



Oficina de Radiocomunicaciones (BR)

Circular Administrativa
CACE/1151

8 de agosto de 2025

A las Administraciones de los Estados Miembros de la UIT, a los Miembros del Sector de Radiocomunicaciones, a los Asociados del UIT-R y a las Instituciones Académicas de la UIT

Asunto: **Llamamiento a las administraciones por el que se les invita a alentar a expertos y científicos de instituciones académicas y de investigación a participar y contribuir a los trabajos de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R**

1 Introducción

En la reunión que el Grupo Asesor de Radiocomunicaciones celebró del 14 al 17 de abril de 2025, el grupo recomendó al Director de la BR que considerara la posibilidad de publicar una carta circular en la que se invitase a las administraciones a instar a expertos y científicos de instituciones académicas y de investigación a participar y contribuir a los trabajos de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R (véase el resumen de las conclusiones de la 32.ª reunión del Grupo Asesor de Radiocomunicaciones en la Carta Circular [CA/277](#)). En dicha reunión, se reconoció la importante labor que realizan los Grupos de Trabajo de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R a efectos del diseño de sistemas de radiocomunicaciones y la evaluación de las interferencias entre dichos sistemas, dato que se ha visto corroborado por las estadísticas en materia de descargas de Recomendaciones del UIT-R, siendo la serie P la más descargada desde hace más de 15 años.

2 Objeto de la presente Carta Circular

La presente Carta Circular tiene por objeto invitar a todas las administraciones de los Estados Miembros, así como a los Miembros del Sector de Radiocomunicaciones, a que alienten y faciliten la participación de instituciones académicas y de investigación de sus países en las actividades de los Grupos de Trabajo de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R.

Las próximas reuniones de los Grupos de Trabajo 3J, 3K, 3L y 3M del UIT-R están previstas del 15 al 25 de junio de 2026, en Ginebra, y la de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R el 26 de junio de 2026. Las personas interesadas podrán participar en dichas reuniones tanto en persona como a distancia. Las contribuciones a estas reuniones deberán enviarse a la Secretaría del UIT-R a más tardar a las 16.00 horas UTC del 3 de junio de 2026 a través de la dirección brsgd@itu.int.

3 Actividades de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R

En su reunión celebrada el 6 de junio de 2025, la Comisión de Estudio 3 del UIT-R decidió mantener su estructura articulada en torno a cuatro Grupos de Trabajo, revisó los mandatos conexos y nombró a los Presidentes y Vicepresidentes correspondientes, según se indica en el Anexo 1. La evolución de los trabajos de los Grupos de Trabajo de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R siguen dependiendo en gran medida de los avances logrados en el marco de las instituciones académicas y de investigación, así como de las contribuciones aportadas por los miembros que se dedican activamente a la elaboración de modelos de predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas. A cada Grupo de Trabajo le corresponde un programa de trabajo compuesto por una serie de temas, para los que dichas contribuciones resultarían especialmente útiles (véase el Anexo 2). Entre las reuniones anuales de los Grupos de Trabajo, las actividades relacionadas con temas específicos prosiguen en el seno de grupos por correspondencia creados a tal efecto. En el Anexo 3 se enumeran los grupos por correspondencia activos en los distintos Grupos de Trabajo.

La Comisión de Estudio 3 del UIT-R mantiene un banco de datos de mediciones de diversos fenómenos pertinentes para la elaboración de modelos de propagación de las ondas radioeléctricas. Dichas mediciones revisten una importancia crucial para desarrollar modelos y evaluar su precisión. Estas deben ser representativas del mayor número posible de regiones geográficas y zonas radioclimáticas. De ahí el valor de las mediciones en bandas de frecuencias y regiones geográficas que carecen de representación en las bases de datos de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R, véanse en especial los países en desarrollo y, más concretamente, los situados en zonas tropicales y similares, a tenor del *consciente a)* de la Resolución **5 (Rev.CMR-23)**, «Cooperación técnica con los países en desarrollo para los estudios de propagación en regiones tropicales y similares». Por consiguiente, se alienta específicamente a las administraciones que posean territorios en esas zonas a transmitir los resultados de las mediciones que hayan realizado a los Grupos de Trabajo de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R y a facilitar la participación de sus expertos en propagación en los citados Grupos de Trabajo.

Numerosas Recomendaciones de la serie P contienen algoritmos complejos y, en los últimos años, se ha trabajado arduamente en el desarrollo de *software* conexas, al que puede accederse gratuitamente desde la página web de la Comisión de Estudio 3 (<https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg3/Pages/iono-tropo-spheric.aspx>). Se acogen asimismo con satisfacción las aplicaciones de *software* relacionadas con Recomendaciones de la serie P.

