



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Distribuidor de carga para SMS GW Load balancer for SMS GW

Autor

Óscar Palacín Grasa

Director

Fernando Orús Morlans

Ponente

Julián Fernández Navajas

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2023

Índice de contenidos

Anexos.....	
Anexo A: Configuración mensaje HTTP.....	2
Anexo B: Configuración conector Jasmin.....	3
Anexo C: Generación jar.....	4
Anexo D: Dockerfile.....	5
Anexo E: Archivo configuración despliegue kubernetes.....	5
Anexo F: Fichero configuración HPA.....	7
Anexo G: Configuración Prometheus.....	8
Anexo H: Prueba de concepto.....	10
Anexo I: Prueba de carga.....	12

Índice de figuras

<i>Figura 25. Estructura mensajes HTTP.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 26. Rutas configuradas en Jasmin.....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 27. Esquema métricas personalizadas.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 28. Prueba Concepto. Logs Cliente. Envío de múltiples mensajes.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 29. Prueba Concepto. Logs Proxy. Recepción de mensajes.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 30. Prueba Concepto. Logs Proxy. Envío de DLR de los mensajes recibidos.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 31. Prueba Concepto. Logs Cliente. Recepción de los DLR.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 32. Prueba Concepto. Error en el envío del mensaje.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 33. Prueba de carga. Resultados envío 10 mensajes.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 34. Prueba de carga. Resultados envío 10 mensajes.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 35. Prueba de carga. Envío 100 mensajes.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 36. Prueba de carga. Resultados envío 100 mensajes con 10 réplicas.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 37. Prueba de carga. Resultados envío 100 mensajes con 20 réplicas.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 38. Prueba de carga. Resultados envío 1000 mensajes.....</i>	<i>14</i>

Anexos

Anexo A: Configuración mensaje HTTP

En la figura 25 se muestra la estructura que tienen que tener las peticiones HTTP para ser aceptadas por el IRISGW.

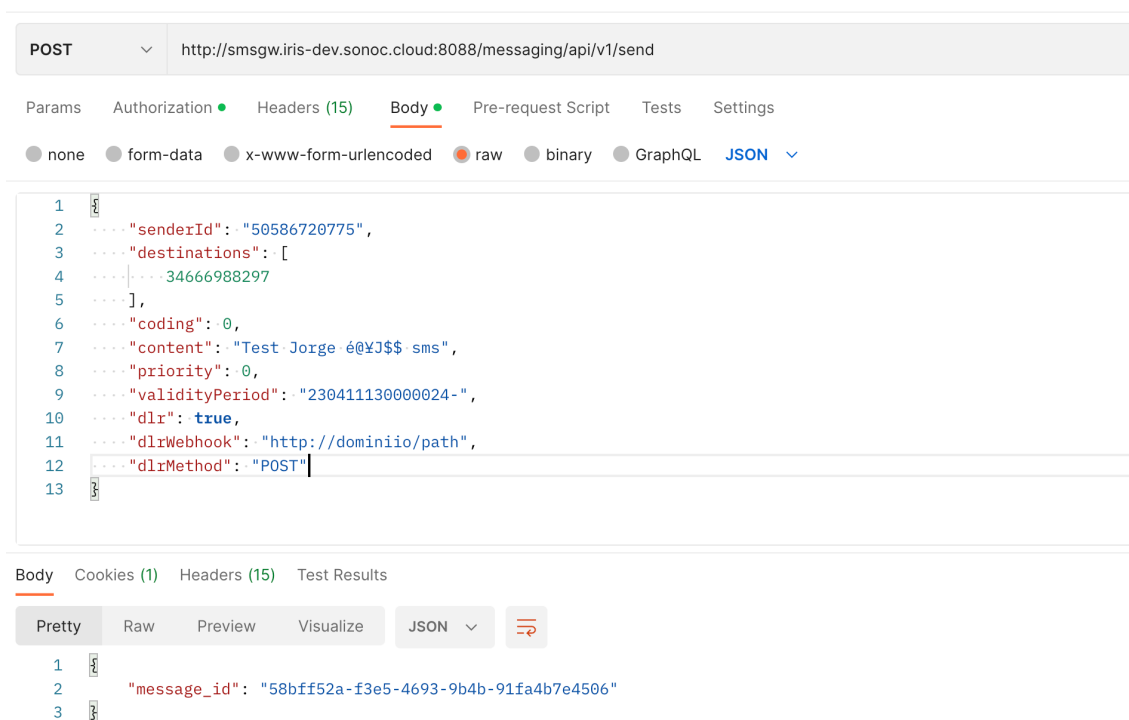


Figura 25. Estructura mensajes HTTP

Anexo B: Configuración conector Jasmin

Para crear un cliente SMPP en Jasmin se debe crear un conector `smppccm`. Éste a su vez necesita definir un `user`, `group`, y `mtrouter`. A continuación se muestra la configuración utilizada.

