

## 30106 - Matemáticas II

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2016/17
<b>Centro académico</b>	175 - Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia 179 - Centro Universitario de la Defensa - Zaragoza
<b>Titulación</b>	457 - Graduado en Ingeniería de Organización Industrial 563 - Graduado en Ingeniería de Organización Industrial 425 - Graduado en Ingeniería de Organización Industrial
<b>Créditos</b>	6.0
<b>Curso</b>	1
<b>Periodo de impartición</b>	Segundo Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Formación básica
<b>Módulo</b>	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. Recomendaciones para cursar esta asignatura

El perfil recomendable para cursar la asignatura Matemáticas II es poseer los conocimientos y destrezas adquiridos en las asignaturas Matemáticas I y II de Bachillerato, preferiblemente de orientación científico-tecnológica. Sería aconsejable haber asimilado además los conceptos contenidos en la asignatura Matemáticas I (30100) impartida en el semestre anterior.

Para seguir de un modo correcto esta asignatura es además necesario tener una buena disposición para realizar un trabajo y esfuerzo continuado desde el inicio del curso. Es además aconsejable que el alumno resuelva sus dudas a medida que vayan surgiendo, tanto en el aula como haciendo uso de las tutorías y medios que el profesor pone a su disposición

#### 1.2. Actividades y fechas clave de la asignatura

Consultar la página web de los centros para obtener información acerca de:

- calendario académico (periodo de clases y periodos no lectivos, festividades, periodo de exámenes)
- horarios y aulas
- fechas en las que tendrán lugar los exámenes de las convocatorias oficiales de la asignatura.

Además el profesor informará con la suficiente antelación de las fechas de realización de las distintas pruebas asociadas al sistema de evaluación continua. Estas fechas se fijarán con antelación por el profesor, y pueden modificarse con previo aviso si el desarrollo del calendario así lo exige.

### 2. Inicio

## 30106 - Matemáticas II

### 2.1. Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

1: Sabe aplicar los resultados fundamentales del Álgebra Lineal, la Geometría Analítica y la Geometría Diferencial. Es además capaz de describir conceptos básicos como el de matriz, solución de un sistema lineal, ortogonalidad y subespacio vectorial, elementos euclídeos, curvas y superficies en el espacio y las integrales asociadas a ellas.

2: Desarrolla y experimenta estrategias de resolución de problemas y distingue el método más adecuado en cada situación.

3: Es capaz de razonar la dificultad de resolver un problema de forma exacta y la necesidad de recurrir a la aplicación de métodos de aproximación numérica para su resolución, determinando el grado de precisión y el error cometido.

4: Sabe utilizar algún software matemático en sus aplicaciones al Álgebra Lineal e Integrales de línea y superficie.

5: Es capaz de plantear y resolver con rigor problemas de las áreas anteriores aplicados a la Ingeniería de Organización Industrial, seleccionando de forma crítica los métodos y resultados teóricos más adecuados, y ante la complejidad de la resolución de estos problemas reales de modo analítico es capaz de resolverlos con el software matemático propuesto en el apartado 4.

6: Es capaz de resolver, trabajando en equipo, los problemas del apartado 5, ampliando la información y los métodos propuestos en el aula. Es además capaz de realizar presentaciones orales de los resultados obtenidos, usando el lenguaje matemático adecuado y los programas informáticos más convenientes.

7: Es capaz de expresar tanto de forma oral como escrita y utilizando el lenguaje científico, los conceptos básicos de la asignatura así como el proceso de resolución de problemas.

### 2.2. Introducción

La asignatura Matemáticas II pretende introducir al alumno en los conceptos del Álgebra Lineal Aplicada, la Geometría y los Métodos Numéricos que le resultarán básicos para cursar con éxito otras asignaturas del Grado. Se pretende que el alumno se familiarice con el lenguaje matricial, haciendo de las matrices la herramienta para abordar y desarrollar los procedimientos propios del Álgebra Lineal y la Geometría.

La asignatura se estructura en tres bloques básicos:

1. Matrices, sistemas de ecuaciones y sus métodos numéricos.
2. Espacios vectoriales y aplicaciones lineales.
3. Geometría.

Cada uno de los bloques anteriores está acompañado de sus correspondientes aplicaciones.

El primer bloque está orientado a la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, para lo cual se introduce el lenguaje matricial. Se hace hincapié en las aplicaciones de dichos conceptos a problemas relacionados con la Ingeniería de Organización Industrial. Se introducen los métodos numéricos para resolver aquellos problemas que no tengan solución de manera exacta.