Mario Maniewicz
Director

Anexos: 3

Anexo 1

Organización de los trabajos de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R

Tras las consultas celebradas conforme a lo dispuesto en las secciones A1.3.1.4, A1.3.1.4*bis* y A1.3.1.4*ter* de la Resolución [UIT-R 1-9](#), la Comisión de Estudio 3 del UIT-R decidió, en su reunión celebrada el 6 de junio de 2025, mantener su estructura articulada en torno a cuatro Grupos de Trabajo (GT), con los mandatos, los Presidentes y los Vicepresidentes que se indican a continuación.

1 [Grupo de Trabajo 3J](#) – Fundamentos de la propagación de las ondas radioeléctricas en medios no ionizados

El Grupo de Trabajo 3J proporciona información y elabora modelos que describen los principios y mecanismos fundamentales de la propagación de las ondas radioeléctricas en medios no ionizados. Este material es utilizado por otros Grupos de Trabajo de la Comisión de Estudio 3 como base para desarrollar métodos de predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas.

Presidente: Dr. Laurent CASTANET (F)

Vicepresidente: Sr. Eric HILL (USA)

2 [Grupo de Trabajo 3K](#) – Predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas en trayectos de propagación de punto a zona

El Grupo de Trabajo 3K se encarga de elaborar métodos de predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas en trayectos de punto a zona asociados a estaciones terrenales y aeronáuticas en medios no ionizados para bandas de frecuencias por encima de 30 MHz.

Presidente: Dr. Hajime SUZUKI (AUS)

Vicepresidente: Dr. Wataru YAMADA (J)

3 [Grupo de Trabajo 3L](#) – Predicción de la propagación ionosférica y las ondas de superficie y ruido radioeléctrico

El Grupo de Trabajo 3L se encarga de proporcionar información y elaborar modelos que describen los principios y mecanismos fundamentales de la propagación de las ondas radioeléctricas en medios ionizados y a través de los mismos, así como de desarrollar métodos de predicción de la propagación de las ondas de superficie entre estaciones terrenales por debajo de 30 MHz y en trayectos afectados por la ionosfera. También se ocupa de estudiar el tema del ruido radioeléctrico procedente de fuentes naturales y artificiales y de cuantificar los niveles de ruido radioeléctrico.

Presidente: Dr. Angelo CANAVITSAS (B)

Vicepresidentes: Sr. Adam HICKS (USA), Sr. Seok-Hee BAE (KOR)

4 [Grupo de Trabajo 3M](#) – Predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas en trayectos de punto a punto y entre la Tierra y el espacio

El Grupo de Trabajo 3M se encarga de elaborar métodos de predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas y ópticas en trayectos de punto a punto asociados a estaciones terrenales, aeronáuticas, marítimas y espaciales por encima de 30 MHz, así como en trayectos Tierra-espacio, espacio-Tierra y espacio-espacio.

Presidente: Dr. Richard RUDD (G)

Vicepresidentes: Dr. Leke LIN (CHN), Dr. Reza AREFI (USA) y Dra. Olga IASTREBTSOVA (RUS)

Anexo 2

Temas que siguen formando parte de los programas de trabajo de los Grupos de Trabajo de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R

1 Grupo de Trabajo 3J – Fundamentos de la propagación de las ondas radioeléctricas en medios no ionizados

Efectos de la atmósfera despejada

- Es preciso mejorar la parametrización de las variables radiometeorológicas de entrada que utilizan para predecir la propagación en ángulos bajos, lo que a su vez permitirá mejorar la estimación de las perturbaciones, en particular los efectos de la propagación por trayectos múltiples sobre el mar y en latitudes altas. Conviene asimismo mejorar la modelización del desvanecimiento por refracción en ángulos de trayectos bajos, además de simplificar los métodos que utilizan para estimar la atenuación debida a los gases en trayectos por debajo de 5°.
- Es preciso estudiar y poner a prueba la precisión de la estimación del índice de refracción atmosférica y el exceso de longitud del trayecto troposférico (variabilidad), utilizando nuevos cuadros de parámetros climatológicos experimentales para los que se requieren datos nuevos a fin de evaluar el error de predicción. También se han de seguir elaborando modelos que tengan en cuenta el índice de refracción atmosférica y sus efectos en la propagación de las ondas radioeléctricas.
- Es preciso actualizar la modelización del exceso de longitud del trayecto con miras a reflejar el uso de nuevos datos radiometeorológicos, que podrían utilizarse para calcular los parámetros de los modelos (incluida la temperatura media de la columna de vapor de agua, entre otros) con una periodicidad mensual o diaria.
- Es preciso revisar las mediciones de las líneas de absorción gaseosa para toda la gama de parámetros atmosféricos y diferentes condiciones atmosféricas (troposfera y estratosfera), a fin de mejorar la Recomendación [UIT-R P.676](#).
- Convendría mejorar la modelización de la atenuación debida a la absorción gaseosa y los efectos conexos para el diseño de sistemas Tierra-espacio que funcionan entre 20 THz y 375 THz, con el objetivo de revisar la Recomendación [UIT-R P.1621](#).