Creamos un conector:

```

smppccm -a
cid DEMO_CONNECTOR
host 192.168.2.175
port 2775
username smpp-tfg
password smpp-tfg
submit_throughput 110
ok

```

Establecemos este conector como ruta por defecto:

```

mtrouter -a
type defaultroute
connector smppc(DEMO_CONNECTOR)
rate 0.00
ok

```

Creamos un usuario para el envío de mensajes:

```

user -a
username tfg-2
password tfg-2
gid foogroup
uid foo
ok
group -a
gid foogroup
ok

```

Este usuario que se ha creado es el que luego se utiliza en la petición para poder conectarnos. En la figura 26 se observa como se ha configurado el conector que hemos creado como ruta por defecto para el envío de los SMS.

```

jcli : mtrouter -l
#Order Type                Rate      Connector ID(s)                Filter(s)
#0      DefaultRoute        0 (!)     smppc(TFG_CONNECTOR)
Total MT Routes: 1

```

Figura 26. Rutas configuradas en Jasmin

Para que IRIS acepte los mensajes provenientes del conector se debe crear un incoming connection y asociarla a un cliente que se utilizara de prueba. Para este cliente se debe configurar el número de binds que pueden tener abiertos, el tipo de sesión que puede abrir y el número de mensajes máximos por sesión al igual que se haría para cualquier cliente.

Mediante el uso de este script en Python se pueden enviar SMS de prueba a cliente a través de la API de Jasmin.

```

# Python example
# http://jasminsms.com
import urllib.request, urllib.error, urllib.parse
import urllib.request, urllib.parse, urllib.error

params = {'username':'tfg-2', 'password':'tfg-2', 'to':'+620444007', 'content':'Hello',
          'dlr-level':2}
response = urllib.request.urlopen("http://127.0.0.1:1401/send?%s" %
urllib.parse.urlencode(params)).read()
print(response)

```

Anexo C: Generación jar

Se van a explicar los pasos que se han seguido para generar un programa jar utilizando el entorno de desarrollo IntelliJ.

1. En la sección "File" seleccionar "Project Structure".
2. Luego, se debe seleccionar "Artifacts" en la sección de la izquierda.
3. Después, se debe añadir un "JAR" > "From modules with dependencies".

4. Posteriormente, se debe seleccionar el módulo de código del proyecto que se va a empaquetar.
5. Seguidamente, se debe especificar el archivo Manifest.mf en la sección de "Output Layout".
6. Luego, se debe especificar la ubicación y el nombre del archivo .jar en la sección de "Output Layout".
7. Posteriormente, se debe hacer clic en "Build" en la barra de menú y seleccionar "Build Artifacts".

Ya se tiene generado un paquete JAR para poder ejecutar nuestra aplicación java en cualquier entorno simplemente ejecutando:

- **java -jar <archivo.jar>**

Anexo D: Dockerfile

Los ficheros de creación de imágenes Docker se llaman Dockerfile, sin ninguna extensión, para ser reconocidos correctamente a la hora de crear imágenes. Los ficheros se leen de arriba abajo sin saltos, con una orden por línea. Para la imagen del proxy se tiene el siguiente dockerfile:

```
FROM openjdk:19-jdk-alpine
WORKDIR /src/app
COPY out/artifacts/proxy_final.jar /src/app
EXPOSE 8057
CMD ["java", "-jar", "proxy_final.jar"]
```

Para la imagen de envio_mensaje:

```
FROM openjdk:19-jdk-alpine
WORKDIR /src/app
COPY /proxy/out/artifacts/enviar_mensaje.jar /src/app
EXPOSE 8056
CMD ["java", "-jar", "enviar_mensaje.jar"]
```

Anexo E: Archivo configuración despliegue kubernetes

El primer archivo YAML configura un deployment con tres réplicas de un conjunto de pods que ejecutan la imagen proxy alojada en el repositorio privado de SONOC. Se indica que la aplicación expone el puerto 8057. Además, crea un servicio nodePort llamado proxy-service que utiliza el selector app: proxy para apuntar al conjunto de réplicas creado por el Deployment. El Service no especifica el puerto en el que escucha el servicio por tanto será un puerto a partir del 30000 e indica que todo el tráfico que se reciba en ese puerto se redirige al puerto 8057 de cualquiera de las réplicas asociadas.

