

Open6G-SP3-L3-P6-E17

Informe final sobre actividades de difusión, de explotación y académicas

Fecha de Publicación: 30/1/2025

Programa de Universalización de Infraestructuras Digitales para la Cohesión – 6G I+D



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA



**Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia**

Paquete de Trabajo (PT)	SP3-L3-P6-E17
Líder del PT	Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
Editor Principal	Cristina Cervelló-Pastor
Contribuyentes	Sebastià Sallent Ribes, Mario José Martínez Morfa
Nivel de disseminación	PU
Tipo	RE

Nivel de disseminación

PU	Público
PP	Restringido a otros participantes del programa
RE	Restringido a un grupo especificado por el consorcio
CO	Confidencial solo para miembros del consorcio

Tipo

PR	Prototipo
RE	Reporte
SP	Especificación
TO	Herramienta
OT	Otro

Histórico de versiones del documento				
Versión	Autor	Estado	Fecha	Comentarios
V1.0	Cristina Cervelló Pastor Sebastià Sallent Ribes Mario José Martínez Morfa	Final	31/12/24	Primera versión final
V2.0	Cristina Cervelló Pastor Sebastià Sallent Ribes Mario José Martínez Morfa	Final	5/1/25	Comentarios
V3.0	Cristina Cervelló Pastor Sebastià Sallent Ribes Mario José Martínez Morfa	Final	21/1/25	Comentarios
V4.0	Cristina Cervelló Pastor	Final	27/1/25	Comentarios

	Sebastià Sallent Ribes Mario José Martínez Morfa			
V5.0	Cristina Cervelló Pastor Sebastià Sallent Ribes Mario José Martínez Morfa	Final	30/1/25	Comentarios

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	4
Lista de figuras	5
Lista de tablas.....	6
Lista de acrónimos.....	7
Resumen ejecutivo	9
1 Introducción	10
1.1 Objetivos	10
1.1.1 Público objetivo	11
2 Actividades de comunicación y resultados.....	12
2.1 Actividades de comunicación.....	12
2.1.1 Herramientas de comunicación desarrolladas	13
2.2 Página web.....	18
3 Actividades de diseminación.....	18
3.1 Diseminación	18
3.2 Actividades de difusión y divulgación realizadas.....	19
3.2.1 Publicaciones científicas.....	19
3.2.2 Publicaciones en congresos científicos.....	20
3.2.3 Participación en congresos, workshops y conferencias generalistas	20
3.2.4 Modelos de utilidad y repositorios de código abierto.....	21
3.2.5 Participación en organismos de estandarización y alianzas.....	22
3.2.6 Colaboraciones con otros proyectos.....	22
4 Explotación de los resultados	23
4.1 Objetivos	23
4.2 Actividades de explotación	24
4.2.1 Actividades de explotación de i2cat	24
4.2.2 Actividades de explotación de NEC	24
4.2.3 Actividades de explotación de UPC	25
4.2.4 Actividades de explotación de Neutron	26
4.2.5 Público objetivo	27
5 Actividades académicas	28
5.1 Actividades académicas realizadas	28
5.1.1 Actividades de formación.....	28
5.1.2 Actividades de difusión	31
5.1.3 Público objetivo	32
6 Conclusiones	32
Apéndice.....	33

Lista de figuras

Figura 1. Página web del proyecto, mostrando las distintas secciones.	13
Figura 2. Póster utilizado para anunciar seminario impartido a lo largo del proyecto. .	14
Figura 3. Ejemplo de publicación en Twitter de Neutron.	14
Figura 4. Seminario impartido por el Dr. Esteban Municio el 19 de Abril de 2024.	15
Figura 5. Seminario impartido por Vincenzo Sciancalepore el 20 de mayo de 2024. ..	15
Figura 6. Seminario impartido por el Dr. Seyed Madhi Darroudi el 20 de octubre de 2024.	16
Figura 7. Seminario impartido por Mario José Martínez el 20 setiembre de 2024.	16
Figura 8. Repositorio de la intranet del proyecto.	17
Figura 9. Ejemplo de una presentación interna del proyecto donde se muestra la plantilla con la marca corporativa.....	17
Figura 10. Página web de Neutron donde se muestra el catálogo de productos de su plataforma en la nube.	27
Figura 11. Muestra de algunos contenidos del subproyecto impartidos en el nuevo título de máster europeo CoDas.	29
Figura 12. Mapa de la página web del subproyecto	33

Lista de tablas

Tabla 1. Publicaciones en revistas científicas.	19
Tabla 2. Publicaciones en congresos científicos.	20
Tabla 3. Participación en congresos, workshops y conferencias generalistas.	21
Tabla 4. Modelos de utilidad y repositorios de código abierto.	21
Tabla 5. Participación en organismos de estandarización y alianzas.	22
Tabla 6. Colaboración con proyectos internacionales o nacionales relacionados con el subproyecto.	22
Tabla 7. Estancias en otros centros y trabajos fin de grado y fin de máster.	29
Tabla 8. Proyectos de tesis y tesis doctorales defendidas.	30
Tabla 9. Proyectos presentados en las convocatorias de las redes doctorales europeas y nacionales.	30

Lista de acrónimos

3GPP	3rd Generation Partnership Project
6GIA	The 6G Smart Networks and Services Industry Association
AAAI	The Association for the Advancement of Artificial Intelligence
ACM	Association for Computing Machinery
AI	Artificial Intelligence (inteligencia artificial)
AI@EDGE	A secure and reusable Artificial Intelligence platform for Edge computing in beyond 5G Networks
BeGREEN	Beyond 5G Artificial Intelligence Assisted Energy Efficient Open Radio Access Network
CoDaS	Master's degree In Communications, Engineering and Data Science
CoNEXT	Conference on emerging Networking Experiments and Technologies
DAEMON	Network intelligence for aDAptive and sElf-LearningMOBILE Networks
DRL	Deep Reinforcement Learning (aprendizaje por refuerzo profundo)
ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System (sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos)
EEABB	Escuela de Ingeniería Agroalimentaria y de Biosistemas de Barcelona
EETAC	Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels
EUWENA	Everything you always wanted to know about 4G& 5G private mobile networks
ICMLCN	IEEE International Conference on Machine Learning for Communication and Networking
ICORE	International-CORE Conference Ranking
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers. (Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos)
INSPIRE	Enabling Native-AI Secure deterministic 6G networks for hyPer-connected envIRONmENTS
INSTINC	Joint Sensing and Communications for Future Interactive, Immersive, and Intelligent Connectivity Beyond Communications
ISAC	Integrating Sensing and Communications (Integración de sensores y Comunicaciones)
JCR	Journal Citation Reports
LCN	IEEE conference on Local Computer Networks
MASTEAM	Master on Telecommunications and Engineering Management
MDPI	Multidisciplinary Digital Publishing Institute
ML	Machine Learning (aprendizaje automático)
MWC	Mobile World Congress
Netsoft	IEEE International Conference on Network Softwarization
OAI	Open Air Interface
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex
O-RAN	Open-Radio Access Network (red de acceso radio-abierta)

ORIGAMI	Optimized Resource Integration and Global Architecture for Mobile Infrastructure for 6G
PIMRC	IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications
PoC	Proof of Concept
RAN	Radio Access Network (red de acceso radio)
RIS	Reconfigurable Intelligent Surface (Superficie inteligente reconfigurable)
SJR	Scientific Journal Rankings
TFG	Trabajo Fin de Grado
TFM	Trabajo Fin de Máster
TID	Telefónica Innovación Digital
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
TRUE5G	TowaRds zero toUch nEtwork and services for beyond 5G
UNICO	Universalización de Infraestructuras Digitales para la Cohesión
UKTIN	The UK Telecoms Innovation Network
URL	Uniform Resource Locators
WoS	Web of Science

Resumen ejecutivo

Este documento constituye el tercer entregable de la UPC en materia de divulgación y sigue las directrices del entregable Open6G TSI-063000-2021-7. El documento denominado Open6G-SP3-L3-P6-E17 y titulado “Informe final sobre actividades de difusión, de explotación y académicas” describe las actividades realizadas dentro del subproyecto 3, lote 3, paquete 6 del proyecto Open6G.

El documento cubre cuatro objetivos principales, centrados en la presentación de las actividades de comunicación, diseminación, explotación y actividades académicas realizadas durante todo el proyecto siguiendo las directrices de los planes de comunicación, de diseminación, de explotación y un plan de actividades académicas que se definieron en el entregable Open6G-SP1-L3-P7-E18. Estas actividades incluyen todas las acciones que se han realizado dentro del subproyecto 3. Las actividades de diseminación se han focalizado en la difusión y divulgación de los resultados científicos y tecnológicos desarrollados en el proyecto, y han ido dirigidas no solo a la comunidad científica, sino también a los sectores profesionales, académicos, y a un público generalista. Las actividades de explotación se han focalizado en la valorización de los resultados del proyecto, como son el desarrollo de pre-productos, y la futura inclusión de éstos en el porfolio de las empresas participantes.

Estas actividades abarcan el periodo que va desde el inicio del proyecto hasta la finalización del mismo.

1 Introducción

1.1 Objetivos

Este documento tiene como objetivos presentar las actividades y resultados de este subproyecto 3 relativos a los planes de comunicación, diseminación, explotación y las actividades académicas propuestas en el entregable Open6G-SP1-L3-P7-E18. Cada uno de estos planes describía un conjunto de herramientas, que han impulsado las acciones que se han realizado a lo largo de todo el proyecto. El objetivo de estas actividades ha sido maximizar el impacto del proyecto a través de un conjunto de acciones de difusión y divulgación del conocimiento, la transferencia de tecnología al entorno empresarial, académico y científico y social, y la valoración de los resultados obtenidos.

