45´ | 45´ | 45´ | 45´ | 45´ | 45´ | 45´ | 45´ | 45´ | 45´ | 45´ | 45´ |  |
| Prueba 3 individual | Presencial | 40´ | 40´ | 40´ | 40´ | 40´ | 40´ | 40´ | 40´ | 40´ | 40´ | 40´ | 40´ | 40´ | 40´ | 40´ |  |
| Laboratorio simulación | Presencial / virtual |  |  |  |  | 75´ |  | 75´ |  | 75´ |  | 75´ |  |  | 75´ | 75´ |  |
| Proyecto | Presencial / virtual | 90´ | 90´ | 90´ | 120 | 30´ | 90´ | 30´ | 90´ | 30´ | 90´ | 30´ | 120 | 90´ | 30´ | 30´ |  |
| Reflexión de trabajo equipo | Presencial / virtual | 15´ |  |  |  | 15´ |  |  |  | 15´ |  |  |  |  |  | 15´ |  |
| Examen final | Presencial |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 180 |

Nota: la tabla 9 indica el modelo operativo, señalando en las columnas los tiempos de dedicación de cada actividad en minutos. Es importante tener en cuenta que, para no sobrepasar la carga académica semanal de un curso de tres (3) créditos, se deben diseñar actividades que no tengan una demanda mayor a nueve (9) horas de trabajo semanal. Convenciones: ep: entendimiento perdurable, gi: gran idea, y S: semana; las celdas oscuras representan fechas de entregas de ro)

Fuente: Sesiones de acompañamiento, fase de diseño detallado. Equipo de rediseño del curso

#### [T4] 3.5 Secuencia de instrucción

El siguiente diagrama muestra las relaciones de dependencia conceptual entre las tres grandes ideas del curso, los entendimientos perdurables, el trabajo que se realiza con el proyecto, y las actividades de trabajo en equipo que permiten desarrollar, materializar y alcanzar cada uno de ellos.



1. Relaciones de dependencia conceptual entre gi, proyectos auténticos y actividades de trabajo en equipo

Fuente: Sesiones de acompañamiento, fase de diseño global. Elaborado Diana Carolina Cortés Bolívar

#### [T4] 3.6. Oportunidades para hacer reutilización de recursos producidos por otros

Los siguientes recursos educativos digitales tienen que ver con desarrollo sostenible y temas afines.

1. ht 1: Oportunidades en recursos educativos relacionados con el curso que se (re)diseña

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nombre del curso** | **Institución o grupo** | **Enlace** |
| Mecánica de materiales | Tecnológico de Monterrey | <https://samp.itesm.mx/Materias/VistaPreliminarMateria?clave=M2023&lang=ES> |
| Métodos Avanzados para Resistencia de Materiales | Tecnológico de Monterrey | <https://samp.itesm.mx/Materias/VistaPreliminarMateria?clave=M2026&lang=ES> |
| Diseño y Simulación de Máquinas | Tecnológico de Monterrey | <https://samp.itesm.mx/Materias/VistaPreliminarMateria?clave=M2030&lang=ES> |
| Mecánica de Materiales 1: Fundamentos de Esfuerzo, Tensión y Carga Axial. | Coursera | <https://es.coursera.org/learn/mechanics-1> |
| Mechanics of Materials ii: Thin-Walled Pressure Vessels and Torsion | Coursera | <https://es.coursera.org/learn/mechanics2> |
| Mechanics of Materials iii: Beam Bending | Coursera | <https://es.coursera.org/learn/beam-bending> |
| Mechanics of Materials iv: Deflections, Buckling, Combined Loading & Failure Theories | Coursera | <https://es.coursera.org/learn/materials-structures> |
| Mechanics & Materials i del mit | mit OpenCourseWare  Massachusetts Institute of Technology | <https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-001-mechanics-materials-i-fall-2006/> |
| Mechanics and Materials ii del mit | mit OpenCourseWare  Massachusetts Institute of Technology | <https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-002-mechanics-and-materials-ii-spring-2004/> |
| Mecánica de Sólidos Deformables | Universitat Politécnica de Catalunya | <http://www.upc.edu/estudispdf/guia_docent.php?codi=330121&lang=esp> |
| Mecánica de Sólidos Deformables | Universidad de Zaragoza | <http://titulaciones.unizar.es/guias16/29722_es.pdf> |
| Mecánica de Sólidos | Universidad del Norte | <https://pomelo.uninorte.edu.co/pls/prod/bwckctlg.p_disp_course_detail?cat_term_in=201710&subj_code_in=IME&crse_numb_in=4200> |

Fuente: Sesiones de acompañamiento, fase de diseño global. Equipo de rediseño del curso