Efectos de las nubes y las precipitaciones

- Cabe ampliar la modelización estadística para la variabilidad espacial y temporal de las precipitaciones, a fin de mejorar la Recomendación [UIT-R P.837](#). Es preciso mejorar la precisión del modelo de distribución normal logarítmica de acuerdo con observaciones experimentales realizadas en climas específicos. Diversos estudios en la materia podrían propiciar una mejora de la precisión del modelo de precipitación que figuran en la Recomendación UIT-R P.837.
- Cabe mejorar el modelo de estimación de la altura de la lluvia de acuerdo con nuevos datos consolidados para investigar la relación entre la altitud de la isoterma de 0 grados y las nubes y las precipitaciones.
- Se necesitan datos de radiómetros de microondas en tierra a fin de evaluar la modelización de la atenuación debida a las nubes para incidencias entre 20 y 375 THz. Es necesario investigar la relación entre la aparición de nubes y precipitaciones con el objetivo a largo plazo de obtener estadísticas relativas al contenido líquido de las nubes en función de la presencia de precipitaciones y de condiciones de cielo despejado.

- Es preciso evaluar y caracterizar el periodo de recurrencia de los fenómenos de precipitaciones extremas a fin de analizar la fiabilidad de los sistemas (véanse sistemas de radiocomunicaciones críticos para la seguridad de las personas y las misiones).
- Es preciso modelizar el contenido total de hielo de las nubes y las propiedades microfísicas de las partículas de las nubes y las precipitaciones a efectos de la despolarización y atenuación atmosféricas.
- Es necesario procesar datos sobre las propiedades microfísicas de las partículas de las precipitaciones (por ejemplo, datos de disdrómetros), que deberían ampliarse con el fin de incluir instrumentos adicionales y resultados de experimentos nuevos.
- Es preciso mejorar la caracterización de la atenuación específica debida a la lluvia, incluidos los efectos de la dispersión múltiple de las ondas electromagnéticas en las precipitaciones en la gama de frecuencias 100-200 GHz, con una posible ampliación a 1 000 GHz, utilizando las propiedades estadísticas de las características de distribución del tamaño de las gotas de los datos experimentales obtenidos a largo plazo.

Cartografía global y aspectos estadísticos

- Se han elaborado mapas de parámetros atmosféricos a partir de productos numéricos recientes de alta resolución. Es preciso armonizar los mapas de parámetros que aún no han sido generados (altura de la lluvia, refractividad, contenido de hielo, etc.).
- Conviene investigar las variaciones intermensuales e interestacionales (entre un mes o estación determinados de un año y el mismo mes o estación de otro año) de la atenuación debida a la lluvia y la tasa de precipitación, así como la variabilidad interanual del vapor de agua y la atenuación debida a las nubes.
- Conviene desarrollar más detenidamente la síntesis de las series temporales, especialmente para los sistemas no OSG.

Efectos de los obstáculos y la vegetación

- Debido a la amplia variedad de especies vegetales y a lo difícil que resulta clasificarlas, se necesitan resultados experimentales y métodos de cálculo prácticos para estimar las pérdidas asociadas debidas a la vegetación.
- Es preciso mejorar el modelo de propagación sobre el terreno, teniendo especialmente en cuenta los trayectos no ortodrómicos por reflexión y dispersión, incluida la modelización del efecto de la variación de la altura del terreno transversal en la dirección de propagación. Del mismo modo, es cada vez más necesario calcular las estadísticas de las pérdidas resultantes de la modelización urbana y del terreno, lo que requiere un enfoque tridimensional y la identificación del tipo de información que mejor caracteriza los respectivos entornos.
- Se requieren datos de medición, por ejemplo, de mediciones de la cobertura de radiodifusión, que faciliten la definición de un método para tener en cuenta las pérdidas debidas a ecos parásitos en trayectos terrenales altos y bajos.
- Se requiere información detallada sobre las características de la dispersión difusa desde superficies de edificios.
- Se requieren datos de mediciones para elaborar modelos atinentes al coeficiente de reflexión de los distintos tipos de superficies terrestres para la gama de frecuencias empleada por los sensores (pasivos) y (activos) del servicio de exploración de la Tierra por satélite.
- Es preciso seguir mejorando los modelos de propagación de las ondas radioeléctricas en entornos lunares.

