



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

95000036 - Comunicaciones Ópticas

PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingeniería De Tecnologías Y Servicios De Telecomunicacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	3
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	15
9. Otra información.....	16

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000036 - Comunicaciones Ópticas
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Inglés/Castellano
Titulación	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Clara Quevedo Galan	B-101	clara.quevedo.galan@upm.es	Sin horario. Concertar cita previa
Miguel Angel Muriel Fernandez	B-118	m.muriel@upm.es	Sin horario. Concertar cita previa

Morten Andreas Geday	B-321	morten.geday@upm.es	Sin horario. Concertar cita previa
Ignacio Esquivias Moscardo	B-115	ignacio.esquivias@upm.es	Sin horario. Concertar cita previa
Paloma Rodriguez Horche (Coordinador/a)	B-117	p.rhorche@upm.es	Sin horario. Concertar cita previa
Francisco Jose Lopez Hernandez	B-120	francisco.lopez.hernandez@ upm.es	Sin horario. Concertar cita previa
Antonio Perez Serrano	B-101	antonio.perez.serrano@upm. es	Sin horario. Concertar cita previa
Patxi Xabier Quintana Arregui	B-321	x.quintana@upm.es	Sin horario. Concertar cita previa
Javier Pereiro Garcia		javier.pereiro.garcia@upm.e s	Sin horario. Concertar cita previa

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Introduccion A La Electronica
- Señales Y Sistemas
- Fisica General 2
- Teoria De La Comunicacion
- Campos Y Ondas En Telecomunicacion
- Sistemas De Transmision

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Manejo de instrumentación electrónica básica (osciloscopio, multímetro,...)

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE-ST2 - Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión

CE-ST3 - Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas

CE-ST5 - Capacidad para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos y la correspondiente gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la

resolución de problemas dentro de su área de estudio

CG8 - Comunicación oral y escrita

4.2. Resultados del aprendizaje

RA64 - Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.

RA69 - Conocimientos de Infraestructuras de redes de comunicaciones, troncales, metropolitanas y de acceso, redes ópticas y técnicas empleadas en enlaces ópticos de alta tasa binaria.

RA321 - Capacidad de análisis de componentes ópticos pasivos y conocimientos para su selección

RA316 - Capacidad de manejar la instrumentación básica para la caracterización de sistemas de comunicaciones ópticas

RA323 - Capacidad de análisis de componentes ópticos de emisión y recepción de luz y conocimientos para su selección

RA317 - Conocimiento y comprensión de los conceptos de atenuación, dispersión y guiado de ondas en la fibra óptica

RA63 - Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.

RA66 - Conocimientos para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos

RA315 - Capacidad de analizar, diseñar y caracterizar redes de comunicaciones ópticas desde el punto de vista de los sistemas de transmisión

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura Comunicaciones Ópticas proporciona a los alumnos las herramientas necesarias para adquirir un conocimiento adecuado de los principales bloques que constituyen un sistema de comunicaciones ópticas, tanto desde el punto de vista de los componentes que lo integran (fibras ópticas, emisores de luz, amplificadores ópticos, fotodetectores y otros dispositivos fotónicos), como de las posibles arquitecturas en uso. Este enfoque incluye los principios básicos de la transmisión de señales ópticas y de la técnica de multiplexación en longitud de onda (WDM). Se hará especial énfasis en los conceptos de carácter general que están presentes en todo sistema de comunicaciones ópticas, tratando de que los conceptos aprendidos sigan siendo válidos en el futuro, con independencia de las soluciones particulares adoptadas en cada momento.

También, uno de los objetivos primordiales de la asignatura es ofrecer una formación experimental en los aspectos más fundamentales de las comunicaciones ópticas. Con esto, se pretende que el alumno adquiera experiencia en el manejo de los componentes más usuales y en la instrumentación asociada a la caracterización y medida de los sistemas ópticos de comunicación.

Así, combinando adecuadamente teoría y prácticas, el objetivo final de la asignatura es dotar al alumno de la capacidad de diseñar y analizar un sistema completo de comunicaciones ópticas y las partes en que se configura.

Para conseguir que los alumnos adquieran los conocimientos oportunos, el desarrollo de la asignatura se realizará bajo las siguientes modalidades:

1. CLASES DE TEORÍA: Se utilizará la lección magistral para la exposición verbal de los contenidos apoyándose en los recursos facilitados a los alumnos a través de la plataforma Moodle y/o web del Departamento. Se emplearán técnicas de autoevaluación on-line para realizar un seguimiento de la correcta evolución del proceso de aprendizaje.