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: proxy-deployment
spec:
```

```
replicas: 3 # Define el número de réplicas que desees
selector:
  matchLabels:
    app: proxy
template:
  metadata:
    labels:
      app: proxy
  spec:
    containers:
      - name: proxy
        image: dockers.sonoc.io/proxy
        ports:
          - containerPort: 8057
```

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: proxy-service
spec:
  selector:
    app: proxy
  ports:
    - name: smpp
      port: 8057
      targetPort: 8057
      protocol: TCP
  type: NodePort
```

A continuación, se tiene el archivo de configuración de un deployment que configura 3 réplicas que ejecutan la imagen `envio_mensaje`. En este caso se expone la aplicación por el puerto 80. Además se configura el servicio que permite la comunicación entre los pods de proxy y los pods de `envio_mensaje`.

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: envia-mensaje-deployment
spec:
  replicas: 3
  selector:
    matchLabels:
      app: envia-mensaje
  template:
    metadata:
      labels:
        app: envia-mensaje
```

```
spec:
  containers:
  - name: envia-mensaje-container
    image: dockers.sonoc.io/envio_mensaje
    ports:
    - containerPort: 80
```

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: mensaje-service
spec:
  selector:
    app: envia-mensaje
  ports:
  - name: socket
    protocol: TCP
    port: 8056
    targetPort: 8056
```

Anexo F: Fichero configuración HPA

En estos archivos YAML se configura un HPA. En el primer caso utiliza la métrica predeterminada de consumo de memoria, en el segundo caso utiliza la métrica personalizada mensajes recibidos por segundo. En ambos casos se configura el número mínimo y máximo de réplicas como 1 y 10 respectivamente.

Configuración que utiliza la métrica estándar consumo de memoria de los pods:

```
apiVersion: autoscaling/v2
kind: HorizontalPodAutoscaler
metadata:
  name: mensaje-hpa
spec:
  scaleTargetRef:
    apiVersion: apps/v1
    kind: Deployment
    name: envia-mensaje-deployment
  minReplicas: 1
  maxReplicas: 10
  metrics:
  - type: Resource
    resource:
      name: memory
      target:
        type: Utilization
        averageUtilization: 8
```

Configuración que utiliza la métrica personalizada mensajes recibidos por segundo:

```
apiVersion: autoscaling/v2beta2
kind: HorizontalPodAutoscaler
metadata:
  name: myhpa
spec:
  scaleTargetRef:
    apiVersion: apps/v1
    kind: Deployment
    name: envia-mensaje-deployment
  minReplicas: 1
  maxReplicas: 10
  metrics:
    - type: Pods
      pods:
        metric:
          name: myapp_requests_per_second
        target:
          type: AverageValue
          averageValue: 10
```

Anexo G: Configuración Prometheus

Como se puede ver en la figura 27 el HPA consulta de forma recursiva las métricas del objeto al que apunta, en este caso el deployment proxy, para calcular si debe aumentar o disminuir el número de réplicas del deployment envia_mensaje. El HPA consulta las métricas de un registro dentro del cluster llamado metrics registry donde se exponen todas las métricas del sistema. El interfaz de metric registry está compuesto de 3 apis distintas:

- Resource Metrics API: métricas de uso predefinidas como CPU y memoria de los pods.
- Custom Metrics API: métricas personalizadas relacionadas con objetos de kubernetes.
- External Metrics API: métricas personalizadas no relacionadas con objetos de kubernetes.

El primer paso para exponer métricas personalizadas ha sido modificar nuestra aplicación proxy para que a través de un cliente Prometheus exponga el número de mensajes recibidos de los cliente en el endpoint http://ip_pod:8080/metrics. Para comprobar su funcionamiento se creó un servicio nodePort que permitiese consultar a las métricas desde fuera del cluster a través de una petición curl o verlas desde el navegador web realizando un port-forwarding.