El segundo bloque introduce al alumno por primera vez en una estructura algebraica abstracta: el espacio vectorial. Además, se estudian las aplicaciones lineales desde un punto de vista matricial.

## 30106 - Matemáticas II

En el tercer bloque se formalizan algebraicamente los conceptos geométricos, introduciendo los espacios euclídeo y afín euclídeo. Para ello se utiliza el lenguaje matricial desarrollado en los bloques anteriores.

Se pretende así cubrir un área de conocimiento estándar en Matemáticas, que sirve como punto de partida en el resto de las asignaturas básicas, por ejemplo Matemáticas III. El énfasis se pone en los conceptos más concretos, ilustrándolos siempre con ejemplos tomados de la Física y la Ingeniería, y se complementan con técnicas de cálculo que hacen uso de software especializado, moderno y de libre distribución. En todo momento se fomenta la participación del alumno y su interacción con el profesor, bien a través de clases y/o tutorías presenciales, bien a través de la plataforma Moodle, que se usa como referencia virtual para la distribución de material, comunicación con los alumnos y publicación de resultados.

### 3.Contexto y competencias

#### 3.1.Objetivos

Los métodos matemáticos básicos forman parte de las numerosas herramientas con las que todos los profesionales de la Ingeniería deben contar para resolver los problemas que aparecen en su trabajo.

A pesar de que esta titulación no habilita para el ejercicio de la profesión regulada de Ingeniero Técnico Industrial, en el diseño de la titulación en IOI se han incorporado buena parte de las competencias y módulos definidos por la orden CIN 351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. En particular, la asignatura Matemáticas II pertenece al módulo de formación básica para abordar, además de las competencias genéricas del Ingeniero Técnico Industrial, la capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la Ingeniería, así como la aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal y geometría y sus métodos numéricos.

Matemáticas II es una asignatura de carácter obligatorio de 6 créditos ECTS y se encuentra en el segundo cuatrimestre de primer curso.

#### 3.2.Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura Matemáticas II se imparte durante el segundo semestre del primer curso del Grado en Ingeniería de Organización Industrial.

La asignatura pretende capacitar al alumno para el seguimiento de otras asignaturas de carácter científico del plan de estudios que tienen las matemáticas, y más concretamente el álgebra, como herramienta básica. Los contenidos que se tratarán en la asignatura tienen gran aplicación práctica en otras disciplinas de la titulación como la física, la estadística, la investigación operativa, el dibujo, la informática, la mecánica, la economía o la logística. El lenguaje, el pensamiento crítico y el modo de razonar que proporcionan las matemáticas, facilitará al alumno la comprensión de dichas asignaturas.

#### 3.3.Competencias

- 1: Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- 2: Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.
- 3: Aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.

4: Aplicar las tecnologías de la información y de las comunicaciones en la ingeniería.

5: Resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en la Ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: Álgebra Lineal y sus Métodos Numéricos, Geometría y Geometría diferencial.

### **3.4.Importancia de los resultados de aprendizaje**

Los resultados de aprendizaje que se obtienen son importantes porque proporcionan a los estudiantes los conocimientos matemáticos y procedimentales que se encuentran en la base de otras asignaturas de carácter científico-tecnológico del Grado, como, por ejemplo, las asignaturas de Física, Informática, Mecánica, Estadística, Investigación Operativa, Economía, Electrónica, Resistencia de materiales... La capacidad para aplicar técnicas matemáticas a la resolución de problemas concretos de los distintos campos relacionados con la ingeniería, resulta una competencia fundamental de un ingeniero/oficial, así como la utilización de recursos ya existentes y la interpretación de los resultados obtenidos.

## **4.Evaluación**

Perfil Empresa

A lo largo del semestre el alumno deberá realizar varias pruebas de dos tipos:

1. Pruebas escritas: Los ejercicios individuales siguen siendo una manera fiable de saber si el alumno tiene capacidad para aplicar los métodos considerados. Tres exámenes se reparten a lo largo del semestre, cada uno abarcando partes diferentes del temario, si bien no siempre pueden ser excluyentes por la propia naturaleza de las Matemáticas. Las pruebas escritas comprenden un 80% de la nota total, repartidas en dos pruebas con valores 40% y 40%.
2. Controles de participación: Algunas clases de problemas se complementan con la elaboración de ejercicios análogos a los considerados que se someten a evaluación, de forma similar a las pruebas anteriores pero centrados en problemas más concretos y de menor valor. De esta forma se evalúa la colaboración de los alumnos, tanto entre ellos como con el discurso de las clases, y su implicación en las actividades previas que llevan a la resolución de estos controles. Los controles de participación comprenden el 20% de la nota total, repartidos en cuatro controles con valores iguales.
3. Pruebas globales escritas: En cada una de las dos convocatorias oficiales se puede realizar una prueba global de evaluación, que consta de prueba global escrita que comprende el 100 %. Así, si un alumno no ha podido superar las pruebas escritas y los controles, puede optar mediante esta prueba a lograr la calificación más alta. Todos los alumnos tienen derecho a esta prueba global.