#### [T4] 3.7 Materiales existentes que calzan con el diseño macro del curso

1. ht 1: Materiales o recursos aplicables a parte o todo el curso que se rediseña

| **Tipo de recurso** | **Referencia al recurso (use formato apa)** | **Enlace de acceso** | **Útil en gi.ep** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Expositivos: recursos que trasmiten a sus usuarios conocimientos en formato textual, visual, auditivo o multimedia | | |
| Libro, artículo | Mecánica de Sólidos. Roger A. Bustamante Plaza | <https://www.u-cursos.cl/usuario/0e81e8de7142238176399e927d26fe27/mi_blog/r/Apuntes_Resistencia_Materiales_5.pdf> | G1.  G2.  G3 |
| Libro, artículo | Introducción a la resistencia de materiales. Universidad autónoma san francisco. Texto universitario. Christian Coa Valeriano. | <http://repositorio.uasf.edu.pe/bitstream/UASF/122/1/TU%20IRM-CCV.pdf> | G1.  G2.  G3 |
| Libro, artículo | Mecánica del medio continúo en la ingeniería, teoría y problemas resueltos. Xavier Ayneto Gubert y Miquel Ferrer Ballester. Universidad Politécnica de Catalunya. 2012 | [https://books.google.com.co/books?id=tQBqBQAAQBAJ&lpg=PA5&ots=h27Ie-D78W&dq=%22MECANICA%20DE%20SOLIDOS%20DEFORMABLES%22&lr&hl=es&pg=PA4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=tQBqBQAAQBAJ&lpg=PA5&ots=h27Ie-D78W&dq=%22MECANICA%20DE%20SOLIDOS%20DEFORMABLES%22&lr&hl=es&pg=PA4" \l "v=onepage&q&f=false) | G1.  G2.  G3 |
| Libro, artículo | Ruiz, J., & Díaz, E. B. Resistencia de Materiales. | <https://www.researchgate.net/profile/Miguel_Cervera/publication/309763299_Resistencia_de_Materiales/links/5898adaaaca2721f0daf3695/Resistencia-de-Materiales.pdf> | G1.  G2.  G3 |
| Libro, artículo | Mecánica: estática y cálculo vectorial. Pedro Museros Romero. 2016. Universidad Politécnica de Valencia. | <https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/39443caa-115e-4859-a8cd-5db311168736/TOC_0488_08_01.pdf?guest=true> | G1.  G2.  G3 |
| Libro, artículo | Resistencia de materiales. Eduardo de Pisón, Javier Ferrero y Esteban Fraile. 2016. Editorial club universitario. | <https://www.editorial-club-universitario.es/pdf/9524.pdf> | G1.  G2.  G3 |
| Libro, artículo | Mecánica de estructuras, resistencia de materiales. Miguel Cervera y Elena Blanco. Ediciones upc. 2001. | <http://cervera.rmee.upc.edu/libros/Mec%C3%A1nica_de_estructuras_I_Resistencia_de_Materiales.pdf> | G1.  G2.  G3 |

Fuente: Sesiones de acompañamiento, fase de diseño detallado. Equipo de rediseño del curso.

#### [T4] 3.8 Tecnologías digitales para el aprendizaje (tda) según diseño macro

##### [T5] 3.8.1 Requerimientos de inclusión o de puesta a punto de tda para el curso:

Los participantes deberán tener acceso al aula virtual del curso desde cualquier ubicación con la que se cuente con acceso a internet. Así mismo, se debe asegurar usabilidad de esta desde cualquier navegador y sistema operativo. Se espera asegurar el acceso desde dispositivos móviles sin problemas, aun con ancho de banda de poca capacidad.

##### [T5] 3.8.2 Requerimientos tecnológicos a partir del diseño macro

Dada la modalidad presencial con apoyo de tic del curso, es necesario:

* solicitar el aula con los códigos correspondientes del curso y permisos de administrados una vez finalizado el diseño macro, para montar la interfaz seleccionada y de los recursos, instrucciones, actividades y otros elementos propios del diseño para asegurar el montaje y la navegación correcta del curso;
* generar y montar una base de preguntas que puedan ser utilizadas en las diferentes actividades y enriquecidas semestre a semestre;
* generar una herramienta que permita gestionar y administrar el trabajo en equipo en sus diferentes momentos y actividades (autoevaluación, coevaluación, contratos, memorias, acuerdos, seguimiento, etc.);
* tener un protocolo de clonación del aula, para poder realizarlo semestre a semestre y asegurar que los profesores cuenten con duplicados de las aulas y no deban iniciar el trabajo desde cero;
* tener manuales de la plataforma que indiquen al docente cómo actualizar las fechas, documentos, configuración de pruebas, retos y centro de calificaciones;
* y crear una cuenta para el curso en alguna plataforma para compartir videos, con el fin de tener un espacio de almacenamiento y publicación de los recursos audiovisuales que se produzcan.

## [T2] Referencias

Universidad de los Andes. (2012, septiembre 5). Acreditación abet para ocho programas de Ingeniería. Recuperado de https://uniandes.edu.co/noticias/ingeniera/acreditacion-abet-para-ocho-programas-pregrado-ingenieria

1. Nota: el alcance del curso solo incluye los materiales linealmente elásticos, en los cuales los componentes de esfuerzo se relacionan con los componentes de deformación unitaria a través de la ley de Hooke. [↑](#footnote-ref-1)