El entregable está dividido en seis capítulos, un primer capítulo de introducción, cuatro capítulos dedicados a las actividades realizadas de comunicación, diseminación, explotación y actividades académicas, y un último capítulo de conclusiones. A continuación, se detallan sus contenidos:

- **Actividades de comunicación:** se han creado un conjunto de canales y herramientas para difundir y divulgar las tareas y los resultados de investigación y desarrollo realizados en el proyecto. Estos canales, tanto internos (como es la intranet del proyecto) como externos (como la web, repositorios de código, etc.), han cubierto las necesidades de comunicación interna entre los miembros del proyecto y de comunicación externa con las distintas comunidades. Cabe destacar que el plan de comunicación del subproyecto se enmarca dentro del plan de comunicación de todo el proyecto.
- **Actividades de diseminación:** las actividades de diseminación han transferido el conocimiento científico y tecnológico adquirido a lo largo de todo el proyecto a la comunidad científica a través de publicaciones en revistas, presentaciones y publicaciones en congresos, organización de eventos y participación en organismos de estandarización. Las actividades de divulgación de los resultados han ido dirigidas a un colectivo amplio. Estas actividades se han realizado siguiendo los planes de diseminación de cada uno de los miembros del proyecto. Las actividades realizadas en este ámbito por todos los miembros del subproyecto cubren toda la duración del proyecto. Es importante remarcar que las publicaciones anteriores a la reunión del inicio del proyecto no presentan el apartado de reconocimiento al proyecto.
- **Actividades de explotación:** La composición de los miembros del subproyecto 3 (un centro de investigación, una universidad y dos empresas) ha permitido realizar unas actividades relacionados con la explotación de los resultados de investigación, que conecta directamente los resultados científicos y tecnológicos obtenidos en el proyecto con la generación de productos y servicios y con el inicio de su inclusión en sus correspondientes portafolios. Estas actividades han

permitido crear una cadena de valor que va desde el diseño y el desarrollo, a la transferencia de tecnología y la futura explotación de producto.

Estas actividades han cubierto pruebas de concepto, desarrollo de casos de uso, creación de prototipos, construcción de plataformas de desarrollo y validación, entre otras acciones.

- **Actividades académicas:** Las actividades académicas se han centrado en un conjunto de acciones de formación dirigidas no sólo a los estudios de grado, máster, doctorado y formación continua, sino también a los profesionales del sector. Entre estas actividades se ha incluido la incorporación de nuevos contenidos en las diferentes etapas del ciclo educativo, la formación de doctores, la captación de talento y la creación de nuevos programas internacionales de máster y doctorado con la participación de universidades europeas. Estas actividades también han contemplado la realización de seminarios compuestos por un conjunto de conferencias periódicas, workshops y la difusión de los resultados del proyecto.

1.1.1 Público objetivo

Este documento presenta el conjunto de actividades realizadas a lo largo del subproyecto 3 que han tenido como objetivo difundir, diseminar y transferir los resultados de investigación a una audiencia que va desde la comunidad científica, profesionales del sector, miembros de las administraciones hasta un público generalista.

2 Actividades de comunicación y resultados

2.1 Actividades de comunicación

Las actividades de comunicación han seguido la estrategia y las directrices marcadas en el documento E17 “Initial report on dissemination, exploitation and academic activities”, SP1 TSI-063000-2021-3 Open6G de 31 de diciembre de 2022.

Estas actividades de comunicación se han realizado conjuntamente por todos los miembros del proyecto (i2CAT, NEC, Neutron, UPC y TID) y engloban tanto el marco del subproyecto SP1, como SP2 y SP3.

Las actividades realizadas en este periodo se pueden dividir en tres fases:

Fase 1. Desarrollo de los canales de comunicación

Esta fase se puso en marcha al inicio del proyecto y se desarrolló hasta septiembre de 2023 creando *los canales de comunicación que han dado soporte a las actividades de difusión del proyecto*.

En la primera fase se crearon, personalizaron y desplegaron los distintos canales de comunicación empleando diversas tecnologías, como la web del proyecto, blogs, twitter o material impreso entre otros. Paralelamente, se creó la marca del proyecto y libro de estilos de los documentos, así como los procedimientos para difundir los contenidos. Asimismo, se construyeron los repositorios internos para almacenar la información de las distintas actividades de los miembros del consorcio, y la información de coordinación del proyecto.

Fase 2. Creación y mantenimiento de los contenidos de las herramientas de comunicación

Esta segunda fase se puso en marcha en setiembre de 2023 y ha finalizado al final del proyecto, en diciembre 2024.

En esta fase se han creado, mantenido y se han actualizado permanentemente los contenidos de difusión y divulgación.

En esta fase se asignaron los responsables, para desarrollar los procedimientos y calendarios para la difusión de las distintas tipologías de los contenidos. Por ejemplo, I2CAT ha sido la entidad responsable del mantenimiento de la web del proyecto, o la UPC ha sido la entidad responsable de la organización de charlas y conferencias en el entorno académico.

Fase 3. Creación y despliegue del plan de diseminación

Esta tercera fase se puso en marcha en setiembre de 2023 y ha finalizado al final del proyecto, en diciembre de 2024.

Las actividades realizadas se detallan en las secciones tres y cinco de este documento.

2.1.1 Herramientas de comunicación desarrolladas

El proyecto ha desarrollado y personalizado un conjunto de herramientas para difundir los resultados del proyecto, que detallamos a continuación:

Canales públicos de difusión del proyecto:

- **Web del proyecto** cuya URL es: <https://i2cat.net/unico/open6g/?lang=es> . La página web de Open6G (Figura 1) consta de varios apartados como son la descripción del proyecto, la documentación, o las infraestructuras de experimentación, entre otros. En la sección de documentación se pueden encontrar los entregables públicos del subproyecto 3. El contenido de las páginas web está presentada en dos idiomas: el castellano y el inglés. La sección 2.2 describe con mayor detalle las secciones introducidas en la página web del proyecto.



Figura 1. Página web del proyecto, mostrando las distintas secciones.

- **Material impreso.** Se han diseñado, elaborado e impreso unos posters que han sido expuestos en los espacios públicos de la EETAC (UPC) para anunciar los seminarios que se han ido produciendo a lo largo del proyecto. La Figura 2 muestra un ejemplo de póster utilizado para anunciar uno de los seminarios impartidos.



Figura 2. Póster utilizado para anunciar seminario impartido a lo largo del proyecto.

- **Twitter y LinkedIn** cuyas URLs son: <https://twitter.com/i2cat> <https://www.linkedin.com/company/i2cat-foundation/> respectivamente. Ambas cuentas son de i2CAT y el proyecto las ha utilizado para difundir las noticias, eventos e hitos del proyecto. La Figura 3 muestra un ejemplo de publicación de Twitter de uno de los miembros del subproyecto.

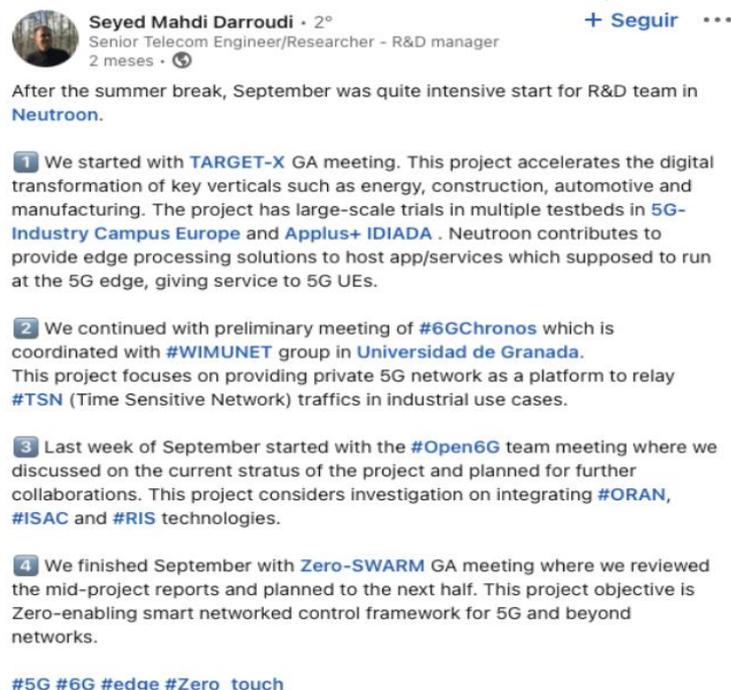


Figura 3. Ejemplo de publicación en Twitter de Neutroon.