2 Grupo de Trabajo 3K: Predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas en trayectos de propagación de punto a zona

- Es preciso seguir desarrollando modelos de propagación capaces de proporcionar predicciones básicas fiables de las pérdidas por transmisión tanto en trayectos terrenales como en trayectos aire-tierra, incluidos entornos urbanos densos, urbanos, suburbanos y rurales, habida cuenta de la naturaleza irregular del terreno del trayecto, de la característica conductiva de «campo establecido» de la propagación por difracción por encima de los tejados en entornos cuasi llanos con una mayor densidad de edificios y de la presencia de obstáculos en el terreno, así como de los efectos de las protuberancias de la tierra en entornos con una menor densidad de edificios, o con vegetación, y en trayectos más largos.
 - Estos modelos también deberían tener en cuenta la variabilidad en el tiempo y la ubicación de las pérdidas debidas a la intensidad de campo/transmisión básica en el trayecto en función de las alturas de los terminales, sus respectivos entornos y la longitud y los mecanismos de propagación del trayecto, incluidas la propagación anómala, la canalización y la dispersión troposférica.
 - La información tridimensional relativa a la ubicación, las huellas y las alturas de los edificios y la vegetación debería estar disponible con carácter general en bases de datos digitales en formatos adecuados para su extracción en aplicaciones de propagación de las ondas radioeléctricas con miras a su utilización en dichos modelos.
 - Cabe elaborar uno o varios métodos para la extracción de perfiles del terreno y los ecos parásitos a partir de modelos digitales del terreno y de la superficie a lo largo de una línea geodésica entre terminales, incluidos programas informáticos y datos de validación para este tipo de análisis.
- Es preciso ampliar las gamas de frecuencias de los modelos aplicables para tener en cuenta la creciente importancia de los procesos de reflexión y dispersión múltiples, incluida la dispersión hidrometeorológica, así como la absorción debida a los gases en frecuencias superiores a unos 20 GHz.
- Es preciso mejorar los modelos relativos a las pérdidas debidas a la entrada a edificios con miras a su aplicación en los modelos de predicción de la propagación que se utilizan a efectos de la planificación de sistemas y el estudio de la compatibilidad electromagnética entre sistemas, véase en particular la forma de combinar las pérdidas debidas a la entrada a edificios y las pérdidas debidas a los ecos parásitos.
- Se necesitan datos de mediciones y resultados de modelizaciones adicionales para seguir desarrollando los métodos utilizados con miras a la planificación de sistemas de radiocomunicaciones en interiores y en exteriores de corto alcance, redes radioeléctricas de área local y sistemas terrenales de acceso radioeléctrico de banda ancha.
- Es necesario tener en cuenta las funciones de distribución acumulativa en su integridad, incluidos los aspectos relacionados tanto con la mejora como con el desvanecimiento de la variabilidad temporal media, a efectos del desarrollo de modelos de predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas.
- Se requieren métodos que permitan simular fuentes combinadas de interferencias con y sin correlación.
- Es necesario perfeccionar la predicción del perfil de retardo para los servicios móviles terrestres de banda ancha que utilizan bandas de frecuencias decimétricas y centimétricas, a fin de ampliar el campo de aplicación a distancias mayores.
- Es preciso seguir mejorando los métodos de predicción de la propagación con objeto de evaluar las repercusiones de los dispositivos de banda ultraancha.

- En contextos de corto alcance, conviene tener en cuenta técnicas de diversidad (espacial, polarización, sector de antena y frecuencia). Las técnicas de diversidad y la información relativa al ángulo de llegada resultan útiles para el desarrollo de sistemas tales como los de entrada múltiple/salida múltiple (MIMO).

3 Grupo de Trabajo 3L: Predicción de la propagación ionosférica y las ondas de superficie y ruido radioeléctrico

- Es preciso mejorar el modelo de predicción de la intensidad de campo en frecuencias inferiores a unos 150 kHz.
- Se requieren más mediciones para verificar y mejorar el rendimiento del método de predicción de la calidad de funcionamiento de los circuitos que operan en ondas decamétricas.
- Es preciso seguir desarrollando las técnicas de radionavegación para obtener parámetros ionosféricos.
- Se necesitan datos para seguir desarrollando y validando modelos que describan el centelleo debido a la ionosfera.
- Es preciso trabajar en colaboración con miras al desarrollo de un sistema de medición de bajo coste que permita captar el ruido radioeléctrico a escala mundial y compartir y armonizar las técnicas de reducción de dicho ruido.