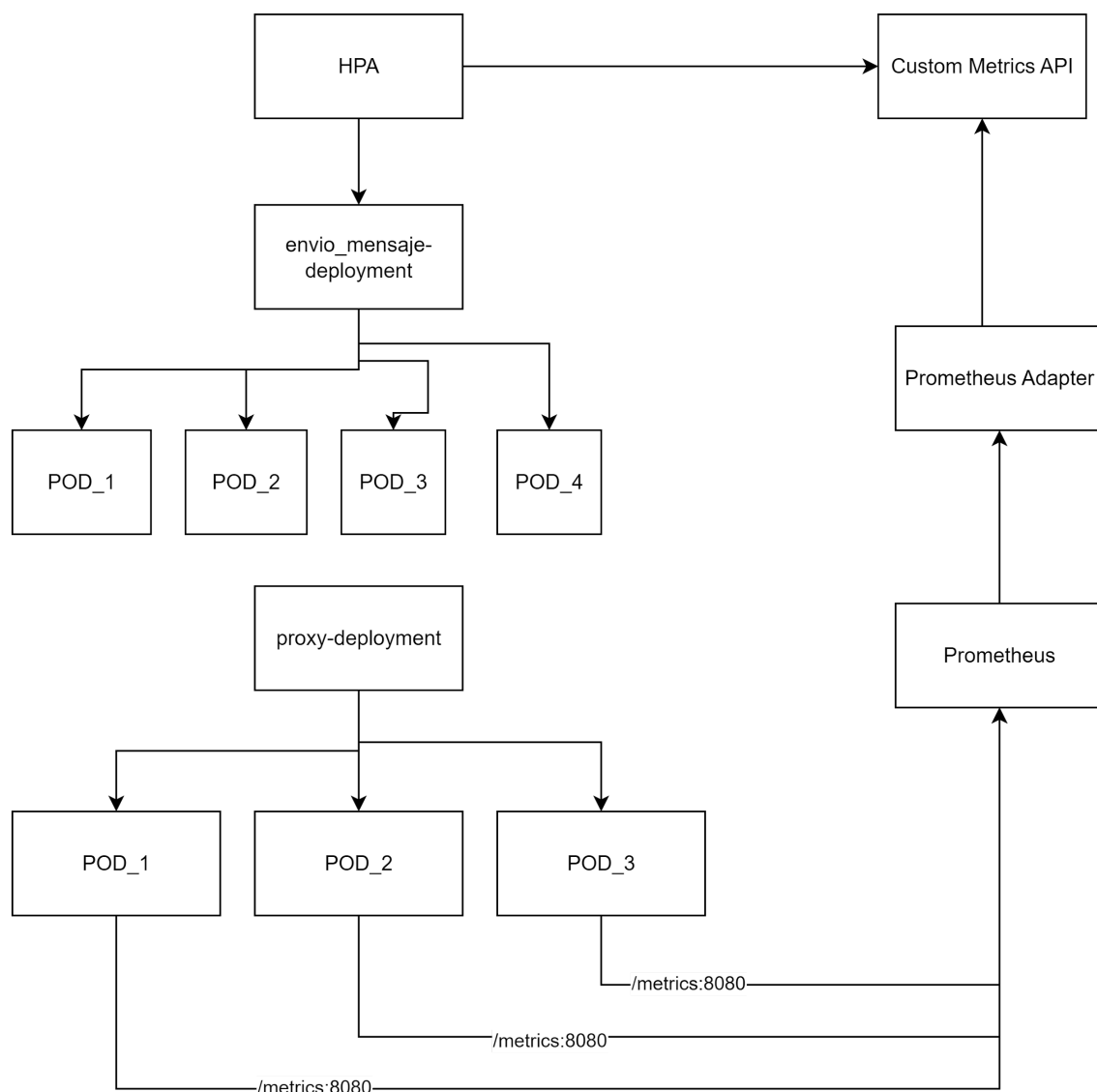


Figura 27. Esquema métricas personalizadas

Posteriormente como se ve en la figura 27 se debe instalar un colector de métricas que recoja las métricas que se exponen en los pods. En nuestro caso se ha utilizado Prometheus ya que ya se tenía instalado previamente en el cluster aunque no con este objetivo. Para que Prometheus recolecta las métricas de nuestro pods es necesario modificar su configuración:

- **kubectl edit configmap <configmap-name>**

En este fichero configmap se debe añadir:

`scrape_configs:`

`- job_name: 'proxy-metrics'`

`static_configs:`

`- targets: ['proxy-deployment:8080']`

`namespace: 'prepod'`

Para asegurarnos que se ha actualizado correctamente ejecutamos el siguiente comando y deberá aparecer la nueva configuración

- **kubectl describe configmap <configmap-name> -n <namespace>**

Finalmente se necesita instalar un metric API server como Prometheus Adapter que nos permita exponer las métricas que se recogen con Prometheus a través de la Custom Metrics API y de esa forma sea accesible para el HPA. Para instalarlo se ha utilizado el gestor de paquetes de Kubernetes helm y se han seguido los pasos de instalación de la documentación oficial <https://github.com/kubernetes-sigs/prometheus-adapter>.

Para exponer la métrica personalizada myapp_requests_per_second(número de mensajes por segundo) ha sido necesario modificar la configuración básica de Prometheus Adapter.

- **kubectl edit configmap <configmap-name> -n <namespace>**

Se añade lo siguiente en la sección de reglas
rules:

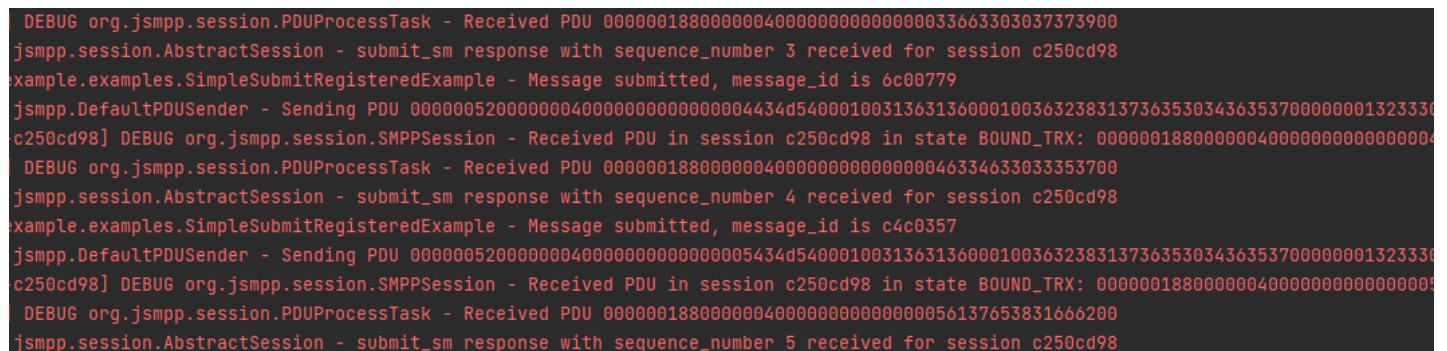
```
- seriesQuery: 'myapp_requests_total'
  resources:
    overrides:
      resource: "myapp_requests_per_second"
  name:
    matches: "myapp_requests_total"
    as: "myapp_requests_per_second"
  metricsQuery: 'rate(myapp_requests_total[1s])'
```

Como se observa se pasa de tener una métrica que es el número de mensajes totales recibidos a otra que a el número de mensajes totales recibidos por segundo utilizado la función de consulta rate.

Ahora ya se exponen las métricas a través de la API y son accesibles para el cluster. Se ha modificado el fichero de configuración del HPA para que consulte esta nueva métrica personalizada para el autoescalado.

Anexo H: Prueba de concepto

En la figura 28 se observa el envío del resto de mensajes de la prueba desde el cliente.



```
DEBUG org.jsmpp.session.PDUProcessTask - Received PDU 00000018800000040000000000000033663303037373900
jsmpp.session.AbstractSession - submit_sm response with sequence_number 3 received for session c250cd98
example.examples.SimpleSubmitRegisteredExample - Message submitted, message_id is 0c00779
jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000005200000004000000000000004434d540001003136313600010036323831373635303436353700000001323330
c250cd98] DEBUG org.jsmpp.session.SMPPSession - Received PDU in session c250cd98 in state BOUND_TRX: 00000018800000040000000000000004
DEBUG org.jsmpp.session.PDUProcessTask - Received PDU 00000018800000040000000000000046334633033353700
jsmpp.session.AbstractSession - submit_sm response with sequence_number 4 received for session c250cd98
example.examples.SimpleSubmitRegisteredExample - Message submitted, message_id is c4c0357
jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000005200000004000000000000005434d540001003136313600010036323831373635303436353700000001323330
c250cd98] DEBUG org.jsmpp.session.SMPPSession - Received PDU in session c250cd98 in state BOUND_TRX: 00000018800000040000000000000005
DEBUG org.jsmpp.session.PDUProcessTask - Received PDU 00000018800000040000000000000056137653831666200
jsmpp.session.AbstractSession - submit_sm response with sequence_number 5 received for session c250cd98
```