- **Blogs.** Para el mantenimiento del blog se planificó un calendario asignando los editores y los contenidos que versan acerca de las actividades y los resultados más relevantes del proyecto. Las conferencias periódicas realizadas en el marco de las actividades académicas se han publicado en la página web de la *Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels (EETAC)*¹ en formato de noticias/blog. A continuación, se muestran algunas noticias relacionadas con las conferencias realizadas en este periodo (Figura 4, Figura 5, Figura 6 y Figura 7):

MASTEAM-MATT Talk - Dr. Esteban Muncio - Open RAN Networks for Revolutionary 6G Systems: An architectural overview. Comparteix: 

19/04/2024
Next MASTEAM-MATT talk: "Open RAN Networks for Revolutionary 6G Systems: An architectural overview" from Esteban Muncio. Wednesday April 24th at 18h. Online by Meet




The EETAC Master's degrees in [Applied Telecom. and Engineering Management \(MASTEAM\)](#) and [Advanced Telecommunications Technologies \(MATT\)](#) organize a weekly series of activities (talks, technical visits, discussion pannels) that complement the academic activities with real-world experiences from companies, research centres and institutions in the main topics of the master: Internet of Things, Smart Cities, 5G mobile communications, Software-Defined Networking (SDN) and Radio (SDR), cloud computing, augmented reality and audiovisual services, among others.

This week's activity will be a talk session from **Dr. Esteban Muncio**

Speaker: Dr. Esteban Muncio ([i2CAT Foundation\(obriu en una finestra nova\)](#) and [UC3M](#)).

Figura 4. Seminario impartido por el Dr. Esteban Muncio el 19 de Abril de 2024².

MASTEAM-MATT Talk - Vincenzo Sciancalepore - Green 6G: Harnessing RIS as a Key Enabler for ISAC Innovations Comparteix: 

20/05/2024
Next MASTEAM-MATT talk: "Green 6G: Harnessing RIS as a Key Enabler for ISAC Innovations" from Vincenzo Sciancalepore. Wednesday May 8th at 18h. Online by Meet



The EETAC Master's degrees in [Applied Telecom. and Engineering Management \(MASTEAM\)](#) and [Advanced Telecommunications Technologies \(MATT\)](#) organize a weekly series of activities (talks, technical visits, discussion pannels) that complement the academic activities with real-world experiences from companies, research centres and institutions in the main topics of the master: Internet of Things, Smart Cities, 5G mobile communications, Software-Defined Networking (SDN) and Radio (SDR), cloud computing, augmented reality and audiovisual services, among others.

Title: Green 6G: Harnessing RIS as a Key Enabler for ISAC Innovations

Figura 5. Seminario impartido por Vincenzo Sciancalepore el 20 de mayo de 2024³.

¹ https://eetac.upc.edu/es?set_language=es

² <https://eetac.upc.edu/ca/noticies/masteam-matt-talk-dr-esteban-muncio-open-ran-networks-for-revolutionary-6g-systems-an-architectural-overview>

³ <https://eetac.upc.edu/ca/noticies/masteam-matt-talk-vincenzo-sciancalepore-green-6g-harnessing-ris-as-a-key-enabler-for-isac-innovations>

ISAC and RIS integration into 5G-NR, compliant ORAN

Comparte:


20/09/2024

Next MASTEAM-MATT-CoDaS talk from Seyed Mahdi Darroudi. Wednesday 2th October, 18:00h. Classroom C4-021B EETAC, and online by Meet. Campus Castelldefels, UPC



The EETAC [Master's degrees in Applied Telecom. and Engineering Management \(MASTEAM\)](#), [Advanced Telecommunications Technologies \(MATT\)](#), and [Erasmus Mundus master's degree in Communications, Engineering and Data Science \(CoDaS\)](#) organize a weekly series of activities (talks, technical visits, discussion pannels) that complement the academic activities with real-world experiences from companies, research centres and institutions in the main topics of the master: Machine Learning, Data Science,

Internet of Things, Smart Cities, 5G mobile communications, Software-Defined Networking (SDN) and Radio (SDR), cloud computing, augmented reality and audiovisual services, among others.*

This week's activity will be a talk session from **Seyed Mahdi Darroudi**

Title: "ISAC and RIS integration into 5G-NR, compliant ORAN"

Figura 6. Seminario impartido por el Dr. Seyed Madhi Darroudi el 20 de octubre de 2024⁴.

Exploring Deep Reinforcement Learning for RAN-level slice admission control in 5G/6G: Centralized and Federated approaches within the O-RAN Framework

Comparte:


20/09/2024

Next MASTEAM-MATT-CoDaS talk from Mario José Martínez. Wednesday 25th September 2024, 18:00h. Classroom C4-021B EETAC, and online by Meet. Campus Castelldefels, UPC



The EETAC [Master's degrees in Applied Telecom. and Engineering Management \(MASTEAM\)](#), [Advanced Telecommunications Technologies \(MATT\)](#), and [Erasmus Mundus master's degree in Communications, Engineering and Data Science \(CoDaS\)](#) organize a weekly series of activities (talks, technical visits, discussion pannels) that complement the academic activities with real-world experiences from companies, research centres and institutions in the main topics of the master: Machine Learning, Data Science,

Internet of Things, Smart Cities, 5G mobile communications, Software-Defined Networking (SDN) and Radio (SDR), cloud computing, augmented reality and audiovisual services, among others.*

This week's activity will be a talk session from **Mario José Martínez**

Title: "Exploring Deep Reinforcement Learning for RAN-level slice admission control in 5G/6G: Centralized and Federated approaches within the O-RAN Framework"

Figura 7. Seminario impartido por Mario José Martínez el 20 setiembre de 2024⁵.

- **GitHub.** Se ha utilizado como repositorio público del código abierto de los resultados de investigación y desarrollo del subproyecto 3. La Tabla 4 muestra los enlaces hacia los repositorios de código abierto.

Canales privados para la comunicación y coordinación de los miembros del proyecto:

- **Intranet.** Se creó OPEN6G, un repositorio común y privado desarrollado sobre Google Drive y Microsoft Teams donde se han almacenado los documentos del proyecto, procedimientos, actividades, actas, etc. de los cuatro miembros participantes. Las presentaciones con diapositivas se han procesado mediante KOM y se han almacenado en la carpeta correspondiente. La Figura 8 muestra las distintas carpetas del repositorio de la intranet del proyecto.

⁴ <https://eetac.upc.edu/ca/noticies/isac-and-ris-integration-into-5g-nr-complianting-oran-1>

⁵ <https://eetac.upc.edu/ca/noticies/masteam-matt-codas-talk-mario-jose-martinez-1>

OPEN6G > General ▾

Tipus ▾	Persones ▾	Modificació ▾
Nom		Obert la darrera... ▾
Q&A		17 de juny 2024
Meetings		17 de juny 2024
Dissemination and Impact		24 de gen. 2024
Project Templates		24 de gen. 2024
Partners		20 de nov. 2023

Figura 8. Repositorio de la intranet del proyecto.

- **Listas de distribución.** La comunicación interna se ha complementado con unas listas de correo, open6G@i2cat.net para información tecnológica, y otra lista open6G_admin@i2cat.net para temas administrativos.
- **Repositorios.** Asimismo, cada participante ha creado sus propios repositorios privados de documentación del proyecto.
- **Marca corporativa.** Se han diseñado y creado unas plantillas de marca corporativa para la generación de documentación, posters y presentaciones. Por ejemplo, estas plantillas se han utilizado en los seminarios para difundir entre los estudiantes de máster las bases tecnológicas del subproyecto y en las reuniones internas. La Figura 9 muestra una presentación interna siguiendo el formato del proyecto con sus correspondientes logos.



Figura 9. Ejemplo de una presentación interna del proyecto donde se muestra la plantilla con la marca corporativa

Tanto la página web como las cuentas de Twitter, LinkedIn o el blog son mantenidas y alojadas por i2CAT.

2.2 Página web

En la página web del proyecto Open6G existen tres secciones dedicadas a cada uno de los subproyectos SP1, SP2 y SP3. Dentro de la sección SP3 se han creado tres menús cuyos títulos son: “Objetivos y resultados”, “Actividades de difusión y divulgación” y “Actividades académicas”. En cada una de ellas se presentan las acciones y actividades más relevantes que se han realizado a lo largo de todo el proyecto.

En el Apéndice de este documento se describen el mapa web y los contenidos de cada sección y apartado.

3 Actividades de diseminación

Esta sección describe las actividades de diseminación que engloba las actividades de difusión y divulgación, que se han realizado a lo largo de toda la duración del subproyecto 3 de Open6G. A continuación, se enumeran y detallan las actividades de difusión realizadas en Open6G-SP3.

3.1 Diseminación

La creación de conocimiento científico y tecnológico del subproyecto 3 abarca un conjunto de actividades entorno al estado del arte, propuestas de arquitecturas, desarrollo de protocolos y algoritmos, técnicas específicas de diseño o escenarios de evaluación, entre otras, centradas en RIS. Este conjunto de actividades han sido difundidas, y divulgadas al entorno universitario, al entorno industrial, y a la administración, tanto para un público profesional como general.

En este marco, las actividades se han dividido en dos grandes grupos: actividades de difusión y actividades de divulgación.

Actividades de difusión

Para transferir el conocimiento científico-tecnológico a una audiencia profesional, se han desarrollado seis grupos de actividades: publicación en revistas de alto impacto científico, presentación de ponencias en congresos internacionales y nacionales, modelos de utilidad, workshops y conferencias generalistas, participación en organismos de estandarización, y participación en otros proyectos con temáticas semejantes o complementarias.

Preferiblemente las publicaciones en revistas científicas y la presentación en congresos notables están indexadas en los principales rankings de referencia y plataformas como JCR, SCImago, SCOPUS, o Web of Science (WoS) para revistas, o ICORE (Core Ranking) para congresos entre otros. Para la presentación de trabajos se ha priorizado el envío de los trabajos a revistas del primer o segundo cuartil del IEEE, ACM, Springer o MDPI y congresos del ámbito, con revisión por pares.