Criterios de evaluación

- Explicaciones claras y detalladas.
- La ausencia de errores matemáticos en el desarrollo y las soluciones.
- Uso correcto de la terminología y notación.
- Exposición ordenada, clara y organizada.
- El dominio y uso correcto de los comandos del software matemático necesarios para resolver los problemas.
- La correcta resolución de los problema y los métodos y estrategias matemáticas empleadas.

## 30106 - Matemáticas II

- El detalle del código utilizado en la resolución de los problemas.
- La correcta interpretación de los resultados obtenidos.
- La capacidad para seleccionar el método más apropiado.
- Explicaciones y/o razonamientos claros y detallados a las preguntas realizadas.
- El lenguaje matemático utilizado.

### PERFIL DEFENSA

La evaluación de la asignatura se realizará mediante pruebas de los siguientes tipos:

- Pruebas Teórico-Prácticas
- Pruebas Aplicadas

Las *Pruebas Teórico-Prácticas* evalúan la capacidad de razonamiento matemático, desarrollo analítico y numérico en problemas de carácter teórico-práctico. Durante el cuatrimestre, y de manera coordinada con el resto de asignaturas del curso, se realizará una prueba escrita de evaluación continua. Esta prueba de evaluación continua podrá llegar a cubrir hasta el 60% de los contenidos teórico-prácticos de la asignatura. La superación de esta prueba eximirá, al alumno interesado en ello, de la repetición de esta parte en la prueba final de evaluación de la primera convocatoria del curso. En tal caso, el alumno deberá presentarse y superar la parte correspondiente de los contenidos teórico-prácticos no cubiertos en la prueba de evaluación continua.

Las *Pruebas Aplicadas* evalúan la capacidad de razonamiento matemático y destreza en el uso de herramientas de cálculo simbólico, numérico y gráfico en problemas de carácter aplicado. Durante el cuatrimestre se realizarán, siguiendo la presentación de contenidos de la asignatura, una serie de prácticas (hasta 4) en los laboratorios de informática del centro. La evaluación de cada práctica se realizará mediante cuestionarios escritos de carácter individual y/o la recolección de los ficheros de trabajo desarrollados durante la sesión. La superación de estas sesiones prácticas durante el cuatrimestre eximirá, al alumno interesado en ello, de realizar una prueba de evaluación final de las Pruebas Aplicadas.

Independientemente del tipo de actividad, cada prueba se evaluará de 0 a 10 puntos, y con todas las notas se obtendrá una nota media (ponderada). Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación igual o superior a 5 en cada tipo de prueba, es decir, una calificación igual o superior a 5 en la nota ponderada de las Pruebas Teórico-Prácticas y una calificación mayor o igual que 5 en la nota ponderada de las Pruebas Aplicadas.

La calificación final de la asignatura se calculará ponderando las calificaciones de las Pruebas Teórico-Prácticas y Aplicadas del siguiente modo: la calificación de las Pruebas Teórico-Prácticas corresponderá como mínimo al 85% de la calificación final mientras que la calificación de las Pruebas Aplicadas no superará el 15% de la calificación final.

En los casos en los que la asignatura no se supere por no haber superado alguna de las pruebas (Teórico-Prácticas o Aplicadas), se conservará la calificación de las pruebas superadas durante el resto de convocatorias del curso académico.