2. CLASES DE PROBLEMAS: Durante las clases presenciales, además de los desarrollos teóricos, el profesor propondrá problemas que el alumno deberá realizar como trabajo personal. Posteriormente, se resolverán en clase algunos de los ejercicios prácticos propuestos, con la participación activa de los alumnos, aclarando las dudas planteadas en la resolución de los problemas.

3. PRÁCTICAS DE LABORATORIO: En el laboratorio se desarrollan de forma práctica los conceptos impartidos en las clases presenciales. El alumno debe llevar preparados los conceptos teóricos sobre los que se basa la

práctica correspondiente y leído el desarrollo de la misma.

4. PRACTICAS DE SIMULACIÓN: Cada alumnos las realizará por su cuenta con un software adecuado para simular aquellos aspectos de los sistemas de comunicaciones ópticas que no pueden ser vistos experimentalmente.

5. TRABAJO EN GRUPO: Las prácticas de laboratorio se realizarán en grupos de 2 alumnos que deberán desarrollar un cuaderno de laboratorio en el que se reflejará tanto los resultados experimentales obtenidos como las técnicas de medida empleadas y el análisis de los resultados, relacionándolos con los conceptos involucrados en cada práctica. El profesor, discutirá y revisará con el grupo el desarrollo de la práctica, así como el análisis de los resultados realizado.

5.2. Temario de la asignatura

1. Sistemas y Redes de Comunicaciones Ópticas. Conceptos Básicos

- 1.1. Introducción:Redes de Alta Velocidad
- 1.2. Enlaces punto a punto
- 1.3. Límite de la capacidad de transmisión por fibra
- 1.4. Formatos de Modulación
- 1.5. Tecnologías de Multiplexación óptica
- 1.6. Conceptos básicos de señales ópticas
- 1.7. Problemas

2. Elementos Ópticos

- 2.1. Introducción
- 2.2. Elementos ópticos pasivos no selectivos en longitud de onda
- 2.3. Elementos ópticos pasivos selectivos en longitud de onda
- 2.4. Problemas

3. Fibra Óptica

- 3.1. Parámetros característicos de fibras Monomodo y Multimodo
- 3.2. Características de transmisión.
 - 3.2.1. Atenuación y Dispersión temporal
 - 3.2.2. Efectos no lineales

- 3.3. Normativas sobre fibras ópticas
- 3.4. Problemas
- 4. Transmisores Ópticos
 - 4.1. Introducción y conceptos básicos
 - 4.2. Amplificación Óptica
 - 4.3. LED (Ligth Emitting Diode)
 - 4.4. Diodo Láser
 - 4.5. Módulos Transmisores
 - 4.6. Problemas
- 5. Receptores ópticos
 - 5.1. Introducción y principios básicos
 - 5.2. Fotodetectores (PIN, APD)
 - 5.3. Circuitos receptores
 - 5.4. Ruido en receptores
 - 5.5. Ruido en amplificadores ópticos
 - 5.6. Problemas
- 6. Sistemas
 - 6.1. Sensibilidad del receptor
 - 6.2. Balances de potencia y tiempo
 - 6.3. Penalizaciones de potencia
 - 6.4. Multiplexación: WDM y PDM
 - 6.5. Diseño en transparencia
- 7. Prácticas
 - 7.1. Elementos básicos de un enlace de comunicaciones ópticas
 - 7.2. Caracterización de fuentes ópticas
 - 7.3. Respuesta temporal, dispersión, transmisión de señales digitales y multiplexación en longitud de onda
 - 7.4. Reflectómetro Óptico en el Dominio del tiempo (OTDR)
 - 7.5. Soldadura de Fibras Ópticas
 - 7.6. Simulación de un Sistema de Comunicaciones Ópticas

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1: Sistemas de Comunicaciones Ópticas. Conceptos Básicos Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2: Elementos Ópticos Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 2: Elementos Ópticos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2: Elementos Ópticos Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	Tema 3: Fibra Óptica Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	Tema 3: Fibra Óptica Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 4: Transmisores Ópticos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Tema 4: Transmisores Ópticos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4: Transmisores Ópticos Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6		Prácticas de Laboratorio Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resolución de cuestiones de laboratorio ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:10
7		Prácticas de Laboratorio Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resolución de cuestiones de laboratorio ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:10

