

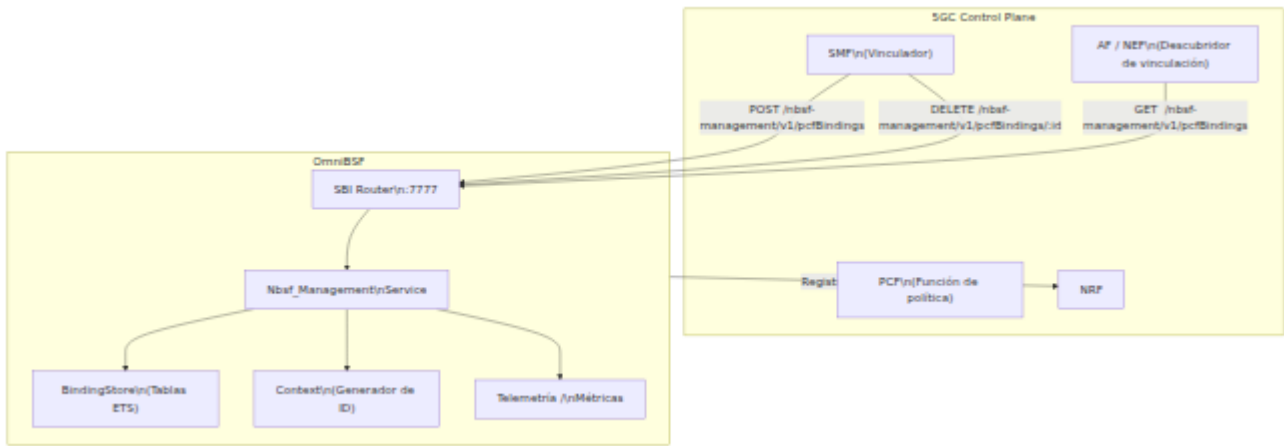
# Guía de Operaciones de OmniBSF

## Tabla de Contenidos

1. Descripción del Componente
  2. Referencias de Rol y Especificación 3GPP
  3. Puntos de Acceso SBI
  4. Referencia de Configuración
  5. Procedimientos Clave
  6. Observabilidad
  7. Limitaciones Conocidas
  8. Solución de Problemas
- 

## Descripción del Componente

OmniBSF implementa la función de red de Soporte de Vinculación (BSF) definida en 3GPP TS 29.521. El BSF mantiene un registro de vinculaciones de PCF, mapeando cada dirección IP de UE (prefijo IPv4 o IPv6) a la instancia de PCF responsable de su política de sesión PDU. Esto permite a los consumidores de NF (SMF, AF, NEF) descubrir el PCF correcto para una sesión dada sin consultar el NRF.



## Almacenamiento de Datos Interno

Las vinculaciones se mantienen en cuatro tablas ETS en tiempo de ejecución. Todos los datos están en memoria y no sobreviven a un reinicio del proceso.

Tabla ETS	Tipo	Clave	Valor
<code>bsf_bindings</code>	<code>:set</code>	binding_id (cadena)	mapa de vinculación completo
<code>bsf_ipv4_index</code>	<code>:set</code>	dirección IPv4 (cadena)	binding_id
<code>bsf_ipv6_index</code>	<code>:set</code>	prefijo IPv6 (cadena)	binding_id
<code>bsf_supl_index</code>	<code>:set</code>	SUPI (cadena)	binding_id

# Referencias de Rol y Especificación 3GPP

Elemento	Referencia
Definición de NF BSF	3GPP TS 23.501 Sección 6.2.15
Servicio Nbsf_Management	3GPP TS 29.521
Procedimiento de registro de vinculación de PCF	3GPP TS 29.521 Sección 4.2.2
Procedimiento de descubrimiento de vinculación de PCF	3GPP TS 29.521 Sección 4.2.3
Procedimiento de desregistro de vinculación de PCF	3GPP TS 29.521 Sección 4.2.4
Marco común de SBI	3GPP TS 29.500
Registro de NF con NRF	3GPP TS 29.510
Modelo de datos PcfBinding	3GPP TS 29.521 Sección 6.1

El BSF es una función de red obligatoria cuando el PCF admite múltiples instancias. Su función principal es la vinculación de sesión: asegurando que todas las decisiones de política para una sesión PDU sean manejadas por la misma instancia de PCF.