Figura 28. Prueba Concepto. Logs Cliente. Envío de múltiples mensajes

En la figura 29 se ve como el proxy recibe el segundo y tercer mensaje y le envía un submit_sm_resp para verificar que ha recibido los mensajes.

```
INFO org.jsmpp.examples.SMPPServerSimulator - Receiving submit_sm 'segundo mensaje', and return message id 6c00779
DEBUG org.jsmpp.session.state.SMPPServerSessionBoundTX - Sending response with message_id 6c00779 for request with sequence_number 3
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000001880000004000000000000000033663303037373900
DEBUG org.jsmpp.examples.SMPPServerSimulator - submit_sm resp with message_id 6c00779 has been sent
DEBUG org.jsmpp.session.PDUProcessServerTask - Received PDU 000000520000000400000000000000004434d5400010031363136000100363238313736353034363537000000
33632313930382b0000010000000e746572636572206d656e73616a65
PDUHeader(82, 00000004, 00000000, 4)
desde el servidor : c4c0357
INFO org.jsmpp.examples.SMPPServerSimulator - Receiving submit_sm 'tercer mensaje', and return message id c4c0357
DEBUG org.jsmpp.session.state.SMPPServerSessionBoundTX - Sending response with message_id c4c0357 for request with sequence_number 4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000001880000004000000000000000046334633033353700
DEBUG org.jsmpp.examples.SMPPServerSimulator - submit_sm resp with message_id c4c0357 has been sent
DEBUG org.jsmpp.session.PDUProcessServerTask - Received PDU 000000520000000400000000000000005434d5400010031363136000100363238313736353034363537000000
33632323030382b0000010000000e63756172746f206d656e73616a65
PDUHeader(82, 00000004, 00000000, 5)
desde el servidor : a7e81fb
```

Figura 29. Prueba Concepto. Logs Proxy. Recepción de mensajes

En la figura 30 se aprecia como el proxy recibe la confirmación de que el cliente ha recibido el DLR del primer mensajes y también envía los DLR para los mensajes 2 y 3. En la figura 31 se observa como el cliente recibe estos DLR.

```
org.jsmpp.session.PDUProcessServerTask - Received PDU 00000011800000050000000000000000300
org.jsmpp.session.AbstractSession - deliver_sm response with sequence_number 3 received for session 9701e95b
org.jsmpp.examples.SMPPServerSimulator - Sending delivery receipt for message id 6c00779: 113248121
org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 000000a600000005000000000000000046d630001003632383137363530343635370001003136313600040000000000000073
07375623a30303120646c7672643a303031207375626d697420646174653a3233303533303137323620646f6e6520646174653a3233303533303137323620737461743a44454c49
46578743a746572636572206d656e73616a65
org.jsmpp.session.PDUProcessServerTask - Received PDU 00000011800000050000000000000000400
org.jsmpp.session.AbstractSession - deliver_sm response with sequence_number 4 received for session 9701e95b
org.jsmpp.examples.SMPPServerSimulator - Sending delivery receipt for message id c4c0357: 206308183
org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 000000a600000005000000000000000056d630001003632383137363530343635370001003136313600040000000000000073
07375623a30303120646c7672643a303031207375626d697420646174653a3233303533303137323620646f6e6520646174653a3233303533303137323620737461743a44454c49
46578743a63756172746f206d656e73616a65
```

