



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

95000303 - Cálculo

PLAN DE ESTUDIOS

09BM - Grado En Ingenieria Biomedica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	7
7. Recursos didácticos.....	9
8. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000303 - Cálculo
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Básica
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09BM - Grado en Ingeniería Biomedica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Valentin De La Rubia Hernandez	A-313	valentin.delarubia@upm.es	Sin horario.
Miguel Angel Hernandez Medina	A-302.3	miguelangel.hernandez.medi na@upm.es	Sin horario.
Ricardo Rianza Rodriguez (Coordinador/a)	A-316	ricardo.riaza@upm.es	Sin horario.

Robin Banerjee Fernandez-Bordas	A-124	robin.banerjee@upm.es	Sin horario.
Jose Ramon Lopez Llana	A-205	joseramon.lopez@upm.es	Sin horario.
Jaime Otero Garcia	A-302.1	jaime.otero@upm.es	Sin horario.
Salvador Jimenez Burillo	A-124	s.jimenez@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 3.1. Competencias

CE01 - Saber resolver problemas de ingeniería utilizando cálculo diferencial, las ecuaciones diferenciales, el cálculo integral, el álgebra lineal y la geometría. Aplicación al plano complejo y métodos de transformación.

CG07 - Ser capaz de utilizar el método científico.

CG09 - Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.

CG11 - Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.

#### 3.2. Resultados del aprendizaje

RA133 - Adquisición de habilidades para transformar supuestos prácticos experimentales en problemas matemáticos resolubles.

RA150 - Representar datos y realizar representaciones derivadas de los mismos.

RA2 - Capacidad de formalizar y analizar matemáticamente problemas científico-técnicos relacionados con el Cálculo

RA4 - Capacidad de emplear con rigor el lenguaje matemático.

RA82 - Resolución de problemas de álgebra lineal, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y métodos numéricos

RA88 - Reconocer la importancia del razonamiento abstracto y la necesidad de trasladar los problemas de ingeniería a formulaciones matemáticas

RA131 - Reconocer la importancia del razonamiento abstracto y la necesidad de trasladar los problemas de ingeniería a formulaciones matemáticas.

RA132 - Comprender las ventajas y el alcance del lenguaje matemático en la descripción de los problemas de disciplinas técnicas.

RA89 - Comprender las ventajas y el alcance del lenguaje matemático en la descripción de los problemas de las técnicas

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

La asignatura de Cálculo proporciona a los estudiantes los conocimientos básicos y esenciales sobre números reales y complejos, funciones reales de una variable real, cálculo diferencial e integral en una variable y sucesiones y series numéricas y funcionales necesarios para su formación como ingenieros.

Se asumirá que los alumnos han asimilado los conocimientos de pre-cálculo impartidos en bachillerato. Se supondrá, en particular, que habrán adquirido previamente un conocimiento básico sobre las propiedades elementales de las funciones reales de una variable real en lo relativo a su representación gráfica, derivación y cálculo de primitivas.

### 4.2. Temario de la asignatura

1. Números reales y complejos/Real and complex numbers
  - 1.1. Números reales/Real numbers
  - 1.2. Números complejos/Complex numbers
2. Funciones reales de una variable real: continuidad y límites/Continuous functions. Limits
  - 2.1. Funciones reales elementales/Elementary real functions
  - 2.2. Continuidad/Continuity
  - 2.3. Límites/Limits
3. Derivación. Extremos/Differentiation. Extrema
  - 3.1. Derivación/Derivatives

- 3.2. Polinomio de Taylor/Taylor polynomial
- 3.3. Extremos/Extrema
- 4. Sucesiones y series numéricas/Numerical sequences and series
  - 4.1. Sucesiones numéricas/Numerical sequences
  - 4.2. Series numéricas/Numerical series
- 5. Sucesiones y series funcionales/Functional sequences and series
  - 5.1. Sucesiones y series funcionales/Functional sequences and series
  - 5.2. Series de potencias/Power series
- 6. Integración/Integration
  - 6.1. Integral de Riemann. Aplicaciones/The Riemann integral. Applications
  - 6.2. Integrales indefinidas. Teorema fundamental del Cálculo/Indefinite integrals. Fundamental theorem of Calculus
  - 6.3. Integrales impropias/Improper integrals

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
4	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
5	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
6	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
7	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prueba 1A (octubre/noviembre). Test temas 1, 2 y 3</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
8	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
9	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
10	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
11	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
12	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
13	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	

14	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
15	<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
16				
17				<p><b>Prueba 2 (enero). Examen</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Prueba 1B (enero). Re-evaluación opcional de los temas 1, 2 y 3 (test).</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p> <p><b>Prueba final (enero). Coincidirá con las pruebas 1B y 2.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 04:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.



## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Prueba 1A (octubre/noviembre). Test temas 1, 2 y 3	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	25%	/ 10	CG09 CG07 CG11 CE01
17	Prueba 2 (enero). Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	75%	/ 10	CG09 CG07 CG11 CE01
17	Prueba 1B (enero). Re-evaluación opcional de los temas 1, 2 y 3 (test).	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	25%	/ 10	CG09 CG07 CG11 CE01

#### 6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba final (enero). Coincidirá con las pruebas 1B y 2.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	/ 10	CG09 CG07 CG11 CE01

#### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	/ 10	CG09 CG07 CG11 CE01

## 6.2. Criterios de evaluación

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación progresiva, y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre.

### Convocatoria ordinaria: modalidad evaluación progresiva

La calificación de la asignatura mediante evaluación progresiva se determinará de la forma siguiente:

**Prueba 1A. Test temas 1, 2 y 3 (25% de la nota final): octubre/noviembre** (la fecha se fija en la programación docente de Junta de Escuela). Esta prueba será común a todos los alumnos de evaluación progresiva y supondrá el **25% de la calificación final de los alumnos que no se presenten a la prueba 1B.**

**Prueba 2. Examen (75% de la nota final): enero.** Esta prueba será común a todos los alumnos de la asignatura y supondrá en todos los casos el **75% de su nota final.** Constará de un test sobre los temas 4, 5 y 6 (25% de la nota final) y de dos problemas, el primero de ellos sobre los temas 1, 2 y 3 (25% de la nota final) y el segundo sobre los temas 4, 5 y 6 (25% de la nota final)

**Prueba 1B. Test de re-evaluación de los temas 1, 2 y 3 (25% de la nota final): enero.** Esta prueba, de carácter opcional para los alumnos de evaluación progresiva, se celebrará inmediatamente después de la prueba 2. Los alumnos que se presentaron a la prueba 1A podrán presentarse a la prueba 1B para intentar mejorar su calificación, pero deberán acreditar un rendimiento mínimo en la prueba 1B. Su calificación (en lo relativo al 25% correspondiente al test de los temas 1-3) será la mayor de las obtenidas en las pruebas 1A y 1B, excepto si no se alcanzara un rendimiento mínimo de 4 puntos sobre 10 (o 1 punto sobre 2,5) en la prueba 1B, en cuyo caso esa calificación será la de la prueba 1B.

### Convocatoria ordinaria: modalidad evaluación mediante una única prueba final (enero):

La calificación de los alumnos que no se presenten a la prueba 1A se otorgará mediante un examen final constituido por las pruebas 1B y 2 referidas anteriormente.

### Convocatoria extraordinaria (julio):

En convocatoria extraordinaria, la calificación se otorgará mediante un examen final con una estructura análoga a la de la prueba final de la convocatoria ordinaria.

## REVISIÓN DE PRUEBAS DE EVALUACIÓN:

En ninguna de las convocatorias se revisarán pruebas de evaluación al margen del procedimiento que determine el tribunal o en fecha u hora distintas a las que éste fije, ni se contemplará la inasistencia del alumno a la revisión sin que decaiga en su derecho a la misma. Las únicas excepciones a lo anterior serán las causas legalmente establecidas para ello, incluyendo las mismas causas que justifican la inasistencia a un examen, o las que el tribunal pudiera indicar explícitamente al publicar el procedimiento de revisión junto con las calificaciones provisionales de cada prueba o convocatoria.

## 7. Recursos didácticos

---

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Hojas de ejercicios	Otros	Se pondrá a disposición de todos los estudiantes de la asignatura una colección común de problemas resueltos clasificados por temas.
S. L. Salas, E. Hille y G. J. Etgen, Calculus, Volumen I, 4ª edición española (traducción de la 8ª edición en inglés), Reverté, 2002.	Bibliografía	Bibliografía básica
M. Spivak, Calculus, Cálculo Infinitesimal, 2ª ed., Reverté, 1996.	Bibliografía	Bibliografía básica. Cualquiera de los dos textos básicos (Salas/Spivak) permite seguir enteramente los contenidos de la asignatura.

S. Abbott, Understanding Analysis, Springer, 2001.	Bibliografía	Bibliografía complementaria
J. Burgos, Cálculo infinitesimal en una variable, 2ªed., McGraw Hill, 2007.	Bibliografía	Bibliografía complementaria
F. Galindo, H. Sanz y L. A. Tristán, Guía práctica de Cálculo infinitesimal en una variable real, Thomson Paraninfo, 2003.	Bibliografía	Bibliografía complementaria
S. R. Ghorpade and B. V. Limaye, A course in Calculus and Real Analysis, Springer-Verlag, 2006.	Bibliografía	Bibliografía complementaria
R. Larson y B. H. Edwards, Cálculo de una variable, 9ª edición en español, McGraw Hill, 2010.	Bibliografía	Bibliografía complementaria
D. Pestana et al., Curso práctico de Cálculo y Pecálculo, Ariel, 2000.	Bibliografía	Bibliografía complementaria
R. Riaza, Problemas de Cálculo en una variable, Servicio de Publicaciones ETSIT, 2012.	Bibliografía	Bibliografía complementaria
G. Strang, Calculus, Wellesley-Cambridge Press, 1991:	Bibliografía	Bibliografía complementaria.  <a href="http://ocw.mit.edu/resources/res-18-001-calculus-online-textbook-spring-2005/textbook/">http://ocw.mit.edu/resources/res-18-001-calculus-online-textbook-spring-2005/textbook/</a>
Moodle	Recursos web	<a href="http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=6648">http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=6648</a>
Otros	Otros	Se hará uso de otros recursos didácticos en el caso de que la situación sanitaria conlleve que la asignatura se imparta total o parcialmente en las modalidades semipresencial u online. Se informará de estos recursos al alumnado a principio de curso.