---

## Puntos de Acceso SBI

Ruta base: `/nbsf-management/v1`

Método	Ruta	Descripción	Éxito	Error
POST	/pcfBindings	Registrar una vinculación de PCF. Crea una nueva vinculación o actualiza según la dirección IP de UE. Devuelve un encabezado <code>Location</code> con el ID de vinculación.	201 Creado	400 Solicitud Incorrecta (falta <code>snssi</code> o dirección de PCF)
GET	/pcfBindings	Descubrir una vinculación de PCF. Acepta parámetros de consulta para buscar la vinculación. Devuelve el objeto <code>PcfBinding</code> o 204 si no se encuentra.	200 OK o 204 Sin Contenido	400 Solicitud Incorrecta
DELETE	/pcfBindings/{bindingId}	Desregistrar una	204 Sin Contenido	404 No Encontrado

Método	Ruta	Descripción	Éxito	Error
		vinculación de PCF por su ID.		

## Parámetros de Consulta GET

Parámetro	Tipo	Prioridad de Búsqueda	Descripción
<code>ipv4Addr</code>	cadena	1 (más alta)	Dirección IPv4 de UE (coincidencia exacta)
<code>ipv6Prefix</code>	cadena	2	Prefijo IPv6 de UE (coincidencia exacta)
<code>dnn</code>	cadena	3 (escaneo de tabla)	Nombre de la Red de Datos, utilizado con <code>snsai</code>
<code>snsai</code>	cadena (codificada en JSON)	3 (escaneo de tabla)	S-NSSAI con campos <code>sst</code> y <code>sd</code> opcionales

La prioridad de búsqueda sigue TS 29.521 y la implementación de referencia `bsf-sm.c` de open5gs: `ipv4Addr` se verifica primero, luego `ipv6Prefix`, luego la combinación DNN+S-NSSAI (que requiere un escaneo completo de la tabla).

## Cuerpo de Solicitud POST – Campos Requeridos

Campo	Tipo	Descripción
snsai	objeto	S-NSSAI (sst entero + cadena sd opcional). Obligatorio.
dnn	cadena	Nombre de la Red de Datos. Obligatorio.
pcfFqdn	cadena	FQDN de PCF. Obligatorio si pcfIpEndpoints está ausente.
pcfIpEndpoints	arreglo	Lista de puntos de acceso IP de PCF. Obligatorio si pcfFqdn está ausente.
ipv4Addr	cadena	Dirección IPv4 de UE. Opcional pero requerida para búsqueda IPv4.
ipv6Prefix	cadena	Prefijo IPv6 de UE. Opcional pero requerido para búsqueda IPv6.
supi	cadena	Identificador Permanente del Suscriptor. Opcional.
gpsi	cadena	Identificador Público Genérico de Suscripción. Opcional.
ipv4FrameRouteList	arreglo	Rutas enmarcadas IPv4. Opcional.
ipv6FrameRouteList	arreglo	Rutas enmarcadas IPv6. Opcional.
suppFeat	cadena (hex)	Mapa de características soportadas. Negociado mediante AND a nivel de bits.

# Referencia de Configuración

Todos los parámetros se establecen a través del entorno de la aplicación (típicamente `config/runtime.exs`).

```
config :omnibsf,  
  sbi_scheme: "http",  
  sbi_addr:   "127.0.0.15",  
  sbi_port:   7777,  
  nrf_uri:    "http://127.0.0.10:7777",  
  mcc:        "999",  
  mnc:        "70",  
  heartbeat_interval: 10_000
```