Se ha priorizado la difusión del código generado en el proyecto, que ha permitido el desarrollo de plataformas, aplicaciones, servicios o algoritmos en los repositorios de código abierto (GitHub).

También se ha participado en organismos de estandarización internacionales, como 6GIA, O-RAN entre otros.

Actividades de divulgación

Las actividades de divulgación han estado focalizadas en promover la tecnología y resultados obtenidos para un público amplio. Para desarrollar estas actividades se han confeccionado contenidos de divulgación específicos para las redes sociales, demostraciones, y conferencias de temáticas específicas para asociaciones, foros empresariales, administraciones y también para un público amplio. Estas actividades se han realizado tanto en el marco nacional como en el europeo.

3.2 Actividades de difusión y divulgación realizadas

A continuación, se enumeran las actividades de difusión y divulgación realizadas por todos los miembros del subproyecto 3 a lo largo de todo el proyecto. Estas actividades se han realizado bajo las directrices de los planes de difusión del proyecto, que integra todos los planes de cada organización.

Tal como indicamos en el apartado 3.1, estas actividades se han clasificado en seis grandes grupos: publicaciones científicas, publicaciones en congresos, workshops y conferencias generalistas, modelos de utilidad, participación en organismos de estandarización, y colaboraciones con otros proyectos nacionales e internacionales.

3.2.1 Publicaciones científicas

A continuación, en la Tabla 1 indicamos los trabajos más relevantes publicados en revistas indexadas. En este apartado también se han incluido los trabajos presentados en las revistas científicas, que se publicaron previas a la reunión de inicio de proyecto celebrado en el mes de Julio de 2023. En estas publicaciones no aparece la reseña de la financiación del ministerio en la sección de reconocimientos.

Tabla 1. Publicaciones en revistas científicas.

#	Título	Revista	Autores	Índice de impacto
1	Open Radio Access Networks (O-RAN) Experimentation Platform: Design and Datasets.	IEEE Communications Magazine. Volume 61, Issue 9, pp. 138-144. September 2023.	J. X. Salvat, J. A. Ayala-Romero, Lanfranco Zanzi, A. Garcia-Saavedra, X. Costa-Perez. (NEC).	WoS: JCR Q1, Impact factor 8.3 Scopus: SJR Q1, Impact Factor 5.63
2	AIRIC: Orchestration of virtualized radio access networks with noisy neighbours.	IEEE Journal on Selected Areas in Communications. Volume 42, Issue 2, pp. 420-431, February 2024.	J. X. Salvat Lozano, A. Garcia-Saavedra, X. Li, X. Costa Perez. (NEC).	WoS: JCR Q1, Impact factor 13.8 (2023) Scopus: SJR Q1, Impact Factor 8.71 (2023)

3.2.2 Publicaciones en congresos científicos

En la Tabla 2 indicamos la presentación de ponencias en congresos científicos.

Tabla 2. Publicaciones en congresos científicos.

#	Título	Congreso	Autores	ICORE
1	Risk-Aware Continuous Control with Neural Contextual Bandits.	Association for the Advancement of Artificial Intelligence. Conference on Artificial Intelligence 2024 (AAAI '24). Vancouver, British Columbia, Canada. 20-27 Febrero 2024.	J. A. Ayala-Romero, Garcia-Saavedra, X. Costa-Perez. (NEC).	A*
2	Location Optimization and Resource Allocation of IRS in a Multi-User Indoor mmWave VR Network.	IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC). Dubai, United Arab Emirates. 21-24 Abril 2024.	J. A. Ayala-Romero, A. Garcia-Saavedra, X. Costa-Pérez.(NEC).	B
3	MemorAI: Energy-Efficient Last-Level Cache Memory Optimization for Virtualized RANs.	IEEE International Conference on Machine Learning for Communication and Networking (ICMLCN). Estocolmo, Suecia. 5-8 Mayo 2024.	E. Sanchez Hidalgo, J. X. Salvat Lozano, J. A. Ayala-Romero, A. Garcia-Saavedra, X. Li and X. Costa-Perez. (NEC).	-
4	O-RAN Based Mechanism to Feed AI-Driven Services: a Testbed Deployment.	2025 IEEE International Conference on Machine Learning for Communication and Networking (ICMLCN). Estocolmo, Suecia. 5-8 Mayo 2024.	N. Domenech, M. Darroudi M. Thekker, C. Armesto, M. Grandy. (Neutron).	-
5	CloudRIC: Open Radio Access Network (O-RAN) Virtualization with Shared Heterogeneous Computing	MobiCom '24: 30th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking Computing Washington D.C. USA November 18 - 22, 2024	A. Garcia-Saavedra. (NEC).	A*

3.2.3 Participación en congresos, workshops y conferencias generalistas

En este apartado se muestran las presentaciones en congresos, workshops y conferencias de los resultados del subproyecto para un foro y audiencia generalista. En la sección anterior también se ha mostrado la presentación en congresos, pero en aquel caso las actividades están focalizadas temáticamente y van dirigidas a una audiencia especializada.

La Tabla 3 muestra la participación en congresos, workshops y conferencias realizadas en este período.

Tabla 3. Participación en congresos, workshops y conferencias generalistas.

#	Título	Workshops y conferencias, lugar y fecha	Organizadores y/o ponentes
1	Athonet UPTIME.	Museum of Marconi. Bolonia. 8-9 Junio 2023.	Matteo Grandi. (Neutron).
2	Online presentation of the Neutron R&D activities.	MEO 5G-Challenge. 19 Septiembre 2023.	Matteo Grandi. (Neutron).
3	Presentation of the Neutron R&D activities.	Tech Forum. Barcelona. 27-28 Septiembre 2023.	Matteo Grandi. (Neutron).
4	National 6G research activities in Spain and i2CAT's impact.	One6G Summit. Munich. 9 de Noviembre 2023.	Sergi Figuerola. (i2CAT).
5	Presentation of the Neutron R&D activities.	Web Summit Altice Arena. Lisboa. 13-16 Noviembre 2023.	Matteo Grandi. (Neutron).
6	UNICO 5G/6G I+D at i2CAT: Projects, ecosystem and preliminary results.	5G Days 2023, Valencia. 16 Noviembre 2023.	Yuri Murillo. (i2CAT).
7	Presentation of the Neutron R&D activities and innovation lines.	Total Telecom Congress. Amsterdam. 20-23 Noviembre 2023.	Matteo Grandi. (Neutron).
8	MWC2024	Mobile World Congress. Barcelona. 26-29 Febrero 2024.	Mahdi Darroudi. (Neutron).
9	Hannover Messe 2024	Hannover Messe. 22-26 Abril 2024.	Mahdi Darroudi. (Neutron).

3.2.4 Modelos de utilidad y repositorios de código abierto

La Tabla 4 muestra los códigos abiertos de los módulos del subproyecto y el enlace a los respectivos repositorios.

Tabla 4. Modelos de utilidad y repositorios de código abierto.

#	Tipo	Título o enlace	Autores
1	Controlador inteligente de asignación de recursos en el MEC/RAN.	Controlador inteligente https://github.com/alexllor1991/Intelligent-Controller .	Alejandro Llorens. (UPC).
2	Dataset.	O-RAN experimental evaluation datasets.	J. X. Salvat Lozano, J. A. Ayala-Romero, Lanfranco Zanzi, A. García-Saavedra, X. Costa-Pérez. (NEC).
3	Tools Code	https://github.com/CarlosNeutron/Open6GMetricsExporter	N. Domenech, M. Darroudi M. Thekker, C. Armesto, M. Grandy (Neutron).
4	Slicing en la RAN. Sistema FDRL	https://github.com/mmmorfa/FL_Model1/	M. J Martínez, C. Cervelló, S. Sallent. (UPC).

3.2.5 Participación en organismos de estandarización y alianzas

En este período NEC está participando en el grupo de trabajo 2 de O-RAN y la UPC participa en las actividades de 6GIA (Tabla 5).

Tabla 5. Participación en organismos de estandarización y alianzas.

#	Nombre del organismo	Grupo de trabajo	Participantes
1	O-RAN Alliance.	Working Group 2. Non-Real-time RAN Intelligent Controller and AI.	NEC.
2	6GIA.	6GIA.	UPC, Neutron.

3.2.6 Colaboraciones con otros proyectos

Los miembros del subproyecto están colaborando con otros proyectos de temáticas complementarias. La Tabla 6 muestra los proyectos externos en curso o realizados que guardan relación con la temática del subproyecto.

Tabla 6. Colaboración con proyectos internacionales o nacionales relacionados con el subproyecto.