4 Grupo de Trabajo 3M: Predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas en trayectos de punto a punto y entre la Tierra y el espacio

Trayectos terrenales de punto a punto

- Es preciso elaborar y poner a prueba modelos de predicción de la atenuación debida a la lluvia en trayectos cortos para enlaces frontales y de retorno de estaciones base en frecuencias de ondas milimétricas.
- Es preciso medir la atenuación debida a la lluvia en trayectos terrenales muy cortos y con visibilidad directa. Para estas mediciones debería aplicarse un tiempo de integración de un minuto, con el objetivo de medir la atenuación coincidente y la intensidad de la lluvia, junto con las correcciones necesarias para eliminar los efectos de la humedad en la antena.
- Se requieren datos de mediciones a largo plazo para elaborar modelos de predicción para enlaces MIMO con visibilidad directa.
- Se requieren mediciones de la atenuación debida a la reflexión especular y la difracción, con objeto de elaborar métodos de predicción para trayectos cortos con y sin visibilidad directa aplicables a sistemas que funcionen en frecuencias de ondas milimétricas y proporcionen capacidades de gigabits para estaciones base en entornos urbanos.
- Es preciso realizar mediciones a largo plazo y compararlas con estadísticas históricas, a fin de evaluar las posibles repercusiones del cambio climático sistemático en la precisión de los métodos de predicción actuales.
- Es preciso realizar mediciones y elaborar un método de predicción de la intensidad de las interrupciones causadas por las precipitaciones y el desvanecimiento en cielo despejado que afectan a la disponibilidad y las características de error de los enlaces terrenales.
- Es preciso realizar mediciones del centelleo en trayectos terrenales, que deberían utilizarse con el objetivo de discernir los efectos del centelleo en cielo despejado y el centelleo asociado a la lluvia.

- Es preciso realizar mediciones y análisis a fin de elaborar modelos físicos globales de predicción de las dinámicas del desvanecimiento, incluidas la duración, la variación diurna y el desvanecimiento por trayectos múltiples a corto plazo, así como la atenuación debida a la lluvia. Entre las características dinámicas figuran el número de desvanecimientos en caso de precipitaciones y en trayectos múltiples, y la duración de los episodios de desvanecimiento y los intervalos entre episodios de desvanecimiento, teniendo en cuenta además la variación diurna vinculada a los trayectos múltiples durante periodos de varios días.
- Se requieren datos pormenorizados sobre la visibilidad y el centelleo, así como sobre las precipitaciones clasificadas como lluvia, nieve húmeda y nieve seca, para mejorar los modelos de predicción con miras al diseño de enlaces en la gama de frecuencias 275-1 000 GHz y enlaces ópticos en el espacio libre.
- Se requieren datos de mediciones para sistemas de polarización dual, con objeto de elaborar modelos de predicción de las interrupciones para sistemas que utilicen protección por diversidad espacial y de frecuencia, así como de investigar las interrupciones y perfeccionar el método de predicción teniendo en cuenta el modelo de protección por diversidad.
- Debe elaborarse un método que incluya una conversión anual del mes más desfavorable a efectos de la modelización de la dispersión troposférica en sistemas de radioenlaces transhorizonte.

Trayectos Tierra-espacio

- Se requieren estudios y datos experimentales adicionales a fin de proponer un procedimiento que permita calcular la función de densidad de probabilidad de la atenuación debida a la lluvia y la atenuación total en trayectos Tierra-espacio, así como de ampliar y poner a prueba los modelos de cálculo de la degradación debida a la propagación de las ondas radioeléctricas en frecuencias de hasta 100 GHz, como mínimo, en porcentajes de tiempo más elevados, como consecuencia de múltiples degradaciones simultáneas debidas a la propagación, como las causadas por la atenuación debida a la lluvia, la atenuación debida a las nubes, la absorción gaseosa, la atenuación debida a la capa de fusión y el centelleo troposférico. Es necesario reconsiderar los métodos con escalas de frecuencia, ángulo de elevación y polarización, véanse en particular los efectos de la atenuación debida a la lluvia y la polarización cruzada. Por último, conviene evaluar la aplicación de métodos de predicción de la degradación total a predicciones mensuales, especialmente en latitudes bajas y altas.
- Es preciso mejorar los métodos de predicción de la degradación debida a la propagación vinculada a los efectos troposféricos (centelleo y desvanecimiento por trayectos múltiples, lluvia, nubes, vapor de agua, etc.) en trayectos Tierra-espacio con ángulos de elevación bajos ($<5^\circ$) para sistemas de comunicaciones por satélite en latitudes altas y sistemas no OSG, incluidos los enlaces descendentes de datos de observación de la Tierra, las comunicaciones con aeronaves y las megaconstelaciones.
- Se requieren datos de mediciones para facilitar el desarrollo y la puesta a prueba de métodos de predicción de la diversidad temporal. Es necesario seguir mejorando la modelización de la dependencia de las dinámicas de desvanecimiento del clima y el ángulo de elevación para la predicción de la pendiente de desvanecimiento. Es asimismo necesario mejorar la modelización de la duración de los intervalos entre desvanecimientos, teniendo en cuenta su importancia no solo para los sistemas OSG, sino también para los sistemas no OSG del servicio fijo por satélite (SFS), en cuyo marco el movimiento de los satélites repercute en las características dinámicas.
- Es necesario perfeccionar el método de predicción de la diversidad de emplazamientos, a fin de calcular estadísticas de atenuación conjunta en múltiples emplazamientos y en