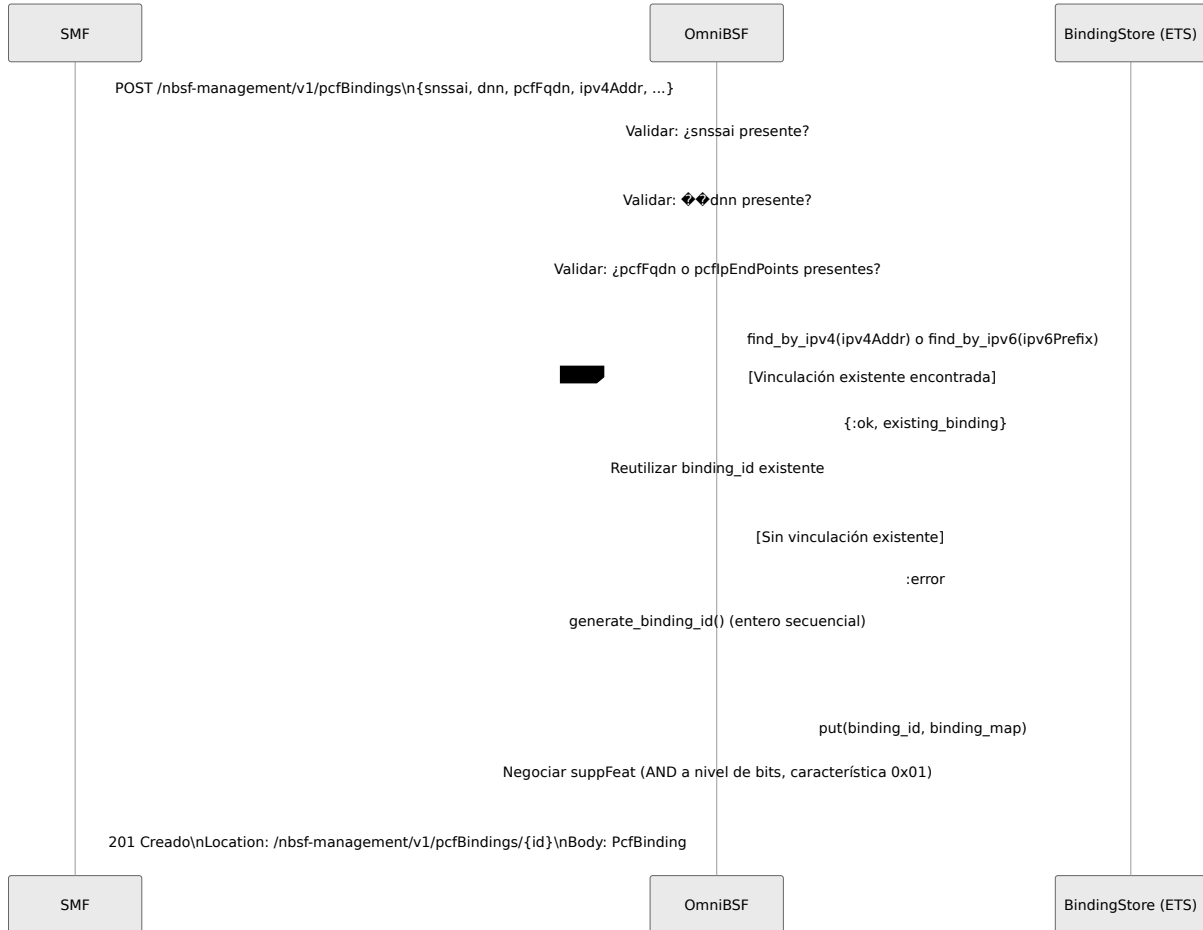
# Tabla de Parámetros

Parámetro	Predeterminado	Tipo	Descripción
sbi_scheme	"http"	cadena	Esquema de transporte para el cliente SBI. Establecer el esquema de transporte "https" cuando la terminación de llamadas sea manejada directamente por OmniBSF.
sbi_addr	"127.0.0.15"	cadena	Dirección IP del servidor SBI que se vincula al servidor HTTP.
sbi_port	7777	entero	Puerto TCP en el que escucha el servidor HTTP.
nrf_uri	"http://127.0.0.10:7777"	cadena	URI base del servidor utilizado para el registro de NNI en el lado del cliente.
mcc	"999"	cadena	Código de País para el Perfil de Red Móvil. Utiliza el código de país enviado al NNI durante el registro.
mnc	"70"	cadena	Código de Red para el Perfil de Red Móvil. Utiliza el código de red enviado al NNI durante el registro.