**Criterios de evaluación.**

En la evaluación de cada prueba se seguirán los siguientes criterios:

- El entendimiento de los conceptos matemáticos usados para resolver los problemas.
- El uso de estrategias y procedimientos eficientes en su resolución.
- La ausencia de errores matemáticos en el desarrollo y las soluciones.
- Uso correcto de la terminología y notación.
- Exposición ordenada, clara y organizada.
- La correcta resolución de los problemas y los métodos y estrategias matemáticas empleadas.
- El dominio y uso correcto de los comandos del software matemático necesarios para resolver las pruebas prácticas.
- La correcta interpretación de los resultados obtenidos.
- La capacidad para seleccionar el método más apropiado.
- Explicaciones y/o razonamientos claros y detallados a las preguntas realizadas.
- El resultado y calidad final de la prueba aplicada.
- La calidad y coordinación en la exposición de la misma.
- El lenguaje matemático utilizado.
- La actitud mostrada durante el desarrollo de la prueba, así como la mayor o menor participación en la misma.

**5.Actividades y recursos****5.1.Presentación metodológica general**

Perfil Empresa

Las clases de teoría y problemas se intercalan con las actividades de evaluación, de tal forma que haya tiempo suficiente para preparar las actividades propuestas pero que estas no se superpongan entre sí. Así se consigue que la motivación extra que supone una evaluación impulse la consecución de los resultados de aprendizaje.

Las prácticas con ordenador no están separadas de las clases, sino que las clases se imparten en salas con ordenadores que

permiten trasladar de manera inmediata los conceptos a su implementación informática. Con esto se consigue que los conceptos teóricos se refuercen con una forma rápida de efectuar los cálculos, y que la teoría y la práctica se integren tanto

como sea posible. La teoría tiene su reflejo inmediato en la práctica, y la flexibilidad informática permite explorar más en profundidad algunos aspectos teóricos.

También se fomentan todas las vías de comunicación entre los estudiantes y el profesor, mediante tutorías presenciales, correo electrónico y la plataforma Moodle, que sirve como guía y referencia de la asignatura en cuanto a consultas, programación y planificación, comunicación día a día, distribución de material y asignación de tareas. De esta forma el

## 30106 - Matemáticas II

contacto con la asignatura es continuo y dinámico.

En todas las aplicaciones de la informática a la materia bajo estudio se usa sólo software de libre distribución, de manera que todos los alumnos puedan acceder a él tanto dentro como fuera del centro.

### PERFIL DEFENSA

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

- Clases presenciales:
  1. **Actividades tipo I. Clases magistrales (teoría y problemas).**

Se utilizará la lección magistral en la que se presentarán los contenidos teóricos acompañados de ejemplos ilustrativos y la resolución de problemas sin que haya una separación explícita entre ambas.

1. **Actividades tipo II. Prácticas aplicadas.**

Se realizarán sesiones prácticas que se impartirán en los laboratorios de informática del centro. Se utilizará un software matemático adecuado, que permita al alumno familiarizarse con el cálculo simbólico, numérico y gráfico, facilitando la comprensión de los resultados de aprendizaje propuestos.

1. **Actividades tipo III. Realización de exámenes y pruebas.**

A lo largo del semestre el alumno deberá realizar varias pruebas evaluativas de los siguientes tipos:

- Pruebas Teórico-Prácticas.
- Pruebas Aplicadas.
- Clases no presenciales:
  1. **Actividades tipo IV. Prácticas aplicadas.**
  2. **Actividades tipo V. Estudio personal del alumno.**

Se estima que el alumno deberá dedicar un mínimo de 65 horas al trabajo personal de la asignatura si quiere obtener el rendimiento adecuado.

## 5.2.Actividades de aprendizaje

### PERFIL EMPRESA

1: Clases teóricas, en las que se exponen los conceptos fundamentales que constituyen el cuerpo de conocimientos básicos que deben aprenderse para conseguir los resultados de aprendizaje. Los conceptos teóricos se complementan con ejemplos detallados que ilustran su funcionamiento dentro de un contexto concreto.

2: Clases prácticas, en las que se proponen problemas que deberán resolverse empleando los métodos y conceptos considerados con anterioridad. En estas clases se fomenta la discusión, la participación, la cooperación y la reflexión. El uso del paquete informático adecuado a cada situación es permanente (Maxima para cálculo simbólico, Octave para cálculo numérico), de manera que las clases de problemas son a su vez clases de prácticas con el ordenador. Así, el uso del ordenador se enfoca de forma natural como el método de cálculo más conveniente, y quedan integradas las técnicas informáticas con las técnicas abstractas.

3: Controles de participación, que son clases de problemas y sesiones de evaluación a la vez. Mientras los alumnos resuelven un problema propuesto, se puede evaluar su implicación y colaboración además del resultado que obtienen. Esto sirve como motivación para que trabajen el problema de forma colectiva y con el profesor, facilitando la asimilación

## 30106 - Matemáticas II

de conceptos que se persigue.