Figura 30. Prueba Concepto. Logs Proxy. Envío de DLR de los mensajes recibidos

```
sk - Received PDU 000000a700000005000000000000000036d63000100363238313736353034363537000100313631360004000000000000007469043a313133323438313207375623a3
eiverListenerImpl - Receiving delivery receipt for message '6C00779' from 628176504657 to 1616: id:113248121 sub:001 dlvr:001 submit date:2305301726 done
- Sending deliver_sm_resp with sequence_number 3
ending PDU 00000011800000050000000000000000300
PSession - Received PDU in session c250cd98 in state BOUND_TRX: 000000a600000005000000000000000046d6300010036323831373635303436353700010031363136000400000000
sk - Received PDU 000000a600000005000000000000000046d63000100363238313736353034363537000100313631360004000000000000007369643a323036333038313833207375623a3
eiverListenerImpl - Receiving delivery receipt for message 'C4C0357' from 628176504657 to 1616: id:206308183 sub:001 dlvr:001 submit date:2305301726 done
- Sending deliver_sm_resp with sequence_number 4
```

Figura 31. Prueba Concepto. Logs Cliente. Recepción de los DLR

También se ha realizado un caso de prueba donde desde el IRISGW nos indican que no se ha podido procesar el mensaje y nos manda un código de error 500 como se recoge en la figura 32. Esto implica que desde el servicio envio_mensaje no envíe un DLR para el cliente de forma que podrá identificar que ha habido un error en el envío del mensaje.

```
SubmitSm recibido: PDUHeader(58, 00000004, 00000000, 8)
java.io.IOException: Server returned HTTP response code: 500 for URL: http://smsgw.iris-dev.sonoc.cloud:8088/messaging/api/v1/send
at java.base/sun.net.www.protocol.http.HttpURLConnection.getInputStream0(HttpURLConnection.java:1997)
at java.base/sun.net.www.protocol.http.HttpURLConnection.getInputStream(HttpURLConnection.java:1589)
at org.example.envio_mensaje.envioMensaje(envio_mensaje.java:41)
at org.example.envio_mensaje.main(envio_mensaje.java:83)
```

Figura 32. Prueba Concepto. Error en el envío del mensaje

Anexo I: Prueba de carga

En la figura 33 se observa el envío simultáneo de 10 mensajes y cómo se reciben las confirmaciones desde el proxy de la recepción de los mensajes.

```
INFO org.example.examples.StressClient - Starting to send 10 bulk messages
LinkSender-40d951ab] DEBUG org.jsmpp.session.AbstractSession - Starting EnquireLinkSender for session 40d951ab
-thread-3] DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003a00000004000000000000002000000313631360000003632313631363136000000000000000000d4
-thread-8] DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003a00000004000000000000000b0000000313631360000003632313631363136000000000000000000d4
-thread-1] DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003a00000004000000000000000a0000000313631360000003632313631363136000000000000000000d4
-thread-2] DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003a0000000400000000000000090000000313631360000003632313631363136000000000000000000d4
-thread-4] DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003a0000000400000000000000080000000313631360000003632313631363136000000000000000000d4
-thread-5] DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003a0000000400000000000000070000000313631360000003632313631363136000000000000000000d4
-thread-6] DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003a0000000400000000000000060000000313631360000003632313631363136000000000000000000d4
-thread-9] DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003a0000000400000000000000050000000313631360000003632313631363136000000000000000000d4
-thread-7] DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003a0000000400000000000000040000000313631360000003632313631363136000000000000000000d4
-thread-10] DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003a0000000400000000000000030000000313631360000003632313631363136000000000000000000d4
derWorker-40d951ab] DEBUG org.jsmpp.session.SMPPSession - Received PDU in session 40d951ab in state BOUND_TRX: 0000003700000005000000000000001434d54
-thread-2] DEBUG org.jsmpp.session.PDUProcessTask - Received PDU 0000003700000005000000000000001434d54000101353535000101313233343500000000000000000
-thread-2] INFO org.example.examples.MessageReceiverListenerImpl - Receiving message : Hello World
-thread-2] DEBUG org.jsmpp.session.SMPPSession - Sending deliver_sm_resp with sequence_number 1
-thread-2] DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000001180000005000000000000000100
derWorker-40d951ab] DEBUG org.jsmpp.session.SMPPSession - Received PDU in session 40d951ab in state BOUND_TRX: 0000001980000004000000000000000b36366
-thread-3] DEBUG org.jsmpp.session.PDUProcessTask - Received PDU 0000001980000004000000000000000b36366306438343100
-thread-8] DEBUG org.jsmpp.session.AbstractSession - submit_sm response with sequence_number 11 received for session 40d951ab
```