amplias gamas de distancias. También es preciso mejorar el modelo de predicción de la atenuación diferencial debida a la lluvia y se requiere un nuevo método para predecir las correlaciones espaciales en lo que respecta a la diversidad de satélites, en particular para los enlaces Tierra-espacio con múltiples satélites. Con el objetivo de validar y mejorar esos modelos, se necesitan campañas de propagación con satélites no OSG. También es necesario validar la función de correlación espacial global y el posible desarrollo de funciones de correlación espacial regional o local a pequeña, mediana y gran escala.

- Se requieren tanto datos experimentales para revisar los métodos de predicción de los sistemas de comunicaciones ópticas en el espacio libre Tierra-espacio, como un modelo de predicción de la atenuación debida a los aerosoles. Es preciso realizar estudios adicionales relacionados con la predicción de la atenuación debida a la lluvia, dada la posible consideración de los efectos de la dispersión múltiple para frecuencias superiores a 300 GHz, especialmente en el dominio óptico.
- Es preciso ampliar la aplicabilidad de los modelos de predicción de la propagación aplicables actualmente a los sistemas del servicio móvil por satélite (SMS) y el SFS, en concreto, a efectos de la modelización de la diversidad de satélites y el modelo estadístico relativo a las condiciones de propagación mixta, así como los requisitos de los sistemas mundiales de navegación por satélite (GNSS).
- Es preciso realizar mediciones de la propagación para mejorar los métodos de predicción de la atenuación debida a las nubes y al centelleo troposférico en trayectos entre una plataforma a bordo de una aeronave y la superficie de la Tierra o el espacio.

Trayectos de interferencia

- Es preciso realizar mediciones de la propagación a largo plazo para ampliar el modelo de cálculo de las interferencias en trayectos terrenales, a fin de cubrir gamas de frecuencias hasta 105 GHz.
- Es preciso estudiar la sensibilidad de los resultados de las predicciones a la resolución del tramo del perfil del trayecto (resolución de la predicción), para desarrollar propuestas encaminadas a obtener un rendimiento más coherente en todas las resoluciones de las predicciones.
- Es preciso elaborar una categorización más cuantitativa de los ecos parásitos y sigue siendo necesario evaluar los posibles beneficios de la aplicación directa de datos relativos a la altura de la superficie en los modelos de propagación actuales. Es necesario investigar los mejores métodos a fin de elegir los perfiles del terreno y los ecos parásitos para determinadas bases de datos sobre elevación del terreno y ecos parásitos (incluidos métodos de interpolación/combinación de perfiles del terreno y ecos parásitos).
- Es preciso mejorar y poner a prueba el método básico de predicción de las pérdidas de transmisión por dispersión troposférica con objeto de incluir todas las gamas de parámetros e hipótesis correspondientes y abarcar así toda la gama de validez de los métodos de predicción de la propagación en los que se utiliza.
- Se necesita un método adecuado, que se ha de poner a prueba, para tener en cuenta la correlación parcial entre la atenuación debida a la absorción gaseosa y el centelleo troposférico en el marco de las pérdidas de transmisión básicas no superadas durante pequeños porcentajes de tiempo, inferiores al 20 %, que suelen situarse por debajo del 1 %.
- Se requieren datos de mediciones a largo plazo relacionados con la dispersión biestática debida a la lluvia en frecuencias de hasta 105 GHz para validar los modelos relacionados con los trayectos de interferencia terrenales.