#	Tipo de proyecto (nacional, EU,...)	Título del proyecto	Participantes
1	Nacional	Towards zero touch network and services for beyond 5G (TRUE5G-UPC). PID2019-108713RB-C51.	(UPC BAMPLA).
2	Nacional	Enabling Native-AI Secure deterministic 6G networks for hyper-connected environments (6G-INSPIRE). PID2022-137329OB-C41.	(UPC BAMPLA).
3	H2020	AI@EDGE. https://cordis.europa.eu/project/id/101015922/ https://aiatedge.eu/	(i2CAT, UPC, etc).
4	H2020	DAEMON. https://cordis.europa.eu/project/id/101017109 https://h2020daemon.eu/	(i2CAT, NEC, TID.)
5	Nacional	Laboratorio Abierto Científico-Tecnológico de Investigación en 6G de la UPC” (6G-UPC-OpenLab) http://6g-openlab.upc.edu/en	(UPC BAMPLA).
6	HORIZON-JU-SNS	BEGREEN. https://cordis.europa.eu/project/id/101097083/ https://www.sns-begreen.com/	(i2CAT, NEC, TID)
7	HORIZON-JU-SNS	ORIGAMI. HORIZON-JU-SNS-2023) 101139270 https://sns-origami.eu/	(i2CAT, NEC, TID)
8	HORIZON EUROPE	INSTINCT https://cordis.europa.eu/project/id/101139161	(i2CAT, NEC, TID)

4 Explotación de los resultados

4.1 Objetivos

Las cuatro organizaciones que forman parte del subproyecto 3 de Open6G poseen laboratorios de investigación y desarrollo tecnológico y, a su vez, dos de ellas son empresas con potencial para realizar la transferencia de los resultados del proyecto a productos comerciales. Esta composición ha generado un entorno propicio para crear una cadena de valor que interconecta de forma natural la investigación y desarrollo con la transferencia de conocimiento y la etapa final consistente en la creación de productos. El potencial coordinado de estas cuatro organizaciones nos ha permitido realizar unos planes de explotación que cubre todos los ámbitos de esta cadena. Estos planes se están empezado a desarrollar a medida que se han validado las PoC y su aplicación en verticales para entornos reales acotados, como son los demostradores en campo de algunos de los integrantes del proyecto.

Las actividades de explotación se han focalizado en :

- **Pruebas de concepto, casos de uso y prototipos**
El subproyecto ha desarrollado algoritmos, servicios, aplicaciones, protocolos y arquitecturas que confluyen en pruebas de concepto que han dado lugar a casos de uso aplicados a verticales. La tecnología RIS combinada con los entornos abiertos como O-RAN han facilitado la creación de prototipos pre-industriales.
- **Creación de plataformas de desarrollo y validación**
Este plan ha contemplado la creación o extensión de plataformas experimentales para desarrollar y validar las pruebas de concepto y los casos de uso. Estas plataformas abiertas se han desarrollado tanto en los laboratorios (interior de las instalaciones y laboratorios de los participantes), como en recintos exteriores, permitiendo el despliegue de verticales y pruebas de campo más realistas. Estas plataformas han sido desarrolladas conjuntamente con otros proyectos nacionales y europeos indicados en la Tabla 6.
- **Reforzar las áreas estratégicas de las empresas, centros de investigación y universidades**
La creación de nuevo conocimiento nos ha permitido avanzar hacia las redes 6G fundamentadas en nuevas tecnologías como RIS desarrolladas sobre plataformas abiertas como O-RAN y gestionadas todas ellas por mecanismos de ML centralizados o distribuidos. Este nuevo conocimiento conjunto ha reforzado las áreas de investigación y desarrollo de nuestras organizaciones posibilitando la creación de nuevos grupos de investigación estratégica y la transmisión de conocimiento tanto a nivel interno como externo.
- **Inclusión de los desarrollos en los portafolios de los productos**
El desarrollo de estos prototipos pre-industriales ha impulsado la creación de nuevos productos en los ámbitos de 5G/6G que permitirán ser incorporados en los portafolios de las dos empresas. Estos desarrollos pueden también ampliar las prestaciones de los productos ya existentes en sus respectivos catálogos de productos.

El centro de Investigación y la universidad están ofreciendo sus respectivas plataformas abiertas a las empresas y administraciones para diseñar y validar sus desarrollos bajo condiciones controladas.

A continuación detallamos las actividades de explotación de cada miembro del subproyecto.

4.2 Actividades de explotación

4.2.1 Actividades de explotación de i2cat

i2CAT se ha beneficiado de las definiciones de casos de uso y las especificaciones de la arquitectura de Open6G, principalmente en términos de evaluar la aplicación de un prototipo interno de sistema 5G basado en O-RAN para arquitecturas de red y escenarios habilitados para RIS. Además, i2CAT está valorando la posibilidad de integrar el prototipo de red 5G basado en O-RAN en algunos de los sistemas integrados y demostradores de prueba de concepto. El prototipo interno es un punto de partida para la investigación sostenible en el ámbito de las redes 5G y más allá en el Laboratorio de Sistemas impulsados por la investigación de IA en i2CAT. Las capacidades de integración de su prototipo de O-RAN se están mejorando con las funcionalidades de detección, resultando un banco de pruebas integrado basado en O-RAN para respaldar sus futuras necesidades de investigación, innovación y visibilidad.

En i2CAT también han realizado diversas publicaciones de trabajos científicos en eventos de alto nivel. Han dirigido a audiencias heterogéneas con los diferentes resultados del subproyecto, específicamente, a la comunidad académica a través de resultados científicos presentados en conferencias y revistas, a la audiencia empresarial enfocada en el mercado a través de sistemas experimentales de prueba de concepto y demostradores, al público en general con producciones de investigación a través de la explotación a largo plazo, y a los nuevos talentos que están siendo atraídos gracias a la visibilidad adicional obtenida a través de este subproyecto.

Además, la utilización de los resultados de Open6G está facilitando una investigación más profunda en los dominios de investigación activos de i2CAT, como la realidad virtual, y también ha permitido iniciar nuevas líneas de investigación. A través de publicaciones científicas activas en lugares de alto nivel, así como a través de la colaboración con los socios del consorcio, la explotación en i2CAT se ha centrado en capacitar a sus investigadores más jóvenes y estudiantes de doctorado para que se conviertan en líderes en investigación e innovación en futuras tecnologías 6G.

4.2.2 Actividades de explotación de NEC

NEC está aprovechando los resultados del proyecto de investigación del subproyecto 3 de Open6G para impulsar la innovación en sus futuros productos.

El plan de explotación de los resultados obtenidos se ha centrado en la creación de pruebas de concepto para diversos grupos que lideran diferentes líneas de negocio para NEC. A partir del artículo “CloudRIC: Open Radio Access Network (O-RAN) Virtualization with Shared Heterogeneous Computing”, publicado y presentado en *MobiCom 2024*, han desarrollado una prueba de concepto (PoC) que valida la

implementación de virtualización eficiente en redes de acceso radioeléctrico (RAN). Esta PoC ha demostrado la capacidad de orquestar recursos computacionales heterogéneos, garantizando altos niveles de rendimiento y escalabilidad en entornos O-RAN. Como resultado de las investigaciones realizadas para CloudRIC y su implementación en la PoC, se ha propuesto nuevas direcciones internamente para llevar los resultados a un entorno real.

Simultáneamente, se está llevando a cabo una cuidadosa evaluación de los descubrimientos y tecnologías emergentes derivadas de Open6G, con el objetivo de identificar áreas estratégicas para la integración en los productos y soluciones que NEC ha desarrollado. Este proceso garantizará que NEC se posicione a la vanguardia de la evolución tecnológica, ofreciendo a sus clientes soluciones avanzadas y eficaces que reflejen los avances significativos logrados en el marco del proyecto.

Además, la descripción detallada de los casos de uso derivados de Open6G no solo se utilizará para la implementación inmediata en productos, sino que también desempeñará un papel crucial en el proceso continuo de mejora y perfeccionamiento. NEC aprovecha los datos y experiencias recopiladas de estos casos de uso para retroalimentar el ciclo de desarrollo, permitiendo ajustes precisos y refinamientos en sus productos existentes. Este enfoque iterativo garantiza la adaptabilidad y eficiencia continua de sus productos en respuesta a las cambiantes necesidades del mercado y las demandas de sus clientes.

4.2.3 Actividades de explotación de UPC

Los resultados obtenidos por la UPC en el proyecto Open6G se han centrado en proveer, desarrollar y evaluar un conjunto de algoritmos de ML federados, que han permitido automatizar ciertas funcionalidades de slicing en O-RAN en el marco de 5G/6G. Los algoritmos propuestos son multiagente basados en deep learning (MADL). Estas soluciones se han validado en una prueba de concepto a través de simuladores (OAI y MEC) y el desarrollo de ciertas funcionalidades sobre la plataforma 6G-UPC-OpenLab. Los resultados de este proyecto permiten crear distintos tipos de servicio garantizando para cada uno de ellos unos estrictos requerimientos de calidad de servicio. Uno de estos tipos de servicio ofrece el soporte de comunicaciones a ISAC para RIS soportando e integrando comunicaciones masivas para centenares de dispositivos.

En base a estas consideraciones el plan de explotación de la UPC tiene como objetivo valorizar el conocimiento adquirido en el proyecto. La valorización ha sido focalizada en dos ejes: la transferencia tecnológica y la transferencia de conocimiento a través de las actividades académicas. Esta última se describirá en el siguiente capítulo.

Transferencia tecnológica

- **Infraestructura de investigación**

Parte del conocimiento desarrollado por los miembros participantes en este subproyecto nos va a ser útil para aplicarlo en la plataforma 6G-UPC-OpenLab⁶ para ofrecer un servicio a los grupos de investigación, las empresas, a la

⁶ <http://6g-openlab.upc.edu/en>

comunidad científica nacional e internacional, y la administración, apto para realizar desarrollos experimentales, PoC, y monitorización-validación de aplicaciones, servicios, infraestructura y nuevos dispositivos 6G.