Figura 33. Prueba de carga. Resultados envío 10 mensajes

La figura 34 describe los resultados de la prueba. El tiempo total necesario para el envío de los 10 mensajes ha sido de 2020 ms y el máximo delay para el envío del mensaje a ha sido de 1135 ms.

```
INFO org.example.examples.StressClient - There are 0 unacknowledged requests
org.example.examples.StressClient - maxDelay=1135
org.example.examples.StressClient - Done
org.example.examples.StressClient - Tiempo total de la aplicacion 2020
org.jsmpp.session.AbstractSession - Unbind and close session 40d951ab
```

Figura 34. Prueba de carga. Resultados envío 10 mensajes

En la figura 35 se recoge el envío simultáneo de 100 mensajes SMS, esto implica que el sistema necesite las 10 réplicas disponibles del servicio envío_mensaje. Se observa cómo se reciben progresivamente los submit_sm_resp correspondientes a los mensajes enviados.

```

DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000200000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000100000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000120000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000300000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000f00000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000140000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000170000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b0000000400000000000000001b0000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003a0000000400000000000000001f0000031363136000000363231363136313600000000000000000000d48
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003a000000040000000000000000210000031363136000000363231363136313600000000000000000000d48
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000280000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000e00000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000d00000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000c00000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000b00000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000a00000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000900000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000800000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000700000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
b3f2af] DEBUG org.jsmpp.session.SMPPSession - Received PDU in session efb3f2af in state BOUND_TRX: 00000037000000050000000000000000143d54c
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000600000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4
DEBUG org.jsmpp.DefaultPDUSender - Sending PDU 0000003b000000040000000000000000500000031363136000000363231363136313600000000000000000000e4

```

Figura 35. Prueba de carga. Envío 100 mensajes

La figura 36 describe los resultados de la prueba. El tiempo total necesario para el envío de los 100 mensajes ha sido de 8070 ms y el máximo delay para el envío del mensaje a ha sido de 7223 ms.

```

org.jsmpp.session.AbstractSession - submit_sm response with sequence_number 99 received for session efb3f2af
rg.example.examples.StressClient - There are 0 unacknowledged requests
org.example.examples.StressClient - There are 0 unacknowledged requests
rg.example.examples.StressClient - There are 0 unacknowledged requests
le.examples.StressClient - maxDelay=7223
xamples.StressClient - Done
xamples.StressClient - Tiempo total de la aplicacion 8070
ssion.AbstractSession - Unbind and close session efb3f2af

```

Figura 36. Prueba de carga. Resultados envío 100 mensajes con 10 réplicas

Posteriormente se aumentó el número de réplicas disponibles para el autoescalado de 10 réplicas a 20 réplicas. Se analizó si un aumento el número de réplicas se traduce en una reducción del tiempo innecesario para el envío de los mensajes o reducción en el delay de los mensajes de forma individual. Como se aprecia en la figura 37 se consigue una reducción considerable tanto en el tiempo total requerido como en el máximo delay de los mensajes. La reducción significativa del máximo Delay se debe a que con 20 réplicas ninguno de los mensajes tiene que esperar a que el módulo envíe previamente otro mensajes como sí ocurre cuando se tienen menos replicas.

```

read-68] INFO org.example.examples.StressClient - There are 0 unacknowledged requests
INFO org.example.examples.StressClient - maxDelay=2154
0 org.example.examples.StressClient - Done
0 org.example.examples.StressClient - Tiempo total de la aplicacion 4063
UG org.jsmpp.session.AbstractSession - Unbind and close session 25199154

```

Figura 37. Prueba de carga. Resultados envío 100 mensajes con 20 réplicas

La última prueba consiste en el envío simultáneo de 1000 mensajes, al igual que en la prueba anterior se mantienen las 20 réplicas disponibles. Como se observa en la figura 38

el tiempo total necesario para el envío de los 10 mensajes ha sido de de 2020 ms y el máximo delay para el envío del mensaje a ha sido de 1135 ms.

```
org.example.examples.StressClient - maxDelay=5266  
example.examples.StressClient - Done  
example.examples.StressClient - Tiempo total de la aplicacion 6065  
.jsmpp.session.AbstractSession - Unbind and close session bf0cbaf2
```

Figura 38. Prueba de carga. Resultados envío 1000 mensajes