Aplicación del aprendizaje automático

- A efectos de la aplicación del aprendizaje automático a la predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas, es preciso:
 - comprender de qué modo pueden utilizarse las técnicas y/o herramientas de aprendizaje automático para desarrollar métodos de predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas;
 - establecer procedimientos que garanticen que el modelo de propagación desarrollado en base a algoritmos de aprendizaje automático pueda generalizarse y abarcar todas las condiciones posibles, en particular, las que no se hayan tenido en cuenta en el conjunto de datos utilizado para desarrollar el modelo; y
 - combinar el aprendizaje automático con modelos de propagación físicos y estadísticos para poner a prueba y validar la representatividad de los modelos de aprendizaje automático en el marco de los conocimientos físicos actuales.
- Es necesario revisar y desarrollar algoritmos y marcos de aprendizaje automático que puedan utilizarse con objeto de:
 - elaborar modelos de predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas aptos para situaciones y entornos complejos, y mejorar los modelos existentes;
 - analizar y procesar datos de propagación a fin de generar conocimientos y aportaciones para los estudios en curso; y
 - analizar datos empíricos con el objetivo de mejorar los parámetros de los modelos de propagación vigentes.

Anexo 3

Grupos por correspondencia activos en el marco de los Grupos de Trabajo de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R

Grupos por correspondencia del Grupo de Trabajo 3J			
Grupo	Título	Presidente/Copresidentes	
GC 3J-1	Atenuación debida a los gases en la Recomendación UIT-R P.676	Erik Hill (USA)	Antonio Martellucci (ESA)
GC 3J-2	Modelización de la variabilidad espacial y temporal de las precipitaciones	Arsim Kelmendi (F)	Antonio Martellucci (ESA)
GC 3J-3	Sintetizadores de series temporales	Laurent Castanet (F)	Carlo Riva (I)
GC 3J-4	Cuestiones estadísticas relacionadas con pruebas y la definición de parámetros de prueba	Laurent Castanet (F)	Antonio Martellucci (ESA)
GC 3J-3M-5	Efecto de las nubes y las precipitaciones en la atenuación y la despolarización en trayectos oblicuos	Antonio Martellucci (ESA)	Leke Lin (CHN)
GC 3J-3K-3M-8	Pérdidas debidas a la entrada de edificios	Richard Rudd (G)	–
GC 3J-10	Coordinación del Grupo de Trabajo 3J	Carlo Riva (I)	–
GC 3J-11	Atmósferas normalizadas de referencia en la Recomendación UIT-R P.835	Erik Hill (USA)	–
GC 3J-3M-13	Ejemplos de validación	Luis Emiliani (LUX)	–
GC 3J-3K-3M-14	Estudio de cuestiones relacionadas con el modelo de propagación de las HAPS	Hajime Suzuki (AUS)	–
GC 3J-3K-3M-16	Índice de refracción radioeléctrica de la atmósfera y efectos del mismo en la propagación de las ondas radioeléctricas	Antonio Martellucci (ESA)	Leke Lin (CHN)
GC 3J-17	Modelización de la dispersión biestática en la superficie terrestre y otras superficies planetarias	Paolo de Matthaeis (IEEE)	Ryan McDonough (USA)
GC 3J-23	Modelización general de trayectos de difracción del terreno en trayectos oblicuos	Bolun Guo (CHN)	–
GC 3J-26	Modelización de la propagación de las ondas radioeléctricas lunares	Erik Hill (USA)	–
GC 3J-3K-3L-3M-27	Aprendizaje automático para estudios de propagación	Zubeir Bocus (G)	–

Grupos por correspondencia del Grupo de Trabajo 3K			
Grupo	Título	Presidente/Copresidentes	
GC 3K-1	Puesta a prueba de la Recomendación UIT-R P.1812	Alakananda Paul (USA)	–
GC 3K-2	Banco de datos de la CE 3 del UIT-R sobre mediciones para el Cuadro VI-1 (datos relativos al servicio terrenal de punto a zona)	Richard Rudd (G)	–
GC 3K-4	Cuestiones relacionadas con la Recomendación UIT-R P.1546	Richard Rudd (G)	–
GC 3K-5	Cuestiones relacionadas con la Recomendación UIT-R P.1411	Sana Salous (G)	–
GC 3K-6	Modelos y características de propagación para frecuencias más altas	Juyul Lee (KOR)	–
GC 3J-3K-3M-8	Pérdidas debidas a la entrada en edificios	Richard Rudd (G)	–
GC 3K-3M-9	Propagación de las ondas radioeléctricas por trayectos aeronáuticos	William Kozma (USA)	–
GC 3K-3M-12	Predicción de las pérdidas debidas a la ocupación del suelo hasta 105 GHz	Clare Allen (G)	Reza Arefi (Apple)
GC 3J-3K-3M-14	Estudio de cuestiones relacionadas con el modelo de propagación de las HAPS	Hajime Suzuki (AUS)	–
GC 3J-3K-3M-16	Índice de refracción radioeléctrica de la atmósfera y efectos del mismo en la propagación de las ondas radioeléctricas	Antonio Martellucci (ESA)	Leke Lin (CHN)
GC 3K-3M-18	Estudio de cuestiones específicas comunes a las Recomendaciones UIT-R P.452 , UIT-R P.1812 y UIT-R P.2001	Ivica Stevanovic (SUI)	–
GC 3K-21	Modelo de predicción del efecto del apantallamiento del cuerpo humano	Sana Salous (G)	–
GC 3K-24	Modelo de estimación de la probabilidad de visibilidad directa	Jelena Senic (USA)	–
GC 3J-3K-3L-3M-27	Aprendizaje automático para estudios de propagación	Zubeir Bocus (G)	–