6G-UPC-Openlab es un proyecto de infraestructura 6G abierta liderado por la titular de este proyecto. 6G-UPC-Openlab, [Laboratorio Abierto Científico-Tecnológico de Investigación en 6G de la UPC](#), se define como “una infraestructura y equipamiento 6G de investigación que desarrolla una extensa red más allá de 5G/6G con multitecnología extremo a extremo basada en una red de acceso radio y óptica, y una red del núcleo de alta capacidad, que soportarán un conjunto de servicios de red y aplicaciones inteligentes y cognitivas, para poder diseñar, monitorizar, validar y desplegar holísticamente nuevos dispositivos, servicios, aplicaciones y verticales 6G”.

La plataforma conforma una infraestructura *multitecnología, inteligente y cognitiva, multidominio, y extensa* que abarca los dos Campus más importantes en tecnologías TIC de la UPC: el Campus del Baix Llobregat en Castelldefels, con su Parque Mediterráneo de la Tecnología (PMT), y el Campus Nord en Barcelona, los cuales están interconectados mediante fibra óptica y tecnología WDM. Esta plataforma se está construyendo en los laboratorios y en los exteriores (calles adyacentes) de los edificios de ambos campus. Por ejemplo, el PMT en Castelldefels, con calles con tráfico controlado, de 336.000 m² y 2,3 km de perímetro, incluye los laboratorios de los grupos de investigación, la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels (EETAC), la Escuela de Ingeniería Agroalimentaria y de Biosistemas de Barcelona (EEABB), el Drone-Lab⁷ y el invernadero gestionado por la EEABB. El Drone-Lab es una gran infraestructura de investigación conformada por una estructura protegida para el vuelo de drones de 90 m x 45 m x 15 m abierta a la industria y centros de investigación.

La incorporación de los desarrollos de RIS para ISAC potenciará las facilidades de esta infraestructura.

- [Participación en proyectos de investigación](#)

Se han realizado propuestas para participar en proyectos competitivos de investigación nacionales, y europeos en el marco de Horizon y en el programa de formación de doctores como GENOME (Doctoral Network, DN. HORIZON-MSCA-2024-DN-01-01. GENOME).

4.2.4 Actividades de explotación de Neutron

Proyectos como este juegan un papel vital para impulsar el proceso de desarrollo tecnológico de Neutron. Los objetivos del subproyecto han estado alineados con los objetivos estratégicos de la empresa, y esta convergencia nos permite expandir el porfolio de experiencia y la oferta tecnológica.

Neutron está impulsando los siguientes escenarios de explotación:

⁷ <http://pmt.es/ca/dronlab>

- **Transferencia tecnológica.** Tanto a nivel interno de la empresa, como con entidades externas, los resultados obtenidos han sido presentados en eventos, paneles, ferias, y foros donde las temáticas tratadas en este subproyecto puedan resultar de interés.
- **Transferencia de conocimiento.** Neutron ha organizado sesiones regulares en las cuales las nuevas características del producto se han presentado. Conjuntamente con el área de producto y la de negocio, se han analizado periódicamente estos resultados para contribuir a la creación de nuevo conocimiento, actividades de divulgación, y contribuciones al producto con análisis de mercado. Además, Neutron es parte de 6GIA, EUWENA, NetWorld Europe, 5G-OIL, UKTIN, entre otros grupos de interés, que han añadido relevancia a la publicación y diseminación de los resultados.
- **Expansión del catálogo de productos y funcionalidades.** La perfecta alineación entre los objetivos del subproyecto y el roadmap de innovación de Neutron está permitiendo la expansión del catálogo de productos. Figura 10 muestra el catálogo de productos de Neutron correspondiente a su plataforma de 5G en la nube.

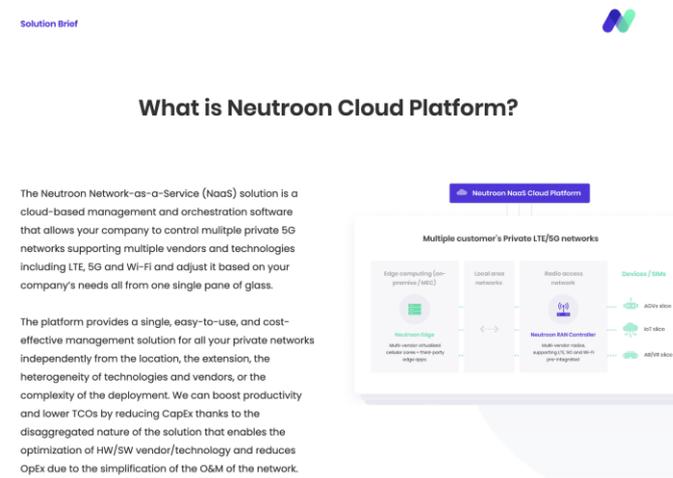


Figura 10. Página web⁸ de Neutron donde se muestra el catálogo de productos de su plataforma en la nube.

La integración de los resultados del proyecto en la oferta de servicios de Neutron está siendo uno de los objetivos fundamentales dentro del plan de explotación.

4.2.5 Público objetivo

Los planes de explotación del proyecto están dirigidos a un público objetivo formado por las empresas del sector, la administración, la comunidad científica y universitaria y los potenciales usuarios de 6G.

⁸https://cdn.prod.website-files.com/5fc72d40ce74136c302d004d/65d32095be3e824e9eb292be_14022024_SB_NCP.pdf

5 Actividades académicas

Uno de los objetivos del subproyecto ha sido **transferir** el conocimiento generado por todos sus miembros a las actividades de formación académicas de grado, máster y tercer ciclo, la difusión del conocimiento a la comunidad científica y al público en general y la captura de talento. Estas acciones han tenido un efecto inmediato con la incorporación de las nuevas tecnologías 6G a los contenidos de los currículos de los futuros profesionales y en la formación continua de los graduados.

5.1 Actividades académicas realizadas

Las actividades académicas realizadas las clasificamos en actividades de formación y actividades de difusión. Es importante remarcar que estas actividades incluyen tanto las actuaciones específicas focalizadas exclusivamente en RIS como actuaciones generalistas de 6G, O-RAN o ML donde se incluyen ejemplos o acciones de RIS integradas dentro del contexto de O-RAN y RIS.

5.1.1 Actividades de formación

Las actividades de formación se han focalizado en incluir algunas de las temáticas del subproyecto en los programas de máster y grado, en la dirección de trabajos fin de grado y fin de máster, en la formación de tercer ciclo y en la captación de talento.

- **Incorporación de nuevos contenidos en las asignaturas de grado y máster**

Los conocimientos adquiridos en el subproyecto acerca de las tecnologías RIS, servirán para actualizar los contenidos de las asignaturas de máster y optativas de grado relacionadas con la descripción de las arquitecturas de 5G y 6G que se imparten en la EETAC. En particular, se han incluido nuevos contenidos en la asignatura 5GNet del máster *Applied Telecommunications and Engineering Management* (MASTEAM⁹.) de 3 ECTS. La Figura 11 muestra un ejemplo de la inclusión de contenidos del subproyecto en el programa de máster CoDas¹⁰.

⁹ <http://masteam.masters.upc.edu/en>

¹⁰ <http://www.unite-codas-master.eu/>

MASTEAM-MATT-CoDaS Talk

Exploring Deep Reinforcement Learning for RAN-level slice admission control in 5G/6G: Centralized and Federated approaches within the O-RAN Framework

Speaker: Mario José Martínez Morfa



Figura 11. Muestra de algunos contenidos del subproyecto impartidos en el nuevo título de máster europeo CoDas.

En esta conferencia se introdujo la gestión automatizada de O-RAN mediante técnicas de ML para ofrecer calidad garantizada a través de slices. Paralelamente se mostraron ejemplos de RIS para entornos de alta densidad de comunicaciones instantáneas.

- **Trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM)**

Se han propuesto y realizado un trabajos fin de grado y un trabajo de fin de máster relacionados con la temática del proyecto.

A continuación se enumeran las estancias en otros centros, los TFG y los TFM realizados en este subproyecto.

La Tabla 7 muestra la estancia en el centro de investigación de i2CAT, y los trabajos fin de grado y fin de máster realizados.

Tabla 7. Estancias en otros centros y trabajos fin de grado y fin de máster.

#	Tipo de trabajo	Título del proyecto	Autor
1	Intership	IRS-supported mmWave JSAC in full immersive multiuser VR. (en curso)	Alex Amat. (i2Cat).
2	Trabajo Fin de Máster (TFM).	DRL-based xApps for Dynamic RAN and MEC Resource Allocation and Slicing in O-RAN. Junio 2024.	Mario José Martínez Morfa. (UPC).
3	Trabajo Fin de Grado (TFG).	Assignació dinàmica de recursos basada en DRL en un entorn O-RAN/MEC. Julio 2024.	Guillem Purtí Ramírez. (UPC).

- **Formación de tercer ciclo**

Se están desarrollando tesis doctorales relacionadas con la temática del proyecto. Asimismo, se ha fomentado la codirección de tesis doctorales y las

estancias en centros de investigación y empresas extranjeras, y entre los miembros del proyecto. La UPC está codirigiendo tesis doctorales con i2CAT.

La Tabla 8 muestra los proyectos de tesis y tesis doctorales defendidas en este período.

Tabla 8. Proyectos de tesis y tesis doctorales defendidas.