4: Trabajo personal, en el que los alumnos dedican tiempo fuera de clase para estudiar los conceptos impartidos en clase, resolver problemas análogos y/o complementarios a los considerados en clase.

### PERFIL DEFENSA

- **Clases teóricas** que permiten transmitir conocimientos al alumno, donde se exponen las bases necesarias para conseguir los resultados de aprendizaje. En dichas clases se propicia la participación de los alumnos en el aprendizaje.
- **Clases de problemas** en las que se combina la resolución de problemas en la pizarra por parte del profesor con el trabajo de los alumnos en grupos reducidos para concluir con la exposición oral de los resultados obtenidos.
- **Clases de prácticas de ordenador** impartidas en los laboratorios de informática, utilizando un software matemático adecuado para los objetivos del curso.
- Atención personalizada en **tutorías** tanto en grupos reducidos como de modo individual.
- **Estudio y trabajo personal** continuado por parte del alumno desde el inicio del curso.
- **Autoevaluaciones** de cada uno de los temas a través de la plataforma Moodle. Estas autoevaluaciones presentan una selección de problemas de dificultad creciente a los que los alumnos deben hacer frente de manera autónoma. En un plazo razonable se distribuye la solución a través de Moodle para que cada alumno pueda autoevaluarse y comprobar su estado frente a la asignatura.

### 5.3.Programa

#### Perfil Empresa

1.- Introducción a Octave.

2.- Sistemas lineales: operaciones elementales; eliminación gaussiana y rango de una matriz; teorema de caracterización de los sistemas lineales (Rouché-Frobenius).

3.- Determinantes.

4.- Álgebra Lineal Numérica: eliminación gaussiana numérica, número de condición; descomposiciones LU, QR y Choleski; métodos iterativos.

5.- Espacios vectoriales: independencia lineal, dimensión y base; subespacios.

6.- Aproximación óptima: producto escalar; distancias, ángulos y ortogonalidad; sistemas y subespacios ortogonales; proyectores y teorema de aproximación óptima.

7.- Aplicación a la geometría tridimensional euclídea: espacio afín; distancias, producto escalar, producto vectorial, producto mixto; elementos euclídeos: Rectas, planos, esferas.

8.- Diagonalización: valores y vectores propios; descomposición espectral y funciones de matrices; matrices normales; cálculo numérico de autovalores.

9.- Valores singulares: descomposición en valores singulares.

## 30106 - Matemáticas II

10.- Integrales múltiples: integrales dobles.

11.- Integrales múltiples: cambio de variables; integrales triples.

12.- Curvas: curvas tridimensionales, vector tangente, triedro de Frenet; curvatura y torsión.

13.- Integral de línea: campos vectoriales; integral de línea; independencia del camino; trabajo y energía; teorema de Green.

14.- Superficies: definición de superficie, ejemplos; el plano tangente y el vector normal.

15.- Integral de superficie: integrales de superficie; teorema de Stokes, teorema de Gauss.

### PERFIL DEFENSA

El contenido del curso se puede desglosar como sigue:

- Matrices, sistemas de ecuaciones lineales y determinantes.
- Espacios vectoriales.
- Espacios euclídeos.
- Aplicaciones lineales.
- Vectores y valores propios. Diagonalización.
- Formas bilineales.
- Espacio afin euclídeo.

### 5.4. Planificación y calendario

#### PERFIL EMPRESA

Puesto que la asignatura consta de 6 créditos ECTS, y cada uno de ellos consta de 25 horas divididas en 10 horas de trabajo tutelado y 15 horas de trabajo autónomo, las actividades de aprendizaje presenciales como las clases teóricas y clases prácticas, y las actividades de evaluación presenciales como controles de participación y pruebas escritas, ocuparán 60 horas durante el semestre. Las actividades presenciales como las tutorías personales, y las no presenciales como las tutorías virtuales (a través del correo electrónico o la plataforma Moodle), la preparación de exámenes, el desarrollo de problemas y el estudio para la asimilación de conceptos, técnicas y herramientas requerirán 90 horas de trabajo autónomo del alumno. Todas estas actividades deben sumar las 150 horas necesarias para lograr los resultados de aprendizaje que persigue la asignatura. La planificación concreta y completa de la asignatura se pondrá en conocimiento de los alumnos al comienzo del curso. Todas las actividades de evaluación quedarán entonces fijadas, salvo ajustes de calendario que se avisarán con la suficiente antelación. También desde el principio de curso quedarán fijadas las fechas de las convocatorias oficiales desde la dirección del centro.