Grupos por correspondencia del Grupo de Trabajo 3L			
Grupo	Título	Presidente/Copresidentes	
GC 3L-2	Manual 32 sobre la ionosfera y sus efectos en la propagación de las ondas radioeléctricas	Adam Hicks (USA)	–
GC 3L-5	Técnicas de radionavegación para la obtención de parámetros ionosféricos	Raül Orús Pérez (ESA)	Mamoru Ishii (J)
GC 3L-6	Modelo de centelleo ionosférico	Raül Orús Pérez (ESA)	–
GC 3L-7	Ruido radioeléctrico	Erik Hill (USA)	–
GC 3L-20	Recomendación UIT-R P.684-8 – <i>Predicción de la intensidad de campo en frecuencias por debajo de unos 150 kHz</i>	Adam Hicks (USA)	–
GC 3J-3K-3L-3M-27	Aprendizaje automático para estudios de propagación	Zubeir Bocus (G)	–

Grupos por correspondencia del Grupo de Trabajo 3M			
Grupo	Título	Presidente/Copresidentes	
GC 3M-2	Estado de los bancos de datos DBSG3	Antonio Martellucci (ESA)	–
GC 3M-4	Actividades relacionadas con productos de <i>software</i> , mapas digitales y datos numéricos de referencia	Thomas Prechtl (AUT)	Raül Orús Pérez (ESA)
GC 3J-3M-5	Efecto de las nubes y las precipitaciones en la atenuación y la despolarización en trayectos oblicuos	Antonio Martellucci (ESA)	Leke Lin (CHN)
GC 3M-8	Manual de comunicaciones en trayectos Tierra-espacio	Luis Emiliani (LUX)	Richard Rudd (G)
GC 3J-3K-3M-8	Pérdidas debidas a la entrada en edificios	Richard Rudd (G)	–
GC 3K-3M-9	Propagación de las ondas radioeléctricas por trayectos aeronáuticos	William Kozma (USA)	–
GC 3M-10	Desarrollo del modelo de dispersión hidrometeorológica que figura en la Recomendación UIT-R P.452	Ryan McDonough (USA)	–
GC 3K-3M-12	Predicción de las pérdidas debidas a la ocupación del suelo hasta 105 GHz	Clare Allen (G)	Reza Arefi (Apple)
GC 3J-3M-13	Ejemplos de validación	Luis Emiliani (LUX)	–
GC 3J-3K-3M-14	Estudio de cuestiones relacionadas con el modelo de propagación de las HAPS	Hajime Suzuki (AUS)	–
GC 3M-15	Mejora de los modelos de atenuación total y debida a la lluvia que figuran en la Recomendación UIT-R P.618	Laurent Castanet (F)	–
GC 3J-3K-3M-16	Índice de refracción radioeléctrica de la atmósfera y efectos del mismo en la propagación de las ondas radioeléctricas	Antonio Martellucci (ESA)	Leke Lin (CHN)
GC 3K-3M-18	Estudio de cuestiones específicas comunes a las Recomendaciones UIT-R P.452, UIT-R P.1812 y UIT-R P.2001	Ivica Stevanovic (SUI)	–
GC 3M-22	Investigación de mediciones de atenuación debida a la lluvia de las que se infieren factores de reducción del trayecto superiores a la unidad en trayectos cortos	Lorenzo Luini (I)	–
GC 3M-25	Actualización del Manual 58 del UIT-R sobre métodos de predicción de la propagación para estudios sobre interferencia y compartición	Ryan McDonough (USA)	–
GC 3J-3K-3L-3M-27	Aprendizaje automático para estudios de propagación	Zubeir Bocus (G)	–