#	Tipo de trabajo	Título	Autor
1	Proyecto de tesis	Zero-touch optimized resource placement for connected autonomous vehicles routes in B5G/6G MEC via multiagent federated deep reinforcement learning. Noviembre 2023. (Tesis en curso).	Carlos Ausias Ruíz de Mendoza. (UPC).
2	Proyecto de tesis	Enabling collaborative Intelligence in Heterogeneous Edge to Cloud Continuum. Octubre 2023. (Tesis en curso).	Javier Palomares Torrecilla. (UPC).
3	Proyecto de tesis	Contributions to Resource Allocation in dynamic environments with Machine Learning Methods. Octubre 2022. (Tesis en curso).	Claudia Torres Pérez. (UPC).

- **Captación de talento**

Se ha realizado una política para captar talento consistente en presentar propuestas nacionales y europeas para financiar la atracción de los mejores alumnos de doctorado y postgrado. Se ha participado en los programas nacionales de “Ayudas para Contratos Predoctorales para la Formación de Doctores/as” del ministerio de Ciencia Innovación y Universidades¹¹, y europeos como Marie Skłodowska-Curie Actions, Doctoral Networks, Horizon-MSCA, Erasmus mundus+¹² y HADEA.

La Tabla 9 muestra los proyectos presentados en las convocatorias nacionales y europeas para la captación de talento.

Tabla 9. Proyectos presentados en las convocatorias de las redes doctorales europeas y nacionales.

#	Programa	Título	Llamada/fecha presentación proyecto
1	Erasmus Mundus Joint Masters (EMJM) programme, funded by Erasmus+ Programme of the European Union.	Master's degree in Communications, Engineering and Data Science (CoDaS). Technische Universität Braunschweig, INP Grenoble, UPC, Aalto University, Técnico Lisboa.	Puesta en marcha en Setiembre 2024.
2	European Commission, Digital Europe Programme.	Master Artificial Intelligence for Connected Industries (AI4CI) ¹³ . Cnam Paris, Cnam Grand-Est, Avignon Université, Universitat Politècnica de Catalunya, Universitatea Babeş-Bolyai,	HADEA. Puesta en marcha en Setiembre 2025.

¹¹ <http://www.aei.gob.es/ca/convocatorias/cercador-convocatorias/ayudas-contratos-predoctorales-formacion-doctoresas-2022>

¹² <http://www.horizonteeuropa.es/msca>

¹³ <http://ai4ci.roc.cnam.fr/>

		National Technical University of Ukraine, Ulm University.	
3	Marie Sklodowska-Curie Actions.	6GENOME. Generative and connected intelligence for 6G open management.	Doctoral Networks, Horizon-MSCA-2024-DN-01-01 Noviembre 2024 (Pendiente aprobación).

5.1.2 Actividades de difusión

En el marco académico se han realizado un conjunto de actos de difusión orientados a la divulgación de los resultados del proyecto para los miembros de la academia, comunidad investigadora, profesionales del sector y público en general. La difusión se ha cubierto mediante cubierto seminarios, workshops y web de la EETAC.

- **Seminarios**

Se ha desarrollado cinco seminarios acerca de las tecnologías, arquitecturas y servicios más relevantes surgidos en el marco del proyecto. Los seminarios se han impartido de forma híbrida (presencial y online) en las dependencias de la EETAC. La periodicidad del seminario ha sido quincenal (en periodo lectivo) y iniciándose en marzo de 2024 y finalizando en octubre de 2024. El seminario ha ido dirigido a los miembros de la academia, alumnos de máster y doctorado y profesorado, miembros del proyecto y profesionales del sector. Las sesiones las han impartido los miembros del subproyecto. La duración de cada sesión ha sido aproximadamente de una hora.

Algunas de las conferencias del seminario se han centrado en:

- 6G y arquitectura ORAN. Open RAN Networks for revolutionary 6G Systems: An Architectural overview. Esteban Municio, i2CAT. 24 abril 2024.
- Green. Green 6G: Harnessing RIS as a Key Enabler for ISAC innovations. Vincenzo Sciancalepore, NEC. 8 mayo 2024.
- ISAC/RIS. ISAC and RIS integration into 5G-NR compliant ORAN. Mahdi Darroudi, Neutron. 2 octubre 2024.

- **Workshops y conferencias**

En los workshops organizados en el marco del programa de doctorado del departamento de Ingeniería Telemática y en los organizados por el propio grupo de investigación, con una periodicidad semanal, se han presentado, desarrollado y discutido los resultados obtenidos por los doctorandos, estudiantes asociados a los proyectos fin de máster y alumnos de grado relacionados con el proyecto. El grupo de investigación de BAMPLA¹⁴ dirigido por Cristina Cervelló, que a su vez es la responsable del suproyecto de la UPC, consta de un subgrupo de trabajo formado por nueve investigadores que mantiene reuniones semanales donde se exponen, analizan y desarrollan nuevas tecnologías, algoritmos,

¹⁴ <https://futur.upc.edu/BAMPLA>

procedimientos y entornos de simulación y emulación, entre otras actividades. En este marco es donde se han realizado exposiciones de la temática del subproyecto con la finalidad de formar a los miembros del equipo de investigación.

- **Medios de comunicación**
Periódicamente, se han difundido los seminarios, las noticias más relevantes relacionadas con las tecnologías 6G y los resultados obtenidos en el proyecto a través de la página web de la EETAC ([Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels](#)) y las redes sociales. Estos contenidos han ido dirigidos a un público amplio.

5.1.3 Público objetivo

Las actividades de este plan académico se han ofrecido a la comunidad universitaria, comunidad científica, organizaciones participantes en el proyecto, representantes de la administración y público en general.

6 Conclusiones

Este entregable forma parte de las actividades que se han realizado dentro del subproyecto 3, lote 3, paquete 6 (SP3-L3-P6) del proyecto Open6G. El objetivo de este documento ha sido enumerar y describir las actividades de comunicación, difusión, explotación y actividades académicas realizados por cada uno de los miembros del proyecto. Estas actividades abarcan un período que va desde el inicio del proyecto hasta su finalización en diciembre de 2024.

Los planes definidos inicialmente para las actividades de difusión y académicas que se han ejecutado a lo largo del proyecto han cumplido los objetivos propuestos. Estas actividades han ido difundiendo los objetivos tecnológicos y los resultados intermedios y finales de cada solución tecnológica, así como su impacto en la futura 6G. Al final de este proyecto las propuestas tecnológicas han generado PoC, soluciones, y pre-productos que se van a incorporar en los portafolios de las dos empresas.

A su vez, este incremento de conocimiento ha sido uno de los impulsores para incorporar nuevos contenidos docentes y actividades de investigación tanto en los programas de grado, máster y doctorado, propiciando la puesta en marcha de dos programas de máster europeos.

Asimismo parte de estas soluciones se han incorporado en las plataformas de desarrollo, demostradores y emuladores de 6G, que disponen tanto la universidad como el centro de investigación. Estos instrumentos están al servicio de las empresas y la administración como soporte al desarrollo de productos y servicios de 6G.

Apéndice

En este apéndice mostramos la estructura de las secciones de la página web del subproyecto y sus contenidos.

El mapa web del subproyecto consta de tres secciones “Objetivos y resultados”, “Actividades de difusión y divulgación” y “Actividades académicas” que se muestran en la Figura 12.

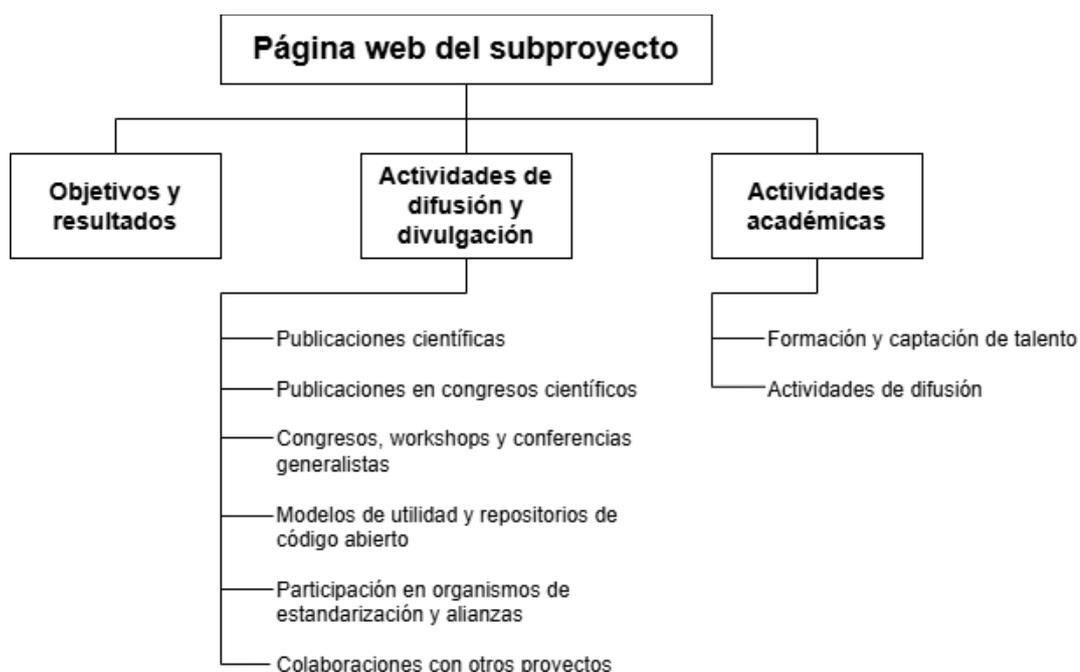


Figura 12. Mapa de la página web del subproyecto

A continuación se detallan los contenidos de cada sección y subsección.