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

La planificación de todas las actividades, incluidas las de evaluación, se entiende supeditada a la evolución de la pandemia asociada al coronavirus. Por ello, la planificación temporal, el carácter presencial/semipresencial/remoto, etc. de dichas actividades podrán ser objeto de revisión si la situación sanitaria así lo aconsejara.

El **tablón de anuncios oficial** será el espacio Moodle Cálculo-General, común a todos los alumnos matriculados en la asignatura.

**ODS:** por el carácter transversal de las matemáticas y su ubicuidad en la ingeniería, las competencias adquiridas en esta asignatura serán de utilidad en todo lo relativo al diseño de diferentes sistemas en el ámbito de la ingeniería biomédica (**ODS 3**). Por otra parte, el cálculo diferencial y las técnicas de optimización se utilizan de forma exhaustiva en el modelado, análisis y optimización de multitud de sistemas: a través de distintos ejemplos y problemas se mostrará cómo diversas herramientas propias de la asignatura se emplean en el modelado de sistemas biológicos (**ODS 3**), climatológicos (**ODS 13**) o de ecosistemas (**ODSs 14 y 15**), y en la optimización de recursos hídricos (**ODS 6**) o energéticos (**ODS 7**).

Los **indicadores de logro** esenciales de la asignatura son los siguientes.

1. Conocer el concepto y saber identificar los números naturales, enteros, racionales e irracionales. Manejar algunos de los conceptos fundamentales de los números reales, incluyendo las nociones de intervalo, conjunto acotado, supremo, ínfimo, máximo y mínimo, conjunto abierto, conjunto cerrado. Saber razonar empleando desigualdades y valores absolutos.
2. Saber resolver problemas que involucren el manejo de las propiedades fundamentales de los números complejos: operaciones algebraicas elementales, potencias y raíces naturales, formas de representación.
3. Conocer las funciones reales elementales (polinómicas, racionales, exponenciales, logarítmicas, trigonométricas -y sus inversas-, hiperbólicas). Resolver problemas que involucren el uso de las propiedades fundamentales de las mismas.

4. Saber analizar la continuidad de las funciones reales de una variable real, directamente y en relación con el concepto de límite; cálculo de límites (incluyendo límites infinitos y en el infinito); teoremas de los ceros o de Bolzano, de los valores intermedios y del punto fijo.
5. Saber analizar y manejar las funciones reales de una variable real en lo tocante al Cálculo Diferencial: concepto de derivada y de diferencial; derivadas de orden superior; funciones C-k y C-infinito; derivación de funciones compuestas; teorema de la función inversa en una variable; teoremas de Rolle y del valor medio, regla de L'Hôpital; concepto de extremo, máximo y mínimo; monotonía; convexidad y puntos de inflexión; polinomio de Taylor.
6. Saber razonar acerca de las propiedades fundamentales de las sucesiones numéricas reales (convergencia, monotonía, acotación, subsucesiones, etc.). Límites superior e inferior. Criterios de convergencia más importantes, incluyendo los de Stolz, media aritmética, media geométrica y cociente-raíz. Cálculo de límites. Sucesiones recurrentes.
7. Analizar y manejar las series numéricas reales, en cuanto a su sumabilidad. Conocer las series más relevantes, incluyendo las series geométrica y armónica generalizada. Criterios de convergencia. Series de términos positivos: criterios de comparación, del cociente, de la raíz y de la integral. Series alternadas; convergencia absoluta y condicional; criterio de Leibniz.
8. Comprender y manejar las propiedades fundamentales de las sucesiones y series funcionales reales: límites puntual y uniforme; criterios de convergencia. Series de potencias; radio e intervalo de convergencia. Fórmula de Cauchy-Hadamard. Series de Taylor y MacLaurin; funciones analíticas.
9. Comprender y manejar las propiedades esenciales del cálculo integral en una variable: integral de Riemann (construcción y propiedades), interpretación geométrica. Aplicaciones; longitudes y áreas. Integrales indefinidas. Teorema fundamental del Cálculo. Integrales impropias en intervalos no acotados.