#### PERFIL DEFENSA

Las fechas concretas de cada una de las sesiones correspondientes a las actividades programadas se hacen públicas en la plataforma Moodle, de modo que los alumnos pueden consultarlas identificándose con su usuario y contraseña en la dirección <http://moodle.unizar.es>

También se puede encontrar la información de calendarios y horarios en la página web del Centro Universitario de la Defensa: <http://cud.unizar.es>

**5.5. Bibliografía y recursos recomendados**

- Martín Morales, Jorge. Álgebra lineal Aplicaciones y / Jorge Martín Morales, M<sup>a</sup> Victoria Sebastián Guerrero, Raquel Gutiérrez Villacampa. - 2<sup>a</sup> ed. Zaragoza: Centro Universitario de la Defensa de 2013
- Otaol Germán, Antonio. Álgebra lineal con wxMaxima / Antonio Otaol Germán, M<sup>a</sup> Victoria Sebastián Guerrero, Raquel Gutiérrez Villacampa. - 1<sup>a</sup> ed. Zaragoza: Centro Universitario de la Defensa de 2013
- L. Merino, E. Santos. Algebra Lineal con métodos elementales. Ed. Paraninfo, 2006
- D.C. Lay. Álgebra Lineal y sus aplicaciones. Ed. Pearson, 2007
- A. de la Villa. Problemas de álgebra con esquemas teóricos. Ed. CLAGSA, 1994
- Axler, Sheldon. Álgebra Lineal hecho a la derecha. New York, Springer, 2004
- Poole, David. Álgebra lineal: una moderna Introducción / David Poole técnica de revisión, Gerardo P. Aguilar Sánchez. - 2<sup>a</sup> ed. México DF: Cengage Learning, poli. 2007
- Sterling, Mary Jane. Álgebra Lineal para los maniqués. Indianápolis: Wiley Publishing, Inc. 2009
- Martín, Miguel Ángel. Matemáticas Bioenriquecidas. Madrid: el autor, 2013
- Burgos Román, Juan de. Cálculo infinitesimal de las variables Varias / Juan de Burgos Román. - 2<sup>a</sup> ed. Madrid [etc.]: McGraw-Hill / Interamericana, poli. 2008
- Burgos Román, Juan de. Cálculo infinitesimal De Una Variable / Juan de Burgos Román Madrid [etc.]: McGraw-Hill, DL1997
- Apostol, Tom M .. Cálculo. Vol.1, Cálculo con Funciones De Una variable con Una Introducción al álgebra lineal / Tom M. Apostol. - 2<sup>a</sup> ed. REIMP. Barcelona [etc.]: Reverté, poli. 2002
- Apostol, Tom M .. Cálculo. Vol.2, Cálculo con Funciones de Varias variables lineales y álgebra, con Aplicaciones a las Ecuaciones Diferenciales ya las Probabilidades / Tom M. Apostol. -. 2<sup>a</sup> ed, 7<sup>a</sup> REIMP. Barcelona, &#8203;&#8203;[etc.]: Reverté, DL 2002
- Galindo Soto, Félix. Guía práctica de Cálculo infinitesimal es variable real UNA / Félix Galindo Soto, Javier Sanz Gil, Luis A. Tristán Vega. - 1<sup>a</sup> ed. Madrid [etc.]: Thomson, DL 2003
- Kress, Rainer. Análisis numérico / Rainer Kress Nueva York: Springer, cop. 1998
- Larson, Ron. Cálculo 1: De Una Variable / Ron Larson, Bruce H. Edwards; técnica de revisión, Marlene Aguilar Abalo ... [et al.]; [Traducción: Joel Ibarra Escutia ... (et al.)]. - 9<sup>a</sup> ed. México [etc.]: McGraw Hill, cop. 2010
- Larson, Ron. Cálculo 2: De Varias Variables / Ron Larson, Bruce H. Edwards; técnica de revisión, Marlene Aguilar Abalo ... [et al.]; [Traducción: Joel Ibarra Escutia ... (et al.)]. - 9<sup>a</sup> ed. México [etc.]: McGraw Hill, cop. 2010
- Marsden, Jerrold E .. Cálculo vectorial / Jerrold E. Marsden, Anthony J. Tromba; Versión en español Javier Páez Cárdenas; Colaboración técnica Purificación González Sancho. - 4a. ed México [etc.]: Addison-Wesley Longman, 1998