8				Examen 1 de Teoría y problemas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
9	Tema 5: Receptores Ópticos Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	Tema 5: Receptores Ópticos Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 6: Sistemas Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Tema 6: Sistemas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
12		Prácticas de Laboratorio Duración: 02:50 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resolución de cuestiones de laboratorio EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:10
13		Prácticas de Laboratorio Duración: 02:50 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resolución de cuestiones de laboratorio EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:10
14		Práctica de Simulación Duración: 02:50 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resolución de cuestiones de simulación ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:15
15				
16				
17				Examen sobre prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 01:00 Examen 2 de Teoría y problemas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 Examen Final de Teoría y problemas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:30

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.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Resolución de cuestiones de laboratorio	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:10	2%	3.5 / 10	CG8 CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5 CG2
7	Resolución de cuestiones de laboratorio	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:10	2%	3.5 / 10	CG8 CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5 CG2
8	Examen 1 de Teoría y problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	3.5 / 10	CG8 CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5 CG2
12	Resolución de cuestiones de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:10	2%	3.5 / 10	CG8 CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5 CG2
13	Resolución de cuestiones de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:10	2%	3.5 / 10	CG8 CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5 CG2
14	Resolución de cuestiones de simulación	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:15	2%	3.5 / 10	
17	Examen sobre prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	15%	3.5 / 10	CG8 CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5 CG2

17	Examen 2 de Teoría y problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	3.5 / 10	CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5
----	--------------------------------	-------------------------------------	------------	-------	-----	----------	----------------------------

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Resolución de cuestiones de laboratorio	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:10	2%	3.5 / 10	CG8 CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5 CG2
7	Resolución de cuestiones de laboratorio	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:10	2%	3.5 / 10	CG8 CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5 CG2
12	Resolución de cuestiones de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:10	2%	3.5 / 10	CG8 CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5 CG2
13	Resolución de cuestiones de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:10	2%	3.5 / 10	CG8 CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5 CG2
14	Resolución de cuestiones de simulación	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:15	2%	3.5 / 10	
17	Examen sobre prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	15%	3.5 / 10	CG8 CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5 CG2
17	Examen Final de Teoría y problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:30	75%	3.5 / 10	CG8 CE-ST2 CE-ST3 CE-ST5 CG2

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Criterios de evaluación comunes a cualquier tipo de evaluación:

La realización de las cuatro prácticas presenciales de laboratorio son actividades obligatorias y **no recuperables**, tanto para la evaluación progresiva como para la evaluación global, dado que estas actividades solo pueden realizarse en el laboratorio con la instrumentación específica. Cualquier ausencia sin justificar supondrá el suspenso del laboratorio y, por tanto, de la asignatura. Una sesión de laboratorio con ausencia justificada será recuperada cuando la capacidad del laboratorio lo permita.

Los cuestionarios de las prácticas presenciales se realizarán en el laboratorio 10 minutos antes del inicio de la práctica. Un retraso superior a 10 minutos supondrá la no realización del cuestionario y una calificación del mismo de 0 puntos. Un retraso de más de 20 minutos, desde el inicio de la práctica, será considerado como no asistencia que podrá ser recuperada cuando la capacidad del laboratorio lo permita.

Las preguntas de los cuestionarios se publicarán con antelación a la realización de la práctica, pero **no** sus respuestas ya que son un banco de preguntas muy limitado.

Evaluación progresiva:

La nota de evaluación continua se compone de las notas obtenidas en los Exámenes de Teoría y Problemas (NET1 y NET2) y en la Calificación de Laboratorio (NLab), ponderadas de la siguiente manera:

Nota evaluación progresiva = 40%NET1 +35% NET2+ 25% NLab

Será necesario obtener una nota superior a 3,5 sobre 10 en la suma ponderada de NET1 y NTE2 y en la calificación NLab. Si no se alcanza ese mínimo, no se efectuará el promedio entre ambas calificaciones. En ese caso, la calificación será la menor de las notas que no hayan alcanzado el mínimo.

La calificación de Laboratorio se calculará mediante:

$NLaB = 60\% \text{ Examen sobre Prácticas de Laboratorio (NEP)} + 40\% \text{ Test previos a las prácticas (Ntest)}$

Ntest se calculará como el promedio de los test previos a las prácticas y la calificación de la práctica de simulación.