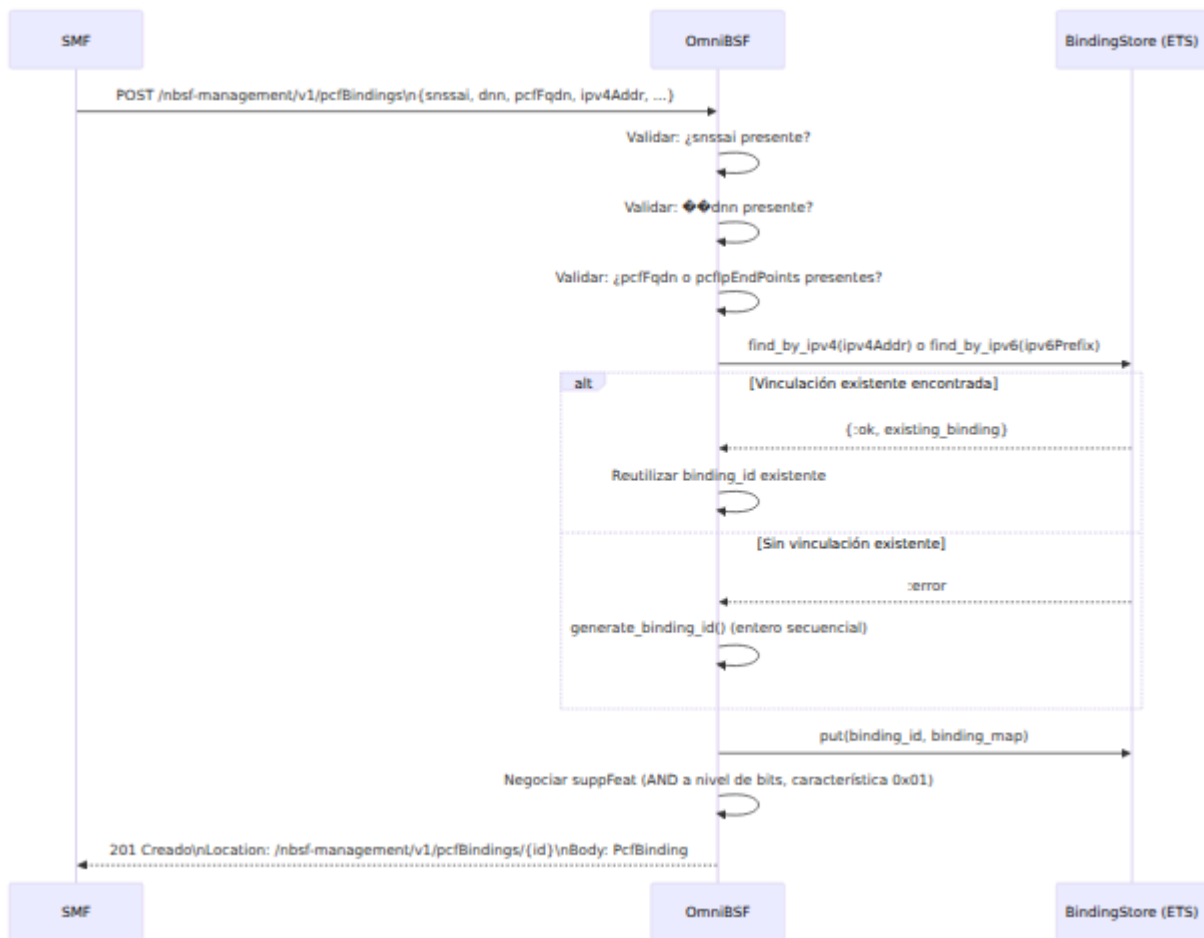
Parámetro	Predeterminado	Tipo	Descripción
			enviado al NRF durante el registro.
heartbeat_interval	10_000	entero (ms)	Intervalo entre solicitudes de latido (NFU) del NRF. Un valor de 10_000 (10s) es adecuado para la mayoría de implementaciones. Se puede reducir si los tiempos de respuesta del NRF son muy cortos.

# Procedimientos Clave

## Registro de Vinculación de PCF (POST)



# Descubrimiento de Vinculación de PCF (GET)



# Desregistro de Vinculación de PCF (DELETE)



## Registro y Latido NRF

OmniBSF se registra como un perfil NF BSF con el NRF al inicio utilizando la biblioteca compartida `Omni5gEx`. Envía solicitudes periódicas de latido `NFUpdate` al intervalo de `heartbeat_interval` configurado. Si se pierde el registro con el NRF (por ejemplo, reinicio del NRF), OmniBSF intentará el registro nuevamente automáticamente.

---

# Observabilidad

## Eventos de Telemetría

Evento	Mediciones	Etiquetas	Descripción
<code>[ :omnibsf, :pcf_binding, :register]</code>	count	dnn	Se activa en cada registro de vinculación exitoso
<code>[ :omnibsf, :pcf_binding, :discover]</code>	count	result (found/not_found)	Se activa en cada solicitud de descubrimiento
<code>[ :omnibsf, :pcf_binding, :deregister]</code>	count	binding_id	Se activa en cada desregistro exitoso
<code>[ :omnibsf, :binding, :register]</code>	count	—	Contador de registro agregado
<code>[ :omnibsf, :binding, :discover]</code>	count	result	Contador de descubrimiento agregado
<code>[ :omnibsf, :binding, :deregister]</code>	count	—	Contador de desregistro agregado
<code>[ :omnibsf, :bindings, :active]</code>	count	—	Medida: conteo actual de vinculaciones activas

Evento	Mediciones	Etiquetas	Descripción
<code>[ :omni5g, :nrf, :registration]</code>	<code>status</code>	<code>nf_type</code>	Estado de registro NRF (1=registrado, 0=no)

## Métricas de Prometheus

### Métricas de BSF

Métrica	Tipo	Etiquetas	Descripción
<code>omni_bsf.pcf_binding.register.count</code>	contador	<code>dnn</code>	Registros vinculados a PCF
<code>omni_bsf.pcf_binding.discover.count</code>	contador	<code>result</code>	Descubrimientos de vir de PCF
<code>omni_bsf.pcf_binding.deregister.count</code>	contador	<code>binding_id</code>	Desregistros vinculados a PCF
<code>omni_bsf.binding_registers.total</code>	contador	--	Contador de registros agregados
<code>omni_bsf.binding_discovers.total</code>	contador	<code>result</code>	Contador de descubrimientos agregados
<code>omni_bsf.binding_deregisters.total</code>	contador	--	Contador de desregistros agregados
<code>omni_bsf.active_bindings.count</code>	medidor	--	Contador de vir activas
<code>omni_bsf.nrf.registration.status</code>	medidor	<code>nf_type</code>	Estado de registro (1=registro, 0=no registro)

## Métricas de BEAM VM

<b>Métrica</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<code>beam.memory.total</code>	medidor	Memoria total de BEAM en bytes
<code>beam.memory.processes</code>	medidor	Memoria utilizada por procesos Erlang
<code>beam.memory.processes_used</code>	medidor	Memoria realmente utilizada por procesos
<code>beam.memory.system</code>	medidor	Memoria del sistema
<code>beam.memory.atom</code>	medidor	Memoria total de átomos
<code>beam.memory.atom_used</code>	medidor	Memoria de átomos utilizada
<code>beam.memory.binary</code>	medidor	Memoria binaria
<code>beam.memory.code</code>	medidor	Memoria de código
<code>beam.memory.ets</code>	medidor	Memoria de tabla ETS
<code>beam.processes.count</code>	medidor	Número de procesos Erlang
<code>beam.ports.count</code>	medidor	Número de puertos Erlang
<code>beam.atom.count</code>	medidor	Número de átomos
<code>beam.vm.uptime</code>	medidor	Tiempo de actividad de VM en segundos

# Patrones de Registro

Nivel	Patrón	Significado
info	PCF binding registered: id=&lt;N> ipv4=<addr> ...	Registro exitoso
info	PCF binding deregistered: id=&lt;N>	Desregistro exitoso
debug	PCF binding discovered: id=&lt;N>	Descubrimiento exitoso
debug	PCF binding not found for query: ...	Fallo en el descubrimiento
warning	PCF binding not found for deregister: id=&lt;N>	DELETE para ID desconocido

---

# Limitaciones Conocidas

ID	Severidad	Descripción
BSF-M1	Media	<code>PATCH /nbsf-management/v1/pcfBindings/{bindingId}</code> no está implementado. Las actualizaciones de vinculación de PCF requieren un DELETE completo seguido de un nuevo POST. Según TS 29.521, el método PATCH es opcional cuando la característica de soporte <code>BindingUpdate</code> no se negocia, pero los clientes que negocian la característica 0x01 pueden esperar soporte para PATCH.
BSF-M2	Media	El objeto <code>PcfBinding</code> devuelto en las respuestas POST 201 y GET 200 no incluye el campo <code>bindingId</code> . Los consumidores deben extraer el ID de vinculación del encabezado <code>Location</code> de la respuesta POST.
BSF-M3	Media	El punto final de descubrimiento GET devuelve un solo objeto <code>PcfBinding</code> en lugar de la matriz <code>PcfBindingList</code> definida en TS 29.521. Los consumidores que esperan la forma de colección recibirán un tipo de respuesta inesperado.
BSF-M4	Media	El índice SUPI utiliza una tabla ETS <code>:set</code> , lo que significa que solo se mantiene una vinculación por SUPI. Si un suscriptor tiene múltiples sesiones PDU simultáneas a través de diferentes DNNs, solo la vinculación registrada más recientemente se indexa por SUPI. Los índices IPv4/IPv6 no se ven afectados.
BSF-L1	Baja	El parámetro de consulta <code>macAddr48</code> no es compatible. La búsqueda basada en dirección MAC (utilizada para 5G-LAN y algunos escenarios de acceso fijo) siempre devuelve 204.

ID	Severidad	Descripción
BSF-L2	Baja	Los parámetros de consulta <code>pcfSetId</code> , <code>pcfRegionId</code> y <code>bindLevel</code> son aceptados pero ignorados. No se aplica filtrado por conjunto o región de PCF.
BSF-L3	Baja	Los IDs de vinculación son enteros secuenciales (1, 2, 3, ...) en lugar de UUIDs o cadenas opacas. Esto filtra el número total de vinculaciones creadas desde el inicio a cualquier consumidor que inspeccione los encabezados <code>Location</code> .
BSF-L5	Baja	Las vinculaciones no tienen TTL ni mecanismo de expiración. Una vinculación creada para una sesión PDU que termina sin enviar un DELETE permanecerá en memoria indefinidamente. Se requiere intervención del operador (reinicio del proceso) para purgar vinculaciones obsoletas.

## Solución de Problemas

### 204 devuelto cuando se espera una vinculación

1. Verifique que el parámetro de consulta coincida exactamente con lo que se registró. Las búsquedas IPv4 e IPv6 son coincidencias de cadena exacta: las diferencias de formato (por ejemplo, ceros a la izquierda, notación de longitud de prefijo) causarán un fallo.
2. Revise los registros para `PCF binding not found for query:` para ver qué se buscó.
3. Confirme que el SMF completó exitosamente el registro POST (busque `PCF binding registered:` en los registros).
4. Tenga en cuenta que la búsqueda DNN+S-NSSAI realiza un escaneo completo de la tabla; si `sst` no coincide exactamente (desajuste de tipo

entre entero y cadena en el POST original), el escaneo no encontrará el registro.

## 404 en DELETE

El ID de vinculación en la ruta de solicitud no coincide con ninguna vinculación activa. O bien la vinculación ya fue desregistrada, o OmniBSF se reinició (todas las vinculaciones se pierden en el reinicio porque el almacenamiento es solo en memoria). Revise los registros para `PCF binding not found for deregister:`.

## 400 en POST

El cuerpo de la solicitud falta uno o más campos obligatorios. El campo `detail` en el cuerpo de respuesta `ProblemDetails` identificará el campo específico que falta: `"No S-NSSAI"`, `"No DNN"` o `"No información de dirección de PCF"`.

## Alto uso de memoria / acumulación de vinculaciones obsoletas

OmniBSF no tiene TTL para vinculaciones (BSF-L5). Si las sesiones PDU terminan sin enviar solicitudes DELETE, las vinculaciones se acumulan indefinidamente. Monitoree la métrica `omni_bsf.active_bindings.count`. Un reinicio controlado borra todas las vinculaciones; el re-registro por instancias SMF activas volverá a poblar el almacenamiento.

## Fallo en el registro NRF

Revise la métrica `omni_bsf.nrf.registration.status` y los registros para errores relacionados con NRF. Verifique:

- `nrf_uri` apunta a una instancia NRF accesible.
- Los valores de `mcc` y `mnc` coinciden con el PLMN configurado en el NRF.
- La conectividad de red entre `sbi_addr` de OmniBSF y el NRF está funcionando.

## Negociación de características soportadas

OmniBSF publicita y negocia solo el bit de característica `0x01` (BindingUpdate).

Los clientes que envían valores `suppFeat` con bits más altos establecidos tendrán esos bits borrados en la respuesta. Este es el comportamiento esperado según TS 29.521 Sección 6.1.6.