Objetivos

Este subproyecto tiene como objetivo la integración de superficies inteligentes reconfigurables (RIS) en la infraestructura de red para tareas de comunicación, detección, localización y computación.

Resultados

Principales resultados de la investigación realizada en este subproyecto:

- Principios de diseño de un banco de pruebas compatible con O-RAN.
- Conjuntos de datos recogidos en un amplio conjunto de experimentos.
- Controlador inteligente de radio (AIRIC) basado en IA para organizar los recursos informáticos de la vRAN.
- Marco de toma de decisiones consciente del riesgo para problemas de bandidos contextuales, que tiene en cuenta restricciones y espacios de acción continuos.
- Diseño óptimo de una red de realidad virtual asistida por una superficie reconfigurable inteligente multiusuario.

- Eficacia de los mecanismos de asignación de memoria caché para reducir el consumo total de energía en redes O-RAN.
- CloudRIC, un sistema que aborda las limitaciones de las vRAN actuales.
- ARES, un sistema capaz de optimizar autónomamente la configuración de superficies reconfigurables inteligentes.
- RISENSE, un protocolo basado en transmitir señales de modulación de amplitud (AM) sobre las señales de modulación por división ortogonal de frecuencia (OFDM) de 5G para controlar superficies reconfigurables inteligentes, de modo que se minimize la carga de la red 5G.

Actividades de difusión y divulgación

Publicaciones científicas:

1. J. X. Salvat, J. A. Ayala-Romero, L. Zanzi, A. Garcia-Saavedra, and X. Costa-Perez, "Open Radio Access Networks (O-RAN) Experimentation Platform: Design and Datasets," *IEEE Communications Magazine*, vol. 61, no. 9, pp. 138–144, Sep. 2023, doi: 10.1109/MCOM.003.2200711.
2. J. X. S. Lozano, A. Garcia-Saavedra, X. Li, and X. C. Perez, "AIRIC: Orchestration of Virtualized Radio Access Networks With Noisy Neighbours," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 42, no. 2, pp. 432–445, Feb. 2024, doi: 10.1109/JSAC.2023.3339749.

Publicaciones en congresos científicos:

1. J. A. Ayala-Romero, A. Garcia-Saavedra, and X. Costa-Perez, "Risk-Aware Continuous Control with Neural Contextual Bandits," *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, vol. 38, no. 19, Art. no. 19, Mar. 2024, doi: 10.1609/aaai.v38i19.30083.
2. J. Jalali et al., "Location Optimization and Resource Allocation of IRS in a Multi-User Indoor mmWave VR Network," in *2024 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, Apr. 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/WCNC57260.2024.10570884.
3. J. Jalali et al., "Location Optimization and Resource Allocation of IRS in a Multi-User Indoor mmWave VR Network," in *2024 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, Apr. 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/WCNC57260.2024.10570884.
4. N. Domenech, M. Darroudi, M. Thekker, C. Armesto and M. Grandy, "O-RAN Based Mechanism to Feed AI-Driven Services: a Testbed Deployment," in *2025 IEEE International Conference on Machine Learning for Communication and Networking (ICMLCN)*, Apr. 2024.
5. L. L. Schiavo et al., "CloudRIC: Open Radio Access Network (O-RAN) Virtualization with Shared Heterogeneous Computing," in *Proceedings of the 30th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking*, Washington D.C. USA: ACM, May 2024, pp. 558–572. doi: 10.1145/3636534.3649381.

Congresos, workshops y conferencias generalistas

1. Athonet UPTIME.
Museum of Marconi. Bologna. 8-9 June 2023.
Ponente: Matteo Grandi. (Neutron).
2. Online presentation of the Neutron R&D activities.
MEO 5G-Challenge. 19 septiembre 2023.
Ponente: Matteo Grandi. (Neutron).
3. Presentation of the Neutron R&D activities.
Tech Forum. Barcelona. 27-28 septiembre 2023.
Ponente: Matteo Grandi. (Neutron).
4. National 6G research activities in Spain and i2CAT's impact.
One6G Summit. Munich. 9 de noviembre 2023.
Ponente: Sergi Figuerola. (i2CAT)
5. Presentation of the Neutron R&D activities.
Web Summit Altice Arena. Lisboa. 13-16 Nov 2023.
Ponente: Matteo Grandi. (Neutron).
6. UNICO 5G/6G I+D at i2CAT: Projects, ecosystem and preliminary results.
5G Days 2023, Valencia. 16 noviembre 2023.
Ponente: Yuri Murillo. (i2CAT).
7. Presentation of the Neutron R&D activities and innovation lines.
Total Telecom Congress. Amsterdam. 20-23 Nov 2023.
Ponente: Matteo Grandi. (Neutron).
8. MWC2024
Mobile World Congress. Barcelona. 26-29 febrero 2024.
Ponente: Mahdi Darroudi. (Neutron).
9. Hannover Messe 2024
Hannover Messe. 22-26 Abril 2024.
Ponente: Mahdi Darroudi. (Neutron).

Modelos de utilidad y repositorios de código abierto

1. Controlador
Controlador inteligente de asignación de recursos en el MEC/RAN.
Enlace: <https://github.com/alexllor1991/Intelligent-Controller>.
Alejandro Llorens.
2. Dataset.
O-RAN experimental evaluation datasets.
J. X. Salvat Lozano, J. A. Ayala-Romero, Lanfranco Zanzi, A. García-Saavedra, X. Costa-Pérez.
Enlace: <https://iee-dataport.org/documents/o-ran-experimental-evaluation-datasets>
3. Tools Code.
Enlace: <https://github.com/CarlosNeutron/Open6GMetricsExporter>.
N. Domenech, M. Darroudi, M. Thekker, C. Armesto, M. Grandy (Neutron).
4. Slicing en la RAN. Sistema FDRL
Enlace: https://github.com/mmmorfa/FL_Model1/.
M. J Martínez, C. Cervelló, S. Sallent.

Participación en organismos de estandarización y alianzas

1. O-RAN Alliance.
Grupo de trabajo: Working Group 2. Non-Real-time RAN Intelligent Controller and A1. <https://public.o-ran.org/display/WG2/Introduction>
2. 6GIA.
Grupo de trabajo: 6GIA. <https://6g-ia.eu/>

Colaboraciones con otros proyectos

1. Towards zero touch network and services for beyond 5G (TRUE5G-UPC). PID2019-108713RB-C51. <https://wimUNET.ugr.es/projects/true5g.php>
2. Enabling Native-AI Secure deterministic 6G networks for hyper-connected environments (6G-INSPIRE). PID2022-137329OB-C41. <https://wimUNET.ugr.es/projects/6ginspire.php>
3. AI@EDGE. <https://cordis.europa.eu/project/id/101015922/>
<https://aiatedge.eu/>
4. DAEMON. <https://cordis.europa.eu/project/id/101017109>
<https://h2020daemon.eu/>
5. Laboratorio Abierto Científico-Tecnológico de Investigación en 6G de la UPC” (6G-UPC-OpenLab). <http://6g-openlab.upc.edu/en>.
6. BEGREEN. <https://cordis.europa.eu/project/id/101097083/>.
<https://www.sns-begreen.com/>.
7. ORIGAMI. HORIZON-JU-SNS-2023) 101139270 <https://sns-origami.eu/>.
8. INSTINCT <https://cordis.europa.eu/project/id/101139161>.

Actividades académicas

Formación y Captación de talento

Proyectos presentados en las convocatorias nacionales y europeas para la captación de talento

1. Master’s degree in Communications, Engineering and Data Science (CoDaS), del programa Erasmus Mundus Joint Masters (EMJM). <https://www.unite-codas-master.eu/>
2. Master Artificial Intelligence for Connected Industries (AI4CI), del programa European Commission, Digital Europe, <https://ai4ci.eu/>
3. 6GENOME. Generative and connected intelligence for 6G open management, del programa Marie Skłodowska-Curie Actions (en curso).

Actividades de difusión

Seminarios impartidos en formato híbrido (presencial y online)

1. 6G y arquitectura ORAN. Open RAN Networks for revolutionary 6G Systems: An Architectural overview. Esteban Municio, i2CAT. 24 abril 2024. <https://eetac.upc.edu/ca/noticies/masteam-matt-talk-dr-esteban-municio-open-ran-networks-for-revolutionary-6g-systems-an-architectural-overview>
2. Green. Green 6G: Harnessing RIS as a Key Enabler for ISAC innovations. Vincenzo Sciancalepore, NEC. 8 mayo 2024.

- <https://eetac.upc.edu/ca/noticies/masteam-matt-talk-vincenzo-sciancalepore-green-6g-harnessing-ris-as-a-key-enabler-for-isac-innovations>
3. ISAC/RIS. ISAC and RIS integration into 5G-NR compliant ORAN. Mahdi Darroudi, Neutron. 2 octubre 2024. <https://eetac.upc.edu/ca/noticies/isac-and-ris-integration-into-5g-nr-compliant-oran-1>
 4. Exploring Deep Reinforcement Learning for RAN-level slice admission control in 5G/6G: Centralized and Federated approaches within the O-RAN framework. Mario José Martínez, UPC. 20 de septiembre de 2024. <https://eetac.upc.edu/ca/noticies/masteam-matt-codas-talk-mario-jose-martinez-1>