Evaluación Global:

La nota de evaluación global obtenida en el examen final de teoría y problemas NFT, y en la Calificación de Laboratorio (NLab) previamente definida, ponderadas de la siguiente manera:

Nota evaluación global = 75% NFT + 25% NLab

Será necesario alcanzar una nota mínima de 3,5 puntos sobre 10 en NFT y NLab para aprobar la asignatura. Si no se alcanza ese mínimo, no se efectuará el promedio y la calificación será la menor de las notas que no hayan alcanzado el mínimo.

Convocatoria extraordinaria

La convocatoria extraordinaria consistirá en un examen de teoría y problemas (cuya nota será NTE), y un examen extraordinario sobre prácticas de laboratorio. La parte correspondiente al laboratorio está condicionada a la realización de las prácticas y los cuestionarios durante el curso académico.

La nota final del examen extraordinario se obtendrá de la siguiente manera:

Nota final extraordinario = 75% Examen Teórico Extraordinario NTE + 25% Calificación de Laboratorio NLabE.

La calificación de Laboratorio (NLabE) se obtendrá de la siguiente manera:

NLabE = 60% Examen Extraordinario sobre Prácticas de Laboratorio (NEEP) + 40% Test previos y cuestionario (NTest), obtenida durante el curso académico.

Será necesario alcanzar una nota mínima de 3,5 puntos sobre 10 en NTE y NLabE para aprobar la asignatura. Si no se alcanza ese mínimo, no se efectuará el promedio y la calificación será la menor de las notas que no haya alcanzado el mínimo.

Aquellos alumnos que durante el curso académico hubieran obtenido una Calificación de Laboratorio NLab igual o superior a 5 puntos sobre 10, podrán no realizar el Examen Extraordinario de Prácticas de Laboratorio con lo que la calificación NLabE será NLab.

Aquellos alumnos que durante el curso académico hubieran obtenido una Calificación de teoría y problemas NFT

igual o superior a 5 puntos sobre 10, podrán no realizar el Examen Extraordinario de teoría y problemas con lo que la calificación NTE será NFT.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes, transparencias y autoevaluaciones.	Recursos web	Resolución de problemas y auto-evaluaciones disponibles en Moodle.
Guía de prácticas. Departamento de Tecnología Fotónica y Bioingeniería (Año en curso)	Recursos web	Guía de prácticas de laboratorio. Hojas de características de componentes e instrumentación
Recursos didácticos interactivos. Web TFB	Recursos web	Aplicaciones interactivas para la resolución de problemas de balances en el diseño de sistemas de Comunicaciones Ópticas
Senior, J.M. Optical Fiber Communications, Prentice Hall, (2009)	Bibliografía	Libro de consulta complementario
Software Optiperformer	Otros	Programa de simulación de sistemas de comunicaciones ópticas
Agrawal, G.P. Fiber-Optic Communication Systems. WileyInterscience (2010)	Bibliografía	Libro de consulta básico
Keiser, Gerd; Optical Fiber Communications", McGraw-Hill (2010)	Bibliografía	Libro de consulta complementario
Agrawal, G.P. Lightwave Technology: Telecommunication Systems. WileyInterscience (2005)	Bibliografía	Libro de consulta relacionado con los sistemas de Comunicaciones Ópticas
S. Kumar and M.J. Deen, Fiber Optic Communications, Wiley (2014)	Bibliografía	Libro de consulta complementario
Laboratorio Brigadier Mathé	Equipamiento	

Sala de trabajo en grupo: Laboratorio	Equipamiento	
---------------------------------------	--------------	--

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

El cronograma de la asignatura es orientativo y puede sufrir alguna modificación en función de la disponibilidad de las instalaciones del laboratorio

La asignatura Comunicaciones Ópticas da lugar a una formación esencial para el diseño, desarrollo y mantenimiento de los sistemas y redes de comunicaciones actuales, infraestructuras imprescindibles para el desarrollo de la humanidad. Por tanto, se relaciona con los ODS 4, 7 y 9:

- Subobjetivo 4.4: Aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo y al emprendimiento.
- Subobjetivo 7.b: Ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo.
- Subobjetivo 9.1: Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad.
- Subobjetivo 9.4: Modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales.