Guía de Operaciones de OmniSGW

OmniSGW - Puerta de enlace de servicio (SGW)

por Omnitouch Network Services

Tabla de Contenidos

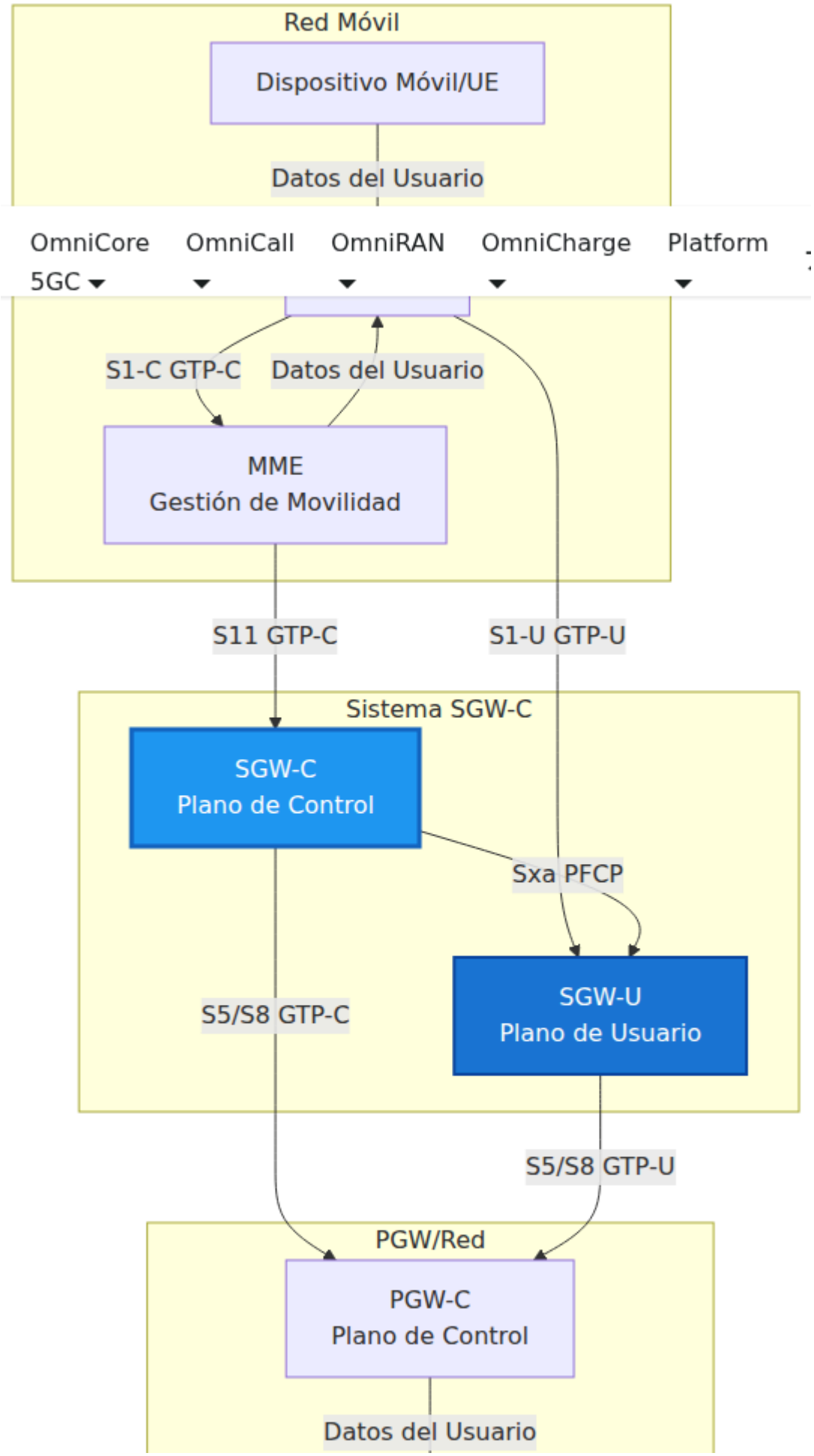
1. Descripción general
2. Arquitectura
3. Interfaces de red
4. Conceptos clave
5. Introducción
6. Configuración
7. Interfaz web - Panel de operaciones en tiempo real
8. Monitoreo y métricas
9. Documentación detallada
10. Recursos adicionales

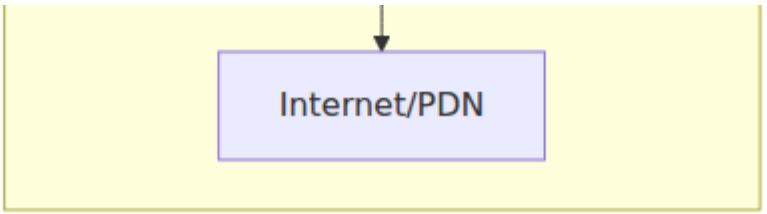
Descripción general

OmniSGW es una implementación de puerta de enlace de servicio (SGW) de alto rendimiento para redes de núcleo de paquete evolucionado (EPC) LTE de 3GPP, desarrollada por Omnitouch Network Services. Gestiona las funciones de movilidad de UE y gestión de portadoras, incluyendo:

- **Gestión de Sesiones** - Creación, modificación y terminación de sesiones de datos de UE (Equipo de Usuario)

- **Coordinación de Movilidad** - Manejo de traspasos entre eNodeBs con reenvío de datos
- **Gestión de Portadoras** - Creación y modificación de portadoras dedicadas para diferentes requisitos de QoS
- **Información de Carga** - Seguimiento de eventos de sesión para carga fuera de línea
- **Coordinación del Plano de Usuario** - Controlando el SGW-U (Plano de Usuario) para el reenvío de paquetes


Red Móvil
Dispositivo Móvil/UE
Datos del Usuario
OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platform
S1-C GTP-C
Datos del Usuario
MME
Gestión de Movilidad
S11 GTP-C
S1-U GTP-U
Sistema SGW-C
SGW-C
Plano de Control
Sxa PFCP
S5/S8 GTP-C
SGW-U
Plano de Usuario
S5/S8 GTP-U
PGW/Red
PGW-C
Plano de Control
Datos del Usuario



Lo que hace SGW-C

- **Acepta solicitudes de sesión** del MME a través de la interfaz S11 (GTP-C)
- **Coordina con PGW-C** para conectividad PDN a través de la interfaz S5/S8 (GTP-C)
- **Gestiona el ciclo de vida de la portadora** incluyendo creación, modificación y eliminación
- **Programa reglas de reenvío** en SGW-U a través de la interfaz Sxa (PFCP)
- **Maneja la movilidad de UE** gestionando traspasos entre eNodeBs
- **Proporciona paginación de datos de enlace descendente** para sesiones suspendidas
- **Rastrea información de carga** para sistemas de facturación fuera de línea

---

Arquitectura

Descripción general de componentes

Arquitectura de Procesos

SGW-C está construido sobre Elixir/OTP y utiliza una arquitectura de procesos supervisados:

- **Supervisor de Aplicación** - Supervisor de nivel superior que gestiona todos los componentes
- **Corresponsales de Protocolo** - Manejan mensajes de protocolo entrantes/salientes (S11, S5/S8, Sxa)

- **Procesos de Sesión** - Un GenServer por sesión activa de UE
- **Registros** - Rastrean recursos asignados (TEIDs, SEIDs, IDs de Carga, etc.)
- **Gestor de Nodo PFCP** - Mantiene asociaciones PFCP con pares SGW-U

Cada componente es supervisado y se reiniciará automáticamente en caso de fallo, asegurando la fiabilidad del sistema.

Las métricas de salud del sistema en tiempo real se pueden monitorear a través de la página de la Aplicación de la Interfaz Web:

Interfaces de red

SGW-C implementa tres interfaces primarias de 3GPP:

Interfaz S11 (GTP-C v2)

Propósito: Señalización del plano de control entre MME y SGW-C

Protocolo: GTP-C Versión 2 sobre UDP

Mensajes Clave:

- Solicitud/Respuesta de Creación de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Eliminación de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Modificación de Portadora

- Solicitud/Respuesta de Creación de Portadora
- Solicitud/Respuesta de Eliminación de Portadora
- Notificación/Aceptación de Datos de Enlace Descendente

Configuración: Ver Documentación de la Interfaz S11

Interfaz Sxa (PFCP)

Propósito: Señalización del plano de control entre SGW-C y SGW-U

Protocolo: PFCP (Protocolo de Control de Reenvío de Paquetes) sobre UDP

Mensajes Clave:

- Solicitud/Respuesta de Configuración de Asociación
- Solicitud/Respuesta de Establecimiento de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Modificación de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Eliminación de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Informe de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Latido

Configuración: Ver Documentación de la Interfaz PFCP/Sxa

Interfaz S5/S8 (GTP-C v2)

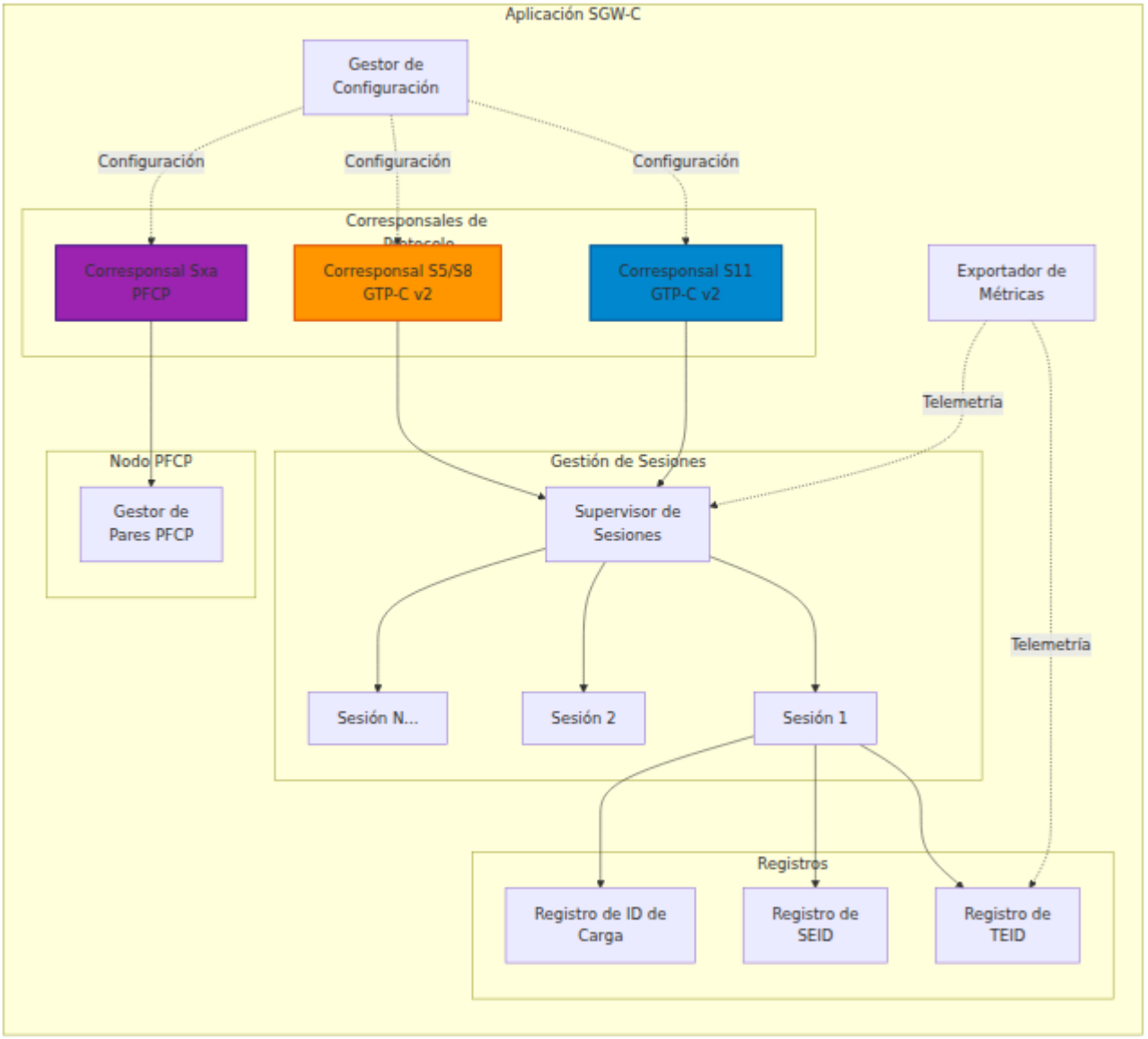
Propósito: Señalización del plano de control entre SGW-C y PGW-C para conectividad PDN

Protocolo: GTP-C Versión 2 sobre UDP

Mensajes Clave:

- Solicitud/Respuesta de Creación de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Eliminación de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Modificación de Portadora
- Solicitud/Respuesta de Creación de Portadora
- Solicitud/Respuesta de Eliminación de Portadora

Configuración: Ver Documentación de la Interfaz S5/S8



Conceptos clave

Sesión de UE

Una Sesión de UE representa un dispositivo móvil activo conectado a la red. Cada sesión gestiona:

- **IMSI** (Identidad Internacional de Suscriptor Móvil) - Identificador único del suscriptor

- **GUTI** (Identificador Temporal Único Global) - Identificador temporal de UE del MME
- **MSISDN** - Número de teléfono móvil
- **TAI** (Identificador de Área de Seguimiento) - Área de localización actual
- **TEIDs de Sesión** - Identificadores de punto final de túnel para S11 y S5/S8
- **Portadoras Activas** - Lista de portadoras de datos asociadas

Conexión PDN

Una Conexión PDN (Red de Datos de Paquete) representa la conexión de datos de un UE a través de un PGW-C específico. Cada sesión tiene:

- **APN** (Nombre del Punto de Acceso) - Identifica la red externa
- **ID de Carga** - Identificador único para la facturación a través de SGW y PGW
- **TEID** (ID de Punto Final de Túnel) - Identificador de túnel de la interfaz S5/S8
- **SEID** (ID de Punto Final de Sesión) - Identificador de sesión de la interfaz Sxa
- **Portadora Predeterminada** - Creada con cada conexión PDN
- **Portadoras Dedicadas** - Portadoras adicionales para necesidades específicas de QoS

Contexto de Portadora

Una portadora representa un flujo de tráfico con características específicas de QoS:

- **Portadora Predeterminada** - Creada con cada conexión PDN para tráfico de mejor esfuerzo
- **Portadoras Dedicadas** - Portadoras adicionales para requisitos de servicio específicos (voz, video, etc.)
- **EBI** (ID de Portadora EPS) - Identificador único para cada portadora dentro de una sesión
- **Parámetros de QoS** - QCI (Identificador de Clase de QoS), ARP (Prioridad de Asignación y Retención), tasas de bits (MBR, GBR)

Reglas PFCP

El SGW-C programa el SGW-U con reglas de procesamiento de paquetes:

- **PDR** (Regla de Detección de Paquetes) - Coincide con paquetes (uplink/downlink)
- **FAR** (Regla de Acción de Reenvío) - Especifica el comportamiento de reenvío
- **QER** (Regla de Aplicación de QoS) - Aplica límites de tasa de bits
- **BAR** (Regla de Acción de Almacenamiento) - Controla el almacenamiento de paquetes durante los traspasos

Ver Documentación de la Interfaz Sxa para más detalles.

Movilidad y Traspaso

SGW-C soporta la movilidad de UE a través de eNodeBs:

- **Traspaso Intra-MME** - Traspaso dentro del mismo MME (sin cambio de SGW)
- **Traspaso Inter-MME** - Traspaso entre MMEs con reubicación de SGW
- **Reenvío de Datos** - Almacenamiento y reenvío de datos durante el traspaso
- **Actualización de Área de Seguimiento** - Re-registración de UE al moverse entre áreas

---

Introducción

Requisitos previos

- Elixir ~1.16
- Erlang/OTP 26+
- Conectividad de red a MME, SGW-U y PGW-C
- Comprensión de la arquitectura EPC LTE

Verificación de la operación

Verifique los registros para un inicio exitoso:

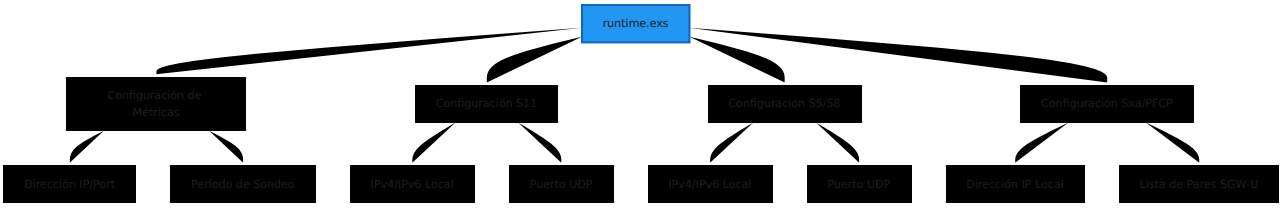
```
[info] Iniciando OmniSGW...
[info] Iniciando Exportador de Métricas en 127.0.0.40:42068
[info] Iniciando Corresponsal S11 en 127.0.0.10
[info] Iniciando Corresponsal S5/S8 en 127.0.0.15
[info] Iniciando Corresponsal Sxa en 127.0.0.20
[info] Iniciando Gestor de Nodo PFCP
[info] OmniSGW iniciado con éxito
```

Acceda a las métricas en `http://127.0.0.40:42068/metrics` (dirección configurada).

Configuración

Toda la configuración en tiempo de ejecución se define en `config/runtime.exs`. La configuración está estructurada en varias secciones:

Descripción general de la configuración



Referencia rápida de configuración

Sección	Propósito	Documentación
metrics	Exportador de métricas de Prometheus	Guía de Monitoreo
s11	Interfaz GTP-C al MME	Configuración S11
s5s8	Interfaz GTP-C al PGW-C	Configuración S5/S8
sxa	Interfaz PFCP al SGW-U	Configuración Sxa

Ver la Guía de Configuración Completa para información detallada.

Interfaz web - Panel de operaciones en tiempo real

OmniSGW incluye una **Interfaz Web** integrada para monitoreo y operaciones en tiempo real, proporcionando visibilidad instantánea del estado del sistema sin necesidad de herramientas de línea de comandos o consultas de métricas.

Accediendo a la Interfaz Web

```
http://<omnisgw-ip>:<web-port>/
```

Páginas Disponibles:

Página	URL	Propósito	Tasa de Actualización
Sesiones de UE	`/ue_sessions`	Ver todas las sesiones de UE activas y portadoras	2 segundos
Sesiones PFCP	`/pfcp_sessions`	Ver sesiones PFCP con SGW-U	2 segundos
Estado SGW-U	`/sgwu_status`	Monitorear asociaciones de pares PFCP	2 segundos
Registros	`/logs`	Transmisión de registros en tiempo real	En vivo

Características Clave

Actualizaciones en Tiempo Real:

- Todas las páginas se actualizan automáticamente (sin necesidad de recarga manual)
- Transmisión de datos en vivo desde los procesos de OmniSGW
- Indicadores de estado codificados por colores (verde/rojo)

Buscar y Filtrar:

- Buscar sesiones por IMSI, GUTI, número de teléfono
- Filtrado instantáneo sin recarga de página

Detalles Expandibles:

- Haga clic en cualquier fila para ver detalles completos de la sesión
- Inspeccionar todas las portadoras activas y sus parámetros de QoS
- Ver configuración y capacidades de pares

Sin Autenticación Requerida (Uso Interno):

- Acceso directo desde la red de gestión
- Diseñado para uso del equipo de NOC/operaciones
- Vincular solo a la IP de gestión por seguridad

Flujos de Trabajo Operativos

Solución de Problemas de Sesiones:

```
1. El usuario informa un problema de conectividad
2. Abra la página de Sesiones de UE
3. Busque por IMSI o número de teléfono
4. Verifique que la sesión exista y tenga correcto:
   - Área de Seguimiento
   - Portadoras activas y su QoS
   - Puntos finales de túnel establecidos
   - Asociación correcta con PGW-C
5. Si no se encuentra la sesión → Verifique los registros para la
razón de rechazo
```

Verificación de Salud del Sistema:

```
1. Abra la página de Estado SGW-U → Verifique que todos los pares
SGW-U estén "Asociados"
2. Abra Sesiones de UE → Verifique el conteo de sesiones activas
vs. capacidad
3. Monitoree la distribución de portadoras a través de APNs
```

Monitoreo de Capacidad:

- Mire el conteo de Sesiones de UE
- Compare con la capacidad licenciada/esperada
- Identifique los tiempos de uso máximo
- Monitoree la distribución por tipo de servicio

Interfaz Web vs. Métricas

Use la Interfaz Web para:

- Detalles individuales de sesión y portadora
- Estado de pares en tiempo real
- Verificaciones rápidas de salud
- Solución de problemas de usuarios específicos
- Verificación de configuración

Use Métricas de Prometheus para:

- Tendencias históricas
- Alertas y notificaciones
- Gráficos de planificación de capacidad
- Análisis de rendimiento
- Monitoreo a largo plazo

Mejor Práctica: Use ambos juntos - Interfaz Web para operaciones inmediatas, Prometheus para tendencias y alertas.

Monitoreo y Métricas

Además de la Interfaz Web, OmniSGW expone métricas compatibles con Prometheus para monitoreo:

Métricas Disponibles

- **Métricas de Sesión**
  - `teid_registry_count` - TEIDs S11/S5S8 activos
  - `seid_registry_count` - Sesiones PFCP activas
  - `charging_id_registry_count` - IDs de carga activos
  - `active_ue_sessions` - Total de sesiones de UE activas
  - `active_bearers` - Total de portadoras activas en todas las sesiones

- **Métricas de Mensajes**
  - `s11_inbound_messages_total` - Mensajes GTP-C recibidos en S11
  - `s5s8_inbound_messages_total` - Mensajes GTP-C recibidos en S5/S8
  - `sxa_inbound_messages_total` - Mensajes PFCP recibidos
  - Distribuciones de duración del manejo de mensajes
- **Métricas de Error**
  - `s11_inbound_errors_total` - Errores de protocolo S11
  - `s5s8_inbound_errors_total` - Errores de protocolo S5/S8
  - `sxa_inbound_errors_total` - Errores de protocolo Sxa

Accediendo a las Métricas

Las métricas se exponen a través de HTTP en el punto final configurado:

```
curl http://127.0.0.40:42068/metrics
```

Ver Guía de Monitoreo y Métricas para la configuración del panel y alertas.

Documentación Detallada

Esta sección proporciona una visión general completa de toda la documentación de OmniSGW. Los documentos están organizados por tema y caso de uso.

Estructura de Documentación

```
Documentación de OmniSGW
├── OPERATIONS.md (Esta Guía)
│
└── docs/
    ├── Configuración y Configuración
    │   ├── configuration.md          Referencia completa de
runtime.exs
    │
    ├── Interfaces de Red
    │   ├── sxa-interface.md          Sxa/PFCP (comunicación SGW-
U)
    │   ├── s11-interface.md          S11 (comunicación MME)
    │   └── s5s8-interface.md         S5/S8 (comunicación PGW-C)
    │
    └── Operaciones
        ├── session-management.md     Ciclo de vida de la sesión
de UE
        ├── bearer-management.md      Operaciones de portadora
        ├── cdr-format.md             Registros de carga fuera de
línea
        └── monitoring.md             Métricas de Prometheus y
alertas
```

Documentación por Tema

📖 Introducción

Documento	Descripción	Propósito
OPERATIONS.md	Guía principal de operaciones (este documento)	Descripción general y inicio rápido

⚙️ Configuración

Documento	Descripción
configuration.md	Referencia completa de configuración runtime.exs

□ Interfaces de Red

Documento	Descripción
sxa-interface.md	Interfaz PFCP/Sxa al SGW-U
s11-interface.md	Interfaz GTP-C S11 al MME
s5s8-interface.md	Interfaz GTP-C S5/S8 al PGW-C

□ Operaciones y Monitoreo

Documento	Descripción
session-management.md	Ciclo de vida y operaciones de sesión de UE
session-management.md	Creación, modificación, eliminación de portadoras
cdr-format.md	Formato de registro de datos de carga fuera de línea
monitoring.md	Métricas de Prometheus, paneles de Grafana, alertas

Rutas de Lectura

Para Operadores de Red

1. OPERATIONS.md - Descripción general (este documento)

2. configuration.md - Configuración
3. monitoring.md - Monitoreo
4. session-management.md - Operaciones diarias

Para Ingenieros de Red

1. OPERATIONS.md - Descripción general de la arquitectura (este documento)
2. sxa-interface.md - Control del plano de usuario
3. s11-interface.md - Gestión móvil
4. s5s8-interface.md - Conectividad PDN
5. session-management.md - Ciclo de vida de la sesión
6. session-management.md - Operaciones de portadora

Para Configuración y Despliegue

1. configuration.md - Referencia completa
2. monitoring.md - Configurar monitoreo

Recursos Adicionales

Especificaciones 3GPP

Espec.	Título
TS 29.274	GTP-C v2 (interfaces S11 y S5/S8)
TS 29.244	PFCP (interfaz Sxa)
TS 32.251	Carga del dominio de Paquete Conmutado
TS 32.298	Codificación de CDR
TS 23.401	Arquitectura EPC

Formato del Registro de Datos de Carga (CDR)

Carga Offline para SGW-C

OmniSGW de Omnitouch Network Services

Tabla de Contenidos

1. Descripción General
2. Formato de Archivo CDR
3. Campos CDR
4. Eventos CDR
5. Estructura del Archivo
6. Configuración
7. Flujo de Generación de CDR
8. Detalles de los Campos
9. Ejemplos
10. Integración

Descripción General

El formato **CDR de Datos (Registro de Datos de Carga)** proporciona capacidades de carga offline para el Plano de Control del Gateway de Servicio (SGW-C). Se generan CDRs para registrar eventos de sesión de portadora, uso de datos e información del suscriptor para fines de facturación y análisis.

Este formato común es compatible con los CDRs de PGW-C, asegurando consistencia en los registros de carga a través de la infraestructura EPC.

Características Clave

- **Formato basado en CSV** - Valores separados por comas, simples y legibles para humanos
- **Grabación basada en eventos** - Captura eventos de inicio, actualización y finalización de portadoras
- **Medición de volumen** - Registra el uso de datos en enlace ascendente y descendente
- **Rotación automática** - Rotación de archivos configurable basada en intervalos de tiempo
- **Cumple con 3GPP** - Sigue 3GPP TS 32.251 (carga de dominio PS) y TS 32.298 (codificación de CDR)

Casos de Uso

Caso de Uso	Descripción
Carga Offline	Generar CDRs para facturación postpago
Análisis	Analizar patrones de uso de suscriptores
Rastro de Auditoría	Rastrear todos los eventos de sesión de portadora
Planificación de Capacidad	Monitorear la utilización de recursos de red
Solución de Problemas	Depurar problemas de sesión y portadora

---

Formato de Archivo CDR

Convención de Nombres de Archivos

```
<epoch_timestamp>
```

Ejemplo:

```
1726598022
```

El nombre del archivo es la marca de tiempo de época Unix (en segundos) de cuando se creó el archivo.

Ubicación del Archivo

Directorio predeterminado:

- SGW-C: `/var/log/sgw_c/cdrs/`

Configurable a través del parámetro `directory` en la configuración del reportero de CDR.

Encabezado del Archivo

Cada archivo CDR comienza con un encabezado de varias líneas que contiene metadatos:

```
# Archivo CDR de Datos:
# Hora de Inicio del Archivo: HH:MM:SS (unix_timestamp)
# Hora de Fin del Archivo: HH:MM:SS (unix_timestamp)
# Nombre del Gateway: <gateway_name>
#
epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,eci
```

Campos del Encabezado:

- **Hora de Inicio del Archivo** - Cuándo se creó el archivo CDR (legible para humanos y marca de tiempo Unix)
- **Hora de Fin del Archivo** - Cuándo ocurrirá la rotación del archivo (legible para humanos y marca de tiempo Unix)
- **Nombre del Gateway** - Identificador para la instancia SGW-C
- **Encabezados de Columna** - Nombres de campos CSV para los registros de datos

---

Campos CDR

Resumen de Campos

Posición	Nombre del Campo	Tipo	Descripción
0	epoch	entero	Marca de tiempo del evento (segundos de época Unix)
1	imsi	cadena	Identidad Internacional de Suscriptor Móvil
2	event	cadena	Tipo de evento CDR (por ejemplo, "default_bearer_start")
3	charging_id	entero	Identificador de carga único para la portadora
4	msisdn	cadena	Número ISDN de Estación Móvil (número de teléfono)
5	ue_imei	cadena	Identidad Internacional de Equipo Móvil
6	timezone_raw	cadena	Zona horaria del UE (reservado, actualmente vacío)
7	plmn	entero	Identificador de Red Móvil Pública
8	tac	entero	Código de Área de Seguimiento
9	eci	entero	Identificador de Celda E-UTRAN
10	sgw_ip	cadena	Dirección IP del plano de control S5/S8 de SGW-C

Posición	Nombre del Campo	Tipo	Descripción
11	ue_ip	cadena	Dirección IP del UE (formato IPv4|IPv6)
12	pgw_ip	cadena	Dirección IP del plano de control S5/S8 de PGW-C
13	apn	cadena	Nombre del Punto de Acceso
14	qci	entero	Identificador de Clase de QoS
15	octets_in	entero	Volumen de datos en enlace descendente (bytes)
16	octets_out	entero	Volumen de datos en enlace ascendente (bytes)

Eventos CDR

Tipos de Eventos

Se generan CDRs para tres tipos de eventos:

Tipo de Evento	Formato	Descripción	Cuándo se Genera
Inicio de Portadora	`<type>_bearer_start`	Establecimiento de portadora	Respuesta de Creación de Se enviada
Actualización de Portadora	`<type>_bearer_update`	Informe de uso durante la sesión	Informes de us periódicos desc plano de usuar
Fin de Portadora	`<type>_bearer_end`	Terminación de portadora	Solicitud/Respu de Eliminación Sesión

Tipos de Portadora:

- `default` - Portadora predeterminada (una por conexión PDN)
- `dedicated` - Portadora dedicada (cero o más por conexión PDN)

Ejemplos de Eventos

```
default_bearer_start      - Portadora predeterminada establecida
default_bearer_update     - Actualización de uso de portadora
predeterminada
default_bearer_end        - Portadora predeterminada terminada
dedicated_bearer_start    - Portadora dedicada establecida
dedicated_bearer_update   - Actualización de uso de portadora
dedicada
dedicated_bearer_end      - Portadora dedicada terminada
```

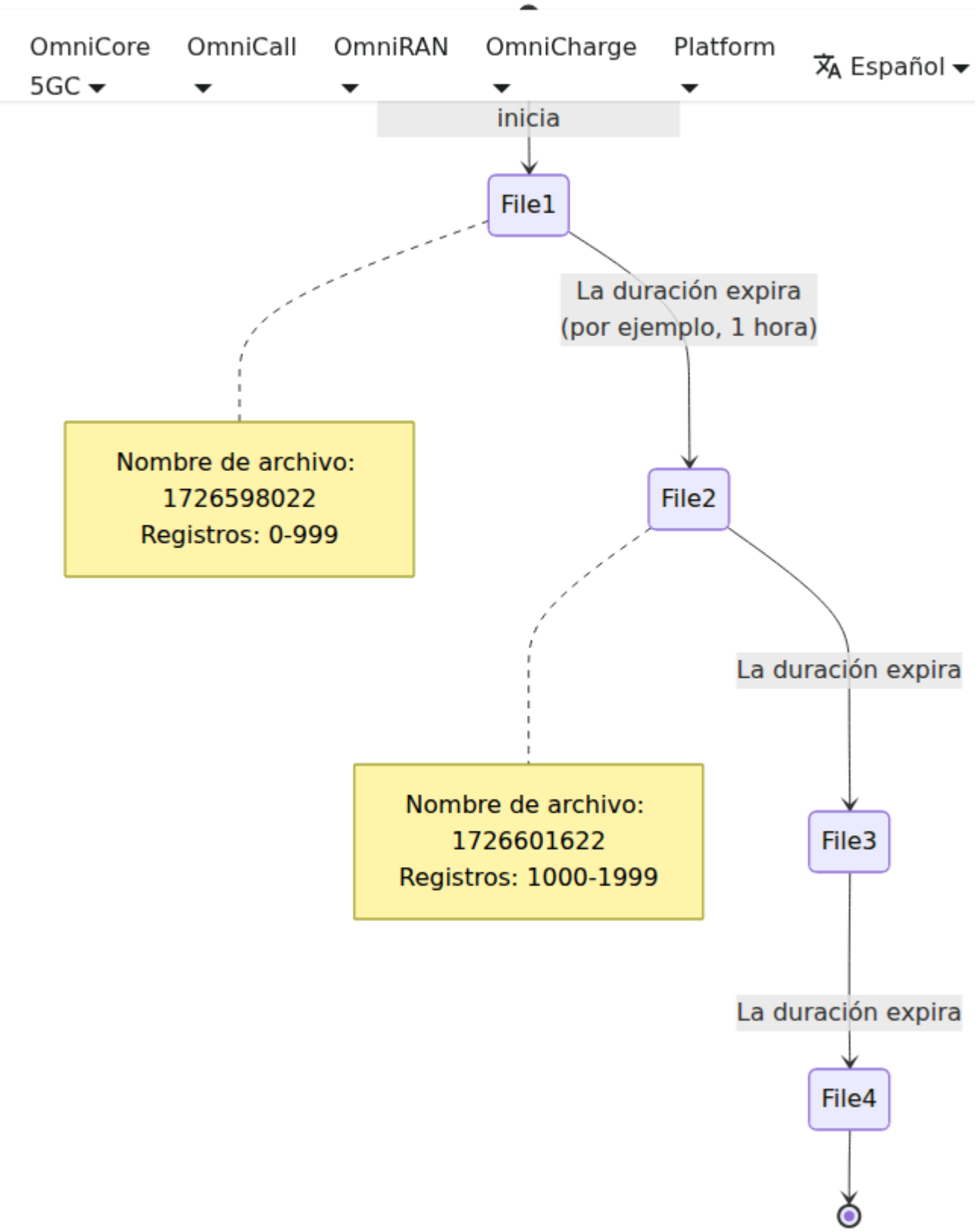
Estructura del Archivo

Ejemplo de Archivo CDR

```
# Archivo CDR de Datos:
# Hora de Inicio del Archivo: 18:53:42 (1726598022)
# Hora de Fin del Archivo: 19:53:42 (1726601622)
# Nombre del Gateway: sgw-c-prod-01
# epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,e
1726598022,310260123456789,default_bearer_start,12345,15551234567,123
1726598322,310260123456789,default_bearer_update,12345,15551234567,12
1726598622,310260123456789,default_bearer_update,12345,15551234567,12
1726598922,310260123456789,default_bearer_end,12345,15551234567,12345
```

Rotación de Archivos

Los archivos CDR se rotan automáticamente según la duración configurada:



Proceso de Rotación:

1. Cerrar el archivo CDR actual
2. Crear un nuevo archivo con la marca de tiempo actual
3. Escribir el encabezado en el nuevo archivo

4. Continuar grabando CDRs en el nuevo archivo

Configuración

Parámetros de Configuración

Parámetro	Tipo	Descripción	Predeterminado	Recomen
`gateway_name`	cadena	Identificador de la instancia SGW-C	-	Usar nombre o ID de instar
`duration`	entero	Intervalo de rotación de archivos (ms)	-	3600000 (1 h
`directory`	cadena	Ruta del directorio de salida de CDR	-	`/var/log/sgv`

Ejemplos de Configuración

Producción:

- **gateway_name:** "sgw-c-prod-01"
- **duration:** 3,600,000 ms (rotación de 1 hora)
- **directory:** "/var/log/sgw_c/cdrs"

Desarrollo:

- **gateway_name:** "sgw-c-dev"

- **duration:** 300,000 ms (rotación de 5 minutos para pruebas)
- **directory:** "/tmp/sgw_c_cdrs"

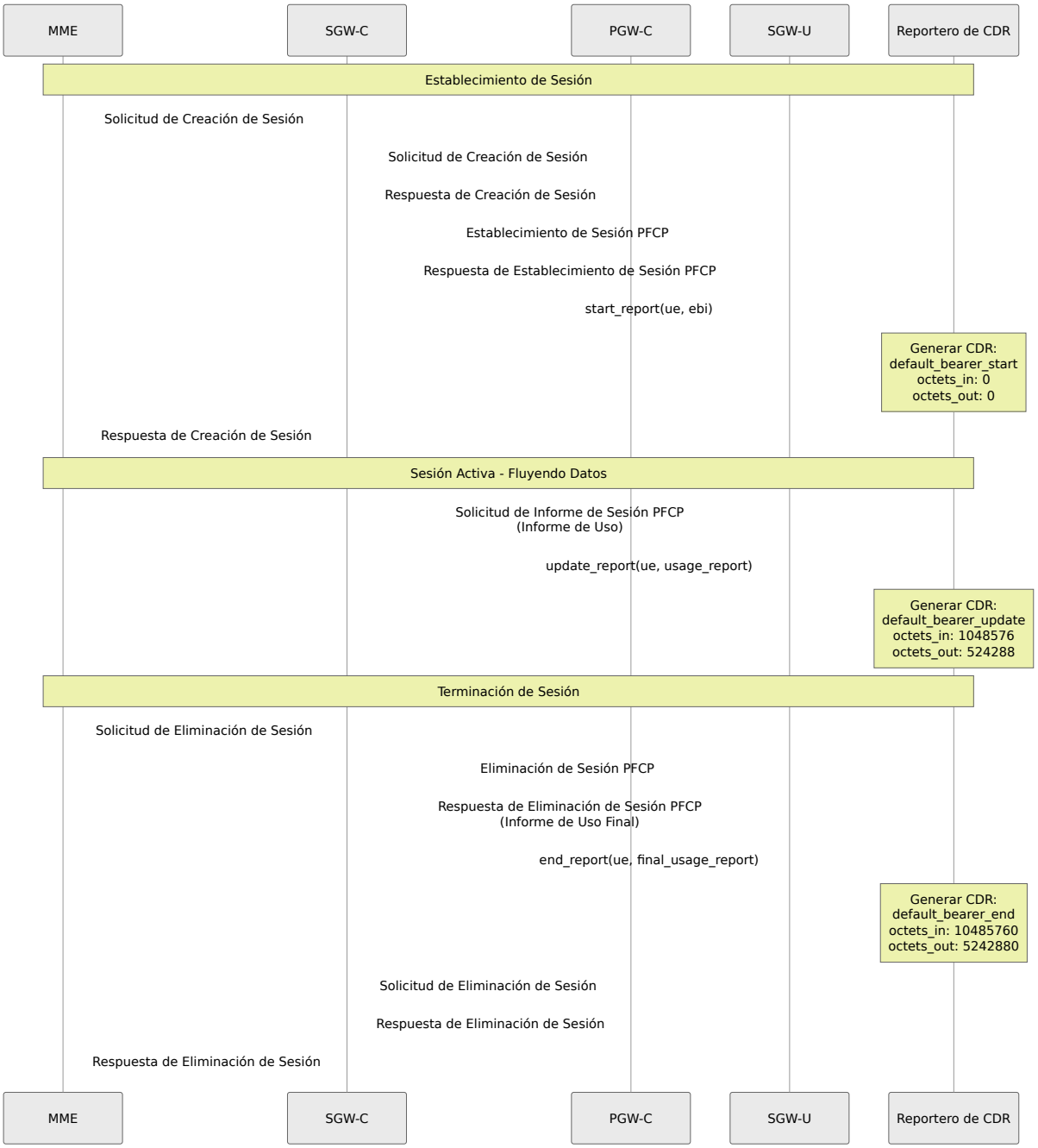
Alto Volumen:

- **gateway_name:** "sgw-c-prod-heavy"
- **duration:** 1,800,000 ms (rotación de 30 minutos)
- **directory:** "/mnt/fast-storage/cdrs"

Flujo de Generación de CDR

Eventos del Ciclo de Vida de la Portadora CDR

Generación de CDR de SGW-C:



Eventos de Generación de CDR

1. Inicio de Portadora:

- **Cuándo:** Se envía la Respuesta de Creación de Sesión
- **Propósito:** Registra el establecimiento de la portadora con uso cero
- **octets_in:** 0
- **octets_out:** 0

2. Actualización de Portadora:

- **Cuándo:** Se recibe la Solicitud de Informe de Sesión PFCP desde el plano de usuario
- **Propósito:** Registra el uso de datos incremental
- **octets_in:** Bytes acumulativos en enlace descendente desde el inicio de la portadora
- **octets_out:** Bytes acumulativos en enlace ascendente desde el inicio de la portadora

3. Fin de Portadora:

- **Cuándo:** Se recibe la Respuesta de Eliminación de Sesión PFCP (con uso final)
- **Propósito:** Registra el uso final de datos antes de la terminación de la sesión
- **octets_in:** Bytes totales finales en enlace descendente
- **octets_out:** Bytes totales finales en enlace ascendente

Detalles de los Campos

1. epoch (Marca de Tiempo)

Tipo: Marca de tiempo de época Unix (segundos)

Descripción: El momento en que ocurrió el evento CDR

Ejemplo:

```
1726598022  → 2025-09-17 18:53:42 UTC
```

---

2. imsi (Identidad del Suscriptor)

Tipo: Cadena (hasta 15 dígitos)

Formato: MCCMNC + MSIN

Descripción: Identidad Internacional de Suscriptor Móvil que identifica de manera única al suscriptor

Ejemplo:

```
310260123456789
  └───┘ └───┘ └──────────┘
   MCC  MNC     MSIN
   (310)(260) (123456789)
```

Fuente: Contexto del UE, recibido en la Solicitud de Creación de Sesión

---

3. event (Tipo de Evento CDR)

Tipo: Cadena

Formato: `<bearer_type>_bearer_<event>`

Valores:

- `default_bearer_start`
- `default_bearer_update`
- `default_bearer_end`
- `dedicated_bearer_start`
- `dedicated_bearer_update`
- `dedicated_bearer_end`

Determinación:

- Si EBI (Identificador de Portadora EPS) es igual a LBI (Identificador de Portadora Vinculada): `default`
- Si EBI no es igual a LBI: `dedicated`

Fuente: Contexto de la portadora (comparación EBI vs LBI)

---

4. charging_id (Identificador de Carga)

Tipo: Entero sin signo de 32 bits

Descripción: Identificador único para la correlación de carga a través de elementos de red

Ejemplo:

```
12345
```

Fuente: Asignado por PGW-C, recibido en la Respuesta de Creación de Sesión

Uso:

- Correlaciona eventos de carga a través de SGW y PGW
- Usado en interfaces de carga Diameter Gy/Gz
- Único por portadora

---

5. msisdn (Número de Teléfono)

Tipo: Cadena (formato E.164)

Descripción: Número ISDN de Estación Móvil (número de teléfono del suscriptor)

Formato: Código de país + número nacional

Ejemplo:

```
15551234567
 └┬┘└────┬────┘
  CC   Nacional
  (1) (5551234567)
```

Fuente: Contexto del UE, típicamente del HSS a través de MME

---

6. ue_imei (Identidad del Equipo)

Tipo: Cadena (15 dígitos)

Formato: TAC (8) + SNR (6) + Spare (1)

Descripción: Identidad Internacional de Equipo Móvil (identificador del dispositivo)

Ejemplo:

```
123456789012345
└────────┘└────┘└
   TAC   SNR S
```

Fuente: Contexto del UE, recibido de MME

---

7. timezone_raw (Zona Horaria del UE)

Tipo: Cadena (actualmente reservado/vacío)

Descripción: Campo reservado para información de la zona horaria del UE

Estado Actual: No poblado (campo vacío en CSV)

Uso Futuro: Puede incluir el desplazamiento de la zona horaria y la bandera de horario de verano

Ejemplo:

```
,  (campo vacío)
```

---

8. plmn (Identificador de Red)

Tipo: Entero (formato legado)

Descripción: Identificador de Red Móvil Pública codificado como hexadecimal en little-endian

Proceso de Codificación:

```
MCC: 505, MNC: 57
  ↓
"50557"
  ↓
Intercambiar pares: "055570"
  ↓
Hex a decimal: 0x055570 = 349552
```

Ejemplo:

```
349552  → MCC: 505, MNC: 57
```

Fuente: Información de ubicación del UE desde MME

Nota: Este es un formato de codificación legado para compatibilidad hacia atrás

---

9. tac (Código de Área de Seguimiento)

Tipo: Entero sin signo de 16 bits

Descripción: El Código de Área de Seguimiento identifica el área de seguimiento donde se encuentra el UE

Rango: 0 - 65535

Ejemplo:

```
1234
```

Fuente: Información de ubicación del UE, recibida de MME en la Solicitud de Creación de Sesión

Uso:

- Identifica el área de gestión de movilidad
- Usado para paginación y actualizaciones de ubicación
- Parte de TAI (Identidad de Área de Seguimiento)

---

10. eci (Identificador de Celda E-UTRAN)

Tipo: Entero sin signo de 28 bits

Descripción: El Identificador de Celda E-UTRAN identifica de manera única la celda que atiende al UE

Formato: ID de eNodeB (20 bits) + ID de Celda (8 bits)

Rango: 0 - 268,435,455

Ejemplo:

```
5678
```

Fuente: Información de ubicación del UE desde MME

Uso:

- Identifica la torre de celda y sector específicos
- Usado para transferencia y gestión de movilidad
- Información de ubicación granular

---

11. sgw_ip (IP del Plano de Control SGW)

Tipo: Cadena (dirección IPv4 o IPv6)

Descripción: Dirección IP del plano de control S5/S8 de SGW-C (F-TEID)

Formato: Decimal con puntos (IPv4) o hexadecimal con dos puntos (IPv6)

Ejemplo:

```
10.0.0.15       (IPv4)
2001:db8::15    (IPv6)
```

Fuente: Configuración local, asignada a la interfaz S5/S8

---

12. ue_ip (Dirección IP del UE)

Tipo: Cadena (formato IPv4|IPv6)

Descripción: Dirección IP asignada al UE para la conexión PDN

Formato: `<ipv4>|<ipv6>`

Ejemplos:

```
172.16.1.100|                       (solo IPv4)
|2001:db8::1                        (solo IPv6)
172.16.1.100|2001:db8::1          (Dual-stack)
```

Fuente: Asignación de Dirección PDN (PAA) de PGW-C

Notas:

- IPv4 vacío: No se asignó dirección IPv4
- IPv6 vacío: No se asignó dirección IPv6
- Ambos presentes: Conexión PDN de doble pila

---

13. pgw_ip (IP del Plano de Control PGW)

Tipo: Cadena (dirección IPv4 o IPv6)

Descripción: Dirección IP del plano de control S5/S8 de PGW-C (F-TEID remoto)

Formato: Decimal con puntos (IPv4) o hexadecimal con dos puntos (IPv6)

Ejemplo:

```
10.0.0.20       (IPv4)
2001:db8::20    (IPv6)
```

Fuente: Recibido en la Respuesta de Creación de Sesión de PGW-C

---

14. apn (Nombre del Punto de Acceso)

Tipo: Cadena (hasta 100 caracteres)

Descripción: Nombre del Punto de Acceso que identifica la red externa (PDN)

Formato: Formato de etiqueta similar a DNS

Ejemplos:

```
internet
ims
mms
enterprise.corporate
```

Fuente: Recibido en la Solicitud de Creación de Sesión de MME

Uso:

- Determina a qué red externa conectarse
- Impulsa políticas y reglas de carga
- Puede determinar el grupo de direcciones IP

---

15. qci (Identificador de Clase de QoS)

Tipo: Entero sin signo de 8 bits

Descripción: El Identificador de Clase de QoS define la calidad de servicio de la portadora

Rango: 1 - 9 (estandarizados), 128-254 (específicos del operador)

Valores de QCI Estandarizados:

QCI	Tipo de Recurso	Prioridad	Retraso de Paquete	Pérdida de Paquete	Servicio Ejemplo
1	GBR	2	100 ms	10^-2	Voz Conversacional
2	GBR	4	150 ms	10^-3	Video Conversacional
3	GBR	3	50 ms	10^-3	Juegos en Tiempo Real
4	GBR	5	300 ms	10^-6	Video No Conversacional
5	Non-GBR	1	100 ms	10^-6	Señalización IMS
6	Non-GBR	6	300 ms	10^-6	Video (almacenado)
7	Non-GBR	7	100 ms	10^-3	Voz, Video, Juegos
8	Non-GBR	8	300 ms	10^-6	Video (almacenado)
9	Non-GBR	9	300 ms	10^-6	Portadora Predeterminada

Ejemplo:

```
9  → Portadora predeterminada (mejor esfuerzo)
```

Fuente: Parámetros de QoS de la portadora de PGW-C

---

16. octets_in (Volumen de Enlace Descendente)

Tipo: Entero sin signo de 64 bits

Descripción: Número de bytes transmitidos en la dirección de enlace descendente (red → UE)

Unidades: Bytes

Ejemplo:

```
1048576  → 1 MB en enlace descendente
```

Fuente: Medición de Volumen PFCP de SGW-U

Notas:

- Acumulativo para eventos `update`
- Total final para eventos `end`
- Siempre 0 para eventos `start`

---

17. octets_out (Volumen de Enlace Ascendente)

Tipo: Entero sin signo de 64 bits

Descripción: Número de bytes transmitidos en la dirección de enlace ascendente (UE → red)

Unidades: Bytes

Ejemplo:

```
524288  → 512 KB en enlace ascendente
```

Fuente: Medición de Volumen PFCP de SGW-U

Notas:

- Acumulativo para eventos `update`
- Total final para eventos `end`
- Siempre 0 para eventos `start`

Ejemplos

Ejemplo 1: Sesión Básica con Actualización Única

Línea de Tiempo:

1. Portadora establecida
2. 5 minutos después: Actualización de uso (10 MB en descenso, 5 MB en ascenso)
3. Sesión terminada

Salida CDR:

```
# Archivo CDR de Datos:
# Hora de Inicio del Archivo: 10:00:00 (1726570800)
# Hora de Fin del Archivo: 11:00:00 (1726574400)
# Nombre del Gateway: sgw-c-01
# epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,e
1726570800,310260111111111,default_bearer_start,10001,15551111111,111
1726571100,310260111111111,default_bearer_update,10001,15551111111,11
1726571400,310260111111111,default_bearer_end,10001,15551111111,11111
```

Ejemplo 2: Sesión de Doble Pila con Múltiples Actualizaciones

Línea de Tiempo:

1. Portadora de doble pila establecida (IPv4 + IPv6)
2. Múltiples actualizaciones de uso
3. Sesión terminada

Salida CDR:

```
1726570800,310260222222222,default_bearer_start,10002,15552222222,222
1726571100,310260222222222,default_bearer_update,10002,15552222222,22
1726571400,310260222222222,default_bearer_update,10002,15552222222,22
1726571700,310260222222222,default_bearer_update,10002,15552222222,22
1726572000,310260222222222,default_bearer_end,10002,15552222222,22222
```

Ejemplo 3: Sesión con Portadora Dedicada

Línea de Tiempo:

1. Portadora predeterminada establecida (QCI 9)
2. Portadora dedicada creada para video (QCI 6)
3. Actualizaciones de uso para ambas portadoras
4. Portadora dedicada eliminada
5. Portadora predeterminada terminada

Salida CDR:

```
1726570800,310260333333333,default_bearer_start,10003,15553333333,333
1726571100,310260333333333,dedicated_bearer_start,10004,15553333333,3
1726571400,310260333333333,default_bearer_update,10003,15553333333,33
1726571400,310260333333333,dedicated_bearer_update,10004,15553333333,
1726571700,310260333333333,dedicated_bearer_end,10004,15553333333,333
1726572000,310260333333333,default_bearer_end,10003,15553333333,33333
```

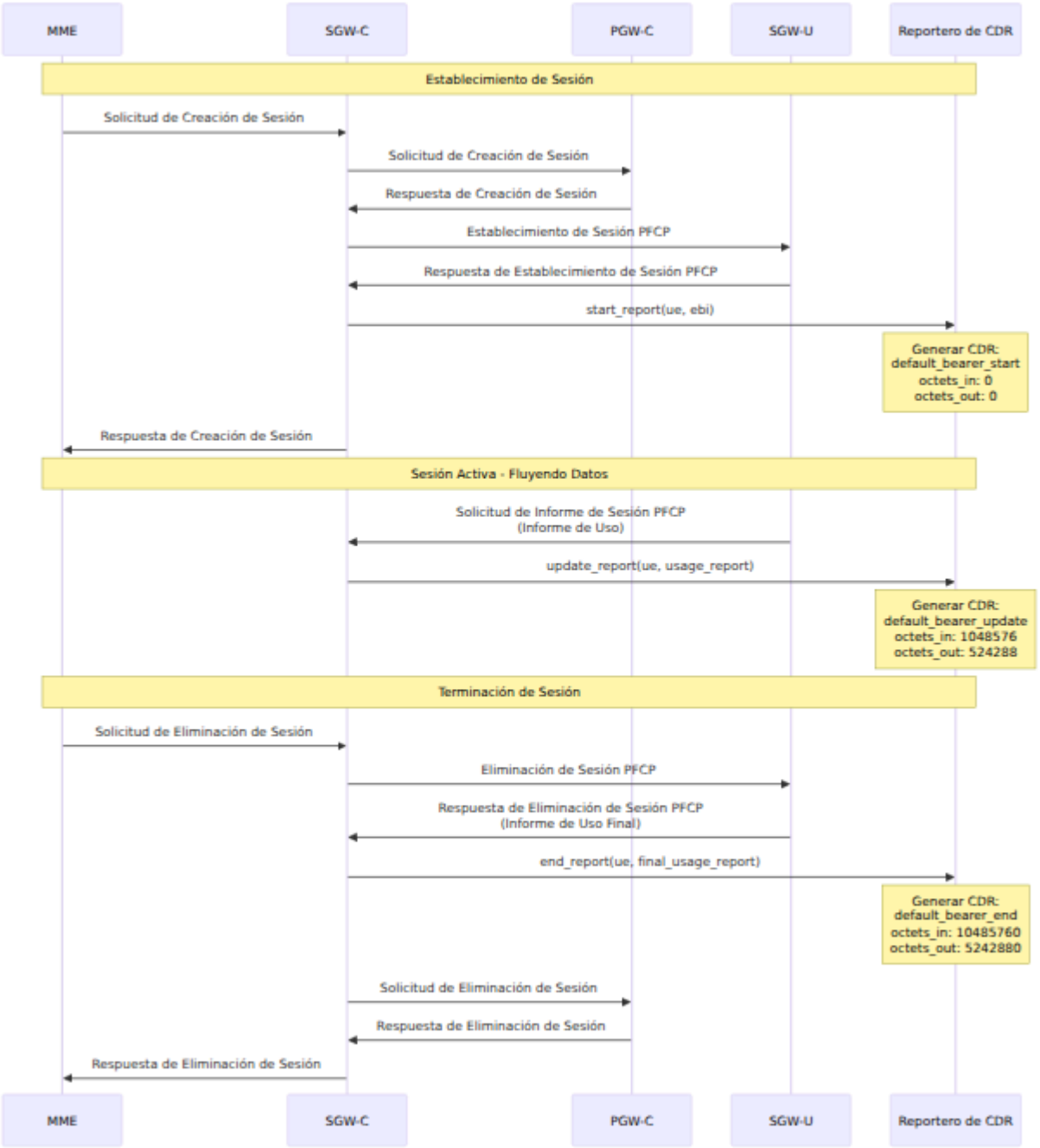
Análisis:

- La portadora predeterminada (10003) lleva tráfico de fondo (10 MB en descenso, 4 MB en ascenso)
- La portadora dedicada (10004) lleva tráfico de video (200 MB en descenso, 2 MB en ascenso)
- Diferentes valores de QCI (9 frente a 6) reflejan un tratamiento de QoS diferente

---

Integración

Pipeline de Procesamiento de CDR



Métodos de Recolección de CDR

1. Recolección Basada en Archivos:

```
# Monitorear el directorio CDR (SGW-C)
inotifywait -m /var/log/sgw_c/cdrs/ -e close_write | while read
path action file; do
    # Rotación de archivo completada, procesar CDR
    process_cdr "$path$file"
done
```

2. Transmisión en Tiempo Real:

```
# Seguir y transmitir al pipeline de procesamiento
tail -F /var/log/sgw_c/cdrs/* | process_cdr_stream
```

Documentación Relacionada

- Gestión de Sesiones - Ciclo de vida de la sesión
- Interfaz Sxa - Informe de uso desde SGW-U
- Guía de Monitoreo - Métricas y alertas

Referencias 3GPP

- TS 32.251 - Carga de dominio de Paquete Conmutado (PS)
- TS 29.274 - Sistema de Paquete Evolucionado (EPS) de 3GPP; protocolo GTP-C
- TS 29.244 - Interfaz entre nodos CP y UP (PFCP)
- TS 32.298 - Codificación de CDR

Formato CDR - *Registros de Carga Offline para SGW-C*

Desarrollado por Omnitouch Network Services

Versión de Documentación: 1.0 **Última Actualización:** 2025-12-10

Guía de Configuración de SGW-C

Referencia completa de runtime.exs

OmniSGW de Omnitouch Network Services

Tabla de Contenidos

1. Descripción General
2. Estructura de Configuración
3. Configuración de Métricas
4. Configuración de la Interfaz S11
5. Configuración de la Interfaz S5/S8
6. Configuración de la Interfaz Sxa
7. Configuración de CDR
8. Ejemplos de Despliegue

Descripción General

Toda la configuración de tiempo de ejecución de OmniSGW se gestiona a través de `config/runtime.exs`. Este archivo se carga al inicio y controla:

- Vinculaciones de interfaz de red y puertos
- Conectividad entre pares (MME, PGW-C, SGW-U)
- Métricas y monitoreo
- Generación de CDR
- Parámetros operativos

La configuración NO se compila en el binario - los cambios en `runtime.exs` tienen efecto al reiniciar sin recompilación.

Vea la configuración actual de tiempo de ejecución a través de la página de Configuración de la Interfaz Web:

Estructura de Configuración

Estructura Básica

```
# config/runtime.exs
import Config

config :sgw_c,
  metrics: %{ ... },
  s11: %{ ... },
  s5s8: %{ ... },
  sxa: %{ ... },
  cdr: %{ ... }
```

Configuración de Métricas

Configuración Básica

```
config :sgw_c,
  metrics: %{
    # Vinculación HTTP del exportador de métricas
    metrics_bind_address: "127.0.0.40",
    metrics_port: 42068,

    # Intervalo de sondeo de métricas (milisegundos)
    poll_interval_ms: 10000
  }
```

Configuración de Producción

```
config :sgw_c,
  metrics: %{
    # Vincular a la interfaz de red de gestión (no pública)
    metrics_bind_address: System.get_env("MGT_IP") || "10.0.0.40",
    metrics_port: 42068,

    # Sondear con frecuencia para paneles de control responsivos
    poll_interval_ms: 5000
  }
```

Acceso a Métricas

```
# Exportar métricas en formato Prometheus
curl http://10.0.0.40:42068/metrics

# Métricas comunes:
# - teid_registry_count: TEIDs S11/S5S8 activos
# - seid_registry_count: Sesiones PFCP activas
# - s11_inbound_messages_total: Conteo de mensajes S11
# - sxa_inbound_messages_total: Conteo de mensajes Sxa
```

Para referencia detallada de métricas, paneles de Prometheus y configuración de alertas, consulte la Guía de Monitoreo y Métricas.

Configuración de la Interfaz S11

Configuración Básica

```
config :sgw_c,
  s11: %{
    # Dirección IPv4 local para S11 (interfaz MME)
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",

    # Opcional: Dirección IPv6 local (para pila dual)
    local_ipv6_address: nil,

    # Opcional: Sobrescribir puerto por defecto
    local_port: 2123,

    # Tiempo de espera del mensaje (milisegundos)
    message_timeout_ms: 5000,

    # Configuración de reintentos
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
```

Selección de Interfaz de Red

```
# Interfaz única (recomendado)
config :sgw_c,
  s11: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10"  # Interfaz única para S11
  }

# Interfaz dual (redes de control y de usuario separadas)
config :sgw_c,
  s11: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10"    # Red de control
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: "10.1.0.20"      # Red de usuario
  }
```

Configuración de Tiempos de Mensaje

```
config :sgw_c,
  s11: %{
    # Para redes de alta latencia (> 100ms RTT)
    message_timeout_ms: 10000,
    max_retries: 5,
    retry_backoff_ms: 2000,

    # Para redes de baja latencia (< 50ms RTT)
    message_timeout_ms: 3000,
    max_retries: 2,
    retry_backoff_ms: 500
  }
```

Configuración de la Interfaz S5/S8

Configuración Básica

```
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    # Dirección IPv4 local para S5/S8 (interfaz PGW)
    local_ipv4_address: "10.0.0.15",

    # Opcional: Dirección IPv6 local
    local_ipv6_address: nil,

    # Opcional: Sobrescribir puerto por defecto
    local_port: 2123,

    # Pares PGW-C
    pgw_peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.20",
        name: "pgw-c-primary"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.21",
        name: "pgw-c-secondary"
      }
    ],

    # Tiempos de espera de mensajes
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
```

Configuración de Pares PGW

```
# PGW único
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    pgw_peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.20",
        name: "pgw-c-prod"
      }
    ]
  }

# PGWs redundantes (balanceados)
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-1"},
      %{ip_address: "10.0.0.21", name: "pgw-c-2"},
      %{ip_address: "10.0.0.22", name: "pgw-c-3"}
    ]
  }

# PGWs redundantes (activo-en-espera)
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-primary"},
      %{ip_address: "10.0.0.21", name: "pgw-c-backup"}
    ]
  }
```

Configuración de la Interfaz Sxa

Configuración Básica

```
config :sgw_c,
  sxa: %{
    # Dirección IP local para la interfaz Sxa
    local_ip_address: "10.0.0.20",

    # Opcional: Sobrescribir puerto por defecto
    local_port: 8805,

    # Pares SGW-U
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-1.example.com"
      }
    ],

    # Intervalo de latido (segundos)
    heartbeat_interval_s: 20,

    # Tiempo de espera de sesión (milisegundos)
    session_timeout_ms: 5000,

    # Reintentos
    max_retries: 3
  }
```

Configuración de Pares SGW-U

```
# SGW-U único
config :sgw_c,
  sxa: %{
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-prod-01"
      }
    ]
  }

# SGW-Us redundantes
config :sgw_c,
  sxa: %{
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-prod-01"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.31",
        node_id: "sgw-u-prod-02"
      }
    ]
  }
```

Configuración de Latidos

```
# Detección rápida (agresiva)
config :sgw_c,
  sxa: %{
    heartbeat_interval_s: 10,
    max_retries: 2
  }

# Detección normal (balanceada)
config :sgw_c,
  sxa: %{
    heartbeat_interval_s: 20,
    max_retries: 3
  }

# Detección lenta (benigna)
config :sgw_c,
  sxa: %{
    heartbeat_interval_s: 40,
    max_retries: 5
  }
```

Configuración de CDR

Configuración Básica

```
config :sgw_c,
  cdr: %{
    # Identificador de puerta de enlace en CDRs
    gateway_name: "sgw-c-prod-01",

    # Intervalo de rotación de archivos (milisegundos)
    rotation_interval_ms: 3600000,  # 1 hora

    # Directorio de salida para archivos CDR
    directory: "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

Configuración de Producción

```
config :sgw_c,
  cdr: %{
    # Usar nombre de host o ID de instancia del despliegue
    gateway_name: System.get_env("HOSTNAME") || "sgw-c-prod-01",

    # Rotar cada hora para manejabilidad
    rotation_interval_ms: 3600000,

    # Usar almacenamiento rápido para CDRs
    directory: System.get_env("CDR_DIR") || "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

Configuración de Alto Volumen

```
config :sgw_c,
  cdr: %{
    gateway_name: "sgw-c-prod-high-vol",

    # Rotar con más frecuencia para gestionar el tamaño del
archivo
    rotation_interval_ms: 1800000,  # Rotación de 30 minutos

    # Usar almacenamiento rápido dedicado
    directory: "/mnt/fast-ssd/sgw_c/cdrs"
  }
```

Ejemplos de Despliegue

Puerta de Enlace Única (Mínima)

```
import Config

config :sgw_c,
  metrics: %{
    metrics_bind_address: "127.0.0.40",
    metrics_port: 42068,
    poll_interval_ms: 10000
  },
  s11: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",
    local_port: 2123,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  s5s8: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-prod"}
    ],
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: "10.0.0.10",
    peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.30", node_id: "sgw-u-prod-01"}
    ],
    heartbeat_interval_s: 20,
    session_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3
  },
  cdr: %{
    gateway_name: "sgw-c-prod-01",
    rotation_interval_ms: 3600000,
```

```
    directory: "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

Configuración de Alta Disponibilidad

(Redundante)

```
import Config

sgw_s11_ip = System.get_env("SGW_S11_IP") || "10.0.0.10"
sgw_s5s8_ip = System.get_env("SGW_S5S8_IP") || "10.0.0.15"
sgw_sxa_ip = System.get_env("SGW_SXA_IP") || "10.0.0.20"
mgt_ip = System.get_env("MGT_IP") || "10.0.0.40"

config :sgw_c,
  metrics: %{
    metrics_bind_address: mgt_ip,
    metrics_port: 42068,
    poll_interval_ms: 5000
  },
  s11: %{
    local_ipv4_address: sgw_s11_ip,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  s5s8: %{
    local_ipv4_address: sgw_s5s8_ip,
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-1"},
      %{ip_address: "10.0.0.21", name: "pgw-c-2"},
      %{ip_address: "10.0.0.22", name: "pgw-c-3"}
    ],
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: sgw_sxa_ip,
    peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.30", node_id: "sgw-u-1"},
      %{ip_address: "10.0.0.31", node_id: "sgw-u-2"},
      %{ip_address: "10.0.0.32", node_id: "sgw-u-3"}
    ],
    heartbeat_interval_s: 20,
    session_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3
  },
```

```
  cdr: %{
    gateway_name: System.get_env("HOSTNAME") || "sgw-c-prod-01",
    rotation_interval_ms: 3600000,
    directory: "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

Grado de Portadora de Alto Volumen

```
import Config

# Cargar todas las configuraciones desde el entorno (requerido en
producción)
sgw_s11_ip = System.fetch_env!("SGW_S11_IP")
sgw_s5s8_ip = System.fetch_env!("SGW_S5S8_IP")
sgw_sxa_ip = System.fetch_env!("SGW_SXA_IP")
mgt_ip = System.fetch_env!("MGT_IP")
hostname = System.get_env("HOSTNAME")

# Analizar pares PGW desde el entorno (formato JSON)
pgw_peers_env = System.get_env("PGW_PEERS", "[]")
{:ok, pgw_peers} = Jason.decode(pgw_peers_env, keys: :atoms)

# Analizar pares SGW-U desde el entorno
sgwu_peers_env = System.get_env("SGWU_PEERS", "[]")
{:ok, sgwu_peers} = Jason.decode(sgwu_peers_env, keys: :atoms)

config :sgw_c,
  metrics: %{
    metrics_bind_address: mgt_ip,
    metrics_port: 42068,
    poll_interval_ms: 5000
  },
  s11: %{
    local_ipv4_address: sgw_s11_ip,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  s5s8: %{
    local_ipv4_address: sgw_s5s8_ip,
    pgw_peers: pgw_peers,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: sgw_sxa_ip,
    peers: sgwu_peers,
    heartbeat_interval_s: 20,
```

```
    session_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3
  },
  cdr: %{
    gateway_name: hostname,
    rotation_interval_ms: 1800000,  # Rotación de 30 minutos
    directory: "/mnt/fast-ssd/sgw_c/cdrs"
  }
```

Referencia de Variables de Entorno

Variables Requeridas

Variable	Descripción	Ejemplo
`SGW_S11_IP`	IP de la interfaz S11	`10.0.0.10`
`SGW_S5S8_IP`	IP de la interfaz S5/S8	`10.0.0.15`
`SGW_SXA_IP`	IP de la interfaz Sxa	`10.0.0.20`
`MGT_IP`	Dirección de vinculación de métricas	`10.0.0.40`

Variables Opcionales

Variable	Descripción	Por Defecto
`HOSTNAME`	Nombre de la puerta de enlace para CDRs	Nombre de host del sistema
`PGW_PEERS`	Array JSON de pares PGW	`[]`
`SGWU_PEERS`	Array JSON de pares SGW-U	`[]`
`CDR_DIR`	Directorio de salida de CDR	`/var/log/sgw_c/cdrs`

Ejemplo de Despliegue

```
export SGW_S11_IP="10.0.0.10"
export SGW_S5S8_IP="10.0.0.15"
export SGW_SXA_IP="10.0.0.20"
export MGT_IP="10.0.0.40"
export HOSTNAME="sgw-c-prod-01"
export PGW_PEERS='[{"ip_address":"10.0.0.20","name":"pgw-c-1"}]'
export SGWU_PEERS='[{"ip_address":"10.0.0.30","node_id":"sgw-u-
1"}]'

mix run --no-halt
```

Verificación

Verificar Configuración al Inicio

Monitorear los registros de inicio:

```
mix run --no-halt 2>&1 | grep -E "S11|S5/S8|Sxa|Metrics"

# Salida esperada:
# [info] Starting SGW-C...
# [info] Starting Metrics Exporter on 10.0.0.40:42068
# [info] Starting S11 Broker on 10.0.0.10
# [info] Starting S5/S8 Broker on 10.0.0.15
# [info] Starting Sxa Broker on 10.0.0.20
# [info] OmniSGW successfully started
```

Verificar Configuración Activa

```
# Verificar que las métricas sean accesibles
curl http://10.0.0.40:42068/metrics | head -20

# Verificar que el puerto S11 esté escuchando
netstat -an | grep 2123

# Verificar conectividad de pares S11 en los registros
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep "S11"
```

Problemas Comunes de Configuración

"Dirección ya en uso"

Problema: La vinculación del puerto falla al inicio

Solución:

```
# Encontrar el proceso que usa el puerto
lsof -i :2123

# Matar el proceso existente o usar un puerto diferente
killall sgw_c
# o
config :sgw_c, s11: %{local_port: 2124}
```

"Conexión rechazada" al PGW

Problema: S5/S8 no puede alcanzar PGW-C

Solución:

```
# Verificar IP del PGW
ping 10.0.0.20

# Verificar reglas del firewall
iptables -L | grep 2123

# Probar conectividad
nc -u -v 10.0.0.20 2123
```

"No se puede alcanzar SGW-U"

Problema: La asociación Sxa falla

Solución:

```
# Verificar que SGW-U sea alcanzable
ping 10.0.0.30

# Verificar puerto PFCP
netstat -an | grep 8805

# Verificar que el puerto PFCP esté abierto
iptables -L | grep 8805
```

Guía de Monitoreo y Métricas

Métricas de Prometheus, Dashboards de Grafana y Alertas

OmniSGW de Omnitouch Network Services

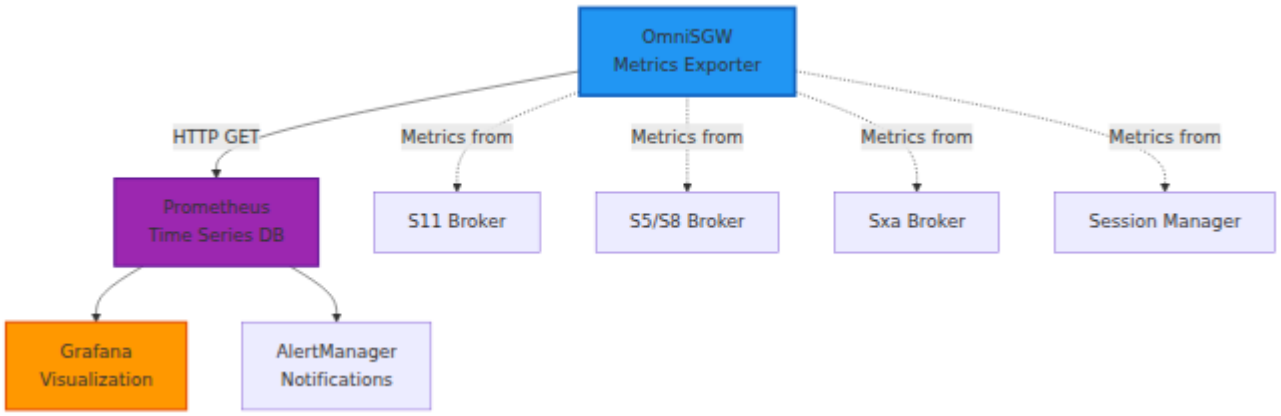
Tabla de Contenidos

1. Descripción General
2. Exportador de Métricas
3. Métricas Disponibles
4. Configuración de Prometheus
5. Dashboards de Grafana
6. Reglas de Alerta
7. Solución de Problemas

Descripción General

OmniSGW expone métricas compatibles con Prometheus para un monitoreo integral de las operaciones de red, gestión de sesiones y salud del sistema.

Arquitectura de Métricas



Exportador de Métricas

Accediendo a las Métricas

Las métricas se exponen en el endpoint HTTP configurado:

```
# Endpoint por defecto (si está configurado)
curl http://127.0.0.40:42068/metrics

# Exportar a archivo
curl http://127.0.0.40:42068/metrics > metrics.txt

# Monitoreo en tiempo real
watch -n 5 'curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | head -30'
```

Para la configuración del endpoint de métricas (dirección de enlace, puerto e intervalo de sondeo), consulte la Guía de Configuración.

Formato de Métricas

Las métricas están en formato de texto de Prometheus:

```
# HELP teid_registry_count Total number of allocated TEIDs
# TYPE teid_registry_count gauge
teid_registry_count 1234

# HELP s11_inbound_messages_total Total number of inbound S11
messages
# TYPE s11_inbound_messages_total counter
s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
5432
s11_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"}
5100
s11_inbound_messages_total{message_type="modify_bearer_request"}
12000
```

Métricas Disponibles

Métricas de Gestión de Sesiones

Sesiones Activas:

```
teid_registry_count
├── Descripción: Asignaciones de TEID S11/S5S8 activas
├── Tipo: Gauge
├── Rango: 0 a capacidad máxima licenciada
└── Ejemplo: 1234 (1234 sesiones activas)

seid_registry_count
├── Descripción: Sesiones PFCP activas (por par SGW-U)
├── Tipo: Gauge
├── Etiquetas: peer_ip
└── Ejemplo: seid_registry_count{peer_ip="10.0.0.30"} 1234

active_ue_sessions
├── Descripción: Total de sesiones UE activas
├── Tipo: Gauge
└── Ejemplo: 5000

active_bearers
├── Descripción: Total de portadores activos (por defecto +
dedicados)
├── Tipo: Gauge
└── Ejemplo: 5500 (1 por defecto + 0.1 dedicados por sesión)

charging_id_registry_count
├── Descripción: IDs de carga activos
├── Tipo: Gauge
└── Ejemplo: 5000
```

Contadores de Mensajes

S11 (Interfaz MME):

```
s11_inbound_messages_total
├── Tipo: Counter (en aumento)
├── Etiquetas: message_type
├── Valores:
│   ├── create_session_request
│   ├── delete_session_request
│   ├── modify_bearer_request
│   ├── create_bearer_request
│   ├── delete_bearer_request
│   ├── release_access_bearers_request
│   ├── downlink_data_notification
│   └── echo_request
└── Ejemplo:
s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
5432
```

S5/S8 (Interfaz PGW):

```
s5s8_inbound_messages_total
├── Tipo: Counter
├── Etiquetas: message_type
├── Valores: (mismos que los tipos de solicitud S11)
└── Ejemplo:
s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
4500
```

Sxa (Interfaz SGW-U):

```
sxa_inbound_messages_total
├── Tipo: Counter
├── Etiquetas: message_type
├── Valores:
│   ├── session_establishment_request
│   ├── session_modification_request
│   ├── session_deletion_request
│   ├── session_report_request
│   ├── association_setup_request
│   └── heartbeat_request
└── Ejemplo:
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_report_request"}
67000
```

Métricas de Rendimiento

Latencia de Mensajes:

```
s11_inbound_duration_seconds
├── Tipo: Histogram (con cubos)
├── Descripción: Tiempo de procesamiento de mensajes S11
├── Percentiles: _count, _sum, _bucket
└── Ejemplo: s11_inbound_duration_seconds_bucket{le="0.1"} 5000

s5s8_inbound_duration_seconds
└── Tipo: Histogram
├── Descripción: Tiempo de procesamiento de mensajes S5/S8

sxa_inbound_duration_seconds
├── Tipo: Histogram
├── Descripción: Tiempo de procesamiento de mensajes Sxa
```

Asociación PFCP:

```
pfcp_association_status
├── Tipo: Gauge
├── Valores: 1 (asociado) o 0 (no asociado)
├── Etiquetas: peer_ip, node_id
└── Ejemplo: pfcp_association_status{peer_ip="10.0.0.30"} 1

pfcp_heartbeat_latency_ms
├── Tipo: Gauge
├── Descripción: Tiempo de ida y vuelta del heartbeat
├── Etiquetas: peer_ip
└── Ejemplo: pfcp_heartbeat_latency_ms{peer_ip="10.0.0.30"} 15
```

Métricas de Error

Errores de Protocolo:

```
s11_inbound_errors_total
├── Tipo: Counter
├── Etiquetas: error_type
├── Valores:
│   ├── parse_error
│   ├── validation_error
│   ├── timeout
│   └── other
└── Ejemplo: s11_inbound_errors_total{error_type="timeout"} 12

s5s8_inbound_errors_total
├── Tipo: Counter
├── Descripción: Errores S5/S8

sxa_inbound_errors_total
├── Tipo: Counter
├── Descripción: Errores Sxa
```

Fallos en la Creación de Sesiones:

```
create_session_response_cause
├── Tipo: Counter
├── Etiquetas: cause_code
├── Valores: (códigos de causa 3GPP)
├── Ejemplos:
│   ├── cause_code="0": Éxito
│   ├── cause_code="16": No hay recursos disponibles
│   ├── cause_code="25": Error de semántica
│   └── cause_code="49": No hay regla coincidente
```

Configuración de Prometheus

Instalación

```
# Descargar Prometheus
wget
https://github.com/prometheus/prometheus/releases/download/v2.45.0/pr
2.45.0.linux-amd64.tar.gz
tar xzf prometheus-2.45.0.linux-amd64.tar.gz
cd prometheus-2.45.0.linux-amd64
```

Archivo de Configuración

prometheus.yml:

```yaml
global:
  scrape_interval: 15s
  evaluation_interval: 15s
  external_labels:
    monitor: 'sgw-c-prod'

scrape_configs:
  - job_name: 'sgw-c'
    static_configs:
      - targets: ['127.0.0.40:42068']
        labels:
          instance: 'sgw-c-prod-01'

  - job_name: 'sgw-c-backup'
    static_configs:
      - targets: ['127.0.0.41:42068']
        labels:
          instance: 'sgw-c-prod-02'

alerting:
  alertmanagers:
    - static_configs:
        - targets: ['127.0.0.50:9093']
```

Iniciando Prometheus

```
./prometheus --config.file=prometheus.yml \
             --storage.tsdb.path=/var/lib/prometheus \
             --web.console.libraries=consoles \
             --web.console.templates=console_templates
```

Accediendo a Prometheus

```
http://localhost:9090
```

Dashboards de Grafana

Instalación

```
# Docker (más fácil)
docker run -d \
  --name=grafana \
  -p 3000:3000 \
  -e GF_SECURITY_ADMIN_PASSWORD=admin \
  grafana/grafana
```

Agregando Fuente de Datos

1. **Abrir Grafana:** http://localhost:3000
2. **Configuración → Fuentes de Datos**
3. **Agregar → Prometheus**
4. **URL:** http://prometheus:9090

Dashboard: Resumen de Sesiones

Paneles:

```
Fila 1:
├── Sesiones Activas (Gauge)
├── Portadores Activos (Gauge)
├── Mensajes S11/sec (Gráfico)
└── Mensajes S5/S8/sec (Gráfico)

Fila 2:
├── Mensajes Sxa/sec (Gráfico)
├── Latencia S11 p95 (Gráfico)
├── Latencia S5/S8 p95 (Gráfico)
└── Latencia Sxa p95 (Gráfico)

Fila 3:
├── Errores S11/min (Gráfico)
├── Errores S5/S8/min (Gráfico)
├── Errores Sxa/min (Gráfico)
└── Asociaciones PFCP (Estado)
```

Dashboard: Salud de la Interfaz

Paneles:

```
Fila 1:
├── Estado del Par S11 (Estado)
├── Estado del Par S5/S8 (Estado)
├── Estado del Par SGW-U (Lista de estados)
└── Carga del Sistema (Gauge)

Fila 2:
├── Tasa de Mensajes S11 (Gráfico)
├── Tasa de Mensajes S5/S8 (Gráfico)
├── Tasa de Mensajes Sxa (Gráfico)
└── Tasa de Errores (Gráfico)

Fila 3:
├── Histograma de Latencia de Mensajes (Mapa de Calor)
├── Tasa de Creación de Sesiones (Gráfico)
├── Tasa de Terminación de Sesiones (Gráfico)
└── Tasa de Creación de Portadores (Gráfico)
```

Dashboard: Planificación de Capacidad

Paneles:

```
Fila 1:
├── Sesiones vs Capacidad (Gauge + Umbral)
├── Portadores vs Capacidad (Gauge + Umbral)
├── Distribución de Sesiones PFCP (Gráfico de Barras)
└── Sesiones por APN (Gráfico de Pastel)

Fila 2:
├── Tendencia de Crecimiento de Sesiones (Gráfico)
├── Tendencia de Crecimiento de Portadores (Gráfico)
├── Tiempo de Sesión Pico (Mapa de Calor)
└── Distribución de Duración de Sesiones (Histograma)
```

Ejemplos de Consultas de Dashboard

Sesiones Activas:

```
teid_registry_count
```

Tasa de Creación de Sesiones:

```
rate(s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"
[5m])
```

Latencia S11 (percentil 95):

```
histogram_quantile(0.95,
rate(s11_inbound_duration_seconds_bucket[5m]))
```

Tasa de Errores:

```
rate(s11_inbound_errors_total[5m]) +
rate(s5s8_inbound_errors_total[5m]) +
rate(sxa_inbound_errors_total[5m])
```

Estado de Asociación PFCP:

```
pfcp_association_status{peer_ip=~"10.0.0.3[0-2]"}
```

Reglas de Alerta

Archivo de Reglas de Alerta

sgw-c-alerts.yml:

```yaml
groups:
  - name: sgw-c-alerts
    interval: 30s
    rules:
      # Alertas de capacidad de sesión
      - alert: SGWCapacityHigh
        expr: (teid_registry_count / 100000) > 0.8
        for: 5m
        annotations:
          summary: "Capacidad de sesión SGW por encima del 80%"
          description: "Sesiones: {{ $value }} de 100000"

      # Alertas de salud de la interfaz
      - alert: S11PeerDown
        expr: absent(s11_inbound_messages_total) > 0
        for: 2m
        annotations:
          summary: "Interfaz S11 inalcanzable"

      - alert: PGWPeerDown
        expr: create_session_response_cause{cause_code="49"} > 100
        for: 2m
        annotations:
          summary: "Par PGW-C inalcanzable"

      - alert: SGWUAssociationDown
        expr: pfcp_association_status == 0
        for: 1m
        annotations:
          summary: "Asociación SGW-U perdida"
          description: "Par: {{ $labels.peer_ip }}"

      # Alertas de latencia de mensajes
      - alert: S11LatencyHigh
        expr: histogram_quantile(0.95,
rate(s11_inbound_duration_seconds_bucket[5m])) > 1
        for: 5m
        annotations:
          summary: "Latencia S11 por encima de 1 segundo"
          description: "p95: {{ $value }}s"

      - alert: S5S8LatencyHigh
        expr: histogram_quantile(0.95,
```

```
rate(s5s8_inbound_duration_seconds_bucket[5m])) > 1
        for: 5m
        annotations:
          summary: "Latencia S5/S8 por encima de 1 segundo"

      # Alertas de tasa de errores
      - alert: S11ErrorRate
        expr: rate(s11_inbound_errors_total[5m]) > 10
        for: 3m
        annotations:
          summary: "Alta tasa de errores S11"
          description: "{{ $value }} errores/seg"

      - alert: SessionEstablishmentFailure
        expr: rate(create_session_response_cause{cause_code!="0"}
[5m]) > 20
        for: 3m
        annotations:
          summary: "Alta tasa de fallos en la creación de
sesiones"
          description: "{{ $value }} fallos/seg"
```

Configurando AlertManager

alertmanager.yml:

```yaml
global:
  resolve_timeout: 5m

route:
  receiver: 'sgw-alerts'
  group_by: ['alertname', 'instance']
  group_wait: 30s
  group_interval: 5m
  repeat_interval: 12h

receivers:
  - name: 'sgw-alerts'
    webhook_configs:
      - url: 'http://slack-webhook-url'
    email_configs:
      - to: 'noc@example.com'
        from: 'sgw-alerts@example.com'
        smarthost: 'smtp.example.com:587'
```

Ejemplos de Notificaciones de Alerta

Integración con Slack:

```
 Capacidad SGW Alta
Severidad: Advertencia
Sesiones Activas: 85,000 / 100,000 (85%)
Hora: 2025-12-10 15:30:00 UTC
Acción: Monitorear para aumento de capacidad
```

Integración por Correo Electrónico:

```
Asunto: [ALERTA] Par S11 Inalcanzable

La interfaz S11 de SGW-C no ha recibido mensajes durante 2
minutos.
Esto puede indicar:
- Problema de conectividad de red MME
- Reinicio de SGW-C requerido
- Configuración de puerto S11 cambiada

Acción Inmediata Requerida: Verificar estado de S11
```

Solución de Problemas

Métricas No Aparecen

Problema: Endpoint de métricas vacío o 404

Diagnóstico:

```
# Verificar si el endpoint de métricas es accesible
curl -v http://127.0.0.40:42068/metrics

# Verificar logs para errores del exportador de métricas
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep -i metric

# Verificar configuración
cat config/runtime.exs | grep metrics
```

Soluciones:

1. Reiniciar el proceso SGW-C
2. Verificar que la IP/puerto de métricas no esté bloqueada por el firewall
3. Comprobar la configuración de la dirección de enlace
4. Asegurarse de que haya suficiente memoria para la recolección de métricas

Métricas Faltantes para Interfaz Específica

Problema: Métricas S11 muestran pero S5/S8 o Sxa faltan

Diagnóstico:

1. Verificar que la interfaz esté configurada
2. Asegurarse de que la interfaz esté activa
3. Monitorear logs para errores de conexión

Solución:

- Verificar la conectividad del par
- Comprobar el enlace de la interfaz
- Revisar la configuración

Alto Uso de Memoria

Problema: Exportador de métricas consumiendo memoria excesiva

Diagnóstico:

```
# Verificar memoria del proceso
ps aux | grep sgw_c | grep -v grep | awk '{print $6}'

# Monitorear crecimiento a lo largo del tiempo
watch -n 5 'ps aux | grep sgw_c'
```

Soluciones:

1. Reducir el intervalo de sondeo de métricas
2. Limitar el número de muestras de métricas
3. Implementar política de retención de métricas
4. Escalar a múltiples instancias

Mejores Prácticas

Recolección de Métricas

- **Intervalo de Sondeo:** 15-30 segundos para equilibrio
- **Retención:** 15-30 días de almacenamiento de métricas
- **Agregación:** Pre-agregar métricas de alta cardinalidad
- **Muestreo:** Usar percentiles para latencia, no valores brutos

Diseño de Dashboard

- **Contexto:** Incluir rango de tiempo, instancia, información del par
- **Capas:** Resumen → Detalle → Depuración
- **Alertas:** Umbrales visuales en gráficos de capacidad
- **Correlación:** Vincular métricas relacionadas

Estrategia de Alertas

- **Jerarquía:** Crítico → Advertencia → Información
- **Escalación:** Notificar al encargado para alertas críticas
- **Ajuste de Umbrales:** Línea base y luego +20% para advertencias
- **Pruebas Regulares:** Probar rutas de alerta mensualmente

Guía de Monitoreo - *Métricas y Observabilidad de OmniSGW*

Desarrollado por Omnitouch Network Services

Versión de Documentación: 1.0 **Última Actualización:** 2025-12-10

Documentación de la Interfaz S11

Comunicación GTP-C con MME

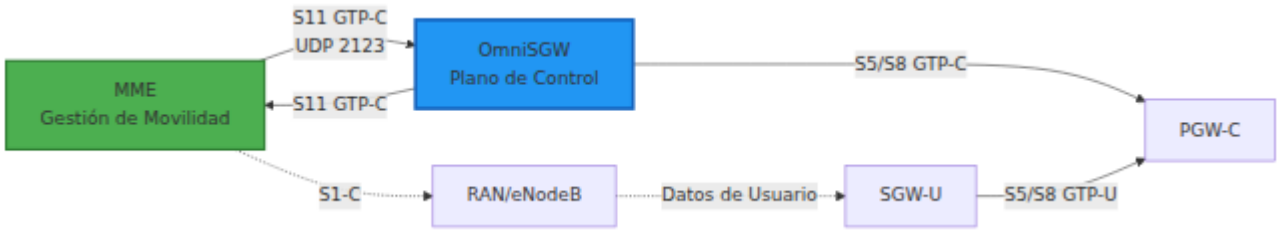
OmniSGW de Omnitouch Network Services

Tabla de Contenidos

1. Descripción General
2. Detalles del Protocolo
3. Configuración
4. Tipos de Mensajes
5. Establecimiento de Sesión
6. Modificación de Sesión
7. Terminación de Sesión
8. Operaciones de Red
9. Solución de Problemas

Descripción General

La **interfaz S11** conecta OmniSGW al MME (Entidad de Gestión de Movilidad) utilizando el protocolo **GTP-C v2** (Protocolo de Túneles GPRS - Plano de Control). Esta interfaz maneja toda la señalización del plano de control para la gestión de sesiones de UE, operaciones de portadoras y procedimientos de movilidad.



Características Clave

- **Protocolo GTP-C v2** - Señalización de mensajes conforme a estándares
- **Enrutamiento Basado en TEID** - Identificadores de punto final de túnel para el seguimiento de sesiones
- **Gestión de Sesiones con Estado** - Mantiene el contexto de UE a través de mensajes
- **Soporte para Transferencias** - Coordina la movilidad inter-MME e intra-MME
- **Operaciones de Portadoras** - Crear, modificar y eliminar portadoras
- **Notificaciones de Datos Descendentes** - Paginación para sesiones suspendidas

---

Detalles del Protocolo

GTP-C Versión 2

- **Protocolo:** GTP-C v2 (3GPP TS 29.274)
- **Transporte:** UDP
- **Puerto:** 2123 (estándar)
- **Tipo de Interfaz:** Plano de Control
- **Dirección:** Bidireccional solicitud/respuesta

TEID (Identificador de Punto Final de Túnel)

Cada sesión tiene TEIDs únicos para el enrutamiento de mensajes:

- **TEID Local** - Asignado por OmniSGW para mensajes entrantes desde MME

- **TEID Remoto** - Asignado por MME para mensajes salientes hacia MME

```
Enrutamiento de Mensajes:
  MME → SGW: Usa el TEID Local de OmniSGW en el encabezado del
mensaje
  SGW → MME: Usa el TEID Remoto de MME en el encabezado del
mensaje
```

Formato del Mensaje

Todos los mensajes S11 siguen el formato GTP-C v2:

```
Encabezado GTP-C (12-16 bytes)
├── Versión (3 bits): 0x2 (GTP-C v2)
├── Bandera de Piggyback (1 bit)
├── Bandera de TEID (1 bit): 1 (TEID presente)
├── Tipo de Mensaje (8 bits): Identifica el tipo de mensaje
├── Longitud del Mensaje (16 bits): Longitud del contenido del
mensaje
├── TEID (32 bits): Identificador de Punto Final de Túnel
├── Número de Secuencia (24 bits): Para coincidencia de
solicitud/respuesta
└── Reservado (8 bits): Siempre 0

Contenido del Mensaje (variable)
├── Elementos de Información (IE)
│   ├── Tipo de IE (8 bits)
│   ├── Longitud (16 bits)
│   └── Valor (variable)
└── ... más IEs
```

Configuración

Configuración Básica

```
# config/runtime.exs
config :sgw_c,
  s11: %{
    # Dirección IPv4 local para la interfaz S11
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",

    # Opcional: Dirección IPv6 local (para doble pila)
    local_ipv6_address: nil,

    # Opcional: Sobrescribir el puerto predeterminado
    local_port: 2123,

    # Timeouts de mensajes
    message_timeout_ms: 5000,

    # Configuración de reintentos
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
```

Requisitos de Red

Reglas de Firewall:

```
# Permitir GTP-C desde la red MME (entrante)
iptables -A INPUT -p udp --dport 2123 -s <mme_network>/24 -j
ACCEPT

# Permitir GTP-C saliente hacia MME
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 2123 -d <mme_network>/24 -j
ACCEPT
```

Enrutamiento:

```
# Asegurar ruta a la red MME
ip route add <mme_network>/24 via <gateway_ip> dev eth0
```

Pruebas de Red:

```
# Probar conectividad con MME (usar latido GTP)
# Revisar registros para el mensaje "S11 Broker connected"

# Monitorear sesiones S11 activas
curl http://127.0.0.40:42068/metrics | grep teid_registry_count
```

Tipos de Mensajes

Descripción General de Mensajes S11

Mensajes de Establecimiento de Sesión

Crear Solicitud de Sesión (S11)

Dirección: MME → OmniSGW

Propósito: Establecer nueva sesión de UE (conexión inicial o conectividad PDN)

Elementos de Información Clave:

Nombre de IE	Tipo	Descripción
IMSI	Binario	Identidad Internacional de Suscriptor Móvil
MSISDN	BCD	Número de teléfono móvil
MEI	Binario	Identidad del Equipo Móvil
Tipo de RAT	Enum	Tecnología de Acceso Radio (EUTRAN)
Contexto de Portadora	Agrupado	Configuración de portadora predeterminada
Zona Horaria de UE	FechaHora	Zona horaria actual de UE
ULI	Agrupado	Información de Localización del Usuario (TAI, ECGI)
Red Servidora	PLMN	MCC/MNC
APN	Cadena	Nombre del Punto de Acceso

Respuesta: Respuesta de Crear Sesión

Nombre de IE	Tipo	Descripción
Causa	Enum	Resultado de la solicitud (éxito/fallo)
Contexto de Portadora	Agrupado	Información de portadora asignada con TEID
Asignación de Dirección PDN	Agrupado	Dirección IP asignada desde PGW
Restricción de APN	Enum	Restricciones de APN

Mensajes de Modificación de Sesión

Modificar Solicitud de Portadora (S11)

Dirección: MME → OmniSGW (solicitud iniciada desde MME)

Propósito: Modificar parámetros de portadora durante sesión activa

Elementos de Información Clave:

Nombre de IE	Tipo	Descripción
MEI	Binario	Identificador del Equipo Móvil
ULI	Agrupado	Información de Localización del Usuario actualizada
Zona Horaria de UE	FechaHora	Zona horaria actualizada
TAI	TAI	Identificador de Área de Seguimiento
ECGI	ECGI	Identificador Global de Celda E-UTRAN

Respuesta: Respuesta de Modificar Portadora

Nombre de IE	Tipo	Descripción
Causa	Enum	Resultado de la modificación
Contexto de Portadora	Agrupado	Parámetros de portadora actualizados

Mensajes de Gestión de Portadoras

Crear Solicitud de Portadora/Respuesta

Dirección: Puede ser iniciada desde MME o SGW

Propósito: Activar portadora dedicada para servicios que requieren QoS

Escenarios de Activación:

- Activación de servicio de voz
- Solicitud de transmisión de video
- Activación de juego en línea

Eliminar Solicitud de Portadora/Respuesta

Dirección: Puede ser iniciada desde MME o SGW (a través de PGW)

Propósito: Desactivar portadora dedicada cuando ya no se necesita

Mensajes de Movilidad

Liberar Solicitudes de Portadoras de Acceso/Respuesta

Dirección: MME → OmniSGW

Propósito: Suspender todas las portadoras durante desconexión de radio (escenario de paginación)

Efectos:

- Las portadoras permanecen en contexto pero suspendidas

- El reenvío del plano de usuario se pausa
- Se inicia el almacenamiento de datos en SGW-U
- UE puede reanudar con solicitud de servicio

Modificar Solicitudes de Portadoras de Acceso/Respuesta

Dirección: OmniSGW → MME o MME → OmniSGW

Propósito: Actualizar el acceso a la portadora durante la transferencia o recuperación

Mensajes de Paginación

Notificación de Datos Descendentes (S11)

Dirección: PGW-C → OmniSGW → MME

Propósito: Notificar a MME sobre datos descendentes pendientes para UE suspendido

Elementos de Información Clave:

Nombre de IE	Tipo	Descripción
EBI	Entero	ID de Portadora EPS
IMSI	Binario	Identidad del suscriptor

Respuesta: Aceptar Datos Descendentes

Establecimiento de Sesión

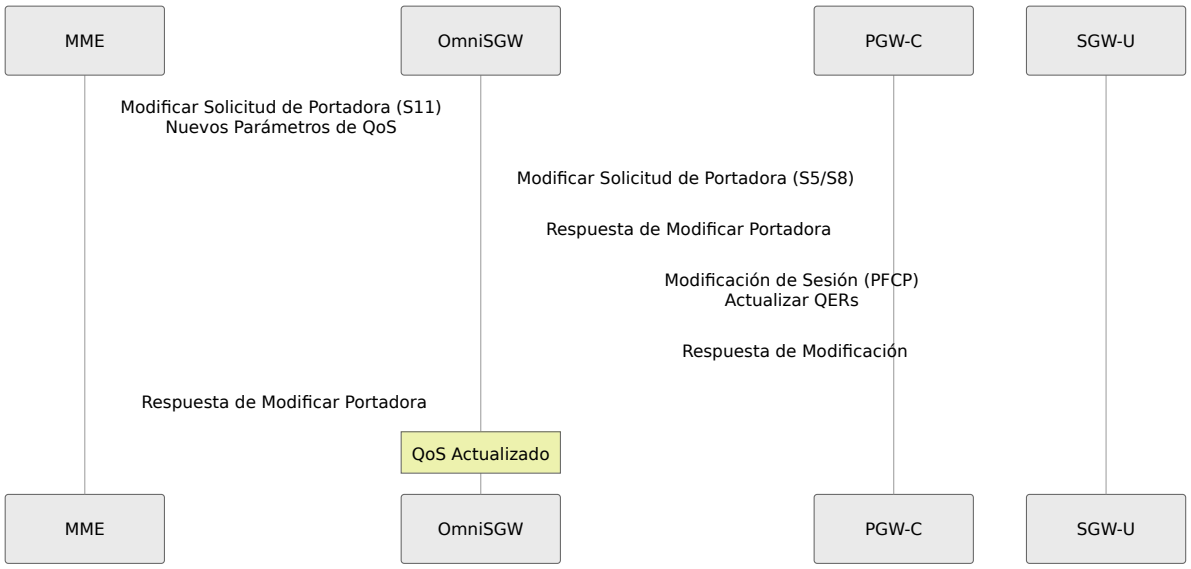
Flujo de Conexión Inicial de UE

Transiciones de Estado:

```
[UE No Conectado]
    ↓ (Solicitud de Conexión)
[Creando Sesión a PGW]
    ↓ (PGW responde)
[Estableciendo Plano de Usuario]
    ↓ (sesión PFCP activa)
[Sesión Activa]
```

Modificación de Sesión

Modificación de QoS de Portadora



Actualización de Área de Seguimiento (TAU)

TAU sin Cambio de SGW:

- MME actualiza la ubicación de UE
- ULI/TAI enviados a SGW a través de Modificar Portadora
- SGW actualiza el contexto local de UE
- No se necesita reubicación de sesión

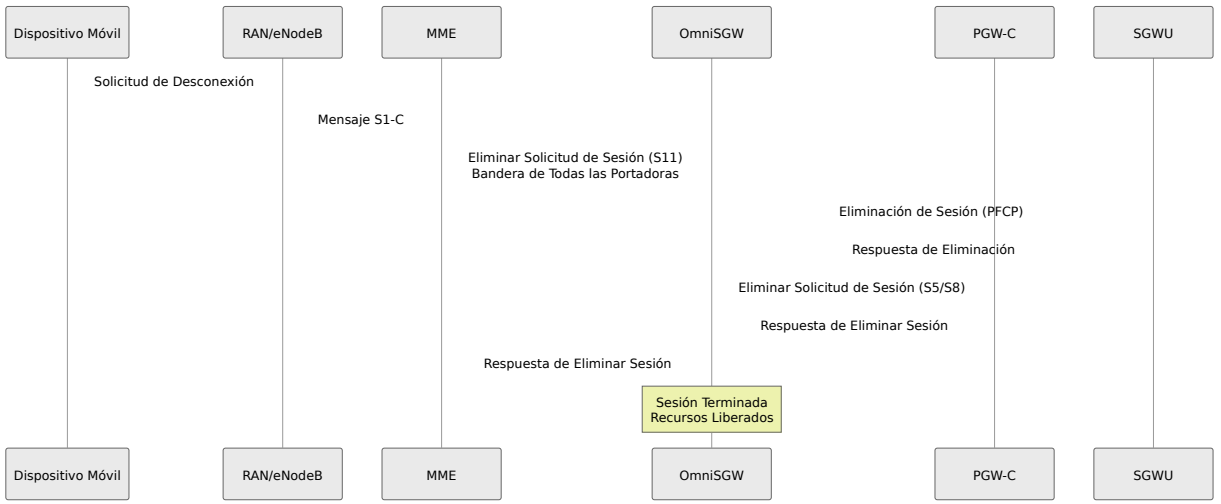
TAU con Cambio de SGW:

- El SGW antiguo recibe Liberar Portadoras de Acceso de MME
- El nuevo SGW recibe Crear Solicitud de Sesión
- Reenvío de datos desde el SGW antiguo al nuevo
- Después de completar el reenvío, el SGW antiguo libera la sesión

---

Terminación de Sesión

Terminación Normal de Sesión



Transiciones de Estado:

```
[Sesión Activa]
    ↓ (Eliminar Solicitud de Sesión)
[Liberando Plano de Usuario]
    ↓ (sesión PFCP eliminada)
[Notificando a PGW]
    ↓ (sesión PGW eliminada)
[Sesión Terminada]
```

Operaciones de Red

Monitoreo del Flujo de Mensajes

Monitorear la actividad de mensajes S11 en tiempo real:

```
# Ver contadores de mensajes S11
watch -n 1 'curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s11_inbound'

# Ejemplo de salida:
#
s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
1245
#
s11_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"}
1200
# s11_inbound_messages_total{message_type="modify_bearer_request"}
3450
```

Inspección de Sesiones

Ver sesiones activas y su estado S11:

```
Interfaz Web → Página de Sesiones de UE

Para cada sesión:
  - IMSI y GUTI
  - TAI actual (Área de Seguimiento)
  - TEID Local (para S11)
  - TEID Remoto (desde MME)
  - Lista de portadoras con parámetros de QoS
  - PGW-C asociado
```

Monitoreo de Transferencias

Rastrear la actividad de transferencias:

```
# Contar solicitudes de modificar portadora (indicar
transferencias)
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
modify_bearer_request_total

# Monitorear retrasos en transferencias
# Revisar registros para mensajes "TAU con cambio de SGW"
```

Solución de Problemas

Fallos en el Establecimiento de Sesión

Problema: Solicitud de Crear Sesión rechazada

Diagnóstico:

1. Revisar Interfaz Web → Sesiones de UE para el motivo del rechazo
2. Verificar métricas: `s11_inbound_errors_total`
3. Revisar registros para el código de causa específico

Causas Comunes y Soluciones:

Causa	Razón	Solución
16	No hay recursos disponibles	Verificar capacidad de SGW-U, conteo de sesiones PFCP
25	Error semántico en IE	Verificar contexto de portadora en la solicitud
49	PGW inalcanzable	Verificar conectividad S5/S8 con PGW-C
65	APN no soportado	Verificar configuración de APN

Problemas de Enrutamiento de Mensajes

Problema: "Mensaje enrutado a TEID desconocido"

Diagnóstico:

```
# Verificar registro de TEID
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep teid_registry_count

# Verificar asignación de TEID
# Interfaz Web → Sesiones de UE → buscar por IMSI
```

Causas Comunes:

- Sesión liberada pero mensaje retrasado aún llegando
- Crear Sesión duplicado con TEID diferente
- Mensaje de instancia MME diferente con el mismo TEID

Problemas de Transferencia

Problema: La transferencia falla o hay pérdida de datos

Diagnóstico:

1. Monitorear Solicitud/Respuesta de Modificar Portadora en métricas

2. Revisar registros para mensajes "transferencia" o "TAU"
3. Inspeccionar estado de sesión PFCP durante la transferencia

Soluciones:

- Verificar que SGW-U esté activo durante la ventana de transferencia
- Verificar reglas de reenvío de datos instaladas
- Monitorear el tiempo de Liberar Portadoras de Acceso

Problemas de Rendimiento

Problema: Alta latencia de mensajes S11

Métricas a Verificar:

```
# Duración del procesamiento de mensajes
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s11_inbound_duration_seconds

# Conteo de sesiones
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep active_ue_sessions

# Conteo de portadoras
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep active_bearers
```

Pasos de Optimización:

1. Reducir operaciones de Modificar Portadora innecesarias
2. Monitorear y optimizar el tiempo de establecimiento de sesión PFCP
3. Escalar horizontalmente con múltiples instancias de SGW-C
4. Verificar uso de CPU y memoria durante carga máxima

Para información completa sobre métricas, configuración de Prometheus y configuración de paneles, consulte la Guía de Monitoreo y Métricas.

Mejores Prácticas

Configuración

- **Vinculación de Puertos:** Vincular S11 a la interfaz de red de gestión para mayor seguridad
- **Timeouts:** Establecer timeouts de mensajes apropiados según RTT de la red
- **Reintentos:** Equilibrar entre confiabilidad y carga de red

Operaciones

- **Límites de Sesión:** Monitorear frente a capacidad para prevenir sobrecarga
- **Monitoreo de Pares:** Rastrear estado de conectividad de MME
- **Seguimiento de Errores:** Alertar sobre aumentos sostenidos en la tasa de errores S11
- **Apagado Controlado:** Drenar sesiones antes del mantenimiento

Seguridad

- **Aislamiento de Red:** S11 debe estar en un segmento de red aislado
- **Control de Acceso:** Restringir el puerto S11 a IPs autorizadas de MME
- **Monitoreo:** Alertar sobre conexiones inesperadas de pares

---

Resumen de Referencia de Mensajes

Mensaje	Dirección	Frecuencia	Prioridad
Solicitud/Respuesta de Crear Sesión	MME → SGW	Creación de sesión	Alta
Solicitud/Respuesta de Eliminar Sesión	MME → SGW	Fin de sesión	Alta
Solicitud/Respuesta de Modificar Portadora	MME ↔ SGW	Cambios de QoS, TAU	Media
Solicitud/Respuesta de Crear Portadora	MME ↔ SGW	Activación de portadora	Media
Solicitud/Respuesta de Eliminar Portadora	MME ↔ SGW	Desactivación de portadora	Media
Solicitud/Respuesta de Liberar Portadoras de Acceso	MME → SGW	Suspensión de paginación	Alta
Solicitud/Respuesta de Modificar Portadoras de Acceso	MME ↔ SGW	Recuperación de movilidad	Alta
Notificación/Aceptar de Datos Descendentes	SGW → MME	Paginación de datos	Media
Solicitud/Respuesta de Eco	MME ↔ SGW	Monitoreo de ruta	Baja

Interfaz S11 - *Señalización del Plano de Control de MME a SGW-C*

Documentación de la Interfaz S5/S8

Comunicación GTP-C con PGW-C

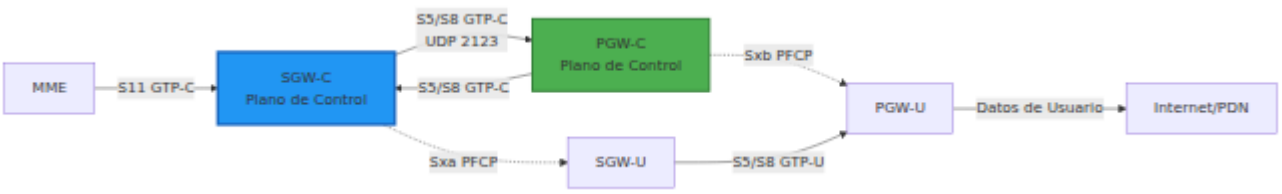
OmniSGW de Omnitouch Network Services

Tabla de Contenidos

1. Descripción General
2. Detalles del Protocolo
3. Configuración
4. Establecimiento de Sesión
5. Modificación de Sesión
6. Terminación de Sesión
7. Tipos de Mensajes
8. Operaciones de Red
9. Solución de Problemas

Descripción General

La **interfaz S5/S8** conecta OmniSGW al PGW-C (Plano de Control del Gateway de Paquetes) utilizando el protocolo **GTP-C v2** (Protocolo de Túnel GPRS - Plano de Control). Esta interfaz maneja la señalización de gestión de sesiones PDN entre los gateways.



Características Clave

- **Protocolo GTP-C v2** - Señalización conforme a estándares
- **Enrutamiento de Sesiones Basado en TEID** - Identificadores de puntos finales de túnel para seguimiento
- **Gestión de Conectividad PDN** - Crear/modificar/eliminar conexiones PDN
- **Gestión de Bearer** - Operaciones de bearer por defecto y dedicados
- **Intercambio de ID de Carga** - Facturación coordinada entre gateways
- **Asignación de Direcciones IP** - Provisión de IP de UE desde grupos de PGW

Detalles del Protocolo

GTP-C Versión 2

- **Protocolo:** GTP-C v2 (3GPP TS 29.274)
- **Transporte:** UDP
- **Puerto:** 2123 (estándar)
- **Tipo de Interfaz:** Plano de Control
- **Dirección:** Solicitud/respuesta bidireccional

TEID (Identificador de Punto Final de Túnel)

Cada sesión PDN tiene TEIDs únicos para ambas direcciones:

- **TEID SGW** - Asignado por SGW-C para mensajes S5/S8 desde PGW
- **TEID PGW** - Asignado por PGW-C para mensajes S5/S8 desde SGW

```
Flujo de Mensajes:
  SGW-C → PGW-C: Usa el TEID de PGW-C en el encabezado
  PGW-C → SGW-C: Usa el TEID de SGW-C en el encabezado
```

ID de Carga

El ID de carga es crítico para la coordinación de facturación:

- **Generado por:** PGW-C durante la Respuesta de Crear Sesión
- **Pasado a:** SGW-C para la generación de CDR
- **Usado para:** Correlacionar cargos fuera de línea entre SGW y CDRs de PGW
- **Formato:** Entero de 32 bits, único por conexión PDN

Configuración

Configuración Básica

```
# config/runtime.exs
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    # Dirección IPv4 local para la interfaz S5/S8
    local_ipv4_address: "10.0.0.15",

    # Opcional: Dirección IPv6 local
    local_ipv6_address: nil,

    # Opcional: Sobrescribir puerto por defecto
    local_port: 2123,

    # Pares de PGW-C
    pgw_peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.20",
        name: "pgw-c-primary"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.21",
        name: "pgw-c-secondary"
      }
    ],

    # Tiempos de espera de mensajes
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
```

Requisitos de Red

Reglas de Firewall:

```
# Permitir GTP-C desde la red PGW-C
iptables -A INPUT -p udp --dport 2123 -s <pgw_network>/24 -j
ACCEPT

# Permitir GTP-C saliente a PGW-C
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 2123 -d <pgw_network>/24 -j
ACCEPT
```

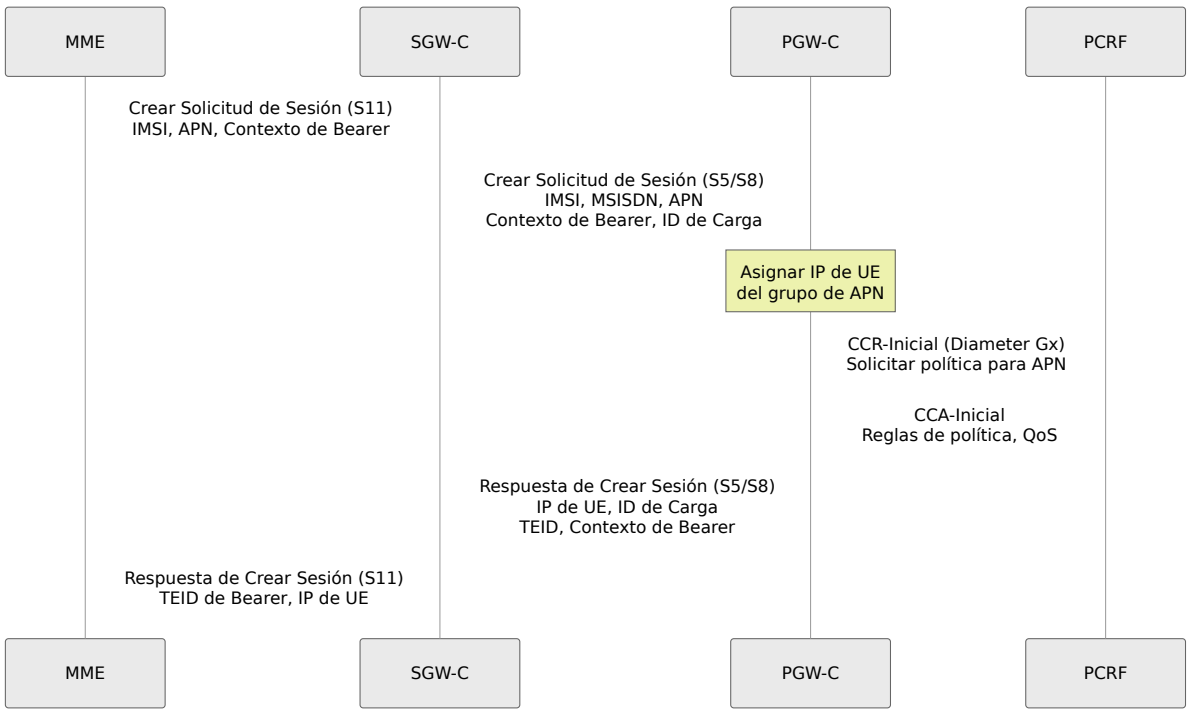
Enrutamiento:

```
# Asegurar ruta a la red PGW-C
ip route add <pgw_network>/24 via <gateway_ip> dev eth0
```

Establecimiento de Sesión

Solicitud Inicial de Conexión PDN

Cuando MME solicita una conexión PDN a través de S11, SGW-C reenvía a PGW-C a través de S5/S8.



Solicitud de Crear Sesión (SGW-C → PGW-C)

Elementos de Información Clave:

Nombre de IE	Fuente	Descripción
IMSI	MME	Identidad del suscriptor móvil
MSISDN	MME	Número de teléfono móvil
MEI	MME	Identidad del Equipo Móvil
Contexto de Bearer	MME	Configuración del bearer (QCI, ARP)
APN	MME	Nombre del Punto de Acceso (internet, ims, mms)
Red Servidora	MME	Código PLMN (MCC/MNC)
Tipo de RAT	MME	Tecnología de Acceso Radio (EUTRAN)
ULI	MME	Información de Localización del Usuario (TAI, ECGI)
ID de Carga	SGW	Referencia de carga generada por SGW

Respuesta de Crear Sesión (PGW-C → SGW-C)

Elementos de Información Clave:

Nombre de IE	Fuente	Descripción
Causa	PGW	Indicación de éxito/fallo
Contexto de Bearer	PGW	Bearer asignado con TEID
Asignación de Dirección PDN	PGW	Dirección IP de UE asignada
Restricción de APN	PGW	Políticas para este APN
ID de Carga	PGW	ID de carga generado por PGW
TEID	PGW	Asignado para túnel S5/S8

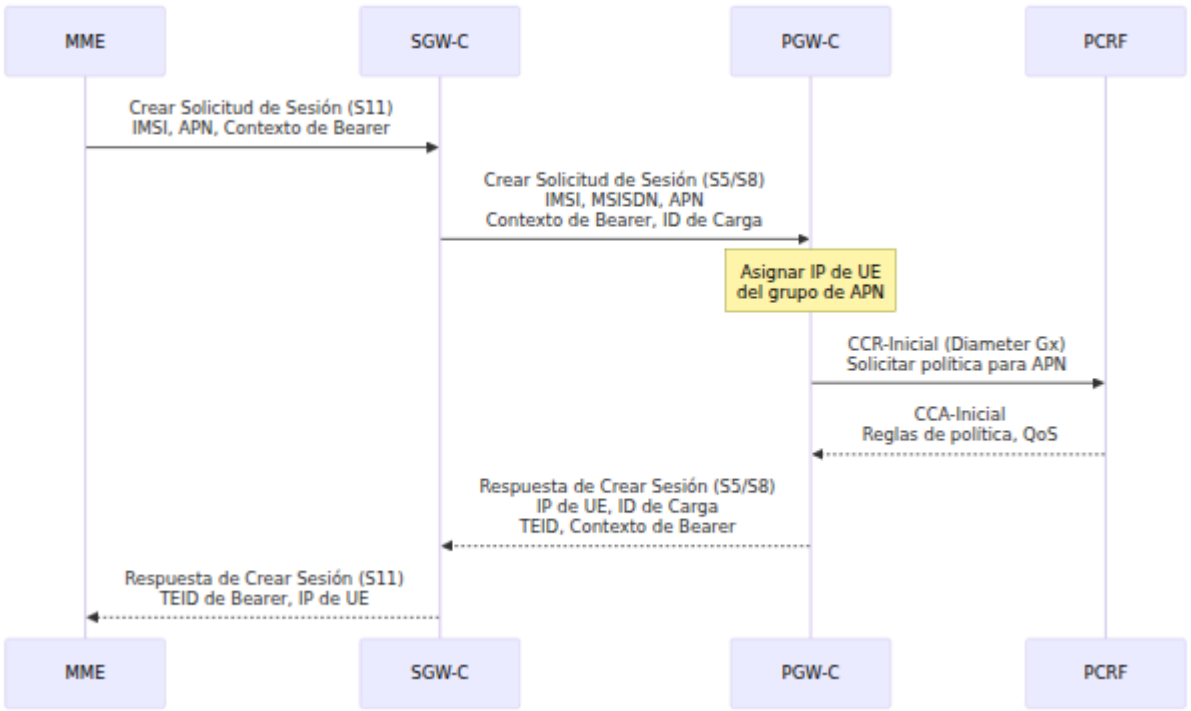
Códigos de Respuesta

Código de Causa	Descripción	Recuperación
0	Solicitud Aceptada	Sesión establecida
16	No hay recursos disponibles	Rechazar a MME, acción del usuario
25	Error semántico en IE	Verificar formato del mensaje
49	No hay regla coincidente	Desajuste de política de PGW-C
64	Contexto no encontrado	La sesión ya existe
65	Error semántico en respuesta	Configuración incorrecta de PGW
72	IE obligatorio faltante/incorreto	Mensaje incompleto

Modificación de Sesión

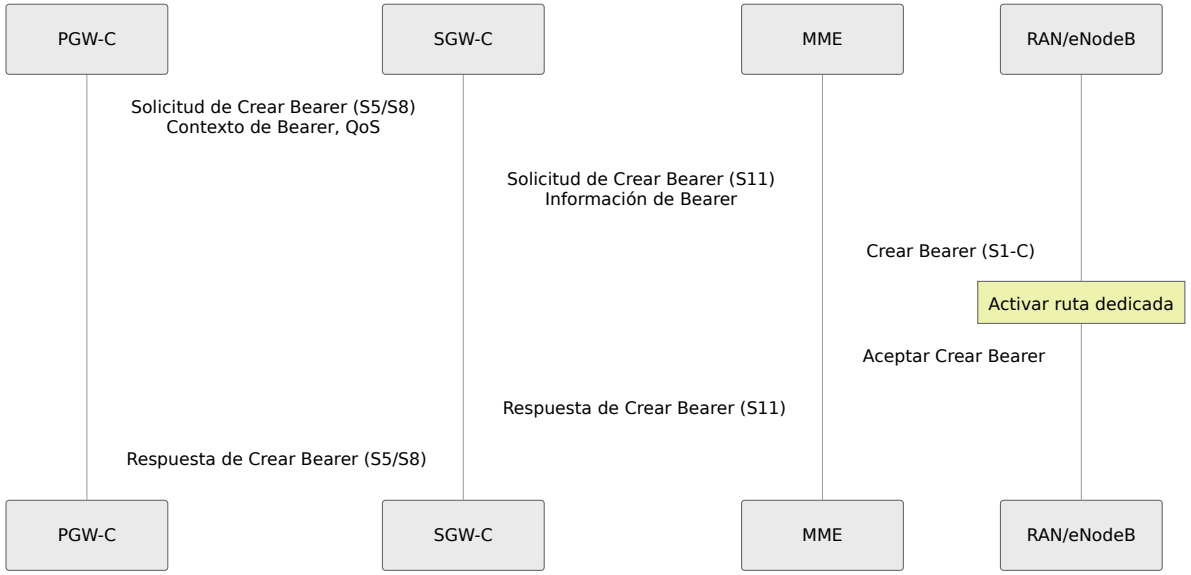
Modificación de QoS de Bearer

Cuando MME solicita cambios de QoS a través de S11, SGW-C propaga a PGW-C a través de S5/S8.



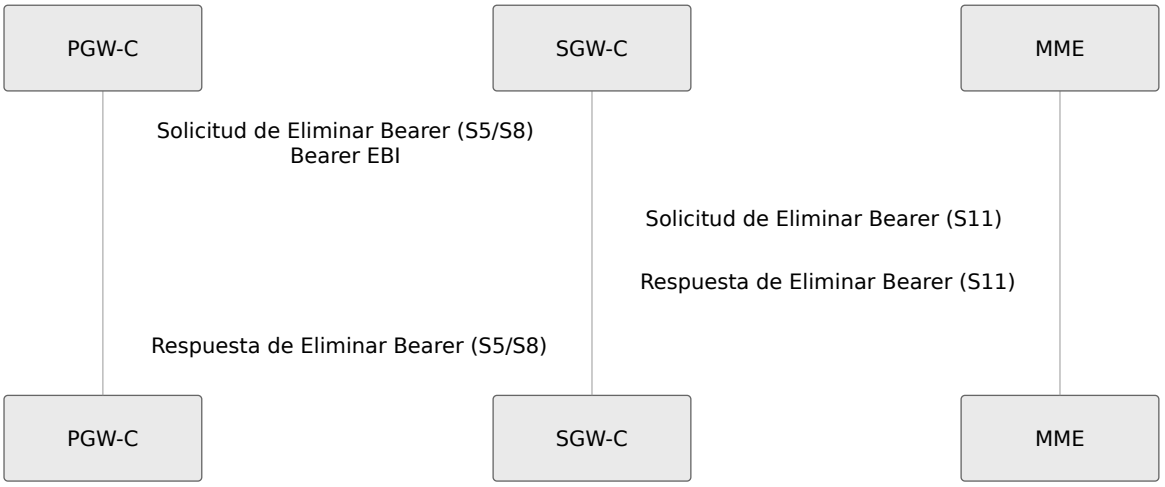
Creación de Bearer (Bearer Dedicado)

PGW-C puede solicitar la activación de un bearer dedicado a través de S5/S8:



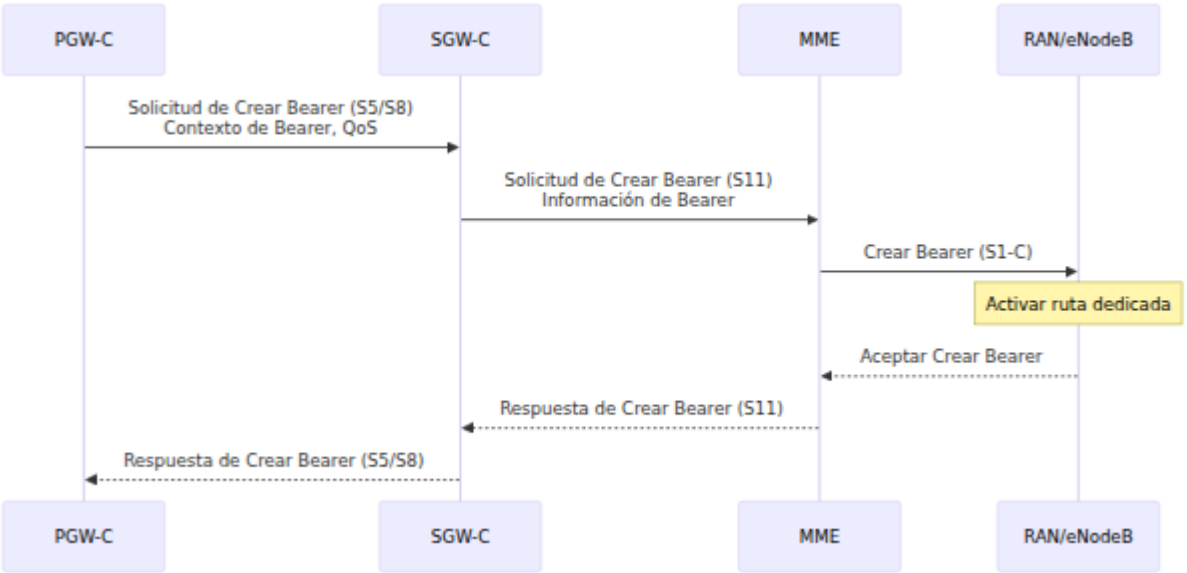
Eliminación de Bearer (Bearer Dedicado)

Cuando un bearer dedicado ya no es necesario:



Terminación de Sesión

Desconexión Normal de PDN

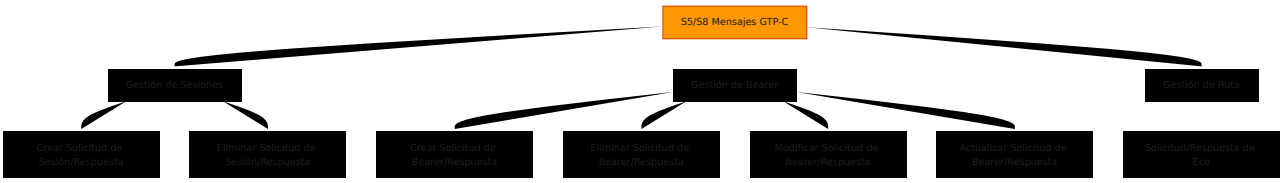


Transiciones de Estado:

```
[PDN Conectado]
    ↓ (Solicitud de Eliminar Sesión de MME)
[Liberando Sesión PGW]
    ↓ (Respuesta de Eliminar PGW recibida)
[Liberando Recursos SGW]
    ↓ (TEID liberado, CDR registrado)
[PDN Desconectado]
```

Tipos de Mensajes

Resumen de Mensajes S5/S8



Detalles del Mensaje

Crear Solicitud de Sesión/Respuesta

- **Disparadores:** Adjuntar inicial, solicitud de conectividad PDN
- **Frecuencia:** ~1 por conexión PDN por UE
- **Dirección:** Bidireccional

Eliminar Solicitud de Sesión/Respuesta

- **Disparadores:** Desconexión, desconexión de PDN
- **Frecuencia:** ~1 por terminación de conexión PDN
- **Dirección:** Bidireccional

Modificar Solicitud de Bearer/Respuesta

- **Disparadores:** Cambio de QoS, modificación de bearer
- **Frecuencia:** Variable (0 a muchos por sesión)

- **Dirección:** Bidireccional

Crear/Eliminar Solicitud de Bearer/Respuesta

- **Disparadores:** Activación/desactivación de bearer dedicado
- **Frecuencia:** Variable (0 a muchos por sesión)
- **Dirección:** Bidireccional

Solicitud/Respuesta de Eco

- **Disparadores:** Monitoreo de ruta/peer
- **Frecuencia:** Periódica (recomendado mínimo 1/minuto)
- **Dirección:** Bidireccional

Operaciones de Red

Monitoreo de Peers

Monitorear la conectividad de PGW-C:

```
# Verificar TEIDs S5/S8 activos
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep s5s8_teid

# Monitorear flujo de mensajes S5/S8
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s5s8_inbound_messages_total

# Esperado: flujo constante de mensajes Crear/Eliminar/Modificar
```

Verificación de Sesión PDN

Inspeccionar conexiones PDN activas:

```
Interfaz Web → Página de Sesiones UE
└── Para cada sesión UE:
    ├── Peer PGW-C asociado
    ├── ID de Carga (de PGW)
    ├── Dirección IP de UE (de PGW)
    ├── Lista de Bearer con QoS
    └── Par TEID S5/S8
```

Inspección del Flujo de Mensajes

Rastrear la actividad de mensajes S5/S8:

```
# Contar operaciones de Crear Sesión
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
create_session_request_total

# Monitorear modificaciones de bearer
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep modify_bearer

# Verificar tasa de errores
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s5s8_inbound_errors_total
```

Estrategia de Selección de PGW

Si se configuran múltiples peers PGW-C:

```
Lógica de Selección:
├── Balanceo de Carga: Round-robin entre peers
├── Pegajoso: Mismo APN siempre usa el mismo PGW
├── Activo-Standby: Failover si el peer no está disponible
└── Personalizado: Lógica específica de la aplicación
```

Monitorear distribución:

```
# Sesiones por peer PGW
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep session_by_pgw_peer
```

Solución de Problemas

Fallos en el Establecimiento de Sesión

Problema: "Solicitud de Crear Sesión rechazada por PGW"

Diagnóstico:

```
# Verificar código de causa
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
create_session_response_cause

# Verificar conectividad de PGW
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep s5s8_peer_status
```

Causas Comunes y Soluciones:

Causa	Razón	Solución
16	No hay recursos	Verificar capacidad de PGW, agotamiento del grupo de IP
25	Error semántico	Verificar que el contexto de bearer coincida con las expectativas de PGW
49	No hay regla coincidente	Verificar configuración de APN en PGW
72	IE faltante	Verificar que MME esté enviando los campos requeridos

Fallos en la Operación de Bearer

Problema: "Falla la Solicitud de Modificar Bearer"

Diagnóstico:

1. Verificar métricas para la tasa de error de modify_bearer
2. Inspeccionar parámetros de QoS por validez
3. Verificar que PGW sea alcanzable

Soluciones:

- Reducir la frecuencia de modificación de QoS
- Verificar que los valores de QoS estén dentro de la política de PGW
- Verificar PGW por problemas de PCRF/política

Problemas de Tiempo de Espera de Mensajes

Problema: "Mensajes S5/S8 con tiempo de espera"

Métricas:

```
# Latencia de mensajes
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s5s8_inbound_duration_seconds

# Conteo de tiempos de espera
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep s5s8_timeout_total
```

Soluciones:

- Aumentar message_timeout_ms si el RTT de la red es alto
- Verificar congestión de red
- Verificar disponibilidad de CPU/memoria en PGW
- Monitorear pérdida de paquetes

Desajuste de ID de Carga

Problema: "Desajuste de ID de Carga en CDRs"

Diagnóstico:

- Verificar que PGW esté devolviendo un ID de carga válido
- Verificar registros de CDR por ID de carga faltante
- Comparar CDRs de SGW y PGW

Solución:

- Asegurarse de que PGW envíe el ID de carga en todas las respuestas
- Manejar ID de carga faltante de manera adecuada en el registro de CDR

Para referencia de métricas detalladas y configuración del panel de Prometheus, consulte la Guía de Monitoreo y Métricas.

Mejores Prácticas

Configuración

- **Redundancia de PGW:** Configurar múltiples peers PGW-C para failover
- **Distribución de Carga:** Usar round-robin para carga equilibrada
- **Tiempos de Espera:** Establecer apropiadamente según el RTT de WAN (típico: 5-10 segundos)
- **Reintentos:** 2-3 reintentos con retroceso exponencial

Operaciones

- **Salud de Peers:** Monitorear tiempos de respuesta de eco
- **Enrutamiento de APN:** Hacer coincidir la configuración de APN de SGW con los APNs de PGW
- **Seguimiento de Errores:** Alertar sobre tasa de error sostenida de S5/S8
- **Planificación de Capacidad:** Monitorear uso del grupo de IP en PGW

Gestión de Sesiones

- **Límites de Sesión:** Rastrear sesiones concurrentes vs. capacidad de PGW

- **Conteo de Bearer:** Monitorear distribución de bearer por defecto + dedicado
- **Validación de QoS:** Verificar parámetros de QoS aceptados por PGW
- **Facturación:** Verificar que el ID de carga recibido y registrado

---

Integración con Otras Interfaces

Coordinación S11 ↔ S5/S8

```
Flujo de Mensajes S11 (desde MME)
    ↓
Procesamiento de Sesión SGW-C
    ↓
Mensaje S5/S8 (hacia PGW-C)
    ↓
Esperar Respuesta
    ↓
Respuesta S11 (de vuelta a MME)
```

Coordinación S5/S8 ↔ Sxa

```
Respuesta de Crear Sesión S5/S8 (desde PGW)
    ↓
Extraer Información de Bearer/QoS
    ↓
Establecimiento de Sesión Sxa (hacia SGW-U)
    ↓
Esperar que el Plano de Usuario esté Listo
    ↓
Completar Respuesta de Crear Sesión S11
```

Guía de Gestión de Sesiones

Ciclo de Vida y Operaciones de la Sesión UE

OmniSGW de Omnitouch Network Services

Tabla de Contenidos

1. Descripción General
2. Ciclo de Vida de la Sesión
3. Estados de la Sesión
4. Operaciones de Bearer
5. Manejo de Movilidad
6. Procedimientos de Transferencia
7. Procedimientos Operativos
8. Inspección de Sesiones
9. Resolución de Problemas

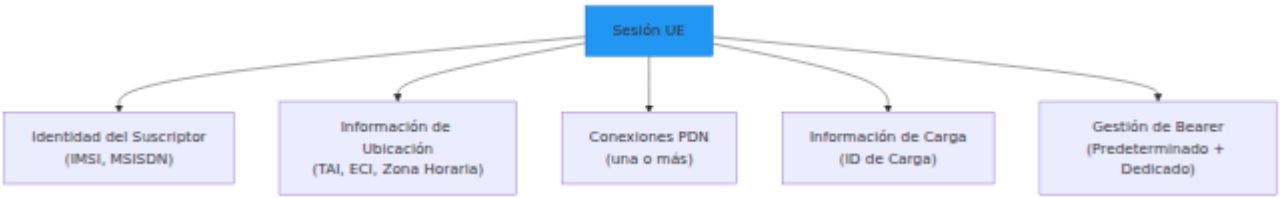
Descripción General

Una Sesión UE representa un dispositivo móvil activo conectado a la red. SGW-C mantiene el contexto de la sesión y coordina entre:

- **MME** - Entidad de Gestión de Movilidad (a través de S11)
- **PGW-C** - Plano de Control de Gateway de Paquetes (a través de S5/S8)
- **SGW-U** - Reenvío del Plano de Usuario (a través de Sxa)

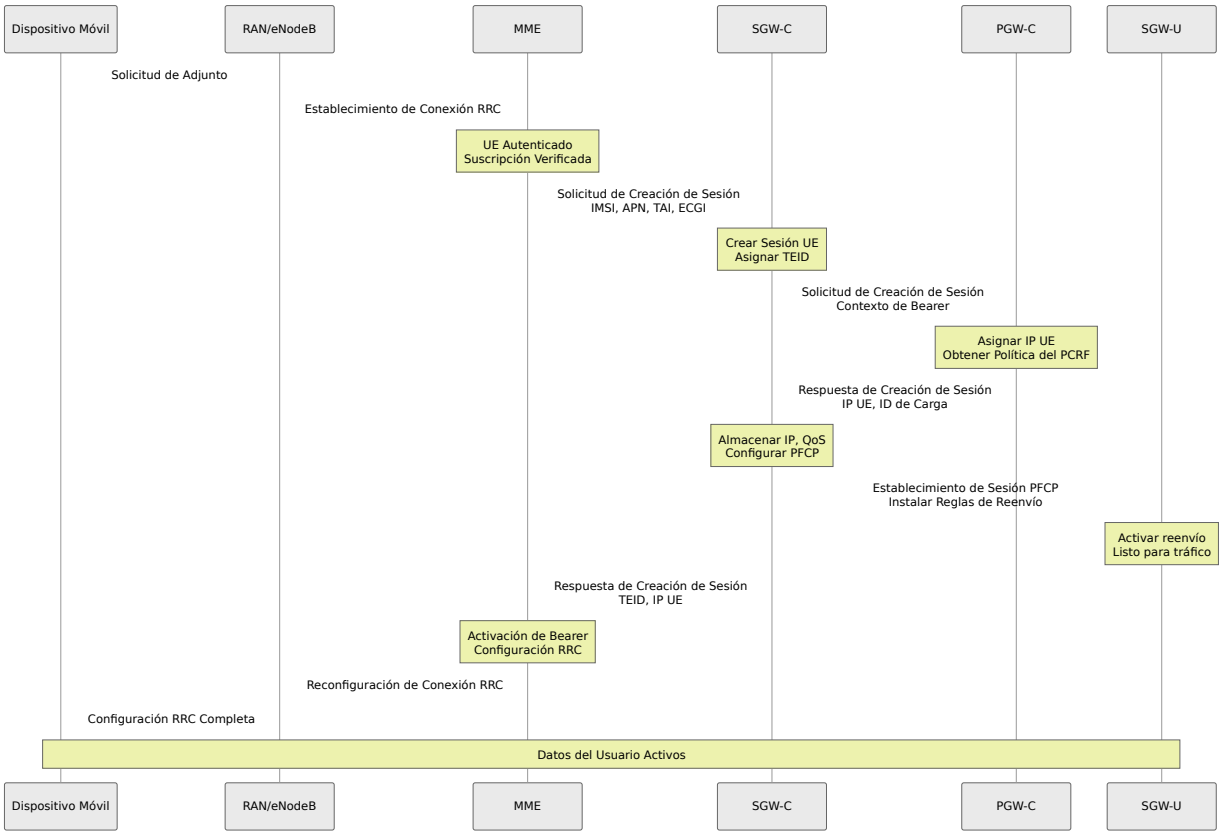
Cada sesión tiene un IMSI único (identidad del suscriptor) y puede contener una o m►►s conexiones PDN.

Responsabilidades de la Sesión

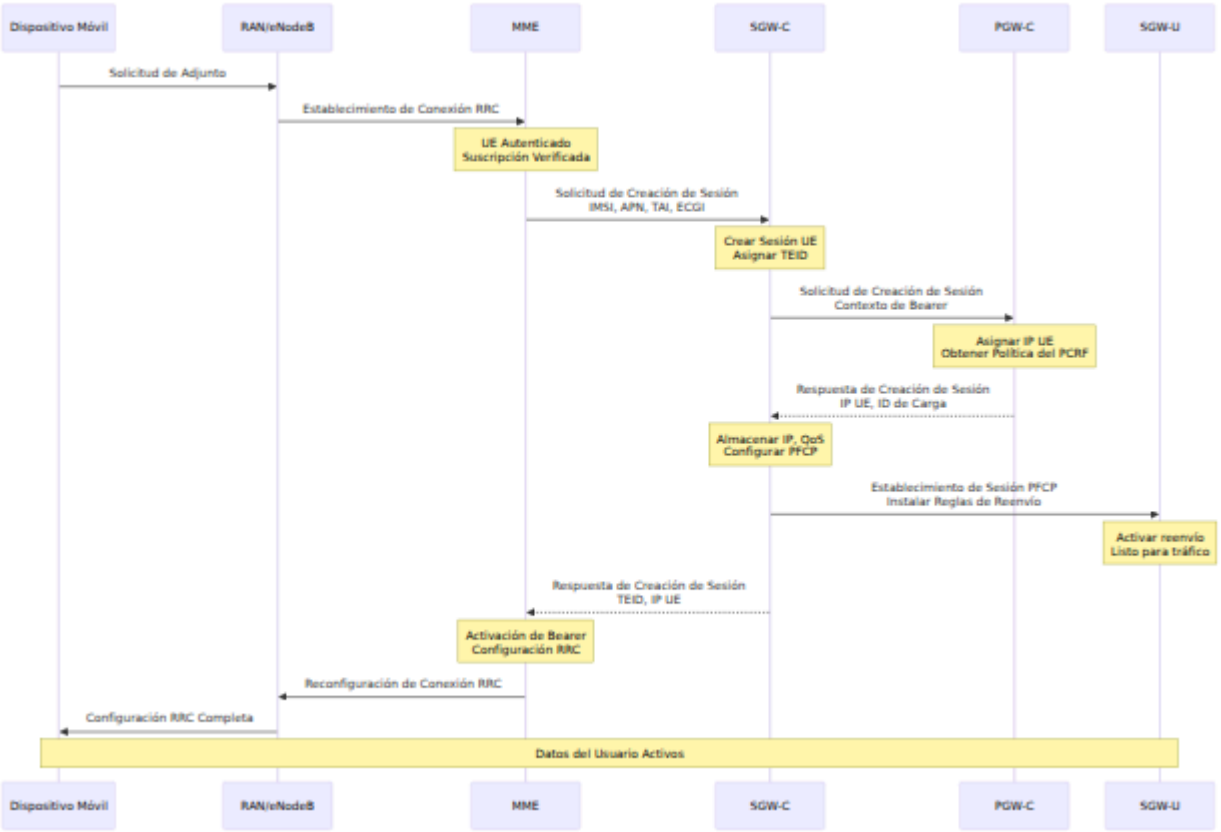


Ciclo de Vida de la Sesión

Creación de la Sesión (Adjunto UE)



Terminación de la Sesión (Desconexión UE)



Estados de la Sesión

Máquina de Estados de la Sesión UE

```
[Sin Sesión]
    ↓ (Solicitud de Creación de Sesión del MME)
[Creando Sesión - PGW]
    ↓ (Respuesta de Creación de Sesión del PGW)
[Creando Sesión - Plano de Usuario]
    ↓ (Respuesta de Establecimiento de Sesión PFCP)
[Sesión Activa]
    ↓ (Solicitud de Modificación de Bearer o cambios de bearer)
[Modificando Sesión]
    ↓ (Modificación Completa)
[Sesión Activa]
    ↓ (Solicitud de Eliminación de Sesión o error de red)
[Terminando Sesión]
    ↓ (Todas las respuestas recibidas, CDR registrado)
[Sesión Terminada]
```

Variables Clave del Estado

```
Estado de la Sesión:
├── IMSI: Identidad del suscriptor móvil
├── GUTI: ID temporal del MME
├── Ubicación:
│   ├── TAI: Área de seguimiento actual
│   ├── ECI: Celda actual
│   └── Zona Horaria: Zona horaria del UE
├── Conexiones PDN: Array de contextos de conexión PDN
│   ├── APN: Nombre del Punto de Acceso
│   ├── TEID (S11): Al MME
│   ├── TEID (S5/S8): Al PGW-C
│   ├── ID de Carga: Desde PGW-C
│   ├── IP UE: Desde PGW-C
│   ├── Dirección PGW-C: Par S5/S8
│   └── Bearers: Predeterminado + Dedicado
│       ├── EBI: ID de Bearer
│       ├── QCI: Clase de QoS
│       ├── ARP: Prioridad
│       ├── GBR: Tasa garantizada
│       └── MBR: Tasa máxima
└── Carga: ID de Carga, registro de eventos
```

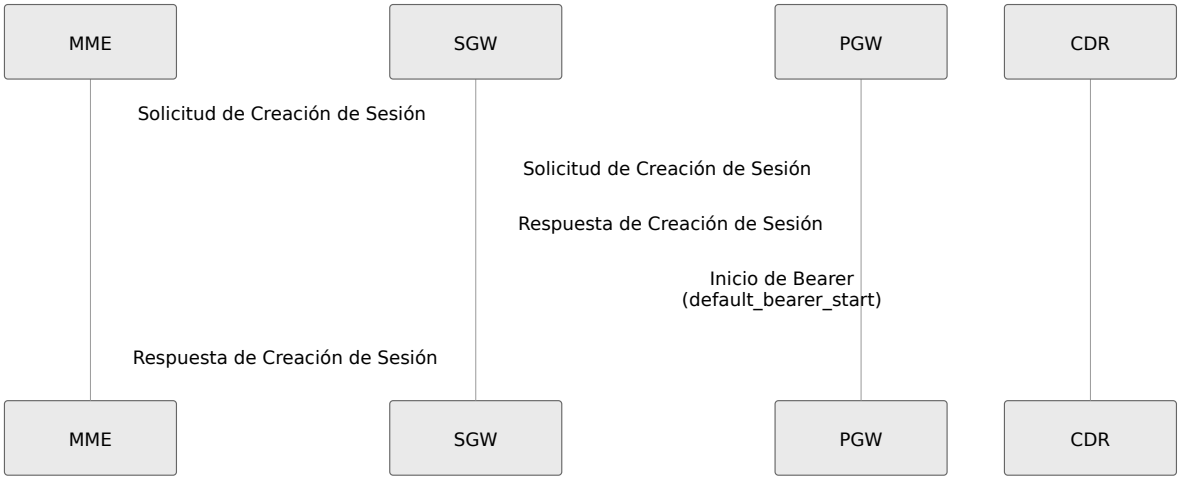
Operaciones de Bearer

Bearer Predeterminado

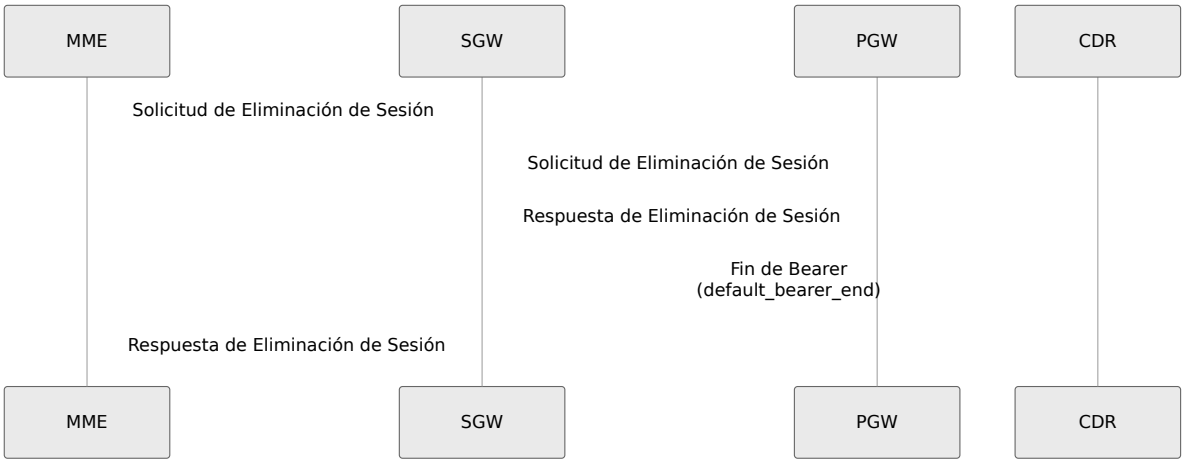
El bearer predeterminado se crea con cada conexión PDN:

- **QoS:** Típicamente QCI 9 (mejor esfuerzo)
- **Duración:** Igual a la conexión PDN
- **Tráfico:** Transporta todo el tráfico que no coincide con los bearers dedicados
- **Obligatorio:** Cada conexión PDN debe tener un bearer predeterminado

Evento de Inicio de Bearer:



Evento de Fin de Bearer:



Bearers Dedicados

Los bearers dedicados proporcionan QoS premium para servicios específicos:

- **Activación:** Solicitada por la aplicación o política de red
- **QoS:** QCI 1-8 (varios tipos de servicio)
- **Duración:** Puede ser más corta que la conexión PDN
- **Opcional:** Cero o más por conexión PDN

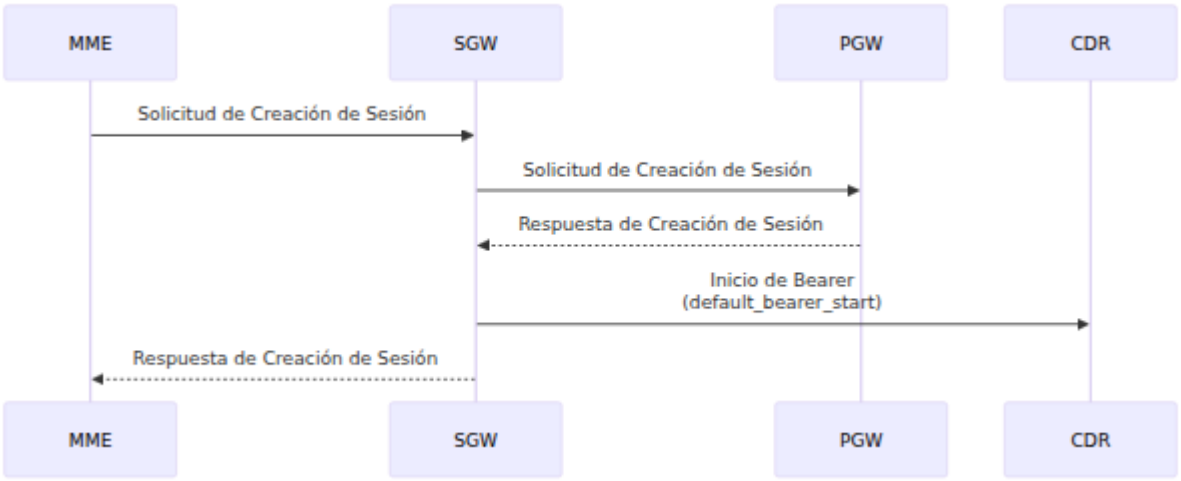
Activación de Bearer Dedicado:

```
Disparador de Aplicación
    ↓
Decisión de Política PGW-C (a través de PCRF)
    ↓
Solicitud de Creación de Bearer (S5/S8)
    ↓
SGW reenvía al MME (S11)
    ↓
MME activa el bearer en RAN
    ↓
Respuesta de Creación de Bearer de vuelta a través de SGW al PGW
```

Desactivación de Bearer Dedicado:

```
Decisión de Red o Aplicación
    ↓
Solicitud de Eliminación de Bearer (S5/S8)
    ↓
SGW reenvía al MME (S11)
    ↓
MME desactiva el bearer en RAN
    ↓
Respuesta de Eliminación de Bearer de vuelta a través de SGW al
PGW
```

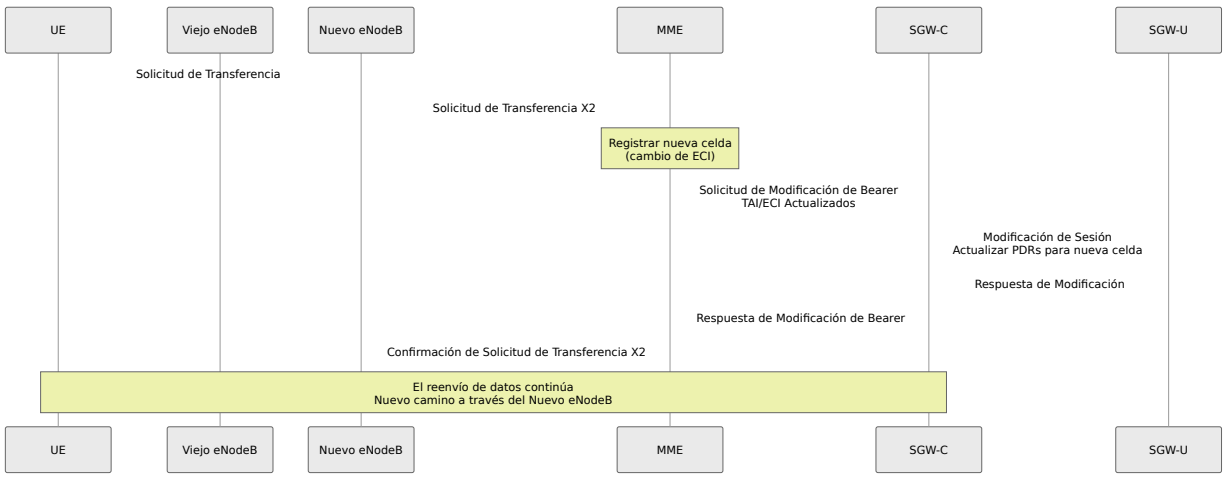
Clases de QoS de Bearer



Manejo de Movilidad

Transferencia Intra-MME (Sin Cambio de SGW)

Escenario: UE se mueve entre celdas en la misma área MME

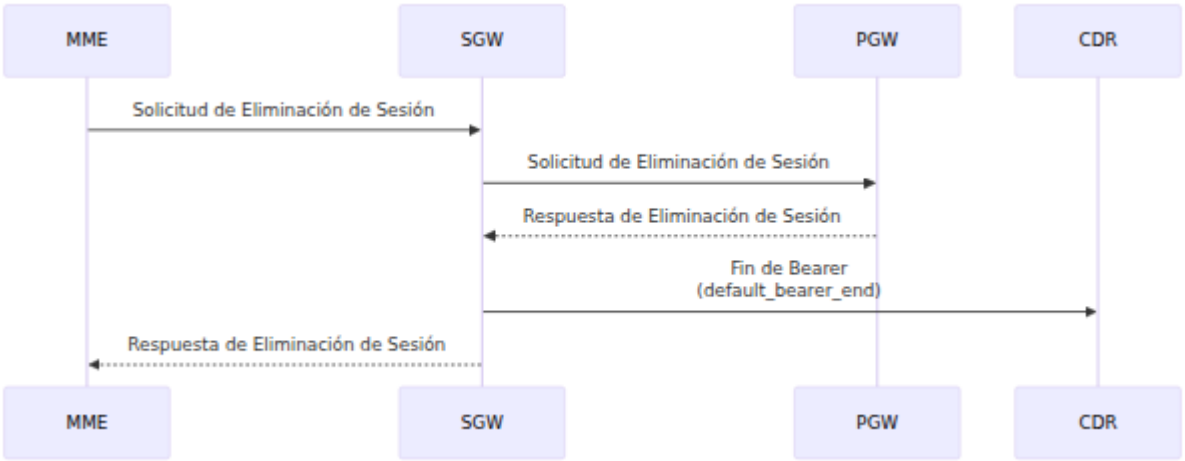


Impacto en la Sesión:

- La sesión permanece activa
- El TEID permanece igual
- La ubicación se actualiza en la sesión
- El CDR continúa con el mismo ID de Carga

Transferencia Inter-MME (Con Cambio de SGW)

Escenario: UE se mueve a un MME diferente, se requiere un nuevo SGW



Impacto en la Sesión:

- La sesión antigua se termina, CDR registrado con indicación de "transferencia"
- Nueva sesión creada con el mismo ID de Carga
- El reenvío de datos mantiene la conectividad
- El plano de usuario se redirige a través del nuevo SGW-U

Actualización del Área de Seguimiento (TAU)

TAU sin Cambio de SGW:

```
UE actualiza ubicación
    ↓
MME envía Aceptación de TAU
    ↓
MME actualiza SGW con nueva ubicación
    ↓
SGW modifica sesión (TAI, ECI)
    ↓
Sin interrupción del servicio
```

TAU con Cambio de SGW:

- Similar a la transferencia inter-MME
- Sesión migrada a nuevo SGW
- Coordinación de CDR a través de SGW antiguos y nuevos

Procedimientos de Transferencia

Fase de Preparación

Antes de que la transferencia se complete:

1. **Selección de Nuevo SGW-U** - Elegir camino de reenvío
2. **Instalación de PDR** - Instalar nuevas reglas de reenvío

3. **Activación de Buffer** - Habilitar el almacenamiento en búfer para paquetes en tránsito
4. **Coordinación de Señalización** - Intercambio de mensajes S11/S5/S8

Fase de Reenvío de Datos

Durante la transición de transferencia:

- **Almacenamiento en Búfer en Viejo SGW-U** - Paquetes retenidos temporalmente
- **Almacenamiento en Búfer en Nuevo SGW-U** - Listo para recibir
- **Túnel GTP** - Datos reenviados del viejo al nuevo camino
- **Secuenciación de Paquetes** - Mantener el orden

Fase de Finalización

Después de que la transferencia se complete:

1. **Vaciado de Búfer** - Paquetes almacenados en búfer liberados
2. **Cambio de Camino** - El tráfico cambia al nuevo camino
3. **Limpieza del Camino Antiguo** - Liberar reglas de reenvío antiguas
4. **Actualizaciones de Sesión** - Ubicación y TEID actualizados

---

Procedimientos Operativos

Inspección de Sesiones

Monitorear sesiones activas a través de la interfaz web:

```
1. Abrir http://<sgw-ip>:<port>/ue_sessions
2. Ver todas las sesiones UE activas
3. Buscar por IMSI, GUTI o número de teléfono
4. Hacer clic en la sesión para ver detalles:
   - Ubicación (TAI, ECI)
   - Bearers activos y QoS
   - Asociación PGW-C
   - Información del par TEID
   - ID de Carga
```

La visión general de Sesiones UE muestra todas las sesiones activas con identificadores clave:

Haga clic en cualquier sesión para ver detalles completos que incluyen TEIDs, ubicación, bearers y conexiones PDN:

Consulte la Guía de OPERACIONES para instrucciones de navegación y acceso a la interfaz web.

Monitoreo de Métricas

Rastrear métricas de sesión:

```
# Contar sesiones activas
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep active_ue_sessions

# Contar bearers activos
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep active_bearers

# Monitorear por APN
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep sessions_by_apn

# Monitorear tasa de mensajes
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep
s11_inbound_messages_total
```

Para una referencia completa de métricas disponibles, paneles de Prometheus y configuración de alertas, consulte la Guía de Monitoreo y Métricas.

Terminación de Sesión de Forma Ordenada

Para terminar una sesión de manera limpia:

1. **Disparar a través de API:** Solicitar eliminación de sesión
2. **Esperar a que se complete:** Monitorear estado de la sesión
3. **Verificar limpieza:** Comprobar métricas
4. **Revisar CDR:** Confirmar registro final

Límites de Sesión

Monitorear contra la capacidad:

```
# Comprobar carga actual
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | \
  grep -E "active_ue_sessions|active_bearers" | \
  awk '{print $NF}'

# Alertar al 80% de la capacidad licenciada
# Manejar de forma ordenada al alcanzar límites
```

Resolución de Problemas

La Sesión No Se Establece

Síntoma: La solicitud de creación de sesión falla

Diagnóstico:

1. Comprobar métricas para el código de causa
2. Inspeccionar registros de errores S11
3. Verificar conectividad PGW
4. Comprobar disponibilidad del ID de Carga

Causas Comunes:

Causa	Solución
PGW inalcanzable	Verificar conectividad de red S5/S8
Sin IP disponible	Comprobar estado del pool de IP del PGW
APN no configurado	Verificar APN en el PGW
Sin SGW-U disponible	Asegurarse de que la asociación SGW-U esté activa
Desajuste de política	Verificar configuración de política del PGW

La Sesión Se Corta Inesperadamente

Síntoma: La sesión activa se termina sin solicitud de eliminación

Diagnóstico:

1. Comprobar registros para mensajes de error
2. Monitorear estado de latido del SGW-U
3. Verificar conectividad PGW
4. Revisar métricas para picos de error

Causas Comunes:

Causa	Solución
Caída del SGW-U	Reiniciar SGW-U, monitorear registros
Desconexión de red	Comprobar estado de la interfaz
Fallo del PGW	Cambiar a PGW de respaldo
Tiempo de espera de mensaje	Aumentar tiempo de espera, comprobar RTT

Fallos de Transferencia

Síntoma: La transferencia pierde paquetes o falla completamente

Diagnóstico:

1. Monitorear mensajes de modificación de bearer
2. Comprobar actualizaciones de reglas PFCP
3. Verificar configuración de reenvío de datos
4. Comprobar almacenamiento en búfer de bearers

Causas Comunes:

Causa	Solución
Almacenamiento en búfer deshabilitado	Habilitar BAR en reglas PFCP
PDR no actualizado	Verificar modificaciones PFCP enviadas
Camino de reenvío roto	Comprobar enrutamiento al nuevo SGW-U
Tiempos demasiado ajustados	Aumentar tiempo de espera de transferencia

Alta Latencia de Mensajes

Síntoma: Procesamiento de mensajes S11/S5S8 lento

Diagnóstico:

```
# Comprobar latencia de mensajes
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | \
  grep "inbound_duration_seconds"

# Comprobar profundidad de cola
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | \
  grep queue_depth

# Comprobar carga del sistema
top -n1 | head -1
```

Soluciones:

1. Aumentar tiempo de espera de mensajes si el RTT de la red es alto
2. Balancear carga entre múltiples instancias de SGW-C
3. Monitorear y reducir tasa de mensajes
4. Comprobar sesiones atascadas

Problemas de Generación de CDR

Síntoma: CDRs faltantes o incompletos

Diagnóstico:

1. Comprobar que el directorio de CDR exista
2. Verificar permisos de escritura
3. Comprobar espacio en disco
4. Revisar errores de generación en los registros

Soluciones:

```
# Monitorear generación de CDR
tail -f /var/log/sgw_c/cdrs/*

# Comprobar permisos de archivo
ls -la /var/log/sgw_c/cdrs/

# Asegurarse de que el directorio sea escribible
chmod 755 /var/log/sgw_c/cdrs/
```

Consulte la Guía de Formato de CDR para una referencia completa de campos de CDR y detalles de integración.

Mejores Prácticas

Gestión de Sesiones

- **Monitorear Capacidad:** Rastrear frente a límites licenciados
- **Alertar en Umbrales:** Disparar al 70-80% de capacidad
- **Degradación Ordenada:** Drenar antes del mantenimiento
- **Comprobaciones de Salud:** Monitorear conectividad de pares

Operaciones de Transferencia

- **Failover Rápido:** Configurar latidos agresivos
- **Transferencia Ordenada:** Asegurarse de que el almacenamiento en búfer esté habilitado
- **Redundancia de Camino:** Múltiples pares SGW-U
- **Pruebas:** Simulaciones de transferencia regulares

Coordinación de Carga

- **Verificar ID de Carga:** Asegurarse de la asignación del PGW
- **Validación de CDR:** Comparar CDRs de SGW y PGW
- **Correlación de Eventos:** Vincular eventos de CDR a través de gateways
- **Archivado:** Almacenamiento a largo plazo de CDRs

Documentación de la Interfaz Sxa

Comunicación PFCP con SGW-U

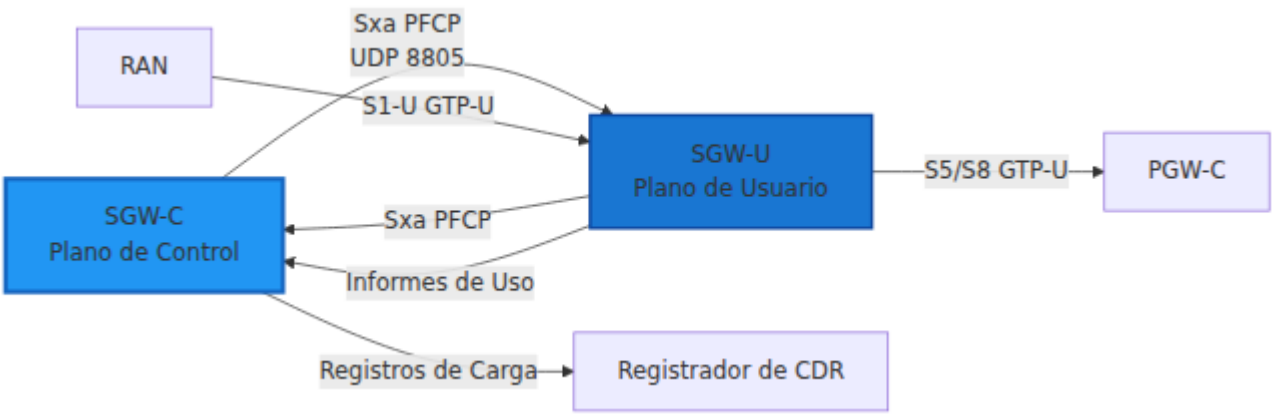
OmniSGW de Omnitouch Network Services

Tabla de Contenidos

1. Descripción General
2. Detalles del Protocolo
3. Configuración
4. Asociación PFCP
5. Gestión de Sesiones
6. Reglas PFCP
7. Informes de Uso
8. Operaciones de Red
9. Solución de Problemas

Descripción General

La **interfaz Sxa** conecta OmniSGW al SGW-U (Gateway de Servicio del Plano de Usuario) utilizando el protocolo **PFCP** (Protocolo de Control de Reenvío de Paquetes). Esta interfaz controla el reenvío de paquetes del plano de usuario, la aplicación de QoS y la generación de informes de uso.



Características Clave

- **PFCP v1.0** - Control de reenvío de paquetes conforme a estándares
- **Seguimiento de Sesiones Basado en SEID** - Identificadores de Punto de Fin de Sesión para asociación
- **Reglas de Detección de Paquetes** - Coincidencia flexible de paquetes para uplink/downlink
- **Reglas de Acción de Reenvío** - Control de enrutamiento y encapsulación de paquetes
- **Aplicación de QoS** - Limitación de bitrate por portadora y priorización
- **Medición de Uso** - Seguimiento de volumen para carga y análisis
- **Control de Buffering** - Buffering automático durante eventos de movilidad

---

Detalles del Protocolo

Versión PFCP 1.0

- **Protocolo:** PFCP v1.0 (3GPP TS 29.244)
- **Transporte:** UDP
- **Puerto:** 8805 (estándar)
- **Tipo de Interfaz:** Plano de Control
- **Modelo de Asociación:** CP y UP forman una asociación persistente

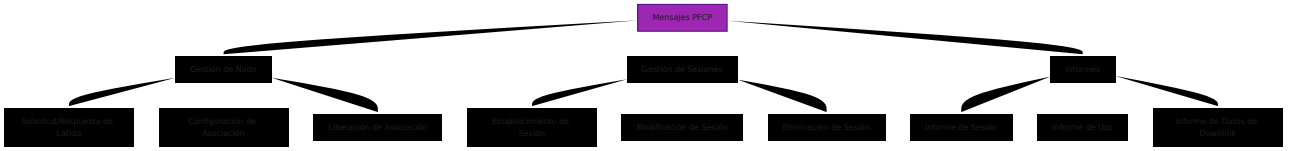
SEID (Identificador de Punto de Fin de Sesión)

Cada sesión tiene SEIDs únicos para seguimiento:

- **SEID de CP** - Asignado por SGW-C, utilizado en mensajes de Uplink hacia SGW-U
- **SEID de UP** - Asignado por SGW-U, utilizado en mensajes de Downlink hacia SGW-C

```
Enrutamiento de Mensajes:
  SGW-C → SGW-U: Usa el SEID de UP de SGW-U
  SGW-U → SGW-C: Usa el SEID de CP de SGW-C
```

Resumen de Tipos de Mensajes



Configuración

Configuración Básica

```
# config/runtime.exs
config :sgw_c,
  sxa: %{
    # Dirección IP local para la interfaz Sxa
    local_ip_address: "10.0.0.20",

    # Opcional: Sobrescribir puerto por defecto
    local_port: 8805,

    # Pares SGW-U a los que conectarse
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-1.example.com"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.31",
        node_id: "sgw-u-2.example.com"
      }
    ],

    # Intervalo de latido de asociación (segundos)
    heartbeat_interval_s: 20,

    # Tiempo de espera para el establecimiento de sesión
(milisegundos)
    session_timeout_ms: 5000,

    # Máximo de reintentos para operaciones de sesión
    max_retries: 3
  }
```

Requisitos de Red

Reglas de Firewall:

```
# Permitir PFCP desde la red SGW-U
iptables -A INPUT -p udp --dport 8805 -s <sgwu_network>/24 -j
ACCEPT

# Permitir PFCP saliente hacia SGW-U
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 8805 -d <sgwu_network>/24 -j
ACCEPT
```

Enrutamiento:

```
# Asegurar ruta a la red SGW-U
ip route add <sgwu_network>/24 via <gateway_ip> dev eth0
```

Pruebas de Red:

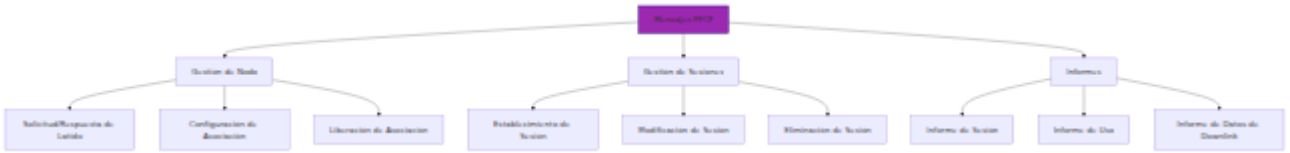
```
# Probar conectividad PFCP
# Verificar registros para el mensaje "Configuración de Asociación
Completa"

# Monitorear sesiones PFCP activas
curl http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count
```

Asociación PFCP

Ciclo de Vida de la Asociación

Antes de que se puedan establecer sesiones, SGW-C y SGW-U deben formar una asociación PFCP.



Máquina de Estados de Asociación

```
[Desconectado]
    ↓ (Solicitud de Configuración)
[Asociándose]
    ↓ (Respuesta de Configuración OK)
[Asociado]
    ↓ (Creación de Sesiones)
[Sesiones Activas]
    ↓ (Fallo de Latido)
[Re-asociándose]
    ↓ (Configuración OK o Tiempo de Espera)
[Asociado o Desconectado]
```

Manejo de Recuperación

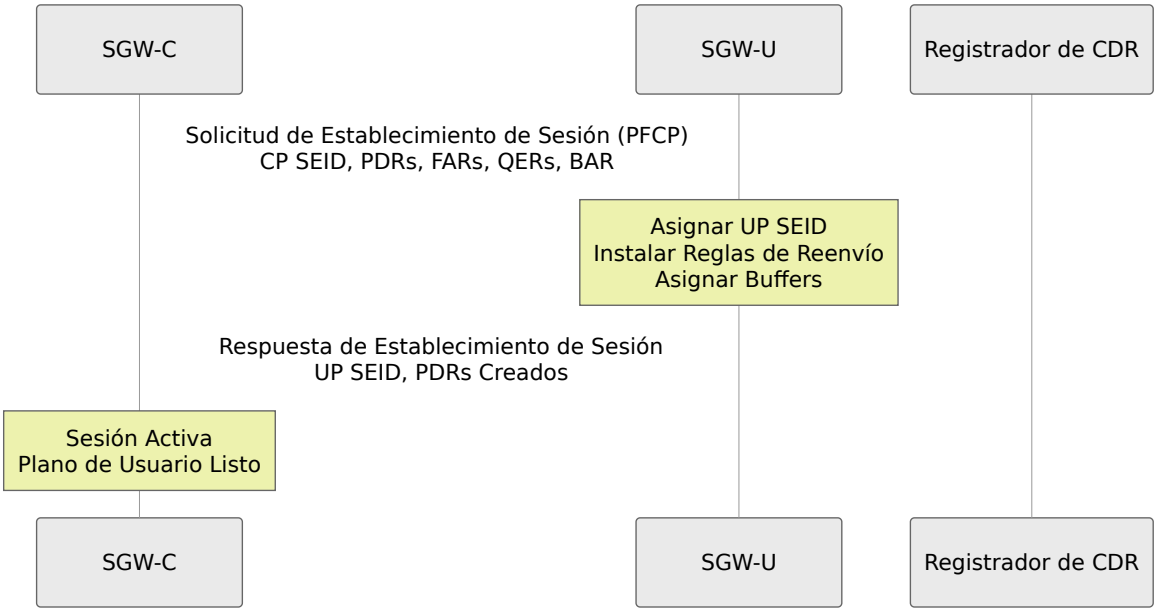
Si se pierde y se recupera una asociación PFCP:

1. **Detección de Recuperación:**
    - El tiempo de espera del latido activa la recuperación
    - Se envía una nueva Configuración de Asociación
    - Se verifica la Marca de Tiempo de Recuperación
2. **Recuperación de Sesiones:**
    - Las sesiones pueden o no ser recuperables
    - Consultar a SGW-U por sesiones existentes
    - Reestablecer sesiones perdidas si es necesario
3. **Reenvío de Datos:**
    - Buffering del plano de usuario en SGW-U durante la recuperación
    - Los PDRs permanecen activos hasta que se eliminen explícitamente
    - Minimizar la pérdida de paquetes durante el failover

Gestión de Sesiones

Establecimiento de Sesión

Disparador: Solicitud de Creación de Sesión desde MME (recibida en S11)



Elementos de Información Enviados:

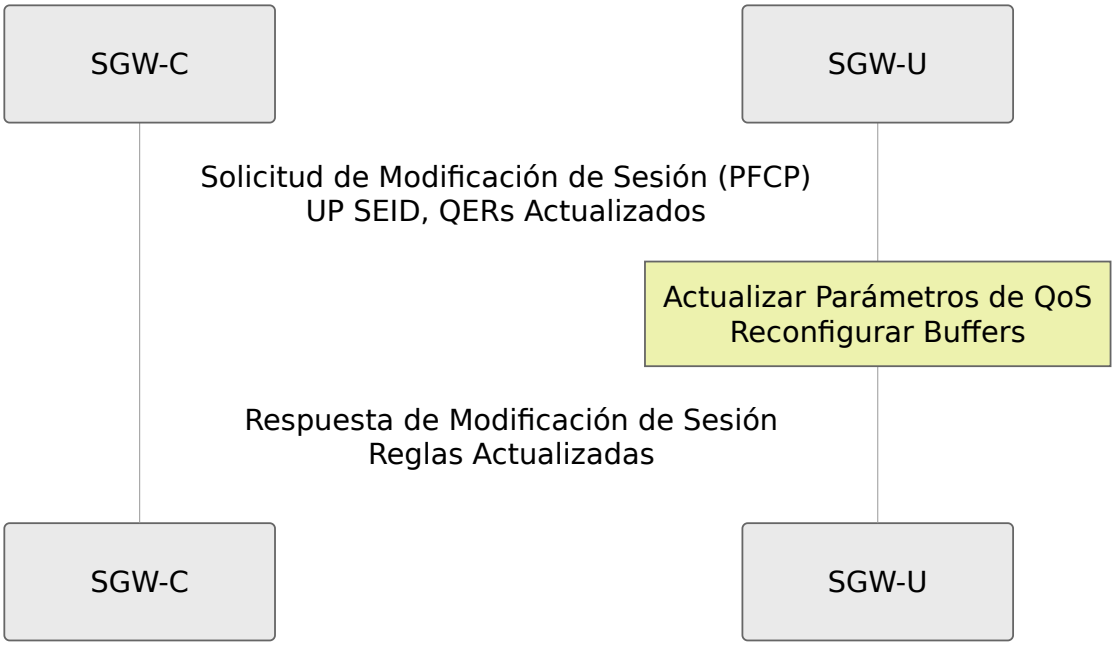
Elemento	Descripción
CP SEID	Asignado por SGW-C para esta sesión
PDRs	Reglas de Detección de Paquetes (ver más abajo)
FARs	Reglas de Acción de Reenvío
QERs	Reglas de Aplicación de QoS
BAR	Regla de Acción de Buffering para movilidad
Crear PDR	Identificadores de reglas para respuesta

Estado de la Sesión:

```
[Sin Sesión]
    ↓ (Solicitud de Establecimiento)
[Estableciendo]
    ↓ (Respuesta de Establecimiento)
[Sesión Activa]
```

Modificación de Sesión

Disparador: Solicitud de Modificación de Portadora desde MME (cambio de QoS, traspaso)

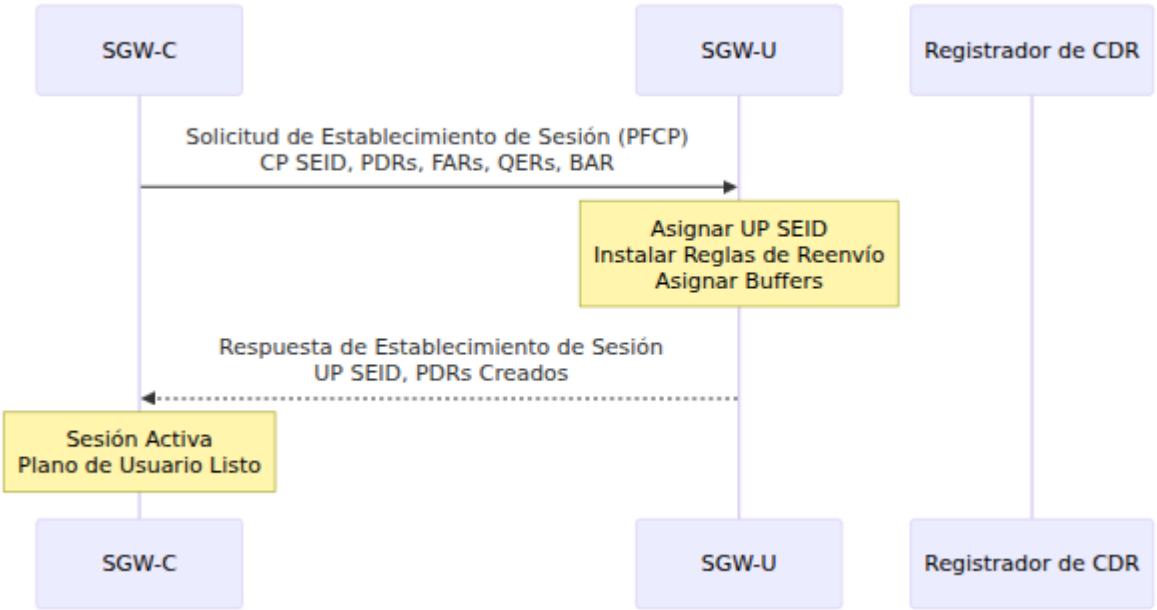


Modificaciones Comunes:

Modificación	Elementos Actualizados	Razón
Cambio de QoS	QERs	Mejora/degradación de portadora
Traspaso	PDRs, FARs	Cambio de eNodeB, selección de SGW-U
Añadir Portadora	Nuevo PDR, FAR, QER	Activación de portadora dedicada
Eliminar Portadora	Eliminar PDR, FAR, QER	Desactivación de portadora

Eliminación de Sesión

Disparador: Solicitud de Eliminación de Sesión desde MME (desconexión)



Estado de la Sesión:

```
[Sesión Activa]
    ↓ (Solicitud de Eliminación)
[Eliminando]
    ↓ (Respuesta de Eliminación)
[Sesión Terminada]
```

Reglas PFCP

PDR (Regla de Detección de Paquetes)

Coincide paquetes entrantes para identificar flujos de tráfico.

Criterios de Detección de Paquetes:

Criterio	Descripción	Ejemplo
Interfaz de Origen	Desde dónde llega el paquete	Acceso (S1-U), Núcleo (S5/S8)
Dirección IP de Origen	Dirección IP del UE (para Acceso)	10.45.0.50
Dirección IP de Destino	IP de red externa (para Núcleo)	8.8.8.8
Tipo de Protocolo	Número de protocolo IP	TCP (6), UDP (17)
Puerto de Origen	Coincidencia de puerto	1024-65535
Puerto de Destino	Coincidencia de puerto	80 (HTTP), 443 (HTTPS)
TEID	Identificador de túnel GTP-U	Para paquetes de downlink

Estructura de PDR:

```
Estructura de PDR:
├── ID de PDR (único dentro de la sesión)
├── Precedencia (prioridad para reglas superpuestas)
├── Criterios de Detección de Paquetes
│   ├── Interfaz de Origen
│   ├── Instancia de Red (APN)
│   └── Dirección IP del UE / Dirección IP de Destino
├── ID de FAR (qué regla de reenvío aplicar)
├── ID de QER (qué regla de QoS aplicar)
└── Activador de Informe de Uso
```

Caso de Uso Ejemplo - Portadora por Defecto:

- Detecta: Todos los paquetes desde/hacia la IP del UE
- Acción: Reenviar a través del PDN (dirección PGW-U)
- QoS: Aplicado por portadora

Caso de Uso Ejemplo - Portadora Dedicada:

- Detecta: Paquetes que coinciden con un flujo específico (rango de puertos, protocolo)
- Acción: Reenviar por una ruta dedicada
- QoS: Tarifas premium (GBR)

FAR (Regla de Acción de Reenvío)

Especifica cómo manejar los paquetes coincidentes.

Acciones de Reenvío:

Acción	Descripción	Caso de Uso
Reenviar	Enviar paquete a la red de destino	Reenvío normal
Buffer	Almacenar paquete temporalmente	Durante movilidad/paging
Descartar	Eliminar paquete	Aplicación de políticas, firewall
Duplicar	Enviar paquete a múltiples destinos	Intercepción legal

Opciones de Encapsulación:

- **GTP-U** - Añadir encabezado de túnel GTP-U (S1-U, S5/S8)
- **Ethernet** - Añadir encabezado Ethernet (para interconexión directa)
- **IPv4** - Reenvío IPv4 simple (para salida a internet)
- **IPv6** - Reenvío IPv6 simple

Ejemplo - UE a Internet:

```
Coincidencia de PDR: Interfaz de Origen = Acceso, IP del UE =
10.45.0.50
Acción de FAR:
  - Reenviar = Sí
  - Encapsulación de Encabezado Externo = Ninguna (internet
directa)
  - Parámetros de Reenvío = Puerta de enlace de internet
```

QER (Regla de Aplicación de QoS)

Aplica límites de bitrate por portadora.

Parámetros de QoS:

Parámetro	Tipo	Descripción
QCI	Entero	Identificador de Clase de QoS (1-9)
MBR (Bitrate Máximo)	Bitrate	Tasa máxima permitida
GBR (Bitrate Garantizado)	Bitrate	Tasa mínima garantizada
ARP	Entero	Prioridad de Asignación y Retención (1-15)

Clases de QoS (QCI):

QCI	Tipo de Servicio	Ejemplos de Bitrate
1	Voz (GBR)	MBR: 64 kbps
2	Llamada de Video (GBR)	MBR: 256 kbps
3	Juegos en Tiempo Real (GBR)	MBR: 50 kbps
4	No-GBR	GBR: 128 kbps, MBR: 256 kbps
5	Señalización IMS	GBR: 100 kbps, MBR: 256 kbps
6	Streaming de Video	MBR: 10 Mbps
7	Voz con Video (GBR)	GBR: 64 kbps, MBR: 384 kbps
8	Navegación Web	MBR: 5 Mbps
9	Correo Electrónico	MBR: 3 Mbps

Ejemplo - Portadora por Defecto (QCI 9):

```
QCI: 9 (Mejor Esfuerzo)
MBR: 100 Mbps (dependiente del sitio)
GBR: Ninguno (no-GBR)
ARP: 15 (prioridad más baja)
```

Ejemplo - Portadora Dedicada de Voz (QCI 1):

```
QCI: 1 (Voz)
MBR: 128 kbps (uplink + downlink)
GBR: 64 kbps (garantizado)
ARP: 1 (prioridad más alta)
```

BAR (Regla de Acción de Buffering)

Controla el buffering de paquetes durante eventos de movilidad.

Escenarios de Buffering:

1. **Buffering durante Traspaso:**
   - UE se transfiere entre eNodeBs
   - Paquetes en buffer mientras se mueve
   - Liberados cuando se completa el traspaso
2. **Buffering durante Paging:**
   - UE en estado inactivo (portadoras suspendidas)
   - Llega datos de downlink
   - En buffer hasta que el UE se reactive
3. **Reubicación de SGW:**
   - Durante el traspaso inter-MME con cambio de SGW
   - SGW antiguo almacena y reenvía al nuevo SGW
   - Se mantiene la entrega ordenada

Configuración de BAR:

```
Configuración de BAR:
├── Tiempo de Espera de Buffer: Cuánto tiempo mantener los
paquetes
├── Umbral de Conteo de Paquetes: Máx. paquetes en buffer
└── Activador de Informe de Datos de Downlink
    └── Enviar notificación al CP cuando lleguen datos
```

Informes de Uso

Mensajes de Informe de Uso

SGW-U envía informes de uso a SGW-C para carga y análisis.

Activadores de Informe de Uso

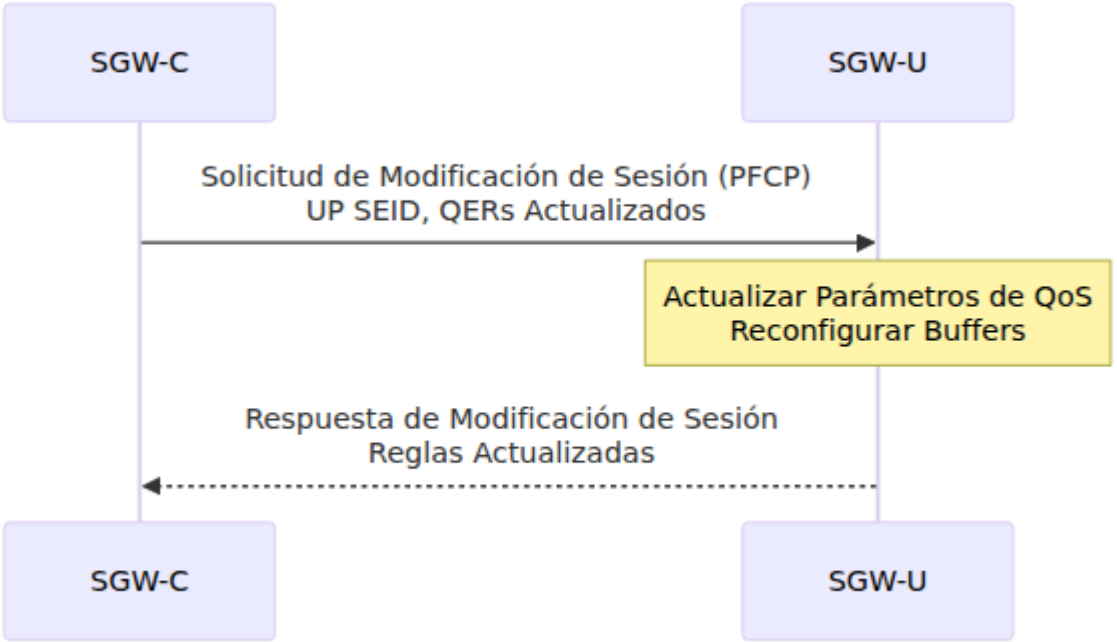
Los informes se envían cuando:

Activador	Condición
Período de Tiempo	Informe periódico cada N segundos
Umbral de Volumen	Después de N octetos reenviados
Umbral de Duración	Después de N segundos de reenvío
Fin de Sesión	Cuando se elimina la sesión
Modificación	Cuando se actualizan las reglas
Informe Inmediato	Solicitado en mensaje de modificación

Campos del Informe de Uso

```
Informe de Uso:
├── Activador del Informe de Uso: Qué causó este informe
├── UR-SEQN: Número de secuencia para ordenación
├── Información de Uso por Portadora:
│   ├── EBI: Identificador de portadora
│   ├── Medición de Volumen
│   │   ├── UL: Octetos de uplink
│   │   ├── DL: Octetos de downlink
│   ###   ├── Total: Total de octetos
│   │   └── Paquetes: Total de paquetes
│   ├── Medición de Duración: Segundos activos
│   └── Hora del Primer/Último Paquete: Tiempos
└── Consulta UR: Solicitar informe inmediato
```

Flujo de Generación de CDR



Operaciones de Red

Monitoreo de Asociación PFCP

Monitorear asociaciones PFCP activas:

```
# Verificar estado de la asociación
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep pfcp_association

# Salida esperada:
# pfcp_association_status{peer_ip="10.0.0.30"} 1  (asociado)
# pfcp_association_status{peer_ip="10.0.0.31"} 1  (asociado)

# Interfaz Web → Página de Estado de SGW-U
# Muestra todos los pares con estado "Asociado" e información de
recuperación
```

Métricas de Sesión

Monitorear sesiones PFCP activas:

```
# Contar sesiones activas
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count

# Monitorear distribución por SGW-U
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_by_peer

# Tasa de uso (octetos/segundo)
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep usage_octets_rate
```

Monitoreo del Flujo de Mensajes

Rastrear la actividad de mensajes PFCP:

```
# Monitorear todos los mensajes PFCP
watch -n 1 'curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep sxa_inbour

# Salida de ejemplo:
#
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_establishment_respor
5432
#
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_modification_respons
12100
# sxa_inbound_messages_total{message_type="session_report_request"} 6
```

Verificación de Instalación de Reglas

Verificar si las reglas están instaladas correctamente en SGW-U:

```
# Monitorear éxitos/fallos en el establecimiento de sesiones
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
sxa_session_establishment

# Verificar problemas de instalación de PDR
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep pdr_installation

# Buscar tiempos de espera
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep sxa_timeout_total
```

Solución de Problemas

Fallos de Asociación

Problema: "Configuración de Asociación Fallida"

Diagnóstico:

1. Verificar conectividad de red: `ping <sgwu_ip>`
2. Verificar puerto: `netstat -an | grep 8805`

3. Revisar registros para detalles de error

Causas Comunes y Soluciones:

Causa	Síntoma	Solución
Red inalcanzable	Tiempo de espera en configuración	Verificar enrutamiento a SGW-U
Puerto bloqueado	Conexión rechazada	Verificar reglas de firewall
SGW-U inactivo	Sin respuesta	Reiniciar proceso SGW-U
Desajuste de ID de Nodo	Configuración rechazada	Verificar configuración

Fallos en el Establecimiento de Sesión

Problema: "Establecimiento de Sesión Fallido"

Diagnóstico:

```
# Verificar métricas
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count

# Verificar registros para error específico
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep "Establecimiento de
Sesión"
```

Causas Comunes:

Causa	Mensaje de Error	Solución
SGW-U sin recursos	"Recursos insuficientes"	Verificar capacidad de SGW-U
PDR inválido	"IE obligatoria faltante"	Verificar definiciones de reglas
Conflicto de SEID	"SEID ya existe"	Verificar duplicación de sesión
Tiempo de espera	"Tiempo de espera para establecimiento de sesión"	Aumentar tiempo de espera o verificar SGW-U

Problemas de Informe de Uso

Problema: "Informes de Uso Faltantes"

Diagnóstico:

```
# Verificar conteo de informes
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
session_report_request_total

# Monitorear generación de CDR
tail -f /var/log/sgw_c/cdrs/<timestamp>
```

Soluciones:

- Verificar que el latido de SGW-U esté activo
- Comprobar la configuración del activador de Informe de Sesión
- Asegurarse de que los permisos del directorio CDR sean correctos
- Monitorear el desbordamiento del buffer de SGW-U

Problemas de Rendimiento

Problema: Alta latencia de mensajes PFCP

Métricas a Verificar:

```
# Duración del procesamiento de mensajes
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
sxa_inbound_duration_seconds

# Carga de sesión por par
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_by_peer

# Profundidad de la cola
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep pfcp_queue_depth
```

Pasos de Optimización:

1. Balancear carga entre múltiples pares SGW-U
2. Aumentar tiempo de espera de latido si la red es propensa a pérdidas
3. Monitorear y reducir la complejidad de las reglas
4. Escalar horizontalmente con instancias adicionales de SGW-C

Para una referencia completa de métricas, configuración del panel y configuración de alertas, consulte la Guía de Monitoreo y Métricas.

Mejores Prácticas

Configuración

- **Intervalo de Latido:** Establecer entre 20-30 segundos para detección confiable
- **Tiempo de Espera de Sesión:** 5-10 segundos basado en RTT de la red
- **Máximo de Reintentos:** 2-3 para equilibrar confiabilidad y latencia
- **Selección de Pares:** Distribuir carga entre todos los pares SGW-U

Operaciones

- **Redundancia de Pares:** Configurar múltiples instancias de SGW-U para failover
- **Recarga Suave:** Soporte para actualizaciones de software en servicio
- **Drenaje de Sesiones:** Migrar sesiones antes del mantenimiento
- **Monitoreo:** Rastrear frecuencia de recuperación de asociación

Solución de Problemas

- **Mantener Registros:** Conservar trazas de mensajes PFCP para depuración
- **Correlación:** Vincular mensajes S11 a operaciones de sesión PFCP
- **Métricas de Línea Base:** Establecer una línea base de rendimiento normal
- **Probar Escenarios de Fallo:** Practicar procedimientos de failover de SGW-U